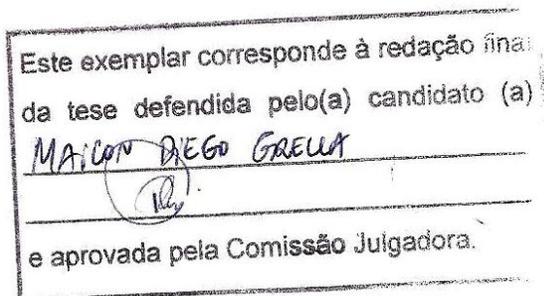


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA

MAICON DIEGO GRELLA

CHAVE TAXONÔMICA INTERATIVA PARA ESPÉCIES DE DÍPTEROS CALIFORÍDEOS
(INFRAORDEM: MUSCOMORPHA) DO BRASIL



Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, como requisito para obtenção do título de Mestre em Parasitologia.

Orientadora: Profa. Dra. **Patrícia Jacqueline Thyssen**

Campinas – SP.

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP

G864c	<p>Grella, Maicon Diego Chave taxonômica interativa para espécies de dípteros califorídeos (Infraordem: Muscomorpha) do Brasil / Maicon Diego Grella. – Campinas, SP: [s.n.], 2011.</p> <p>Orientador: Patrícia Jacqueline Thyssen. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.</p> <p>1. Mosca-varejeira. 2. Software educativo. 3. Diptera - Classificação. 4. Entomologia médica. 5. Entomologia forense. I. Thyssen, Patrícia Jacqueline. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.</p> <p>(rcdt/ib)</p>
--------------	--

Título em inglês: Interactive key for calliphorid dipterans species (Infraorder: Muscomorpha) from Brazil.

Palavras-chave em inglês: Blowflies; Educational software; Diptera - Classification; Medical entomology; Forensic entomology.

Área de concentração: Parasitologia.

Titulação: Mestre em Parasitologia.

Banca examinadora: Patrícia Jacqueline Thyssen, Arício Xavier Linhares, Cláudio José Barros de Carvalho.

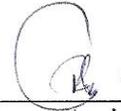
Data da defesa: 03/02/2011.

Programa de Pós-Graduação: Parasitologia.

Campinas, SP, 03 de fevereiro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Patrícia Jacqueline Thyssen (Orientadora)



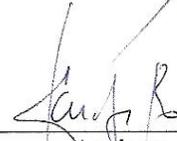
Assinatura

Prof. Dr. Arício Xavier Linhares



Assinatura

Prof. Dr. Cláudio José Barros de Carvalho



Assinatura

Prof. Dr. Ângelo Pires do Prado

Assinatura

Profa. Dra. Carolina Reigada

Assinatura

À minha família,
pela formação, educação
e incentivos sempre

À Patrícia Jacqueline Thyssen,
pela amizade, profissionalismo
e aprendizado

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Patrícia Jacqueline Thyssen pela orientação e amizade, desde a Iniciação Científica até o Mestrado. Meu eterno agradecimento pelos primeiros passos dados em direção ao estudo dos dípteros, e agora de forma constante para os mais intrincados caminhos da taxonomia.

Ao Prof. Dr. Arício Xavier Linhares, pela amizade, profissionalismo, oportunidade de conhecer e ingressar no Laboratório de Entomologia (L2B), e pelas contribuições com a taxonomia e identificação dos dípteros.

Aos Profs. Dr(s). Arício Xavier Linhares, Cláudio José Barros de Carvalho, Ângelo Pires do Prado, Carolina Reigada, Silmara Marques Allegretti e Selma Giorgio pelas contribuições nos exames de qualificação, prévio e banca.

Ao Prof. Dr. Carlos J. E. Lamas do Museu de Zoologia da USP (MZUSP) e ao Artur N. Furegatti do Museu de Zoologia da UNICAMP (ZUEC), por me receberem nos respectivos museus e pelo empréstimo do material.

Aos meus Pais José e Maria de Lourdes, e meus Irmãos Ronei e Caroliny, pela educação, apoio e carinho, nunca faltando dedicação pra que eu desenvolvesse toda minha formação acadêmica e pessoal; Aos meus avós ('Vô' David, 'Vó' Madalena e 'Vó' Maria do Carmo), por sempre esperarem pacientemente minha volta pra casa: gosto muito de vocês. Estar distante nestes 7 anos só fez aumentar minha admiração por todos. Agradeço por acreditarem em mim. Estarei sempre retribuindo essa confiança.

Aos Profs. Drs. Volker Bittrich e Maria do Carmo do Amaral do Departamento de Botânica (UNICAMP), e Marcela A. Alonso pelo apoio com as chances interativas, fundamentais para o aprimoramento e elaboração dos estudos.

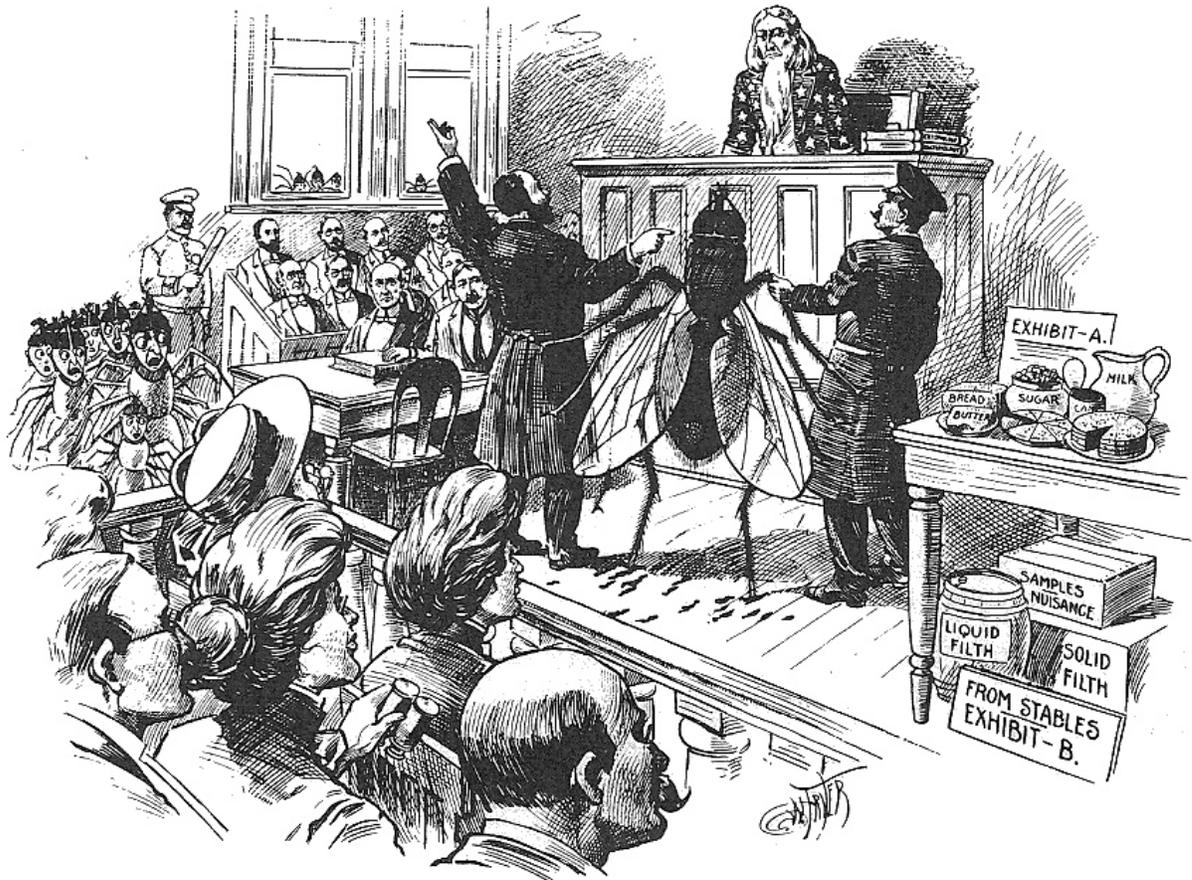
À todos os amigos, alunos e ex-alunos do Laboratório de Entomologia L2B, especialmente Carina M. de Souza, Daniel L. Brancoli, Fábio Rezende, Carolina Palanch, Carolina Reigada, Bianca Cardoso, Thiago Moretti, Marcela A. Alonso, Mariana P. Nassu e Cauê T. de Mira que propiciaram momentos agradáveis e de aprendizado. Agradeço o apoio em todas as etapas da dissertação.

À Rafael Garcia Tavares e Daniela Feltrim, pela amizade que perdura desde a graduação e que levarei pra vida toda.

Aos amigos, profissionais e professores do Departamento de Biologia Animal, em especial a Profa. Dra. Marlene T. Ueta, aos técnicos João B. A. Oliveira, Rubens R. Madi (L3), e a Tacilda S. Nalon (L2B), importantes durante as disciplinas, e no decorrer das etapas deste trabalho.

À Universidade Estadual de Campinas por possibilitar minhas pesquisas e toda a formação acadêmica na graduação e pós-graduação.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos.



THE HOUSE-FLY AT THE BAR

“An illustration that appeared in 1909 in a publication of the Mercant’s Association of New York, which was active in anti-fly campaigns” (extraído de Greenberg, 1971)

“L’histoire des mouches est immense; leur étude est difficile; de plus, la vie de l’homme est courte et ses moyens d’investigation sont bornés ... je reviens à vous, Mouches, qui avez toujours fait mes plus chères délices. Je vous ai suivies dans presque toutes les conditions de vos existences si diverses; vous pouvez me considérer comme votre homme-lige.”

[The science of flies is immense; their study is difficult; moreover, a man’s life is short and his means for investigation are limited ... I am returning to you, Flies, you who have always given me my most cherished delights. I have followed you into the most diverse conditions of your existence; you can consider me to be your *liegeman*.]

— Robineau-Desvoidy, 1863

RESUMO

Muitos levantamentos faunísticos de dípteros que foram e têm sido realizados atualmente no Brasil são precários por relatarem a presença de espécimes até níveis taxonômicos superiores ao de espécie. Dentre uma série de dificuldades que contribuem para isso estão a ausência de chaves taxonômicas para certos grupos e a insuficiência na descrição de caracteres em algumas das chaves existentes. Assim, o avanço de quaisquer outros trabalhos que queiram investigar a biologia, ecologia ou dinâmica desses organismos na natureza ou em laboratório estará comprometido, já que não é possível associar tais estudos a categorias abstratas tal como 'morfortipos'. As chaves taxonômicas interativas, elaboradas com auxílio de programas computacionais, quando comparadas às convencionais podem ser extremamente vantajosas por apresentarem banco de imagens, glossário de termos técnicos, serem mais dinâmicas no processo de inserção de novos caracteres, além de permitirem ao usuário a seleção de qualquer caráter sem uma ordem pré-determinada, garantindo maior flexibilidade durante o processo de identificação. Para elaboração das chaves interativas usando a plataforma JAVA e software Lucid® foram levantados caracteres e estados de caracteres para 20 espécies de moscas (Diptera: Calliphoridae) registradas para o Brasil, quer sejam de importância médica, veterinária ou forense. A identificação de algumas espécies de califorídeos usando a plataforma computacional não foi significativamente mais rápida quando comparada a feita por meio das chaves dicotômicas tradicionais, porém o número de erros de diagnóstico foi menor entre os usuários de chaves interativas. De qualquer modo, a chave interativa ainda pode ser superior por apresentar opções tais como exclusão, seleção ou priorização de caracteres sem exigir que o usuário siga uma ordem específica ou pré-determinada. O desenvolvimento de quaisquer ferramentas que auxiliem na busca pela identificação de um organismo, principalmente entre estudantes e profissionais não taxonomistas, é ainda mais valioso por fornecer um melhor entendimento para o conhecimento da diversidade de determinados grupos e para a descoberta de espécies novas na natureza. O trabalho final encontra-se disponível e publicado na web.

ABSTRACT

Many of the dipteran faunistic surveys carried out in the past, and the ones being conducted at the present in Brazil are precarious, because they report on the presence of specimens at taxonomic levels higher than species. The reasons for that are the lack of taxonomic keys to certain groups, and insufficient descriptions of morphological characters in some of the extant keys. Thus, the success of any study that aims to investigate the biology, ecology, and dynamics of these organisms in nature or in laboratory will be damaged, because it is not possible to associate these studies with abstract categories such as 'morphotypes'. Interactive taxonomic keys, prepared with the aid of computer programs, can be extremely advantageous when compared to conventional keys, because they contain image banks, glossary of technical terms, are more dynamic in the process of adding new characters, and allow the selection of any character without a predetermined order, ensuring greater flexibility during the identification process. For the production of interactive keys using JAVA platform and Lucid™ software, we determined characters and states of characters for 20 species of flies (Diptera: Calliphoridae) of medical, veterinary and forensic importance from Brazil. The identification process using a Java platform was not significantly faster when compared to that done by traditional dichotomous keys, but the number of diagnostic errors was lower among users of interactive keys. Anyway, the interactive key may be superior to present options such as deletion, selection or prioritization of characters without requiring the user to follow a specific or predetermined order. The development of any tools that can aid in the identification of an organism, especially for students and non-taxonomist professionals, is even more valuable by providing a better understanding on the diversity of certain groups and on the discovery of new species in nature. The final work will be available and posted on the web.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Página principal do software Lucid® Builder versão 3.3 na qual podem ser observadas as seções para inserção das categorias taxonômicas (= espécies) (A) e dos caracteres diagnósticos e seus estados (B). As setas 1-3 mostram as abas para acessar os demais ambientes associados à elaboração da chave	39
Figura 2.	Página do software Lucid® Builder versão 3.3 indicando como foi criado o banco de imagens (setas 1-4)	40
Figura 3.	Página do software Lucid® Builder versão 3.3 mostrando como foi feita a marcação de cada estado de caractere relativo à categoria taxonômica selecionada (a seta indica a ativação do “modo de marcação”)	41
Figura 4.	Página do software Lucid® Builder versão 3.3 onde pode ser observado o número de caracteres diferenciais (seta) existentes entre uma e as demais espécies inseridas durante a elaboração da chave	42
Figura 5.	Página principal do software Lucid® Player versão 3.3 onde foi simulada uma seleção de caracteres pelo usuário mostrando em: (A) os caracteres disponíveis, (B) os anteriormente selecionados, (C) as espécies que permaneceram após a seleção prévia, e (D) as que foram excluídas	43
(Anexo) Prancha 1	Cerdas orbitais proclínicas (fêmea) (figs. 1-4): ausente (1); pequena (2); grande, mas não ultrapassa a lúnula (3); grande, segue além da lúnula (4). Facetas nos olhos (macho) (figs. 5 e 6): alargadas (5) e não alargadas (6)	56
(Anexo) Prancha 2	Palpos (figs. 7 e 8): normais e clavados (7) e curtos e filiformes (8). Cor do flagelômero I na antena (figs. 9-11): enegrecido (9), alaranjado (10) e avermelhado (11). Ampola maior reniforme (fig. 12)	57
(Anexo) Prancha 3	Face dorsal da base do rádio (figs. 13 e 14): ciliada (13) e nua (14). Manchas nas asas (figs. 15 e 16): ausente (15) e presente (16). Borda externa da caliptra inferior (figs. 17 e 18): angular (17) e arredondada (18)	58
(Anexo) Prancha 4	Cerda estigmática (figs. 19 e 20): presente (19) e ausente (20). Bandamento de faixas verticais (figs. 21 e 22): distinto (21) e sem distinção (22). Polinosidade do tergito V (figs. 23 e 24): conspícua (23) e ausente (24)	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Relação de espécies da família Calliphoridae (Diptera) de importância médica, veterinária e/ou forense registradas em diferentes regiões geopolíticas do território brasileiro que se encontram incluídas na chave interativa elaborada ...	37
Tabela 2.	Avaliação do uso de chave tradicional vs. interativa para a identificação de três espécies representativas da família Calliphoridae	38
(Anexo) Tabela 1.	Listagem de caracteres para espécies da família Calliphoridae inseridos na matriz de dados da chave interativa	60

SUMÁRIO

1	- Introdução	01
2	- Revisão bibliográfica	04
2.1	- Diptera	04
2.2	- Importância médica e veterinária	05
2.3	- Importância forense	10
2.4	- Família Calliphoridae	12
2.5	- Taxonomia e sistemática	12
2.5.1	- Chaves taxonômicas	14
2.5.2	- Ferramentas computacionais	15
3	- Objetivos	18
4	- Chave interativa para espécies brasileiras de dípteros da família Calliphoridae: uma alternativa para instrumentalizar a taxonomia	19
4.1	- Introdução	20
4.2	- Material e métodos	22
4.3	- Resultados e discussão	26
4.4	- Referências citadas	31
5	- Conclusões Gerais	44
6	- Bibliografia Geral	45
7	- Anexo	56

1 – INTRODUÇÃO

Os insetos (Hexapoda, Insecta) constituem o grupo mais diversificado e abundante do Reino Animal, totalizando aproximadamente um milhão de espécies descritas reconhecidamente em 31 ordens e presentes tanto nos habitats terrestres quanto aquáticos, com ampla diversidade morfológica, fisiológica, de ciclos biológicos e de hábitos alimentares (CHAPMAN, 1998; GALLO et al., 2002; TRIPLEHORN, JOHNSON, 2004; GRIMALDI, ANGEL, 2005; BRUSCA, BRUSCA, 2007).

O surgimento dos insetos há 420 milhões de anos os coloca como um dos primeiros grupos animais a conquistarem a superfície da Terra, denotando sucesso evolutivo evidente pela quantidade expressiva de espécies originadas (GRIMALDI, ANGEL, 2005; BRUSCA, BRUSCA, 2007). Especialmente, a capacidade de adaptação aos novos ambientes e as suas concomitantes alterações ambientais deram propulsão à diversificação dos insetos (GILLOTT, 2005). Nesse meio estão características como o desenvolvimento de um exoesqueleto rígido, a aquisição de asas com vôo eficientemente sustentado, tamanho reduzido do padrão corporal, alta taxa de fecundidade dos indivíduos, desenvolvimento embrionário em ovos com revestimento externo, exploração de nichos diferenciados entre as fases de vida – larval e adulta (metamorfose indireta), um sistema motor e sensorial aprimorados, e uma co-evolução bem sucedida com plantas, principalmente angiospermas, foram primordiais para a irradiação observada (GULLAN, CRANSTON, 1994; TRIPLEHORN, JOHNSON, 2004; GILLOTT, 2005; GRIMALDI, ANGEL, 2005; BRUSCA, BRUSCA, 2007).

Os insetos são majoritários nas teias e cadeias alimentares, seja pela riqueza de espécies ou biomassa abundante, interagindo harmônica ou desarmonicamente com outros organismos, incluindo o homem (GULLAN, CRANSTON, 1994; GILLOTT, 2005; SPEIGHT, HUNTER, WATT, 2008). Dentre alguns exemplos podem ser destacados a manutenção da ciclagem de nutrientes, com remoção da matéria orgânica animal e vegetal e reposição de nutrientes ao solo; a polinização de plantas; ou quando servem de alimento para animais insetívoros. Ainda, do ponto vista antrópico, podem estar vantajosamente associados à agricultura e alimentação humana (produzindo mel, seda, laca e polinizando até 80% dos plantios), ao controle biológico de insetos pragas ou, de forma prejudicial, estar relacionados a perdas econômicas, quando são vetores ou

agentes de doenças aos animais de produção, ou ao se tornarem pragas agrícolas (GULLAN, CRANSTON, 1994; GILLOTT, 2005; SPEIGHT, HUNTER, WATT, 2008).

Pela afinidade com o homem e seu ambiente, várias ordens de insetos podem estar envolvidas direta ou indiretamente com a origem e/ou causa de doenças. Tem importância destacada Blattaria (baratas), Phthiraptera (pioelhos), Hemiptera (barbeiros e percevejos), Coleoptera (besouros), Siphonaptera (pulgas), Lepidoptera (mariposas e borboletas), Hymenoptera (abelhas, vespas e formigas) e Diptera (moscas e mosquitos). A área de estudo que investiga a biologia, a ecologia e a epidemiologia desses organismos junto às populações humanas e seus animais domésticos é denominada entomologia médico-veterinária. Nessa instância, sem dúvida, a identificação do inseto que causa ou transmite uma dada doença é o primeiro passo para o diagnóstico e determinação das medidas necessárias para implementar um programa efetivo de erradicação do vetor, quando cabível, ou da doença (HORSFALL, 1962; KETTLE, 1994; MULLEN, DURDEN, 2002; GODDARD, 2007). Por outro lado, adicionalmente, podem prestar auxílio dentro do âmbito médico-legal ao serem utilizados para estimar o tempo de óbito em casos de morte suspeita (SMITH, 1986).

Muitos levantamentos faunísticos de dípteros que foram e os que têm sido realizados atualmente no Brasil são precários, por relatarem a presença de espécimes até níveis taxonômicos superiores ao de espécie. Dentre uma série de dificuldades que contribuem para isso estão a ausência de chaves taxonômicas para certos grupos e a insuficiência na descrição de caracteres em algumas das chaves existentes. Assim, o avanço de quaisquer outros trabalhos que queiram investigar a biologia, ecologia ou dinâmica desses organismos na natureza fica comprometido, já que não é possível associar tais estudos a categorias abstratas tal como ‘morfo-tipos’.

Nesse sentido, as chaves taxonômicas interativas, elaboradas com auxílio de programas computacionais, comparadas as convencionais, podem ser extremamente vantajosas por apresentarem banco de imagens, glossário de termos técnicos, serem mais dinâmicas no processo de inserção de novos caracteres, além de permitirem a seleção pelo usuário de qualquer caráter sem uma ordem pré-determinada, garantindo maior flexibilidade durante o processo de identificação.

O desenvolvimento de ferramentas que possam auxiliar no processo de identificação de um dado organismo, principalmente entre estudantes, pesquisadores e demais profissionais não taxonomistas (tal como peritos, por exemplo), é ainda mais valioso quando consegue fornecer um

melhor entendimento sobre a diversidade de determinados grupos, estimulando a atividade taxonômica, contribuindo para a formação de especialistas e auxiliando dessa forma, indiretamente, na descoberta de novos registros e expansão do inventário de espécies no que concerne ao nosso território brasileiro. A facilitação na busca pela identidade de dípteros de importância médica, veterinária ou forense é um dos objetivos centrais deste estudo e os resultados obtidos e as conclusões decorrentes encontram-se expostos no capítulo que segue após a Revisão Bibliográfica e os Objetivos.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – DIPTERA

Moscas e mosquitos (Ordem: Diptera) compreendem uma das ordens mais abundantes da Classe Insecta, com 150.000 espécies descritas, distribuídas em 150 famílias e aproximadamente 10.000 gêneros. Essa representatividade fica ainda mais evidente pelo fato dos dípteros constituírem de 12 a 15% das espécies de animais vivos presentes em todos os habitats, exceto em oceanos e regiões do extremo Ártico e Antártica (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2004; YEATES, WIEGMANN, 2005; PAPE, BICKEL, RUDOLF, 2009).

Atualmente, os dípteros estão classificados em duas subordens: Nematocera e Brachycera, onde a primeira compreende geralmente espécies de tamanho pequeno, corpo delgado e antenas longas, com mais de seis artigos de dimensões aproximadamente iguais, enquanto que Brachycera são representados por espécies cujo tamanho varia de pequeno a grande, corpo robusto e antenas frequentemente composta de três artigos, mas nunca mais que seis, sendo o último bem desenvolvido em relação aos dois primeiros, além de um apêndice cerdiforme (arista) ou bastonetiforme (estilo) na extremidade distal da antena (ZUMPT, 1965; TRIPLEHORN, JOHNSON, 2004).

Atualmente o monofiletismo dos dípteros é bem estabelecido, e a presença de um par de asas funcionais no mesotórax é uma característica marcante do grupo. Modificações morfológicas como a transformação do segundo par de asas em halteres e o desenvolvimento de peças bucais adaptadas ao hábito de sugar líquidos apresentam-se como sinapomorfias da ordem (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2004; YEATES et al., 2007). O exuberante arranjo de modificações anatômicas e inovações ecológicas adquiridas foram fundamentais para que pudessem durante sua extensa história evolutiva explorar recursos variados como, por exemplo, ao se observar diferentes espécies que possam apresentar hábitos alimentares detritívoros, hematófagos ou simplesmente serem minadores de folhas (TRIPLEHORN, JOHNSON, 2004; YEATES, WIEGMANN, 2005; YEATES et al., 2007).

Sem dúvida, o detritivorismo e a hematofagia os tornam muito importantes do ponto de vista médico, veterinário ou forense, destacando-se a diversidade de espécies que necessitam do sangue de vertebrados para maturação de seus folículos ovarianos que conseqüentemente tem

relevância para a perpetuação da vida, as causadoras de míases e aquelas que participam do processo de decomposição de corpos de animais e fezes. Do total de espécies já descritas, apenas uma pequena fração, aproximadamente 11.000, apresenta aparelho bucal do tipo picador-sugador com modificações estruturais e fisiológicas adaptadas para realizar a hematofagia, e destes uma parcela ainda menor, mas não menos importante, pode oferecer riscos como vetores de doenças à saúde humana ou animal em escala global (ZUMPT 1965; HARWOOD, JAMES, 1982; KETTLE, 1994; GUIMARÃES, TUCCI, BARROS-BATTESTI, 2001; MULLEN, DURDEN, 2002; LINHARES, THYSSEN, 2007).

Os dípteros têm acompanhado as populações humanas ao longo da sua história, co-habitando o ambiente doméstico e peridomicílio e estabelecendo dessa forma, durante muito tempo, associações harmônicas e desarmônicas, sendo que no último caso contribuem significativamente para gerar problemas relacionados à área da saúde ou econômica. A relação que os dípteros possuem com esses ambientes pode ser classificada como sinantropia, um fenômeno ecológico que está diretamente ligado à biocenose humana, a qual é influenciada pelas ações antrópicas sobre o ambiente e refletida pelas condições de antropobiocenoses (habitações humanas e seus animais domésticos) e agrobiocenoses (pastagens, clareiras florestais, monoculturas e policulturas) (GREENBERG, 1971, 1973; FERREIRA, 1978).

Associado ao fenômeno da antropização de ambientes naturais, moscas e mosquitos podem apresentar vários níveis de sinantropia e sua classificação, em geral, tem como base o grau de proximidade que mantém com o local onde vive o homem de acordo com a disponibilidade de alimento ou abrigo, a habilidade de algumas espécies em utilizar as novas condições ambientais criadas ou modificadas, além dos fatores ecológicos como os bióticos e os abióticos determinados por variações de temperatura e umidade relativa envolvidos com o microclima, da ocorrência da relação e densidade populacional, potencial reprodutivo e competição (ULLYET, 1950; ZUMPT, 1965; GREENBERG, 1971).

2.2 – IMPORTÂNCIA MÉDICA E VETERINÁRIA

Aproximadamente 27 famílias de dípteros são importantes do ponto de vista médico e/ou veterinário e dentre estas apenas 11: Psychodidae, Culicidae e Simuliidae pertencentes à subordem Nematocera; Tabanidae, Chloropidae, Muscidae, Glossinidae, Calliphoridae,

Sarcophagidae e Oestridae pertencentes à subordem Brachycera; apresentam notório valor para a saúde pública (HALL, GERHARDT, 2002).

Há duas possíveis formas de transmissão de parasitas ou microorganismos: a mecânica ou a biológica. Na primeira, o agente causador da doença não passa por nenhum tipo de transformação ou modificação e o simples contato do inseto (= vetor) com a água ou os alimentos é suficiente para a transferência do patógeno de uma fonte contaminante para estes substratos. Em relação à segunda forma, necessariamente o agente patogênico evolui ou se multiplica no vetor, processo que ocorre, na maioria das vezes, na luz do trato digestório do inseto (MARCONDES, 2001; GUIMARÃES, TUCCI, BARROS-BATTESTI, 2001).

Os dípteros nematóceros têm destaque na transmissão biológica de doenças como, por exemplo, a malária, filarioses, leishmaniose e oncocercose, que afetam diretamente entre meio e um bilhão de pessoas e colocando em risco outras 3,5 bilhões. Outras mais de 60 doenças possuem origem assegurada nos hábitos sinantrópicos dos dípteros, em especial os muscóides (Brachycera, Muscomorpha) (GREENBERG, 1971; 1973).

Nesse contexto, a alimentação é uma das principais vias de transmissão e disseminação de agentes patogênicos por dípteros muscóides e entender como se dá a exploração de um nicho ecológico voltado para a sucção e ingestão de sangue, secreções, lágrima, saliva, urina ou fezes de animais, pode ser fundamental para cercar a epidemiologia de diversas doenças transmitidas por insetos (FURMAN, CATTS, 1982; KETTLE, 1994; GUIMARÃES, TUCCI, BARROS-BATTESTI, 2001). Adicionalmente, outros agravantes também ocorrem pelos hábitos alimentares dos dípteros, como incômodos e dores causadas durante a espoliação e escarificação dos tecidos cutâneos e subcutâneos e reações alérgicas inflamatórias (muitas vezes intensas) devido às substâncias anticoagulantes presentes na saliva das moscas e mosquitos (MARCONDES, 2001; MULLEN, DURDEN, 2002).

Na procura por disponibilidade de recursos alimentares ou sítios para deposição de seus ovos ou larvas, os dípteros podem encontrar-se associados ao lixo ou as fezes nos locais em que vivem o homem e seus animais domésticos, tornando-se assim potenciais carreadores e propagadores de patógenos (GREENBERG 1971, 1973; THYSSEN et al., 2004). Dentre os mais freqüentemente transmitidos estão bactérias como *Shigella* sp. (muito invasiva e uma das mais importantes causadoras de diarreias e disenterias), *Vibrio cholerae* (agente da cólera) e várias envolvidas com a causa de conjuntivites; vírus entéricos (rotavírus), e os agentes de hepatites,

poliomielites e varíola; protozoários como *Giardia duodenalis* e *Cryptosporidium parvum*; e helmintos, entre os quais *Ascaris* sp., *Toxascaris* sp., *Toxocara* sp., *Trichuris* sp., *Capillaria* sp., oxiurídeos, tricostrongilídeos e *Taenia solium* (GREENBERG, 1973; COHEN et al., 1991; MONZÓN et al., 1991; TAN, YAP, LEE, 1997; LEVINE et al., 1999; FOTEDAR, 2001; GRACZYK et al, 2003; MARTÍNEZ, DE ALUJA, GEMMELL, 2000; OLIVEIRA, MELLO, D'ALMEIDA, 2002, THYSSEN et al., 2004).

O parasitismo de dípteros em animais também constitui outro grande problema de saúde pública, além de ser consideravelmente importante do ponto de vista econômico. O termo 'miíase', usado para caracterizar a presença de larvas de dípteros no homem, foi enunciado em 1840 pela primeira vez por Hope (GUIMARÃES, PAPAVERO, 1999), embora a melhor definição para esta relação tenha sido proposta por ZUMPT (1965), que a caracteriza como a infestação de larvas de dípteros sobre os tecidos vivos ou mortos de animais vertebrados ali se alimentando durante certo período de tempo, de suas substâncias corporais líquidas ou do alimento ingerido pelo hospedeiro. As larvas mantêm-se no organismo do hospedeiro o tempo que lhes é necessário para completar seu desenvolvimento ou grande parte dele.

Atualmente, as miíases podem ser vistas sob dois aspectos: clínico ou parasitológico. Na primeira, a classificação está fundamentada nos locais do corpo do hospedeiro onde as larvas se instalam ou são encontradas, assim sendo designadas como cutâneas, cavitárias (nasofaríngeal, ocular e urogenital) ou intestinais. Quanto ao aspecto parasitário, a infestação pode ser classificada como do tipo obrigatória, facultativa e acidental (quando leva em conta a biologia do inseto) ou primária e secundária (tendo em vista o seu caráter invasivo). No caso das miíases obrigatórias, os imaturos se desenvolvem exclusivamente em tecidos vivos de animais, não possuindo outra fonte de recurso alimentar, ou seja, não sobreviveriam se não acometessem um hospedeiro. Quanto às miíases facultativas, como as larvas consomem exclusivamente tecidos mortos ou necróticos de animais, nunca tecidos vivos, estas podem ter uma maior multiplicidade de hábitos alimentares, assim também são encontradas criando-se em matéria orgânica em decomposição tais como carcaças e fezes. Em miíases acidentais ou pseudomiíases, a ingestão de líquidos ou alimentos contendo larvas de dípteros pode levar ao desenvolvimento no trato digestório de quadros patológicos, com menor ou maior gravidade, tais como danos na mucosa intestinal, infiltrações hemorrágicas ou simplesmente distúrbios gastrointestinais. E, finalizando, quando os imaturos são capazes de iniciar a invasão nos tecidos de um hospedeiro são chamadas

de miíases primárias, enquanto que nas secundárias a colonização ocorre somente a partir de lesões já existentes (ZUMPT, 1965; GUIMARÃES, PAPAVERO, 1999; GUIMARÃES, TUCCI, BARROS-BATTESTI, 2001; LINHARES, THYSSEN, 2007).

Tomando como ponto de partida os aspectos evolutivos, as miíases podem ser agrupadas em duas linhagens filogenéticas distintas, considerando o comportamento e hábitos de vida dos organismos que a causam. Na linhagem denominada saprofágica, organismos adaptados a alimentação de matéria orgânica em decomposição passaram a se alimentar de carcaças animais e posteriormente em tecidos necrosados de vertebrados vivos, enquanto que na sanguinívora as larvas saprofágicas se tornaram predadoras facultativas de outras larvas capazes posteriormente de perfurar e sugar sangue de hospedeiros vertebrados, tornando-se dessa forma, parasitos obrigatórios de tecidos subcutâneos (ZUMPT, 1965; GUIMARÃES, PAPAVERO, 1999; LINHARES, THYSSEN, 2007).

A partir da década de 1960, com o surgimento de análises cladísticas e técnicas moleculares, hipóteses evolutivas para a origem das espécies causadoras de miíases passaram a ser embasadas na bioquímica, imunologia, comportamento, indícios fósseis e biogeografia das regiões de ocorrência das espécies, e não somente em caracteres morfológicos e história de vida dos organismos, como era feito anteriormente. Evidências evolutivas respaldadas em mais de um componente poderá levar a um melhor entendimento a respeito da classificação e da biologia desses organismos, questões que ainda são controversas dentro de certos grupos de insetos. Além disso, a domesticação de animais de produção como aves, bovinos, caprinos e ovinos, contribuiu significativamente para a susceptibilidade a infestações por larvas de dípteros, principalmente entre espécies que outrora não eram consideradas parasitas permanentes como as pertencentes às famílias Calliphoridae e Sarcophagidae, por exemplo, que eram primariamente apenas detritívoras (ZUMPT, 1965; OTRANTO et al., 2006; STEVENS, WALLMAN, 2006; STEVENS et al., 2006).

Discussões sobre a erradicação de dípteros causadores de miíases ainda hoje são muito recorrentes. Em alguns países como os Estados Unidos e outros da América Central, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) foi considerada erradicada após cinco décadas de investimento massivo no combate a esta espécie, porém não se alcançou o mesmo sucesso com a “mosca do berne”, *Dermatobia hominis* L., por ainda não existir técnicas de criação para este inseto especificamente em larga escala. As perdas econômicas são estimadas em milhões de dólares

anuais devido entre outros a depreciação do couro, perda de produtividade leiteira, de carne e morte dos animais de rebanho. No Brasil, o prejuízo gira em torno de 150 milhões de dólares/ano, sendo que outros milhões são gastos na tentativa de combate, porém não no controle efetivo a essas moscas. Em contrapartida aos danos a saúde e a economia, moscas causadoras de mííases apresentam um papel ecológico importante ao controlar populações de animais silvestres e os ectoparasitos associados a estes. Nas áreas onde foram feitos programas de erradicação foram registradas conseqüências indesejáveis como o aumento de populações de herbívoros com conseqüente elevação de erosões no solo e ressurgimento de carrapatos controlados (KNIPLING, 1955; GUIMARÃES, PAPAVERO, 1999; GRISI et al., 2002; BORJA, 2003).

Em situações controladas, larvas de dípteros podem ser usadas para recuperação e cura de lesões graves em tecidos cutâneos ocasionadas após algum trauma por cirurgia, doença ou acidente, com histórico de necrose, infecção ou de difícil cicatrização. Tal técnica chamada de terapia larval ou bioterapia tem sido considerada uma alternativa muito útil na medicina moderna por promover ao mesmo tempo, durante o processo de alimentação do inseto no local, o debridamento, a remoção de tecidos mortos ou necrosados e a eliminação mecânica e química de bactérias patogênicas, criando condições favoráveis para a formação de tecidos saudáveis (LINHARES, 2000; LERCH et al., 2003). Adicionalmente, pode ser uma via eficiente, eficaz e barata de tratamento, quando comparada aos demais procedimentos e uso de antibióticos, que podem ainda estar associados a problemas de resistência a bactérias (SHERMAN, HALL, THOMAS, 2000).

Atualmente há registros do uso de ao menos 12 espécies de dípteros (Calliphoridae, Muscidae e Sarcophagidae) para fins terapêuticos (SHERMAN, HALL, THOMAS, 2000), sendo que destas apenas *Lucilia sericata* (Meigen) e *Lucilia cuprina* (Wiedemann) podem ser encontradas no Brasil, porém com distribuição geográfica restrita. Estudo conduzido por Nitsche, Godoy e Thyssen (2009) em nosso país mostra que *Chrysomya putoria* (Wiedemann) e *Chrysomya megacephala* (Fabricius) produziram resultados promissores quanto ao processo de cicatrização de feridas induzidas em roedores, além da vantagem de que estas espécies são cosmopolitas. Um amplo conhecimento sobre a biologia de dípteros necrobiontófagos é necessário para o emprego da terapia larval, e o avanço da taxonomia, neste sentido, possibilitaria inclusive ampliar a lista de espécies candidatas mais adequadas e eficientes para este fim.

2.3 – IMPORTÂNCIA FORENSE

Corpos de animais mortos podem ser atrativos para uma grande variedade de insetos, sobretudo de dípteros, pelo fato da matéria orgânica em decomposição constituir uma fonte alimentar com alto valor protéico para o desenvolvimento de suas formas imaturas ou nutrição dos adultos (NUORTEVA, 1977; SMITH, 1986).

Os dípteros estão entre os primeiros organismos que chegam aos tecidos putrefatos e as interações biológicas e ecológicas que ocorrem neste novo microhabitat formado podem fornecer informações relevantes a respeito do processo pós-morte. Tal área de estudo, que utiliza as moscas e outros insetos que auxiliam na condução de investigações de caráter médico-legal, é denominada entomologia forense (KEH, 1985; VON ZUBEN et al., 1996; VAN LAERHOVEN, ANDERSON, 1999; VON ZUBEN, 2001; AMENDT, KRETTEK, ZEHNER, 2004; GOFF, 2010).

O intervalo pós-morte (IPM), ou seja, o tempo decorrido desde o óbito até a descoberta do corpo, pode ser estimado com base no ciclo de vida do inseto, principalmente larvas de dípteros (KEH, 1985; BYRD, CASTNER, 2001; AMENDT, 2010). Esse parâmetro constituiu-se na primeira aplicação não empírica de conhecimentos entomológicos dentro da área criminalística feito por Bergeret em 1855 (BENECKE, 2001), para solucionar um caso sobre a autoria da morte de um recém-nascido.

Ao longo do tempo a entomologia forense tornou-se uma área multidisciplinar por agregar não só conhecimentos relativos à biologia como também da medicina e da química, contribuindo para a aquisição de novas metodologias para investigar o modo ou a causa da morte (quando há suspeita de envenenamento ou overdose) ou para inferir o local de óbito (com base na informação a respeito da distribuição geográfica das espécies, já que a discrepância entre a composição de insetos presentes no corpo e a composição de espécies situadas na região geográfica onde o corpo foi descoberto pode fornecer evidências de que a vítima foi deslocada) (NUORTEVA, 1977; SMITH, 1986; HALL, 1990; CATTS, GOFF, 1992; BYRD, CASTNER, 2001; INTRONA, CAMPOBASSO, GOFF, 2001).

Recentemente, um novo ramo da entomologia forense, a entomotoxicologia, despontou ao usar insetos como fonte alternativa para detectar drogas e toxinas quando não há mais vestígios de sangue, urina ou em casos nos quais tecidos e órgãos internos estão muito decompostos para este

fim (INTRONA, CAMPOBASSO, GOFF, 2001). Tal concepção surgiu a partir de pesquisas conduzidas por Sohal e Lamb (1977; 1979) que demonstraram que pode haver o acúmulo de toxinas em dípteros ao encontrar metais como ferro e zinco em adultos de *Musca domestica* e, mais tarde, a presença de mercúrio em larvas, pupários e adultos de califorídeos que se alimentaram de peixe contaminado (NUORTEVA, NUORTEVA, 1982; INTRONA, CAMPOBASSO, GOFF, 2001).

A Entomotoxicologia ganhou importância nas últimas décadas devido ao grande número de mortes relacionadas ao consumo de drogas (CARVALHO, LINHARES, TRIGO, 2001). A presença de drogas nos tecidos do cadáver pode alterar a taxa de desenvolvimento das larvas que dele se alimentam (GOFF, OMORI, GOODBROD, 1989; HÉDOUIN et al., 1999a, 1999b; BOUREL et al., 1999). No Brasil, as pesquisas com substâncias tais como o fenobarbital, benzodiazepínicos, anfetamínicos, escopolamina, esteróides anabólico-androgênicos, cocaína e maconha também têm demonstrado resultados satisfatórios quanto à influência significativa ou não no metabolismo larval, fomentando um banco de dados útil e aplicável em investigações dentro do contexto médico-legal (CARVALHO, LINHARES, TRIGO, 2001; GRELLA, ESTRADA, THYSSEN, 2007; FERRARI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2009; SOUZA, THYSSEN, LINHARES, 2011).

Um número considerável de inventários sobre os dípteros que se criam ou visitam carcaças de animais e cadáveres em decomposição foram realizados tanto em ambiente urbano quanto silvestre no Sudeste do Brasil (MONTEIRO-FILHO, PENEREIRO, 1987; MENDES, LINHARES, 1993; SOUZA, LINHARES, 1997; CARVALHO et al., 2000; CARVALHO, LINHARES, 2001; CARVALHO et al., 2004; MORETTI et al., 2008; ROSA et al., 2009), mas ainda são escassas informações a respeito da fauna necrófaga nas demais regiões do país como Sul (MOURA, CARVALHO, MONTEIRO-FILHO, 1997; SOUZA, KIRST, KRUGER, 2008), Centro-oeste (BARROS, MELLO-PATIU, PUJOL-LUZ, 2008) e Nordeste (ANDRADE et al., 2005; OLIVEIRA, VASCONCELOS, 2010). Muitas espécies da família Calliphoridae destacaram-se tanto com relação à abundância quanto à frequência por utilizarem esses substratos para a criação de suas larvas sendo, portanto, de potencial importância médico-legal. Contudo, a identificação taxonômica até o nível de espécie, entre os estudos citados anteriormente, não foi alcançada, registrando-se dados referentes apenas à abundância e frequência de ‘morfotipos’, tanto em relação à ambientes urbanos quanto silvestres.

2.4 – FAMÍLIA CALLIPHORIDAE

Até o momento é representada na região Neotropical por aproximadamente 130 espécies distribuídas em 28 gêneros (THOMPSON, 2006). Possui ainda uma grande diversidade de ciclos de vida e hábitos ecológicos dentre os vários gêneros que a compõem, onde algumas espécies fazem parte de forma expressiva da fauna decompositora de carcaça animal, além das causadoras de miíases (NORRIS, 1965; GUIMARÃES, PAPAVERO, 1999; AMORIM, SILVA, BALBI, 2002).

De acordo com suas características morfológicas gerais, os califorídeos podem ser reconhecidos por serem robustos, de tamanho médio para grande (medindo entre 4 e 16 mm), com coloração que varia desde o verde até o azul, brilho metálico em toda a extensão ou parte do corpo, cerdas nos escleritos pleurais (uma fileira no *meron* e duas cerdas na notopleura), além da angulação conspícua da nervura M presente na asa (DEAR, 1979; DEAR, 1985; CARVALHO, MELLO-PATIU, 2008).

Dentre as quatro subfamílias neotropicais – Calliphorinae, Chrysomyinae, Mesembrinellinae e Toxotarsinae – as duas primeiras, que compreendem 7 gêneros: *Chloroprocta*, *Cochliomyia*, *Compsomyops*, *Chrysomya*, *Hemilucilia*, *Lucilia* e *Paralucilia*, ganham mais destaque por apresentarem várias espécies com importância relacionada às áreas médica, veterinária e forense.

A fácil adaptação e vasta distribuição geográfica de algumas espécies do gênero *Chrysomya* introduzidas no Brasil (GUIMARÃES, PRADO, LINHARES 1978; GUIMARÃES, 1979; PRADO, GUIMARÃES, 1982), tem resultado no deslocamento de espécies nativas que compartilham ou compartilhavam de nichos ecológicos semelhantes. Assim, cresce a importância de realizarem-se mais estudos relativos à biologia de outras espécies de califorídeos, até mesmo com o objetivo de avaliar o impacto desta introdução.

2.5 – TAXONOMIA E SISTEMÁTICA

A Taxonomia, nos padrões que a conhecemos atualmente, consiste na atividade científica que separa e classifica organismos dentro de um sistema uniformizado de informações biológicas, fundamentando-se principalmente na comparação de certas características entre um dado grupo

ou grupos de organismos. Nesse sentido, o sistema de nomenclatura binominal desenvolvido por Linnaeus e publicado na 10ª edição da obra *Systema Naturae* em 1758 foi um dos primeiros a apontar a possibilidade de armazenamento, resgate e relacionamento de informações zoológicas de forma sistematizada (PAPAVERO, 1994; RAPINI, 2004).

Desde então, mesmo com a possibilidade de uniformizar muitas das informações adquiridas ao longo do tempo, agrupar os organismos em categorias taxonômicas não tem sido uma tarefa fácil. Alguns dos fatores que contribuem para isso são a diversidade e as minúsculas diferenças morfológicas observadas entre as várias espécies, a ausência de chaves taxonômicas para certos grupos e a insuficiência na descrição dos caracteres morfológicos em algumas das já existentes (LIU, GREENBERG, 1989).

Enquanto que para um taxonomista a identificação possa estar ligada a uma tarefa de checagem de caracteres crípticos, para um não especialista o processo se estende desde o “entendimento desta linguagem” até o conhecimento necessário das estruturas anatômicas que permitam a caracterização de um organismo, levando muitas vezes a perda de interesse pela atividade (EDWARDS, MORSE, 1995; WALTER, WINTERTON, 2007). Para explorar a taxonomia, o usuário necessita compreender um sistema complexo que requer muito mais que ter a sua disponibilidade um banco de dados “montado” em relação aos espécimes que ele observa, bem como de que forma estas informações estão organizadas dentro das categorias taxonômicas aparentadas.

Um exemplo prático e que facilmente se aponta nesse sentido são as dificuldades existentes para a identificação de sarcófagídeos (Diptera) que residem no fato de que as chaves publicadas para a família são elaboradas tendo como base, quase que exclusivamente, características presentes na genitália dos machos, justamente pela falta de outros caracteres que possam ser facilmente visíveis no inseto ou de outros não explorados. O problema é agravado quando em coletas realizadas em corpos em decomposição, as fêmeas são os espécimes encontrados com maior frequência, na busca deste substrato para realizar a postura de suas larvas maduras. Dependendo ainda do estágio de vida do inseto como, por exemplo, o imaturo, as diferenças morfológicas podem ser inconspícuas exigindo que o espécime seja levado ao laboratório para completar o seu desenvolvimento até a fase adulta, o que requer tempo, uso de dieta artificial apropriada e viabilidade da amostra, o que nem sempre é plausível (LOPES, 1958; THYSSEN et al., 2005, ESTRADA et al., 2009).

A falta de uniformidade e o tempo requerido para a disposição do conhecimento taxonômico à comunidade como um todo acabam restringindo-o apenas aos taxonomistas. Contudo, atualmente são discutidas formas de facilitar o uso dos estudos acumulados e os que têm sido realizados para o público externo à área da taxonomia, como por exemplo, contribuições no desenvolvimento de ferramentas alternativas que visam conectar e dinamizar este processo, tais como banco de dados digitais e chaves taxonômicas interativas (BISBY et al., 2002; GODFRAY, 2002; THIELE, YEATES, 2002; RAPINI, 2004).

2.5.1 – Chaves taxonômicas

A elaboração de chaves para identificação foi muito importante para a ciência que despontava no século XVII, pois tornou possível a checagem breve e confiável de caracteres crípticos para caracterização de diferentes organismos. Linnaeus em 1736 definiu o termo *clavis* (designação em latim para ‘chave’) pela primeira vez, para discriminar um diagrama de identificação. Entretanto, o emprego da técnica e a formalização das regras para seu uso tornaram-se recorrentes a partir dos trabalhos de Lamarck em 1778 na obra *Flore française*, quando aplicou as diferenças entre estados de caracteres de plantas, bem mais promissor que o diagrama, na área educacional (PAPAVERO, 1994; WALTER, WINTERTON, 2007).

Desse modo, a melhor definição para ‘chave taxonômica’ pode ser dada como sendo um dispositivo capaz de ajudar a separar os organismos com base em um conjunto de caracteres e estados de caracteres, através de uma série de escolhas que terminam em uma identificação segura do espécime pelo usuário (PAPAVERO, 1994; GORDH, HEADRICK, 2001). Dentre as principais formas de apresentação com pequenas diferenças tanto estruturais quanto gráficas estão chaves pictóricas, dicotômicas e interativas (SELTMANN, 2004; FUJIHARA, 2008). Todas elas necessitam de uma quantidade funcional de caracteres para “processar” a identificação podendo ser divididas, de acordo com a disposição dos elementos na chave, em monotéticas ou politéticas (PAPAVERO, 1994).

Nas chaves monotéticas, elaboradas como uma ‘árvore’ contendo caracteres nos nodos internos e *taxa* nos terminais, a identificação ocorre por uma única combinação de caracteres suficientes para a determinação do táxon, sendo o caminho que conduz a identificação pré determinado pelo taxonomista que elaborou a chave (PAPAVERO, 1994; DALLWITZ, PAINE,

ZURCHER, 2000). Um erro durante o percurso pode terminar em uma identificação incorreta, ou muitas vezes a quebra de estruturas mais frágeis como pernas, antenas e cerdas, inviabilizam a continuação do processo a partir daquela combinação de caracteres. Chaves dicotômicas e pictóricas, também conhecidas como convencionais, são exemplos que se encaixam no tipo monotética, onde a segunda difere da primeira por possuir ilustrações, importantes em casos de descrição de novos *taxa* ou para auxiliar usuários não taxonomistas (PAPAVERO, 1994; DALLWITZ, PAINE, ZURCHER, 2000; WALTER, WINTERTON, 2007).

Mesmo sendo bem difundidas, as chaves taxonômicas convencionais podem muitas vezes não apresentar uma forma ideal de adaptação às necessidades do usuário não familiarizado com a história do grupo ao qual o organismo a ser identificado pertence ou, quando os caminhos são restritos durante a análise de caracteres, podem conduzir o usuário de certa forma a cometer erro de diagnóstico ou de caracterização de espécie (WALTER, WINTERTON, 2007). A partir desse pressuposto, o avanço de trabalhos que queiram investigar a biologia, ecologia ou dinâmica de quaisquer organismos na natureza também pode ser prejudicado, já que não é possível associar tais estudos a categorias abstratas como ‘morfo-tipos’, os quais não apresentam especificidade necessária para diferenciar um ser de outro. Esse é um dos fatores que pode explicar a razão pela qual um país como o Brasil, que apresenta uma grande diversidade, ainda possui um conhecimento tão incipiente e pouco aprofundado relativo à bionomia, identificação e classificação dos dípteros de importância médica, veterinária e forense.

2.5.2 – Ferramentas computacionais

Chaves politéticas, também conhecidas como policlaves ou de múltiplo acesso, atualmente recebem a denominação de interativas e, ao contrário das convencionais, são dispositivos elaborados com auxílio de recursos computacionais nos quais a identificação não precisa obedecer a um caminho predeterminado para o reconhecimento do táxon, já que as informações sobre os caracteres ou estados de caracteres podem ser acessadas em qualquer ordem pelo usuário (DALLWITZ, PAINE, ZURCHER, 2000; WALTER, WINTERTON, 2007). As primeiras tentativas de organizar chaves politéticas iniciaram com a utilização de cartões perfurados, mas com o surgimento da informática, novas metodologias puderam ser desenvolvidas (PAPAVERO, 1994).

Dessa forma, chaves taxonômicas interativas empregam uma matriz de espécies confrontadas com combinações de caracteres, na qual cada linha da matriz representa um táxon e cada coluna um caractere (EDWARDS, MORSE, 1995). Tratam-se de uma alternativa que oferece maior flexibilidade na trajetória a ser percorrida durante o processo de identificação, porque permitem a formação de banco de imagens, elaboração de glossários de termos técnicos detalhados, a seleção de qualquer caráter sem uma ordem pré-definida, além de possibilitar um cálculo de margem de erro para averiguar a consistência dos caracteres observados. Constantes alterações também são possíveis, e a inserção de novos dados permite manter a chave sempre atualizada (DALLWITZ, PAINE, ZURCHER, 2000). Pode-se dizer que são particularmente importantes para usuários pouco familiarizados com a história do grupo no qual o organismo a ser identificado pertence, além de representar uma ferramenta útil para uso como guia eletrônico de campo.

Em consequência da rápida perda de biodiversidade dos ecossistemas terrestres e dada a crescente preocupação com a conservação da fauna pertencente a biomas específicos, um enorme esforço vem sendo realizado na tentativa de dinamizar o processo de reconhecimento de novos e atuais *taxa* nestes ambientes. De tal modo, diversos programas têm sido desenvolvidos, entre os quais Walter e Winterton (2007) listam 22 matrizes de dados interativas disponíveis na internet. Dois desses programas com boa aceitação e difusão são [1] o INTKey® desenvolvido em formato DELTA (DEscription Language for TAXonomy) por pesquisadores da CSIRO, Austrália (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) entre 1971 e 2000, de acesso livre e sem custos, e [2] o Lucid®, desenvolvido por pesquisadores da CBIT (Centre for Biological Information Technology), também da Austrália, entre 1994 e 2010, com custos apenas para os profissionais que farão uso do software para elaborar as chaves (CBIT, 2010; CSIRO, 2010).

Outra forma de apresentação de chave interativa refere-se às redes neurais de identificação, na qual um espécime é apresentado por um sistema de captura de imagem para um conjunto de informações num programa, e o diagnóstico ocorre sem a necessidade de o usuário conhecer os caracteres que levaram à identificação. Esses sistemas são totalmente automatizados onde as redes são “treinadas” para classificar os dados que entram, analisando e devolvendo ao usuário o padrão reconhecido no seu banco de dados (EDWARD, MORSE, 1995). Dado o fato

de que esses programas são elaborados para reconhecer objetos dimensionais, asas de insetos tem sido uma boa alternativa para a aplicação prática deste novo conceito (O'NEILL, 1997).

Enquanto a taxonomia suporta o 'impedimento taxonômico' do atual momento, dentre eles a falta de formação de taxonomistas para os mais diversos grupos de organismos, ferramentas computacionais podem se tornar uma realidade para contribuir com a expansão dos inventários de espécies da biodiversidade ainda desconhecida. Essas metodologias aliadas à implementação de programas de investimentos na área podem juntas ser a solução para o atual negligenciamento constatado em pesquisas taxonômicas (CARVALHO et al., 2007; GASTON, O'NEILL, 2004).

3 – OBJETIVOS

No presente estudo objetivou-se:

1. Realizar um levantamento de caracteres relativos à morfologia e distribuição geográfica de 20 espécies de dípteros da família Calliphoridae (Infraordem, Muscomorpha) as quais foram selecionadas a partir de consulta bibliográfica a inventários publicados tendo como foco às áreas médica, veterinária e forense de distintas regiões do Brasil;
2. Revisar os caracteres para seleção e compilação dos mais relevantes visando caracterizar cada grupo/nível categórico de interesse para este estudo, tendo sido estas informações utilizadas para formação do banco de dados que fomentou a constituição da chave interativa;
3. Elaborar a chave taxonômica interativa com o auxílio do software LUCID® até o nível categórico de espécie para a família Calliphoridae, a qual se encontra disponível e publicada na rede mundial de computadores.

4 – Chave interativa para espécies brasileiras de dípteros da família Calliphoridae: uma alternativa para instrumentalizar a taxonomia

Interactive key to Brazilian dipteran species of Calliphoridae: an alternative to instrumentalization of taxonomy *

M. D. Grella, P. J. Thyssen

Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, São Paulo State, Brazil, 13083-970.

ABSTRACT The increasing use of computational tools has proven a viable alternative for construction of identification keys based on morphological characters, in special the interactive keys. This study aimed to evaluate the advantages and possibilities of using interactive keys, developed with help of the program LUCID™, to identify 20 flies species of the family Calliphoridae (Infraorder, Muscomorpha) found in Brazilian territory. The identification process using a software that operates on a Java platform was not significantly faster when compared to that done by traditional dichotomous keys, but the number of diagnostic errors was lower among users of interactive keys. Anyway, the interactive key may be superior to present options such as deletion, selection or prioritization of characters without requiring the user to follow a specific or predetermined order. Moreover, the key can be updated at any time for inclusion of new *taxa* or recent taxonomic revisions in the key already drawn.

KEYWORDS blow flies, identification keys, computational tools.

* Texto editado seguindo as normas estabelecidas para publicação em periódico científico.

1 4.1 – Introdução

2

3 Dípteros da família Calliphoridae estão distribuídos por todo o mundo, desde o limite
4 mais ao norte da Nova Zelândia até as ilhas subantárticas (Shewell 1987). Mais de 1.500 espécies
5 são reconhecidas em aproximadamente 150 gêneros, sendo que destas ao menos 80% estão
6 restritas ao Velho Mundo (Thompson 2006). Na região Neotropical, James (1970) enumerou
7 cerca de 100 espécies, mas atualmente este número ultrapassa 130 e potencialmente pode ser
8 maior pela previsão de novos registros oriundos dos Andes (Carvalho e Mello-Patiu 2008). No
9 Brasil são relatadas aproximadamente 40 espécies dentro de 14 gêneros: *Alburquerquea*,
10 *Calliphora*, *Chloroprocta*, *Chrysomya*, *Cochliomyia*, *Compsomyiops*, *Eumesembrinella*,
11 *Hemilucilia*, *Huascaromusca*, *Laneella*, *Lucilia*, *Mesembrinella*, *Paralucilia* e *Sarconesia*.

12 É notória a heterogeneidade de nichos explorados dentre os califorídeos, cujas formas
13 imaturas podem ser encontradas criando-se em carnes frescas ou que passaram por cozimento,
14 peixes, produtos lácteos, em carcaças de animais ao ar livre ou em excrementos e, em razão deste
15 comportamento, os adultos muitas vezes tornam-se vetores de numerosos agentes patogênicos
16 para o homem (Thyssen et al. 2004). Do ponto de vista médico ou veterinário, podem ser
17 prejudiciais as espécies que causam lesões no tecido cutâneo do homem ou de animais
18 domésticos, doença denominada miíase, as quais têm também importância econômica por conta
19 das medidas caras adotadas que visam seu controle (Linhares e Thyssen 2007).

20 Por outro lado, ovos, larvas, pupários ou insetos adultos coletados em corpos humanos
21 têm sido usados como evidências entomológicas em investigações de âmbito forense não
22 somente para estimar o intervalo pós-morte (IPM) (Erzinçlioglu 1983, Marchenko 2001), mas
23 quando adicionalmente aplicadas ao conhecimento sobre a distribuição geográfica de certas

24 espécies, para analisar as circunstâncias e veracidade sobre a causa e o local onde ocorreu o óbito
25 (Smith 1986).

26 Não obstante, quaisquer estudos que venham a ser conduzidos visando conhecer ou
27 aprofundar-se sobre a biologia ou a ecologia de califorídeos implicam na correta identificação da
28 espécie, atualmente alcançada apenas por meio do uso de chaves dicotômicas ou pictóricas
29 impressas. Na área forense, por exemplo, esse é um passo prioritário para calcular a idade de um
30 inseto e conseguir obter o IPM (Amendt et al. 2004), já que não é possível associar tal
31 informação apenas a uma categoria abstrata como ‘morfotipo’.

32 Algumas das chaves convencionais disponíveis para o Brasil apresentam certas
33 imperfeições ou limitações para atualização que podem dificultar o seu uso. As principais
34 dificuldades encontradas nas chaves convencionais são decorrentes da natureza dos caracteres
35 escolhidos, algumas vezes subjetivos durante o processo de descrição, introduzindo assim
36 incertezas na identificação dos espécimes, tais como coloração que quando vista sob um ângulo
37 diferente pode apresentar divergência de interpretação, devido à incidência de luz, ou por
38 alterações naturais do tegumento decorrente do modo ou ato de conservação de exemplares
39 acondicionados com o fim de servir como coleção de referência. Outro fator é a impossibilidade
40 de modificar uma chave existente quando se faz necessário inserir mais espécies ou caracteres
41 diagnósticos, pelo fato de já se encontrarem impressas.

42 As chaves denominadas interativas apresentam entre outras vantagens a facilidade de
43 atualização e adição de novos caracteres a qualquer momento por estarem associadas a
44 ferramentas computacionais. Além disso, podem ser promissoras para enfrentar uma das maiores
45 dificuldades encontradas em estudos que envolvam taxonomia, que é a não utilização de
46 terminologias unificadas entre vários pesquisadores para descrever a mesma estrutura anatômica,

47 ocasionando problemas quanto à denominação de uma dada estrutura que pode ter mais de uma
48 terminologia, dependendo do material consultado.

49 Neste estudo objetivou-se elaborar uma chave interativa para 20 espécies de dípteros da
50 família Calliphoridae (Infraordem, Muscomorpha), com auxílio de plataforma JAVA e do
51 software LUCID®, registradas para todo o território brasileiro, e avaliar as vantagens e
52 possibilidades de seu uso frente às chaves dicotômicas tradicionais.

53

54 **4.2 – Material e métodos**

55

56 **Local e material para estudo.** As etapas de coleta de informações, captura de imagens e
57 tabulação e compilação dos dados necessários para a elaboração da chave interativa foram
58 realizadas nas dependências do laboratório de Entomologia do Departamento de Biologia
59 Animal, Instituto de Biologia, UNICAMP. Os museus de zoologia Adão José Cardoso (ZUEC)
60 da UNICAMP e da USP (MZUSP), detentores de coleções entomológicas científicas, forneceram
61 parte do material de seu acervo mantido a seco por alfinetagem para este estudo. Armadilhas
62 como descritas em Moretti et al. (2009) foram expostas em campo para coleta de exemplares que
63 tiveram parte de seu corpo fracionado para registro fotográfico mais detalhado de estruturas
64 diagnósticas e de detalhes anatômicos diminutos.

65 As imagens a serem inseridas na chave foram feitas com auxílio de estereomicroscópio
66 (Carl Zeiss Stemi SV 11®) e uma câmera digital acoplada (Leica DFC280, Leica
67 Microsystems®), com o suporte do software Leica IM50® que foi usado também para adicionar
68 as escalas indicativas de tamanho (em mm). Demais marcações e anotações para auxiliar o
69 usuário final na identificação da característica de seu interesse foram acrescentadas posteriormente
70 usando os recursos gráficos do software Adobe Photoshop®.

71 Com exceção dos mesembrinelíneos, cujo *status* taxonômico ainda não se encontra bem
72 esclarecido (Guimarães 1977, Toma e Carvalho 1995, Bonatto e Marinoni 2005), foram
73 selecionadas para compor a chave 20 espécies (Tabela 1) pertencentes à família Calliphoridae
74 (Infraordem: Muscomorpha), registradas para todo o território brasileiro, com base em
75 levantamentos faunísticos de insetos de importância médica, veterinária e forense realizados em
76 diferentes regiões geopolíticas do Brasil (Dear 1979, Linhares 1981, Lello et al. 1982, Dear 1985,
77 Monteiro-Filho e Penereiro 1987, Kasai et al. 1990, Mendes e Linhares 1993, Lomônaco e
78 Almeida 1995a, 1995b, Paraluppi 1996, Moura et al. 1997, Souza e Linhares 1997, Guimarães e
79 Papavero 1999, Carvalho e Ribeiro 2000, Carvalho et al. 2000, Couri et al. 2000, Pamplona et al.
80 2000, Carvalho e Linhares 2001, Carvalho et al. 2004, Vianna et al. 2004, Andrade et al. 2005,
81 Moretti et al. 2008, Rosa et al. 2009, Biavati et al. 2010, Barbosa et al. 2010, Espósito et al. 2010,
82 Ferraz et al. 2010, Oliveira e Vasconcelos 2010).

83 **Seleção e nomenclatura dos caracteres taxonômicos usados para elaborar a chave**
84 **interativa.** Parte dos caracteres diagnósticos que fomentaram a matriz de dados usada para
85 elaborar a chave interativa foram selecionados a partir das descrições disponíveis em chaves
86 dicotômicas/pictóricas impressas (Dear 1979, Dear 1985, Ribeiro e Carvalho 1998, Carvalho e
87 Ribeiro 2000, Mello 2003, Carvalho e Mello-Patiu 2008). Adicionalmente, novos caracteres
88 foram propostos e também listados na matriz de dados, a partir do exame minucioso de em média
89 cinco exemplares de cada espécie.

90 Para a descrição dos caracteres e estados de caracteres foram utilizadas as terminologias
91 propostas por Mc Alpine (1981), que estão entre as mais adotadas em publicações científicas
92 dentro do escopo taxonômico. No entanto, pelo fato de existir mais de uma denominação
93 empregada e associada a um único caractere/estado, um glossário de termos técnicos e
94 explicativos foi criado e inserido para assessorar o usuário final, em especial àqueles não

95 familiarizados com a taxonomia, quanto às variações de nomenclatura correntemente não
96 uniformes e universais presentes na literatura.

97 **Elaboração da chave interativa.** O software LUCID® Builder versão 3.3 (CBIT 2010),
98 que opera em mais de um sistema (Windows 98/ME/NT/2000/XP/2003/Vista®, OSX®, Linux®
99 e Solaris®), foi usado para construção da chave interativa e a matriz de dados nele incluída foi
100 assim organizada: (1) em linhas, os caracteres taxonômicos e estados de caracteres, seguindo a
101 classificação anatômica usada para os diversos *taxa* de dípteros tais como as estruturas dos três
102 tagmas (cabeça, tórax e abdômen), seus anexos (cerdas, antenas, pernas e asas), além de cor e
103 tamanho; (2) em colunas, as espécies.

104 O software construtor apresenta uma interface caracterizada por três ambientes distintos e
105 cada qual, quando acessado, permite a abertura de duas seções independentes (Fig. 1), tendo sido
106 o primeiro usado para inserir as categorias taxonômicas (= espécies) (n= 20) e os caracteres e
107 seus estados. Dados complementares e externos tais como glossário de termos técnicos e
108 fotografias (n= 150) (ver em Anexo – Pranchas 1-4) que formam o banco de imagens, o qual
109 pode ser acessado pelo usuário final para confronto da característica observada em seu exemplar
110 com a depositada na chave, foram adicionados por meio de abas acessórias (Fig. 2).

111 O segundo ambiente, que exibe a matriz de dados inserida sob a forma de ramificações
112 hierarquizadas, permite associar um dado caractere/estado a uma dada espécie via “ativação do
113 modo marcação” (Fig. 3), com possível classificação entre “comum, ausente ou raro”. Já o
114 terceiro, que permite visualizar o número de caracteres diferenciais entre as categorias
115 taxonômicas inseridas (Fig. 4), pode ser usado para direcionar o usuário sobre o caminho mais
116 fácil a ser percorrido.

117 **Leitura da chave interativa.** A versão LUCID® Player (CBIT 2010), juntamente com a
118 plataforma JAVA®, foram necessárias para a leitura final e conferência da chave elaborada.

119 O software leitor apresenta uma interface caracterizada por um ambiente com quatro
120 seções independentes e interligadas (Fig. 5), nas quais podem ser resgatadas as informações
121 provenientes da matriz de dados inserida (caracteres e táxon) e que permite ao usuário
122 “selecionar” os caracteres/estados confrontando-os com a amostra presente em suas mãos, até a
123 obtenção da identificação exata esperada.

124 **Avaliação da chave elaborada.** Uma análise de variância (ANOVA) de um fator foi feita
125 para avaliar os dois instrumentos usados no processo de identificação, chave convencional *versus*
126 chave interativa, observando o seguinte grupo de hipóteses: H_0 , as chaves interativas não
127 possibilitam redução no tempo médio gasto para a identificação e H_1 , as chaves interativas
128 possibilitam redução no tempo médio gasto para a identificação. Um teste *t* também foi feito a
129 *posteriori* para averiguar possíveis diferenças entre observações medidas para cada espécie
130 dentro de cada tipo de instrumento utilizado.

131 Para averiguar a eficiência de cada instrumento usado no processo de identificação das
132 amostras foi feito um teste de qui-quadrado observando o seguinte grupo de hipóteses: H_0 , as
133 chaves convencionais possibilitam um número semelhante de identificações corretas; H_1 , as
134 chaves interativas possibilitam um número maior de identificações corretas quando comparadas
135 às chaves anteriores, assumindo um nível global de significância de 5%.

136 Para tanto, um grupo de 10 pessoas foi selecionado, por meio de sorteio, a partir de uma
137 lista de 30 pessoas inscritas anteriormente para este fim, tendo sido os testes realizados da
138 seguinte maneira: cada pessoa recebeu apenas uma amostra de cada uma das três espécies de
139 dípteros pertencentes à família Calliphoridae para proceder sua identificação até o nível
140 categórico de espécie, identificadas apenas como “spp-1”, “spp-2” e “spp-3”, uma cópia de chave
141 convencional impressa e acesso a computadores onde foram instalados os softwares que
142 permitiam a leitura da chave interativa elaborada. Uma ficha impressa foi fornecida para cada

143 indivíduo e nesta foram assinalados o tempo gasto, com auxílio de um cronômetro, e o número de
144 passos percorridos pelo usuário para identificar um dado exemplar para cada tipo de
145 chave/espécie. Após esse processo, as fichas foram recolhidas para assinalar o número de acertos
146 quanto à identificação de cada espécie em virtude do instrumento utilizado.

147

148 **4.3 – Resultados e discussão**

149

150 **Caracteres diagnósticos e taxa considerados.** Ao todo foram selecionados e inseridos na
151 matriz de dados que fomenta a chave interativa (disponível na rede mundial de computadores
152 através do link <http://www.keys.lucidcentral.org/keys/v3/calliphoridae_brazil/>) 39 caracteres
153 com perfil diagnóstico, os quais estão assim distribuídos: 09 presentes na cabeça, 26 no tórax e
154 03 no abdômen (ver em Anexo – Tabela 1). Esse número não difere muito do que se encontra
155 descrito nas chaves convencionais tais como o de Carvalho e Ribeiro (2000) (n= 33) e Mello
156 (2003) (n= 32), menos em relação a Carvalho e Mello-Patiu (2008) (n= 23), embora esta não seja
157 exclusiva para Calliphoridae.

158 A disposição dos caracteres também é distinta entre a chave interativa, os quais são
159 totalmente independentes e isolados, e as convencionais, que são dependentes e muitas vezes
160 agrupados dentro de um único ramo. Em relação ao segundo instrumento, o acúmulo de
161 caracteres a serem observados dentro de um único ramo pode tornar mais seguro o processo de
162 identificação, mas a dependência sem dúvida pode ser um fator relevantemente negativo.
163 Considerando o aspecto da independência para chaves interativas, que garante um acesso
164 irrestrito às características previamente dispostas nos bancos de dados, a falta de uma estrutura
165 anatômica não compromete uma identificação. Mesmo que o usuário disponha naquele momento
166 de poucos caracteres para procedê-la, outros estarão disponíveis para suprir suas necessidades

167 atuais. Com base nos instrumentos tradicionais, a falta de uma estrutura como, por exemplo,
168 pernas, asas ou cerdas, ou observação equivocada, podem gerar interrupção ou prejuízo no
169 processo de identificação, visto que o acesso ao ramo seguinte é dependente do anterior e que a
170 fixação na ordem de observação não pode ser livremente permutada.

171 A quetotaxia da cabeça e tórax, além daqueles referentes ao brilho produzido pelo
172 tegumento metálico, foram os caracteres mais priorizados devido sua importância para
173 classificação dos califorídeos, como preconizado por Shewell (1987). Outros caracteres que
174 apresentaram variação morfológica intraespecífica não foram incluídos como, por exemplo, as
175 cerdas do calo humeral, exceto nos casos em que uma maior consistência para processar a
176 identificação das categorias taxonômicas estudadas pudesse ser mantida, por exemplo, para
177 cerdas acrosticais pós-suturais que separam espécies do gênero *Lucilia*.

178 Na chave aqui elaborada, tendo como objetivo principal ser abrangente para o território
179 brasileiro, constam 20 espécies, inferior ao número registrado (n= 34) em uma chave
180 convencional publicada por Mello (2003), mas que por sua vez inclui 13 mesembrinelíneos e
181 desconsidera a aparente sinonímia existente entre *Paralucilia fulvinota* e *P. nigrofacialis* e a
182 necessidade de revisão do *status* de espécie para *P. borgmeieri*, trazendo assim cinco espécies do
183 gênero *Paralucilia* quando provavelmente teríamos apenas três. Também por conta de
184 indefinições sobre o *status* de sinonímia entre as espécies *Paralucilia paraensis* e *P. adespota*,
185 esta última proposta por Dear (1985), somente a primeira foi adicionada nesta chave. As demais
186 chaves publicadas para a família, apenas do tipo convencional, não estão sendo consideradas para
187 efeito de comparação por serem ou de abrangência regional como, por exemplo, Carvalho e
188 Ribeiro (2000) para o Sul do Brasil, ou por estar associada a um grupo de insetos com nicho
189 específico como, por exemplo, Carvalho e Mello-Patiu (2008) para a área forense.

190 **Avaliação da chave elaborada.** Considerando o número total de identificações (n= 30)
191 realizadas pelos usuários (n= 10) para os três exemplares, um de cada espécie, uma percentagem
192 maior de acertos (70%) foi alcançada com o uso da ferramenta interativa do que com a chave
193 convencional (66,7%) (Tabela 2), embora estatisticamente esta diferença não tenha sido
194 significativa ($\chi^2= 1,353$; $p= 0,5084$). Outros autores também obtiveram um índice
195 aproximadamente semelhante, com grupos de organismos distintos em relação às identificações
196 corretas, quer seja usando chaves interativas ou tradicionais (Stucky 1984, Wright et al. 1995,
197 Morse e Tardivel 1996). Recentemente, uma gama considerável de programas computacionais
198 tem sido desenvolvida para atender a “cibertaxonomia” (= *cybertaxonomy*) (Walter e Winterton
199 2007), mas poucos estudos relatam a execução de testes de qualidade para chaves de múltiplo
200 acesso.

201 Em média foram gastos tempos inferiores para identificar *Chrysomya megacephala* e *H.*
202 *segmentaria* usando a chave interativa, diferentemente do observado para *C. hominivorax* (Tabela
203 2), embora global e estatisticamente as diferenças não tenham sido significativas ($F= 1,8714$; $p=$
204 $0,1140$). Adicionalmente, houve redução no número de passos percorridos para todas as espécies
205 usando a chave interativa (Tabela 2), propiciados provavelmente pela independência dos
206 caracteres. Pode-se dizer que o número de passos percorridos é um indicador indireto do tempo
207 que será gasto durante o processo de identificação, uma vez que quanto mais características o
208 usuário tiver para analisar, maior será o tempo de observação.

209 A flexibilidade de escolha entre os caracteres listados no processo de interatividade pode
210 ser uma explicação plausível para o aumento do tempo gasto e número de erros cometidos para
211 identificar *C. hominivorax*, que foi erroneamente diagnosticada como *C. macellaria*, *C.*
212 *fulvicrura*, *P. pseudolyrcea*, *C. vicina*, *C. idioidea*, *C. megacephala* e *L. eximia*. As três primeiras

213 espécies de fato poderiam representar maior dificuldade para o usuário devido seus caracteres
214 crípticos, suplantada na chave tradicional por esta “direcionar” o processo de identificação. A
215 tomada de decisão entre qual estado de caráter observado deva ser “selecionado” podem ser
216 supridas pela observação das imagens e consulta ao glossário, assim como o ganho de maior
217 familiaridade no uso do software. Isso porque Stucky (1984), Wright et al. (1995) e Morse e
218 Tardivel (1996) mostraram que resultados satisfatórios quanto a percentagem de identificações
219 corretas e melhora no desempenho estavam correlacionados ao uso das informações adicionais
220 oferecidas pelas chaves.

221 Para *C. megacephala* nenhum erro quanto à identificação da espécie foi cometido com o
222 uso da chave interativa, mas foi diagnosticada incorretamente como *C. albiceps*, *C. hominivorax*
223 e *L. eximia* por meio da chave tradicional. Apenas a primeira poderia confundir o usuário, uma
224 vez que possui mais proximidade do ponto de vista filogenético com a espécie-alvo do que as
225 demais. Provavelmente os erros se deram mais por falta de atenção ao seguir os passos da chave
226 tradicional e por consequência da dependência dos caracteres.

227 *Hemilucilia segmentaria* obteve oito diagnósticos corretos com uso de chave tradicional e
228 seis para a de tipo interativo, tendo sido confundidas com outras quatro espécies: *L. sericata* e *C.*
229 *putoria* (a partir do primeiro instrumento) e *H. semidiaphana* e *P. fulvinota* (com o segundo
230 instrumento). A espécie-alvo foi mais vezes (50%) identificada como *H. semidiaphana*,
231 compreensível pelo fato de serem proximamente relacionadas e por compartilharem caracteres
232 morfológicos de difícil visualização/interpretação, mesmo dispondo de ferramentas dentro do
233 programa que ajudam a separar as duas espécies restantes durante o processo de identificação
234 (‘calculate differences’) ou que listam as características disponíveis para a possível espécie já
235 identificada (‘view shortcut features’). Isso mostra o quão é importante a familiaridade com a

236 ferramenta interativa para obter acesso a todas as informações e recursos disponíveis para o
237 usuário.

238 Com base na amostragem aqui efetuada e a partir da análise dos resultados alcançados,
239 uma alternativa buscada para solucionar alguns dos problemas observados no uso da chave
240 interativa foi organizar e inserir uma listagem intitulada “dicas para iniciar o uso da chave”. Essa
241 medida visou facilitar a separação de espécies por “agrupamentos específicos”, direcionando
242 quais seriam os caminhos mais fáceis para o usuário que procura uma identificação correta
243 percorrer, a partir de um dado grupo de caracteres, uma vez que, ao começar a identificação,
244 todas as espécies possuem chances iguais de serem identificadas, pelo fato do programa estar
245 fundamentado em uma única matriz de dados.

246 Vale ressaltar que atribuir importância diferenciada a certos caracteres desde o início da
247 identificação, “força” a chave interativa a separar espécies em relação ao atributo que melhor
248 convier num dado momento ao usuário como, por exemplo, ecologia ou então distribuição
249 geográfica, o que poderia de antemão gerar uma chave “regional”. Isto é também especialmente
250 útil quando o usuário tem em mãos espécies crípticas ou proximamente relacionadas, do ponto de
251 vista filogenético, condições sobre as quais os maiores erros no processo de identificação são
252 cometidos. Ao trabalhar cotidianamente com taxonomia um dos grandes problemas comumente
253 por nós observados é a dificuldade em separar espécies do gênero *Chrysomya* e *Compsomyiops*,
254 que até apresentam certa similaridade morfológica, porém *habitat* bem distintos, a primeira sendo
255 encontrada em área urbana ou rural e a segunda quase que estritamente silvestre.

256 Ferramentas digitais na taxonomia, como em qualquer outra área do conhecimento,
257 podem ser úteis para a disponibilização mais rápida de descobertas biológicas como apontou
258 recentemente Winterton (2009). E o incentivo ao uso corrente destes mecanismos possibilitaria,
259 sem dúvida, a criação e integração de uma rede eficiente para o mapeamento da biodiversidade e

260 para a formação de bancos de dados para nomes descritos e de imagens associadas a cada
261 organismo, algo tão carente em um país como o nosso de grande proporção geográfica e
262 diversidade climática.

263 Dada ainda a versatilidade para a conversão dos dados usados pelo Lucid® para outros
264 programas, tais como aqueles que permitem fazer análises filogenéticas, este sistema pode
265 revelar-se muito promissor na busca por caracteres autapomórficos e considerações mais
266 objetivas e consistentes para o entendimento da sistemática dentro do grupo Calliphoridae. Em
267 especial quando levado em conta a falta de posicionamento dos mesembrinelíneos neste ramo
268 taxonômico, que dada sua abundância e frequência têm se revelado bons indicadores de
269 conservação ambiental em áreas de florestas brasileiras nativas ou pouco perturbadas (Gadelha et
270 al. 2009), justificando um maior investimento em pesquisas sobre estas espécies que há muito
271 vem sendo negligenciadas.

272

273 **4.4 – Referências citadas**

274

- 275 Amendt J., R. Krettek e R. Zehner. 2004. Forensic entomology. *Naturwissenschaften*. 91: 51-65.
- 276 Andrade H.T.A., A.A. Varela-Freire, M.J.A. Batista e J.F. Medeiros. 2005. Calliphoridae
277 (Diptera) coletados em cadáveres humanos no Rio Grande do Norte. *Neotropical Entomol.*
278 34: 855-856.
- 279 Barbosa R.R., C.A. Mello-Patiu, A. Ururahy-Rodrigues, C.G. Barbosa e M.M.C. Queiroz. 2010.
280 Temporal distribution of ten calyptrate dipteran species of medicolegal importance in Rio de
281 Janeiro, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 105: 191-198.
- 282 Biavati G.M., F.H.A. Santana, e J.R. Pujol-Luz. 2010. A checklist of Calliphoridae blowflies
283 (Insecta, Diptera) associated with a pig carrion in Central Brazil, *J. Forensic Sci.* 55: 1603-
284 1606.

- 285 Bonatto S.R. e L. Marinoni. 2005. Gêneros e espécies novos de Mesembrinellinae (Diptera,
286 Calliphoridae) da Costa Rica e Venezuela. *Rev. Bras. Zool.* 22: 883-890.
- 287 Carvalho C.J.B. e P.B. Ribeiro. 2000. Chave de identificação das espécies de Calliphoridae
288 (Diptera) do Sul do Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 9: 169-173.
- 289 Carvalho C.J.B. e C.A. Mello-Patiu. 2008. Key to the adults of the most common forensic species
290 of Diptera in South America. *Rev. Bras. Entomol.* 52: 390-406.
- 291 Carvalho L.M.L. e A.X. Linhares. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass
292 decomposition in a natural forest area in Southeastern Brazil. *J. Forensic Sci.* 46: 604-608.
- 293 Carvalho L.M.L., P.J. Thyssen, A.X. Linhares e F.B. Palhares. 2000. A checklist of arthropods
294 associated with carrion and human corpses in southeastern Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.*
295 95: 135-138.
- 296 Carvalho L.M.L., P.J. Thyssen, M.L. Goff e A.X. Linhares. 2004. Observations on the succession
297 patterns of necrophagous insects onto a pig carcass in an urban area of Southeastern Brazil.
298 *Aggrawal's Int. J. Forensic Med. Toxicol.* 5: 33-39.
- 299 CBIT. 2010. Centre for Biological Information Technology, University of Queensland. LUCID®
300 version 3.3. <<http://lucidcentral.org>>.
- 301 Couri M.S., C.J.E. Lamas, C.C.C. Aires, C.A. Mello-Patiu, V.C. Maia, D.M. Pamplona e P.
302 Magno. 2000. Diptera da Serra do Navio (Amapá, Brasil): Asilidae, Bombyliidae,
303 Calliphoridae, Micropezidae, Muscidae, Sarcophagidae, Stratiomyiidae, Syrphidae,
304 Tabanidae e Tachinidae. *Rev. Bras. Zoociênc.* 2: 81-90.
- 305 Dear J.P. 1979. A revision of Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae). *Pap. Avulsos Zool.* 32: 145-
306 182.
- 307 Dear J.P. 1985. A revision of the New World Chrysomyinae (Diptera, Calliphoridae). *Rev. Bras.*
308 *Zool.* 3: 109-169.
- 309 Erzinçlioglu Y.Z. 1983. The application of entomology to forensic medicine. *Med. Sci. Law.* 23:
310 57-63.

- 311 Espósito M.C., J.R.P. Sousa e F.S. Carvalho-Filho. 2010. Diversidade de Calliphoridae (Insecta:
312 Diptera) na Base de Extração Petrolífera da Bacia do Rio Urucu, na Amazônia brasileira.
313 Acta Amazônica. 40: 579-584.
- 314 Ferraz A.C.P., B.Q. Gadelha, M.M.C. Queiroz, G.E. Moya-Borja e V.M. Aguiar-Coelho. 2010.
315 Effects of forest fragmentation on dipterofauna (Calliphoridae) at the Reserva Biológica do
316 Tinguá, Nova Iguaçu, RJ. Braz. J. Biol. 70: 55-63.
- 317 Gadelha B.Q., A.C.P. Ferraz e V.M.A. Coelho. 2009. A importância dos mesembrinelíneos
318 (Diptera: Calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental.
319 Oecologia Brasiliensis, 13: 660-664.
- 320 Guimarães J.H. 1977. A systematic revision of the Mesembrinellidae, stat. nov. (Diptera,
321 Cyclorrhapha). Arch. Zool. 29: 1-109.
- 322 Guimarães J.H. e N. Papavero. 1999. Myiasis in man and animals in the neotropical region:
323 bibliographic database. Plêaide/FAPESP, São Paulo, Brasil.
- 324 James M.T. 1970. Calliphoridae. pp. 1-28. In: Vanzolini E.P. e N. Papavero (eds.), A catalogue
325 of the Diptera of the Americas South of the United States. Vol. 102. Museu de Zoologia,
326 Universidade de São Paulo, Brazil.
- 327 Kasai N., T.T.S. Schumaker, A. Dell' Porto e V. La Salvia. 1990. Variação sazonal de dípteros
328 capturados em armadilhas de Magoon modificada, em Santana do Parnaíba, Estado de São
329 Paulo. Rev. Bras. Entomol. 34: 369-380.
- 330 Lello E., F.A. Pinheiro e O.F. Noce. 1982. Epidemiologia de miíases no município de Botucatu,
331 São Paulo. Arq. Esc. Vet. UFMG. 34: 93-104.
- 332 Linhares A.X. 1981. Synanthropy of calliphoridae and sarcophagidae (Diptera) in the city of
333 Campinas, São Paulo, Brazil. Rev. Bras. Entomol. 25: 189-215.
- 334 Linhares A.X. e P.J. Thyssen. 2007. Miíases de Importância Médica – Moscas e Entomologia
335 Forense. pp. 709-730. In: De Carli G.A. (ed), Parasitologia clínica – Seleção de métodos e
336 técnicas de laboratório para o diagnóstico das parasitoses humanas. 2 ed. São Paulo: Atheneu.

- 337 Lomônaco C. e J.R. Almeida. 1995a. Sazonalidade e uso de recursos para alimentação e
338 oviposição de dípteros muscóideos na restinga de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brasil. Rev.
339 Bras. Entomol. 39: 883-890.
- 340 Lomônaco C. e J.R. Almeida. 1995b. Estrutura comunitária de dípteros muscóideos da restinga
341 de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brasil. Rev. Bras. Entomol. 39: 891-896.
- 342 Marchenko M.I. 2001. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of
343 the time of death. Forensic Sci. Int. 120: 89-109.
- 344 Mc Alpine J.F. 1981. Morphology and terminology-adults. pp. 9-64. In: Mc Alpine J.F., B.V.
345 Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth e D.M. Wood (eds). Manual of Nearctic
346 Diptera, vol. 1. Research Branch Agriculture Canada, Ottawa.
- 347 Mello R.P. 2003. Chave para identificação das formas adultas das espécies da família
348 Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. Entomol. Vect. 10:
349 255-268.
- 350 Mendes J. e A.X. Linhares. 1993. Atratividade por iscas e estágios de desenvolvimento ovariano
351 em várias espécies sinantrópicas de Calliphoridae (Diptera). Rev. Bras. Entomol. 37: 157-
352 164.
- 353 Monteiro-Filho E.L.A. e J.L. Penereiro. 1987. Estudo da decomposição e sucessão sobre uma
354 carcaça animal numa área do estado de São Paulo. Rev. Bras. Biol. 47: 289-295.
- 355 Moretti T.C., O.B. Ribeiro, P.J. Thyssen e D.R. Solis. 2008. Insects on decomposing carcasses of
356 small rodents in a secondary forest in Southeastern Brazil. Eur. J. Entomol. 105: 691-696.
- 357 Moretti T.C.; P.J. Thyssen e D.R. Solis. 2009. Breeding of the Scuttle Fly *Megaselia scalaris* in a
358 fish Carcass and Implications for the use in Forensic Entomology (Diptera: Phoridae).
359 Entomol. Gener. 31: 349-353.
- 360 Morse D.R. e G. M. Tardivel. 1996. A comparison of the effectiveness of a dichotomous key and
361 a multi-access key to woodlice. <www.cs.kent.ac.uk/pubs/1996/44/content.ps.gz>.
- 362 Moura M.O., C.J.B. Carvalho e E.L.A. Monteiro-Filho. 1997. A Preliminary analysis of insects
363 of medico-legal importance in Curitiba, state of Paraná. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 92: 269-
364 274.

- 365 Oliveira T.C. e S.D. Vasconcelos. 2010. Insects (Diptera) associated with cadavers at the Institute
366 of Legal Medicine in Pernambuco, Brazil: implications for forensic entomology. *Forensic*
367 *Sci. Int.* 198: 97-102.
- 368 Pamplona D.M., V.C. Maia, M.S. Couri, C.J.E. Lamas e C.C.C. Aires. 2000. A survey of Diptera
369 on Paquetá Island, Rio de Janeiro, Brazil. *Entomologist's Mon. Mag.* 136: 169-175.
- 370 Paraluppi N.D. 1996. Calliphoridae (Diptera) da Bacia do Alto Rio Urucu, Amazônia Central,
371 Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 13: 553-559.
- 372 Ribeiro P.B. e C.J.B. Carvalho. 1998. Pictorial key to Calliphoridae genera (Diptera) in Southern
373 Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 7: 137-140.
- 374 Rosa T.A., M.L.Y. Babata, C.M. Souza, D. Sousa, C.A. Mello-Patiu e J. Mendes. 2009. Dípteros
375 de interesse forense em dois perfis de vegetação de Cerrado em Uberlândia, MG. *Neotropical*
376 *Entomol.* 38: 859-866.
- 377 Shewell G.E. 1987. Calliphoridae. pp. 1133-1145. In: Mc Alpine J.F., B.V. Peterson, G.E.
378 Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth e D.M. Wood (ed). *Manual of Nearctic Diptera*, vol. 2.
379 Research Branch Agriculture Canada, Ottawa.
- 380 Smith K.G.V. 1986. *A manual of Forensic Entomology*. Cornell University Press, New York.
- 381 Souza A.M. e A.X. Linhares. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in
382 southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. *Med. Vet. Entomol.* 11: 8-12.
- 383 Stucky J.M. 1984. Comparison of two methods of identifying weed seedlings. *Weed Sci.* 32:
384 598-602.
- 385 Thompson F.C. 2006. Nomenclator Status Statistics. The BioSystematic Database of World
386 Diptera <<http://www.sel.barc.usda.gov/Diptera/names/Status/bdwdstat.htm>>.
- 387 Thyssen P.J., T.C. Moretti, M.T. Ueta e O.B. Ribeiro. 2004. O papel de insetos (Blattodea,
388 Diptera e Hymenoptera) como possíveis vetores mecânicos de helmintos em ambiente
389 domiciliar e peridomiciliar. *Cad. Saúde Pub.* 20: 1096-1102.
- 390 Toma R. e C.J.B. Carvalho. 1995. Estudo filogenético de Mesembrinellinae com ênfase no
391 gênero *Eumesembrinella* Townsend (Diptera, Calliphoridae). *Rev. Bras. Zool.* 12: 127-144.

- 392 Vianna E.E.S., P.R.P. Costa, A.L. Fernandes e P.B. Ribeiro. 2004. Abundância e flutuação
393 populacional das espécies de *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) em Pelotas, Rio Grande do
394 Sul, Brasil. Iheringia Sér. Zool. 94: 231-234.
- 395 Walter D.E. e S. Winterton. 2007. Keys and the crisis in Taxonomy: extinction or reinvention?
396 Ann. Rev. Entomol. 52: 193-208.
- 397 Wright J.F., Morse, D.R. e G.M. Tardivel. 1995. An investigation into the use of hypertext as a
398 user interface to taxonomic keys. Bioinforma. 11: 19-27.

Tabela 1. Relação de espécies da família Calliphoridae (Diptera) de importância médica, veterinária e/ou forense registradas em diferentes regiões geopolíticas do território brasileiro que se encontram incluídas na chave interativa elaborada.

ESPÉCIES
<i>Calliphora lopesi</i> Mello, 1962
<i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830
<i>Chloroprocta idioidea</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)
<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1794)
<i>Chrysomya putoria</i> (Wiedemann, 1818)
<i>Cochliomyia hominivorax</i> (Coquerel, 1858)
<i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius, 1775)
<i>Comptosyriops fulvicrura</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)
<i>Hemilucilia benoisti</i> Séguy, 1925
<i>Hemilucilia segmentaria</i> (Fabricius, 1805)
<i>Hemilucilia semidiaphana</i> (Rondani, 1850)
<i>Hemilucilia souzalopesi</i> Mello, 1972
<i>Lucilia cuprina</i> (Wiedemann, 1830)
<i>Lucilia eximia</i> (Wiedemann, 1819)
<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)
<i>Paralucilia fulvinota</i> (Bigot, 1877)
<i>Paralucilia paraensis</i> (Mello, 1969)
<i>Paralucilia pseudolyrcea</i> (Mello, 1969)
<i>Sarconesia chlorogaster</i> (Wiedemann, 1830)

Tabela 2. Avaliação do uso de chave tradicional vs. interativa para a identificação de três espécies representativas da família Calliphoridae.

Espécies	Tipo de chave	Usuários (n)	Eficiência		Tempo gasto (segundos)	Comparação dos instrumentos versus espécies para tempo gasto ($\alpha = 5\%$)
			Acertos (n)	Passos percorridos ($x \pm DP$)		
<i>C. megacephala</i>	interativa	10	10	3,1 \pm 1,9	322 (46-748) ^b	t = 0,2970 p = 0,7699 ns ^c
	tradicional	10	06	5 ^a	356 (131-749)	
<i>C. hominivorax</i>	interativa	10	05	4,0 \pm 0,7	540 (149-1132)	t = -1,6676 p = 0,1126 ns
	tradicional	10	06	5	347 (154-671)	
<i>H. segmentaria</i>	interativa	10	06	2,4 \pm 0,5	190 (55-451)	t = 1,8319 p = 0,0968 ns
	tradicional	10	08	7	424 (81-1467)	

^a Na chave tradicional o número de passos é fixo. ^b Entre parênteses, o tempo mínimo e máximo gastos, respectivamente. ^c ns = Não significativo.

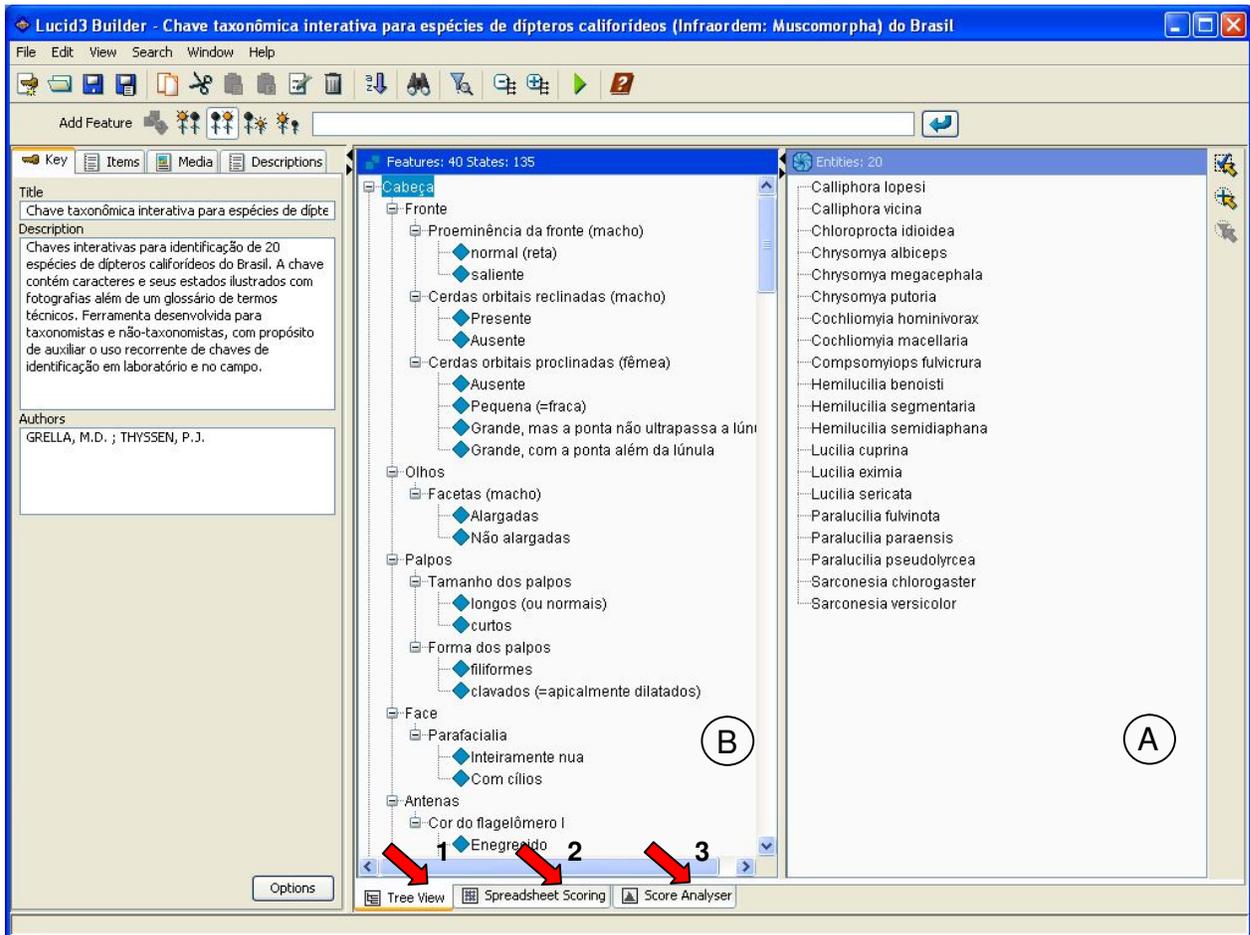


Fig. 1. Página principal do software Lucid® Builder versão 3.3 na qual podem ser observadas as seções para inserção das categorias taxonômicas (= espécies) (A) e dos caracteres diagnósticos e seus estados (B). As setas 1-3 mostram as abas para acessar os demais ambientes associados à elaboração da chave.

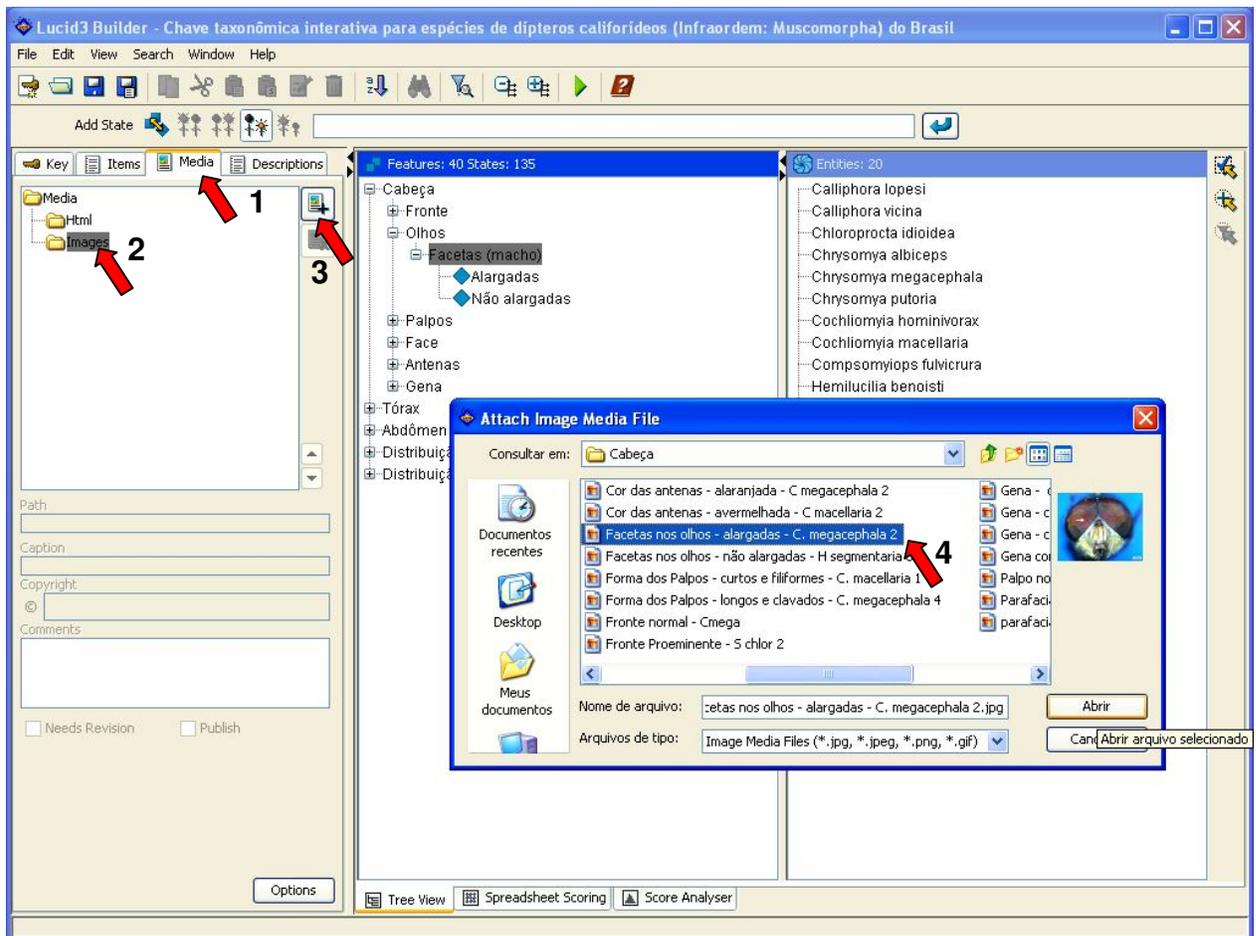


Fig. 2. Página do software Lucid® Builder versão 3.3 indicando como foi criado o banco de imagens (setas 1-4).

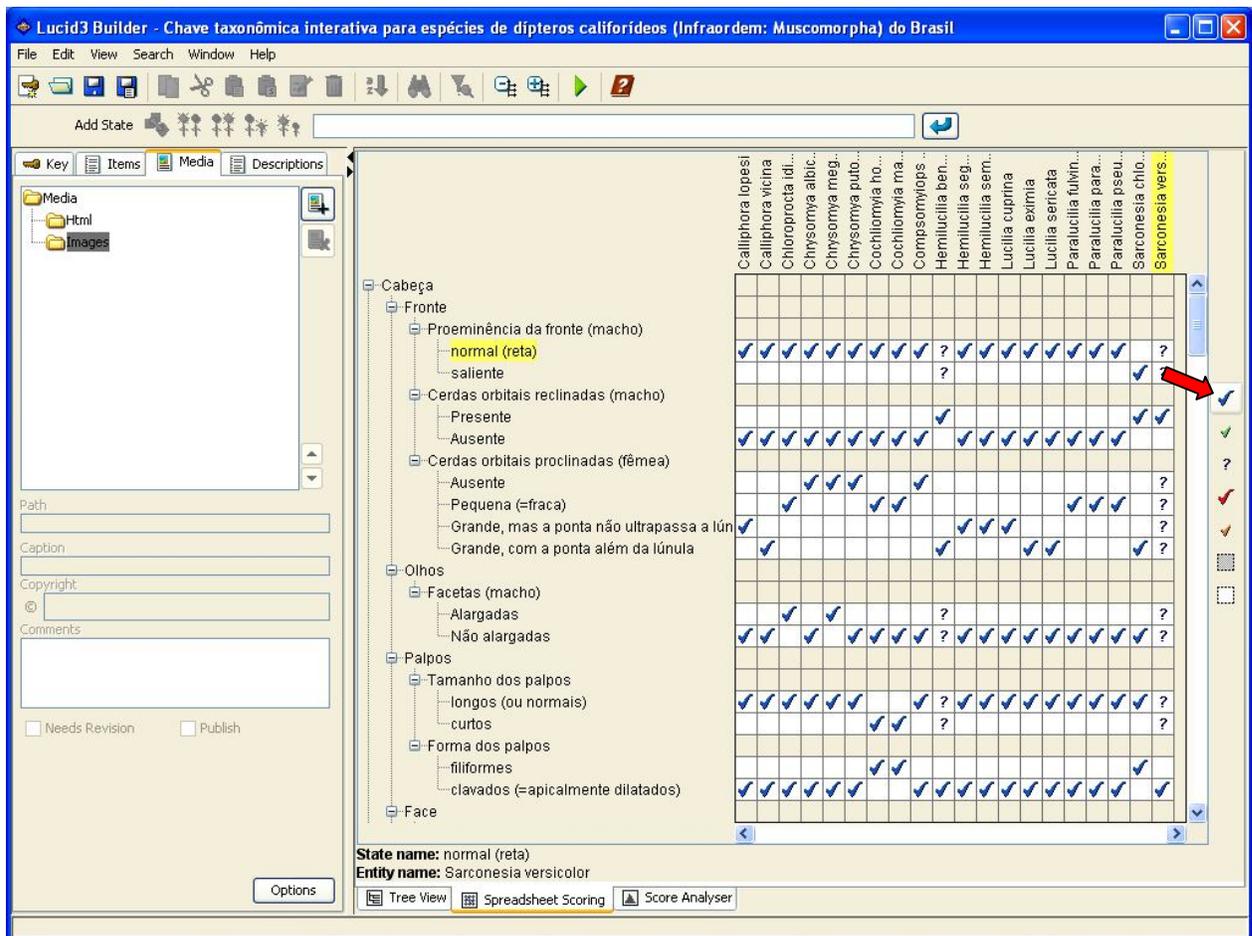


Fig. 3. Página do software Lucid® Builder versão 3.3 mostrando como foi feita a marcação de cada estado de caractere relativo à categoria taxonômica selecionada (a seta indica a ativação do “modo de marcação”).

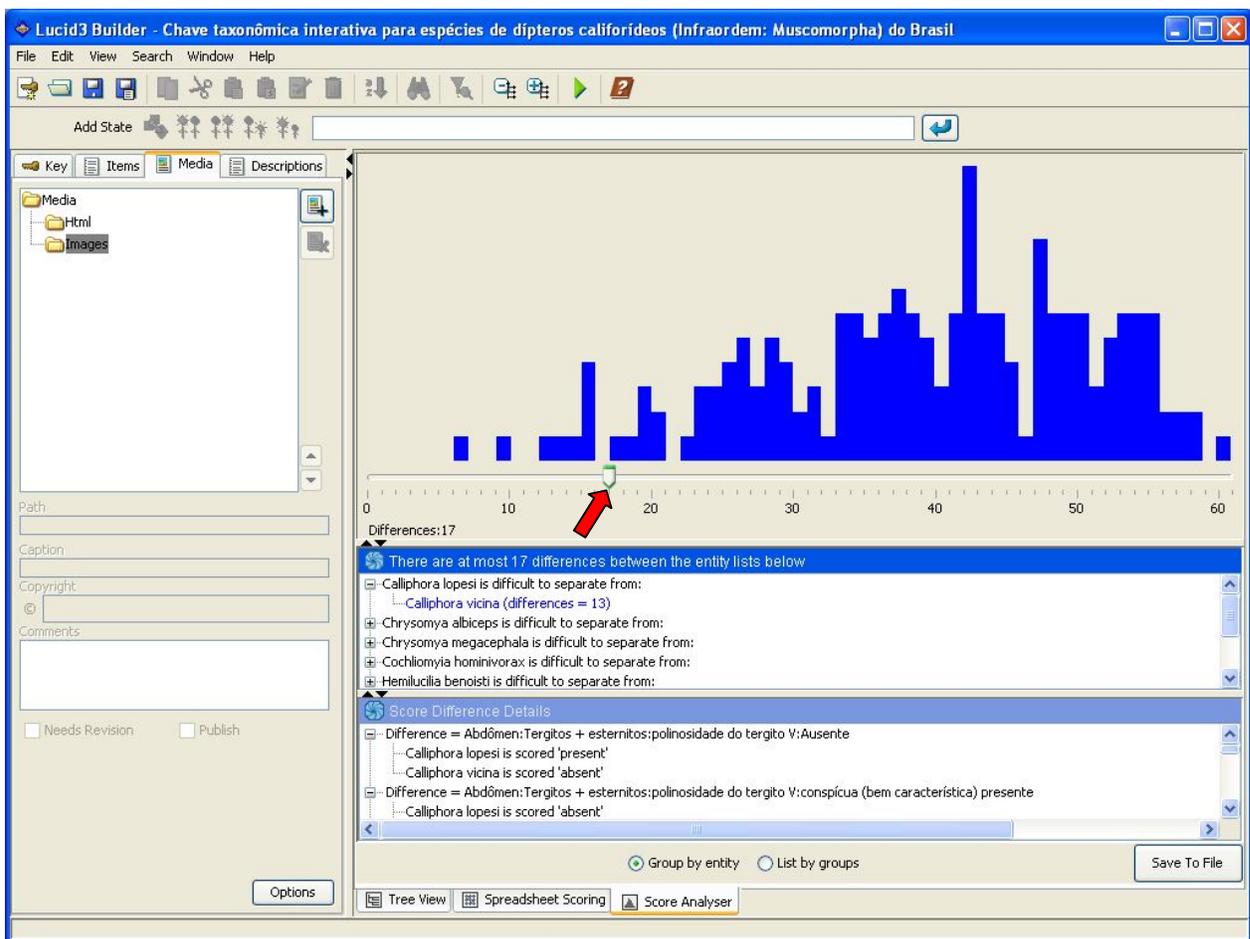


Fig. 4. Página do software Lucid® Builder versão 3.3 onde pode ser observado o número de caracteres diferenciais (seta) existentes entre uma e as demais espécies inseridas durante a elaboração da chave.

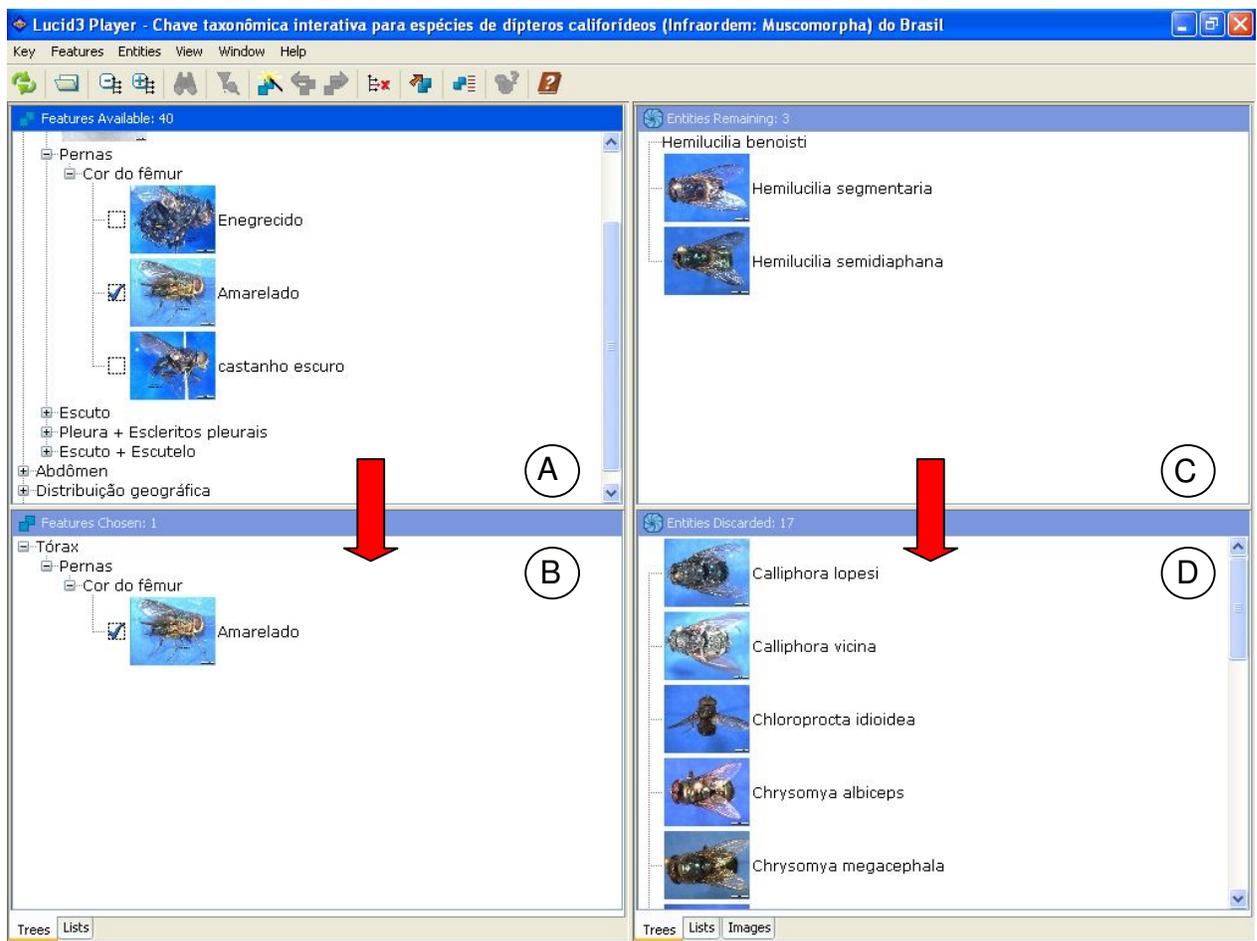


Fig. 5. Página principal do software Lucid® Player versão 3.3 onde foi simulada uma seleção de caracteres pelo usuário mostrando em: (A) os caracteres disponíveis, (B) os anteriormente selecionados, (C) as espécies que permaneceram após a seleção prévia, e (D) as que foram excluídas.

5 – CONCLUSÕES GERAIS

A chave interativa aqui desenvolvida apresenta-se como uma alternativa promissora para a “modernização da taxonomia” devido a possibilidade, em qualquer momento, de atualização ou alteração do banco de dados (representado pelos caracteres e estados de caracteres e correspondente *taxa*) que a fomenta. Desse modo, por exemplo, novas espécies que venham a ser descobertas podem ser incluídas, assim como correções sobre *taxa* que ainda permanecem em posições sistemáticas duvidosas ou pouco esclarecidas. A inserção de glossário de termos técnicos também é bastante útil por auxiliar na uniformização da nomenclatura que designa as estruturas anatômicas dos insetos.

Outra grande vantagem da chave interativa em relação às chaves tradicionais é a sua flexibilidade, ou seja, a possibilidade de uso sem uma ordem pré-determinada, especialmente útil quando se tem em mãos exemplares danificados. Em uma chave dicotômica impressa, a ausência de asas ou outro caracter diferencial poderia impossibilitar o usuário de percorrer seus passos fixos, conseqüentemente prejudicando o processo de diagnóstico de uma espécie.

Apesar da interface do programa ser de fácil interpretação e da boa aceitação revelada pelos usuários que a testaram, o tempo gasto na identificação de alguns exemplares da família Calliphoridae não diferiu do que fora mensurado por meio do uso de chaves tradicionais, embora o número de erros cometidos tenha sido menor entre os usuários de chaves interativas. É possível que para potencializar a capacidade dos recursos disponíveis no software, haja necessidade de treinamento técnico antes de sua utilização corrente como guia de campo ou laboratório.

A elaboração de chaves de múltiplo acesso ainda é uma realidade pouca explorada no Brasil. A contribuição com a formação de profissionais não-taxonomistas e usuários em geral pouco familiarizados com a taxonomia, a partir da função de material educativo, pode ser um potencial a ser especulado para dinamizar a identificação de espécies e, conseqüentemente, auxiliar na obtenção e expansão de novas informações (biológicas, ecológicas e etc) acerca de espécies já descritas ou não em nosso amplo território de dimensões continentais.

6 – BIBLIOGRAFIA GERAL

- AMENDT, J.; KRETTEK, R.; ZEHNER, R. Forensic entomology. **Naturwissenschaften**, v. 91, p. 51-65, 2004.
- AMENDT, J.; CAMPOBASSO, C. P.; GOFF, M. L.; GRASSBERGER, M. (ed). **Current concepts in forensic entomology**. Nehterlands: Springer, 1 ed, 2010. 376p.
- AMORIM, D. S.; SILVA, V. C.; BALBI, M. I. P. A. Estado do conhecimento dos Diptera neotropicais. In: COSTA, C.; VANIN, S. A.; LOBO J. M.; MELIC A. (org). Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PRIBES 2002. v. 2, p. 29-36, 2002.
- ANDRADE, H. T. A.; VARELA-FREIRE, A. A.; BATISTA, M. J. A.; MEDEIROS, J. F. Calliphoridae (Diptera) Coletados em Cadáveres Humanos no Rio Grande do Norte. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 855-856, 2005.
- BARROS, R. M.; MELLO-PATIU, C. A.; PUJOL-LUZ, J. R. Sarcophagidae (Insecta, Diptera) associados à decomposição de carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus (Suidae) em área de Cerrado do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 606-609, 2008.
- BENECK, M. A Brief History of Forensic Entomology. **Forensic Science International**, v. 120, p. 2-14, 2001.
- BISBY, F. A.; SHIMURA, J.; RUGGIERO, M.; EDWARDS, J.; HAEUSER, C. Taxonomy, at the click of a mouse. **Nature**, v. 418, p. 367, 2002.
- BORJA, G. E. M. Erradicação ou manejo integrado das miíases neotropicais das Américas? **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 23, p. 131-138, 2003.
- BOUREL, B.; HÉDOUIN, V.; MARTIN-BOUYER, L.; BÉCART, A.; TOURNEL, G.; DEVEAUX, M.; GOSSET, D. Effects of morphine in decomposing bodies on the development of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Forensic Sciences**, v. 44, n. 2, p. 354-358, 1999.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA G. J. (ed). **Invertebrados**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2 ed, 2007. 968p.
- BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. Insects of Forensic Importance. In:_____. (ed). **Forensic Entomology – The utility of arthropods in legal investigations**. USA: CRC Press, 2001. p. 43-80.
- CARVALHO, C. J. B.; RIBEIRO, P. B. Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do Sul do Brasil. **Revista Brasileira De Parasitologia Veterinária**, v. 9, p. 169-173, 2000.

- CARVALHO, C. J. B.; MELLO-PATIU, C. A. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 390-406, 2008.
- CARVALHO, L. M. L.; LINHARES, A. X. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in Southeastern Brazil. **Journal of Forensic Sciences**, v. 46, p. 604-608, 2001.
- CARVALHO, L. M. L.; THYSSEN, P. J.; LINHARES, A. X.; PALHARES, F. B. A checklist of arthropods associated with carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 95: 135-138, 2000.
- CARVALHO, L. M. L.; LINHARES, A. X.; TRIGO, J. R. Determination of drug levels and the effect of diazepam on the growth of necrophagous flies of forensic importance in southeastern Brazil. **Forensic Science International**, v. 120, p. 140-144, 2001.
- CARVALHO, L. M. L.; THYSSEN, P. J.; GOFF, M. L.; LINHARES, A. X. Observations on the succession patterns of necrophagous insects onto a pig carcass in an urban area of Southeastern Brazil. **Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology**, 5: 33-39, 2004.
- CARVALHO, M. R.; BOCKMANN, F. A.; AMORIM D. S.; BRANDÃO, C. R. F.; VIVO, M.; FIGUEIREDO, J. L.; BRITSKI, H. A.; PINNA, M. C. C.; MENEZES, N. A.; MARQUES, F. P. L.; PAPAVERO, N.; CANCELLO, E. M.; CRISCI, J. V.; MCEACHRAN J. D.; SCHELLY, R. C.; LUNDBERG, J. G.; GILL, A. C.; BRITZ, R.; WHEELER, Q. D.; STIASSNY, M. L. J.; PARENTI, L. R.; PAGE, L. M.; WHEELER, W. C.; FAIVOVICH, J.; VARI, R. P.; GRANDE, L.; HUMPHRIES, C. J.; DESALLE, R.; EBACH, M. C.; NELSON, G. J. Taxonomic Impediment or Impediment to Taxonomy? A commentary on systematics and the cybertaxonomic-automation paradigm. **Evolutionary Biology**, p.140-143, 2007.
- CATTS, E. P.; GOFF, M. L. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 253-272, 1992.
- CHAPMAN, R. F. (ed). **The Insects: Structure and Function**. Cambridge: Cambridge University Press, 4 ed, 1998. 788p.
- CBIT. Centre for Biological Information Technology, University of Queensland. **LUCID® version 3.3**. 2010. Disponível em <<http://lucidcentral.org>>. Acesso em: 16 ago. 2010.
- COHEN, D.; GREEN, M.; BLOCK, C.; SLEPON, R.; AMBAR, R.; WASSERMAN, S. S.; LEVINE, M. M. Reduction of transmission of shigellosis by control of houseflies (*Musca domestica*). **Lancet**, v.337, p. 993-997, 1991.
- CSIRO. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (Division of Entomology), **INTkey, version 5.11**, 2000. Disponível em < <http://delta-intkey.com>>. Acesso em: 16 ago. 2010.

- DALLWITZ, M. J.; PAINE, T. A.; ZURCHER, E. J. Principles of interactive keys. 2000. Disponível em <<http://delta-intkey.com>>. Acesso em: 16 ago. 2010.
- DEAR, J. P. A revision of Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 32, p. 145-182, 1979.
- DEAR, J. P. A revision of the New World Chrysomyini (Diptera) (Calliphoridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, p. 109-169, 1985.
- EDWARDS, M.; MORSE, D. R. The potential for computer-aided identification in biodiversity research. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, p. 153-158, 1995.
- ERZINÇLIOĞLU, Y. Z. The application of entomology to forensic medicine. **Medicine, Science and Law**, vol. 23, p. 57-63, 1983.
- ESTRADA, D. A.; GRELLA, M. D.; THYSSEN, P. J.; LINHARES, A. X. Taxa de Desenvolvimento de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) em dieta artificial acrescida de tecido animal para uso forense. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 203-207, 2009.
- FERRARI, A. C.; SOARES, A. T. C.; GUIMARÃES, M. A.; THYSSEN, P. J. Efeito da testosterona no desenvolvimento de *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae). **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 41, p. 30-34, 2008.
- FERREIRA, M. J. M. Sinantropia de dípteros muscóideos de Curitiba, Paraná. I. Calliphoridae. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 38, p. 445-454, 1978.
- FOTEDAR R. Vector potential of houseflies (*Musca domestica*) in the transmission of *Vibrio cholerae* in India. **Acta Tropica**, v. 78, p. 31-34, 2001.
- FUJIHARA, R. T. **Chave Pictórica de Identificação de Famílias de Insetos-Praga Agrícolas**. 2008. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.
- FURMAN, D. P.; CATTS E. P. (ed). **Manual of medical entomology**. Cambridge: Cambridge University Press, 4 ed, 1982. 207p.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA-NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI-FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 10 ed, 2002. 920 p.
- GASTON, K. J. & O'NEILL, M. A. Automated species identification: why not? **Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B)**, v. 359, p. 655–667, 2004.
- GILLOTT, C. **Entomology**. Netherlands: Springer, 3 ed, 2005. 831p.

- GODDARD, J. Physician's guide to arthropods of medical importance. Florida: CRC Press/Taylor and Francis Group, 5 ed, 2007. 457p.
- GODFRAY, H. C. J. Challenges for taxonomy. **Nature**, v. 417, p. 17-19. 2002.
- GOFF, M. L. Early Postmortem Changes and Stages of Decomposition. In: AMENDT, J.; CAMPOBASSO, C. P.; GOFF, M. L.; GRASSBERGER, M. (ed). **Current concepts in forensic entomology**. Netherlands: Springer, 1 ed, 2010. p. 1-24.
- GOFF, M. L.; OMORI, A. I.; GOODBROD, J. R. Effect of cocaine in tissues on the development rate of *Boetcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 26, p. 91-93, 1989.
- GORDH, G.; HEADRICK, D. **A dictionary of Entomology**. United Kingdom: CABI Publishing, 2001. 1032 p.
- GRACZYK, T. K.; GRIMES, B. H.; KNIGHT, R.; SILVA A. J.; PIENIAZEK N. J.; VEAL, D. A. Detection of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* carried by synanthropic flies by combined fluorescent in situ hybridization and a monoclonal antibody. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 68, p. 228-32, 2003.
- GREENBERG, B. (ed). **Flies and diseases**. Ecology, classification and biotic association, Princeton: Princeton University, v. 1, 1 ed, 1971. p. 856.
- GREENBERG, B. (ed). **Flies and diseases**. Biology and disease transmission, Princeton: Princeton University, v. 2, 1 ed, 1973. p. 447.
- GRELLA, M. D.; ESTRADA, D. A.; THYSSEN, P. J. The effect of scopolamine on the development of *Chrysomya putoria* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) and its importance for the post mortem interval estimate. **Entomología Mexicana**, v. 6, p. 870-873, 2007.
- GRIMALDI, D.; ANGEL, S. E. (ed). **Evolution of the insects**. Cambridge: Cambridge University Press, 1 ed, 2005. p. 755.
- GRISI, L.; MASSARD, C. L.; MOYA BORJA, G. E.; PEREIRA, J. B. Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. **Hora Veterinária**, v. 21, p. 8-10, 2002.
- GUIMARÃES, J. H. Dispersal and distribution of three newly introduced species of *Chrysomya* Robineau-Desvoidy in Brazil (Diptera, Calliphoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 23, p. 245-255, 1979.
- GUIMARÃES, J. H.; PAPAVERO, N. 1999. Myiasis in man and animals in the neotropical region: bibliographic database. São Paulo: Editora Plêaide/FAPESP, 1 ed, p. 308.

- GUIMARÃES, J. H.; PRADO, A. P.; LINHARES, A. X. Three newly introduced blowflies species in Southern Brazil (Diptera, Calliphoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 22, p. 53-60, 1978.
- GUIMARÃES, J. H.; TUCCI, E. C.; BARROS-BATTESTI, D. M. (ed). **Ectoparasitos de importância veterinária**. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1 ed, 2001. p. 218.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. (ed). **The Insects: An Outline of Entomology**. London: Chapman and Hall, 3 ed, 1994. p. 491.
- HALL, R. D. Medicocriminal entomology. In: Catts, E. P.; Haskell, N. H. **Entomology & Death: a procedural guide**. USA: Joyce's Print Shop, 1 ed, 1990. p. 1-8.
- HALL, R. D.; GERHARDT, R. R. Flies (Diptera). In: MULLEN, G.; DURDEN, L. A. (ed). **Medical and Veterinary Entomology**, New York: Academic Press, 1 ed, 2002. p. 127-145.
- HARWOOD, R. F.; JAMES, M. T. (ed). **Entomology in human and animal health**. New York: Macmillan, 1982. p. 548.
- HÉDOUIN, V.; BOUREL, B.; MARTIN-BOUYER, L.; BÉCART, A.; TOURNEL, G.; DEVEAUX, M.; GOSSET, D. Morphine perfused rabbits: a tool for experiments in forensic entomology. **Journal of Forensic Sciences**, v. 44, p. 347-350, 1999a.
- HÉDOUIN, V.; BOUREL, B.; MARTIN-BOUYER, L.; BÉCART, A.; TOURNEL, G.; DEVEAUX, M.; GOSSET, D. Determination of drug levels in larvae of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) reared on rabbit carcasses containing morphine. **Journal of Forensic Sciences**, v. 44, p. 351-353, 1999b.
- HORSFALL, W. R. (ed). **Medical entomology: arthropods and human diseases**. New York: The Ronald Press Company, 1 ed, 1962. p. 465.
- INTRONA, F.; CAMPOBASSO, C. P.; GOFF, M. L. Entomotoxicology, **Forensic Science International**, v. 120, p. 42-47, 2001.
- JAMES, M. T. 1970. Calliphoridae. In: VANZOLINI, E. P.; PAPAVERO, N. (ed). **A catalogue of the Diptera of the Americas south of the United States**. Part 3. Brazil: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, part 3, 1970.
- KASAI, N.; SCHUMAKER T. T. S.; DELL'PORTO, A.; LA SALVIA V. Variação sazonal de dípteros capturados em armadilhas de Magoon modificada, em Santana do Parnaíba, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 34, p. 369-380, 1990.
- KEH, B. Scope and applications of forensic entomology. **Annual Review of Entomology**, v. 30, p. 137-154, 1985.

- KETTLE, D. S. **Medical and veterinary entomology**, New York: Wiley Interscience Publishers, 2 ed, 1994. p. 725.
- KNIPLING E. F. Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. **Journal of Economic Entomology**, v. 48, p. 459-462, 1955.
- LELLO E.; PINHEIRO F. A.; NOCE O. F. Epidemiologia de mííases no município de Botucatu, São Paulo. **Arquivos da Escola Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 34, p. 93-104, 1982.
- LERCH, K.; LINDE, H. J.; LEHN, N.; GRIFKA, J. Bacteria ingestion by blowfly larvae: an in vitro study. **Dermatology**, v.207, p.362-366, 2003.
- LEVINE, M. M.; COHEN, D.; GREEN, M.; LEVINE, O. S.; MINTZ, E. D. Fly control and shigellosis. **Lancet**, v. 353, p. 1020, 1999.
- LINHARES, A. X. Synanthropy of Muscidae, Fanniidae and Anthomyiidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira Entomologia**, v. 25, p. 231-243, 1981.
- LINHARES, A. X. Mííases. In: NEVES, D. P. (Ed). **Parasitologia Humana**. São Paulo: Atheneu, 10 ed, 2000. p. 350-358.
- LINHARES, A. X.; THYSSEN, P. J. Mííases de Importância Médica – Moscas e Entomologia Forense. In: De CARLI, G. A. (ed). **Parasitologia clínica** - Seleção de métodos e técnicas de laboratório para o diagnóstico das parasitoses humanas. São Paulo: Atheneu, 2 ed, 2007. p. 709-730.
- LIU, D.; GREENBERG, B. Immature stages of some flies of forensic importance. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 82, p. 80-93, 1989.
- LOMÔNACO, C.; ALMEIDA, J. R. Sazonalidade e uso de recursos para alimentação e oviposição de dípteros muscóideos na restinga de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, p. 883-890, 1995a.
- LOMÔNACO, C.; ALMEIDA J. R. Estrutura comunitária de dípteros muscóideos da restinga de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, p. 891-896, 1995b.
- LOPES, H. S. Considerações sobre as espécies de *Peckia* Desvoidy, 1830 e de gêneros afins. (Diptera, Sarcophagidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 30, p. 211-243, 1958.
- MARCHENKO, M. I. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. **Forensic Science International**, v. 120, p. 89-109, 2001.

- MARCONDES, C. B. **Entomologia médica e veterinária**. São Paulo: Atheneu, 1 ed, 2001. p. 432.
- MARTÍNEZ, M.J.; DE ALUJA, A.S.; GEMMELL, M. Failure to incriminate domestic flies (Diptera: Muscidae) as mechanical vectors of *Taenia* eggs (Cyclophyllidea: Taeniidae) in rural Mexico. **Journal of Medical Entomology**, v. 37, p. 489-91, 2000.
- MC ALPINE, J. F.; PETERSON, B. V.; SHEWELL, G. E.; TESKEY, H. J.; VOCKEROTH, J. R.; WOOD, D. (ed). M. **Manual of Nearctic Diptera**. Ottawa: Research Branch Agriculture Canada, v. 1, Monograph 27, 1981. p. 674.
- MC ALPINE, J. F.; PETERSON, B. V.; SHEWELL, G. E.; TESKEY, H. J.; VOCKEROTH, J. R.; WOOD, D. M. (ed). **Manual of Nearctic Diptera**. Ottawa: Research Branch Agriculture Canada, v. 2, Monograph 28, 1987. p. 1332.
- MELLO, R. P. Chave para identificação das formas adultas das espécies da família Calliphoridae (Diptera, Brachycera, Cyclorrhapha) encontradas no Brasil. **Entomologia y Vectores**, v. 10, p. 255-268, 2003.
- MENDES, J.; LINHARES, A. X. Atratividade por iscas e estágios de desenvolvimento ovariano em várias espécies sinantrópicas de Calliphoridae (Diptera). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 37, p. 157-164, 1993.
- MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; PENEREIRO, J. L. Estudo da decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, p. 289-295, 1987.
- MONZÓN, R. B.; SÁNCHEZ, A. R.; TADIAMAN, B. M.; NAJOS, A. O.; VALENCIA, E. G.; RUEDA, R. R.; VENTURA, J. V. A comparison of the role of *Musca domestica* (Linnaeus) and *Chrysomya megacephala* (Fabricius) as mechanical vectors of helminthic parasites in a typical slum area of Metropolitan Manila. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine & Public Health**, v. 22, p. 222-228, 1991.
- MORETTI, T. C.; RIBEIRO, O. B.; THYSSEN, P. J.; SOLIS, D. R. Insects on decomposing carcasses of small rodents in a secondary forest in Southeastern Brazil. **European Journal of Entomology**, v. 105, p. 691-696, 2008.
- MORETTI, T. C.; THYSSEN, P. J.; SOLIS, D. R. Breeding of the Scuttle Fly *Megaselia scalaris* in a fish Carcass and Implications for the use in Forensic Entomology (Diptera: Phoridae). **Entomologia Generalis**, v. 31, p. 349-353, 2009.
- MOURA, M. O.; CARVALHO, C. J. B.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, State of Parana. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 92, p. 269-274, 1997.

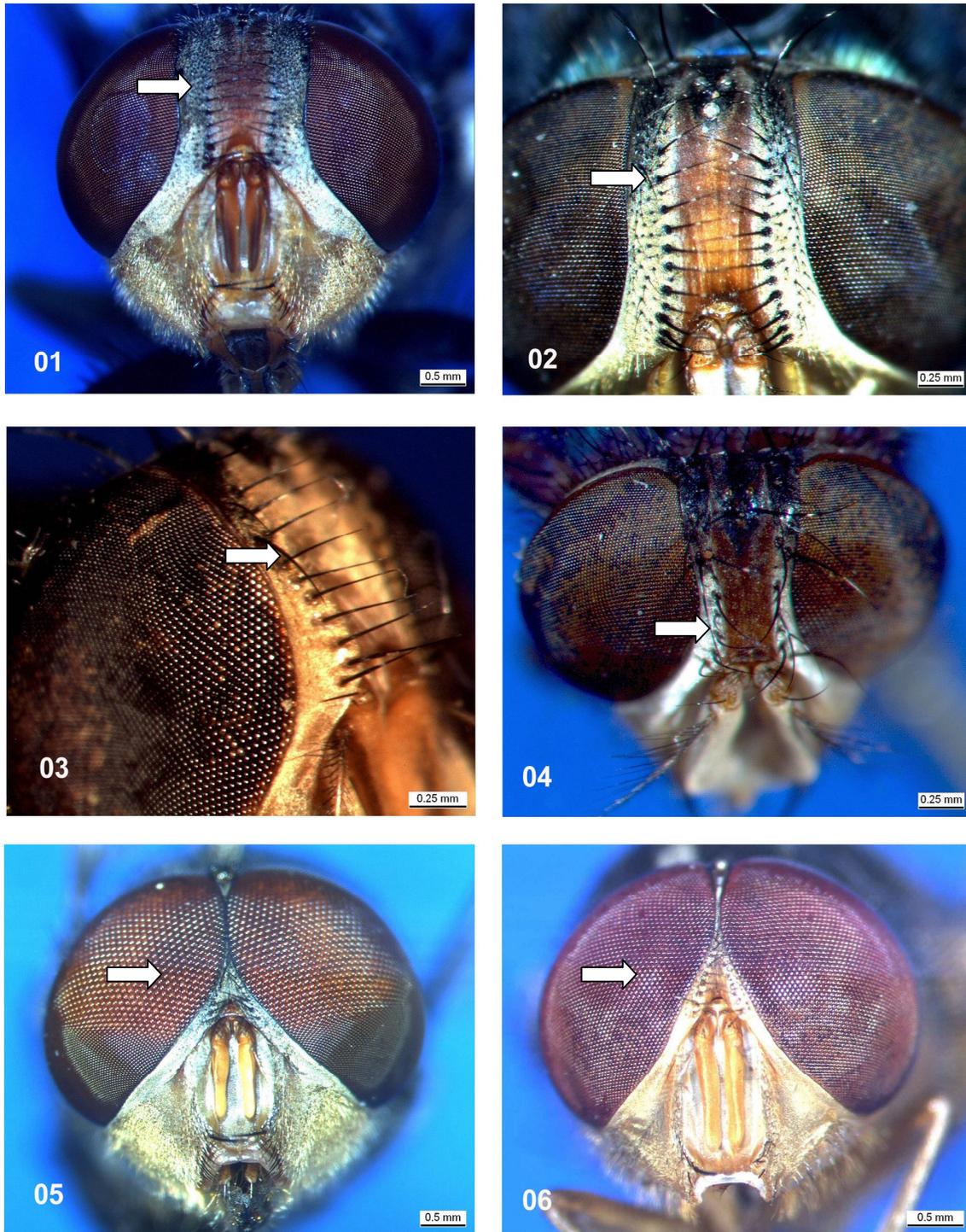
- MULLEN, G. R.; DURDEN, L. A. (ed). **Medical and veterinary entomology**. USA: Academic Press, 1 ed, 2002. p. 597.
- NITSCHKE, M. J. T.; GODOY, W. A. C.; THYSSEN, P. J. Pesquisa usa larvas de moscas para cicatrização. **Jornal da Faculdade de Medicina de Botucatu**, v. 17, p. 1-9, 2009.
- NORRIS, K. R. The bionomics of blowflies. **Annual Review of Entomology**, v. 10, p. 47-68, 1965.
- NUORTEVA, P. Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. In: TEDESCHI, C. G.; ECKERT, W. G.; TEDESCHI, L. G. (ed). **Forensic medicine: a study in trauma and environmental hazards**. Philadelphia, London, Toronto: W.B. Saunders Company, v. 2, 1977. p. 1072-1095.
- NUORTEVA, P.; NUORTEVA, S. L. The fate of mercury in sarcosaprophagous flies and in insects eating them. **Ambio**, v. 11, p. 34-37, 1982.
- OLIVEIRA, H. G.; GOMES, G.; MORLIN-JR, J. J.; ZUBEN, C. J. V.; LINHARES, A. X. The effect of Buscopan[®] on the development of the blow fly *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Forensic Sciences**, v. 54, n. 1, p. 202-206, 2009.
- OLIVEIRA, T. C.; VASCONCELOS, S. D. Insects (Diptera) associated with cadavers at the Institute of Legal Medicine in Pernambuco, Brazil: Implications for forensic entomology. **Forensic Science International**, v. 198, p. 97-102, 2010.
- OLIVEIRA, V. C.; MELLO, R. P.; D' ALMEIDA, J. M. Dípteros muscóides como vetores mecânicos de ovos de helmintos em jardim zoológico, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, p. 614-620, 2002.
- O'NEILL, M. A.; GAULD, I. D.; GASTON, K. J.; WEEKS, P. J. D. Daisy: an automated invertebrate identification system using holistic vision techniques. In: PROC. INAUGURAL MEETING BIONET-INTERNATIONAL GROUP FOR COMPUTER-AIDED TAXONOMY (BIGCAT), 2000, Egham, UK. **Proceedings...** Egham, UK: 1997. p. 13-22. Disponível em <<http://www.bionet-intl.org/html/outputs/publications/>>. Acesso em: 16 de ago. 2010.
- OTRANTO, D; STEVENS, J. R.; BRIANTI, E.; DORCHIES P. Human and livestock migrations: a history of bot fly biodiversity in the Mediterranean region. **Trends in Parasitology**, v. 22, p. 209-213, 2006.
- PAMPLONA, D. M.; MAIA, V. C.; COURI, M. S.; LAMAS, C. J. E.; AIRES, C. C. C. A survey of Diptera on Paquetá Island, Rio de Janeiro, Brazil. **Entomologist's Monthly Magazine**, v. 136, p. 169-175, 2000.
- PAPAVERO, N. (ed). **Fundamentos práticos de Taxonomia zoológica: coleções, bibliografia, nomenclatura**. São Paulo: Ed. da Universidade Estadual Paulista, 2 ed, 1994. p. 244.

- PAPE, T.; BICKEL, D.; RUDOLF, M. (ed). **Diptera Diversity: Status, Challenges and Tools**. Leiden, Boston: Brill Academic Publishers, 1 ed, 2009. p. 459.
- PRADO, A. P.; GUIMARÃES, J. H. Estado atual da dispersão do gênero *Chrysomya* Robineau-Desvoidy na região Neotropical (Diptera, Calliphoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 26, p. 225-231, 1982.
- RAPINI, A. Modernizando a Taxonomia. **Biota Neotropica**, v. 4, p. 1-4, 2004.
- RIBEIRO, P. B.; CARVALHO C. J. B. Pictorial key to Calliphoridae genera (Diptera) in southern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 7, p. 137-140, 1998.
- ROSA, T. A.; BABATA, M. L. Y.; SOUZA, C. M.; SOUSA, D.; MELLO-PATIU, C. A.; MENDES, J. Dípteros de Interesse Forense em Dois Perfis de Vegetação de Cerrado em Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 859-866, 2009.
- S.A.S. Institute Incorporation (1996). **S.A.S. user's guide: Statistics, Version 6.12**. Cary: S.A.S Institute Inc. 2006.
- SELTMANN, K. **Building web-based interactive keys to the Hymenopteran families and superfamilies**. 2004. 73f. Dissertação (Master of Science in Entomology) – College of Agriculture, University of Kentucky. 2004.
- SHERMAN, R. A.; HALL, M. J. R.; THOMAS, S. Medical Maggots: an Ancient Remedy for Some Contemporary Afflictions. **Annual Reviews Entomology**, v. 45, p. 55-81, 2000.
- SHEWELL, G. E. Calliphoridae. In: MC ALPINE, J. F.; PETERSON, B. V.; SHEWELL, G. E.; TESKEY, H. J.; VOCKEROTH, J. R.; WOOD, D. M. (ed). **Manual of Nearctic Diptera**. Ottawa: Research Branch Agriculture Canada, v. 2, Monograph 28, 1987. p. 1332.
- SMITH, K. G. V. (ed). **A manual of Forensic Entomology**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1 ed, 1986. p. 205.
- SOHAL, R. S.; LAMB, R. E. Intracellular deposition of metals in the midgut of the adult housefly, *Musca domestica*. **Journal of Insect Physiology**, v. 23, p. 1349-1354, 1977.
- SOHAL, R. S.; LAMB, R. E. Storage-excretion of metallic cations in the adult housefly, *Musca domestica*. **Journal of Insect Physiology**, v. 25, p. 119-124, 1979.
- SOUZA, A. M.; LINHARES, A. X. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in Southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 11, p. 8-12. 1997.
- SOUZA, A. S. B.; KIRST, F. D.; KRUGER, R. F. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 641-646, 2008.

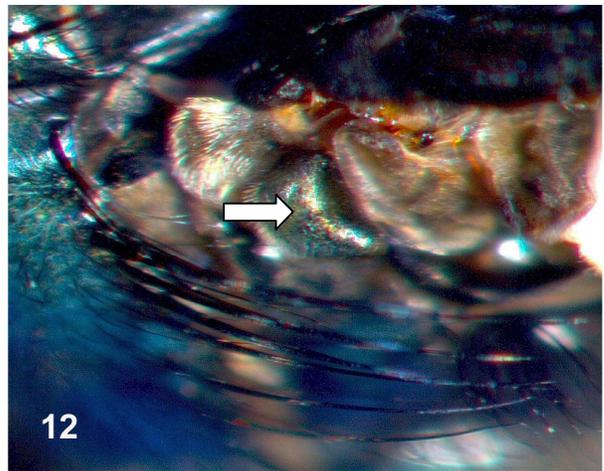
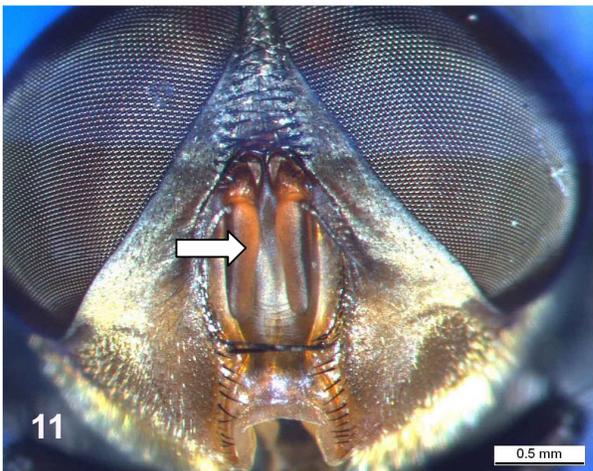
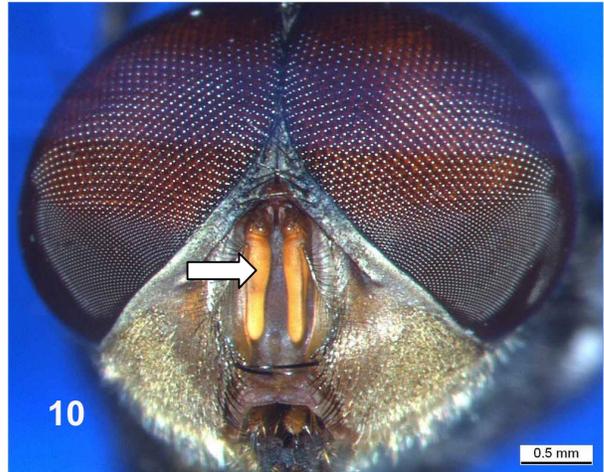
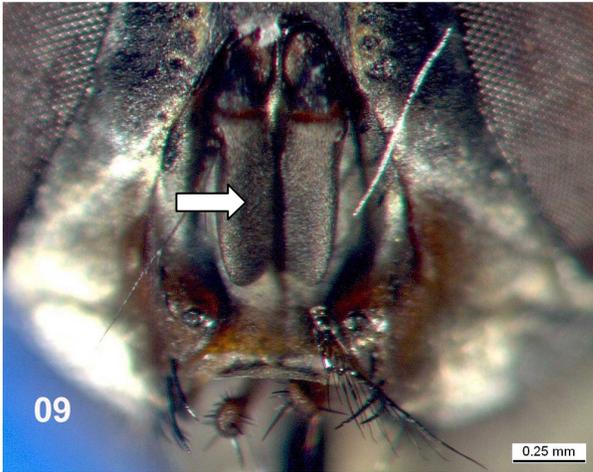
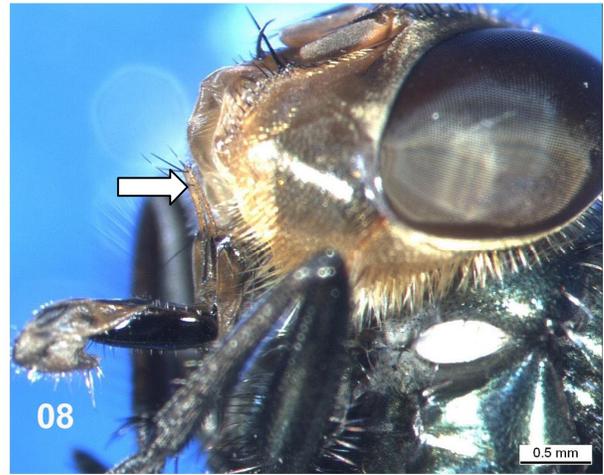
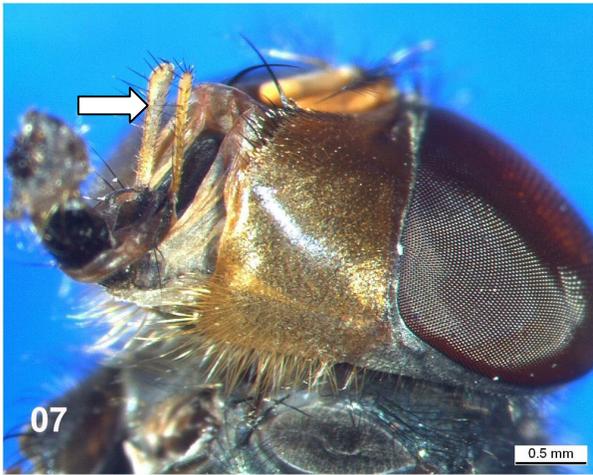
- SOUZA, C. M.; THYSSEN, P. J.; LINHARES, A. X. The effect of nandrolone decanoate on the development of three species of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae), flies of forensic importance from Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 48, p. 111-117, 2011.
- SPEIGHT, M. R.; HUNTER, M. D.; WATT, A. D. (ed). **Ecology of Insects - Concepts and Applications**. Chichester: Wiley-Blackwell, 2 ed, 2008. p. 628.
- STEVENS, J. R.; WALLMAN, J.F. The evolution of myiasis in humans and other animals in the Old and New Worlds (part I): phylogenetic analyses. **Trends in Parasitology**, v. 22, p. 129-136, 2006.
- STEVENS, J. R.; WALLMAN, J. F.; OTRANTO, D.; WALL, R.; PAPE, T. The evolution of myiasis in humans and other animals in the Old and New Worlds (part II): biological and life-history studies. **Trends in Parasitology**, v. 22, p. 181-188, 2006.
- TAN, S. W.; YAP, K. L.; LEE, H. L. Mechanical transport of rotavirus by the legs and wings of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 34, p. 527-531, 1997.
- THIELE, K.; YEATES, D. Tension arises from duality at the heart of taxonomy. **Nature**: v. 419, p. 339, 2002.
- THOMPSON, F. C. Nomenclator Status Statistics. Retrieved January, 2006, from The Diptera site. The BioSystematic Database of World Diptera. Disponível em <<http://www.sel.barc.usda.gov/Diptera/names/Status/bdwdstat.htm>>. Acesso em 10 ago. 2010.
- THYSSEN, P. J.; LESSINGER, A. C.; AZEREDO-ESPIN, A. M. L.; LINHARES, A. X. The value of PCR-RFLP molecular markers for the differentiation of immature stages of two necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae) of potential forensic importance. **Neotropical Entomology**, 34, p. 777-784, 2005.
- THYSSEN, P. J.; MORETTI, T. C.; UETA, M. T. RIBEIRO O. B. O papel de insetos (Blattodea, Diptera e Hymenoptera) como possíveis vetores mecânicos de helmintos em ambiente domiciliar e peridomiciliar. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, p. 1096-1102, 2004.
- TRIPLEHORN, C. A; JONHSON, N. F. (ed). **Borror and Delong's introduction to the study of insects**. Thomson Brooks/Cole, 7 ed, 2004. 888p.
- ULLYET, G. C. Competition for food and allied phenomena in sheep-blowfly populations. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 234, p. 77-174, 1950.
- VAN LAERHOVEN, S. L.; ANDERSON, G. S. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. **Journal of Forensic Sciences**, v. 38, p. 702-707, 1999.

- VON ZUBEN, C. J.; BASSANEZI, R. C.; DOS REIS, S. F.; GODOY, W. A. C.; VON ZUBEN, F. J. Theoretical approaches to forensic entomology: I. Mathematical model of postfeeding larval dispersal. **Journal of Applied Entomology**, v. 120, p. 379-382, 1996.
- VON ZUBEN, C. J. Zoologia aplicada: recentes avanços em estudos de entomologia forense. **Entomología y Vectores**, v. 8, p. 173-183, 2001.
- WALTER, D. E.; WINTERTON, S. Keys and the crisis in Taxonomy: extinction or reinvention? **Annual Review Entomology**, v. 52, p. 193-208, 2007.
- YEATES, D. K.; WIEGMANN, B. M. (ed.) **The evolutionary biology of flies**. New York: Columbia University Press, 1 ed, 2005. p. 430.
- YEATES, D. K.; WIEGMANN, B. M.; COURTNEY G. W.; MEIER, R.; LAMBKIN, C.; PAPE, T. Phylogeny and systematics of Diptera: Two decades of progress and prospects. **Zootaxa**, v. 1668, p. 565–590. 2007.
- ZUMPT, F. (ed). **Myiasis in man and animals in the Old World**. London: Butterworths, 1965. p. 267.

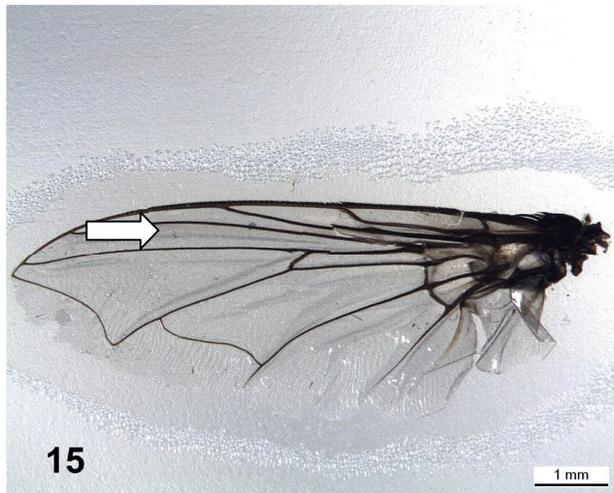
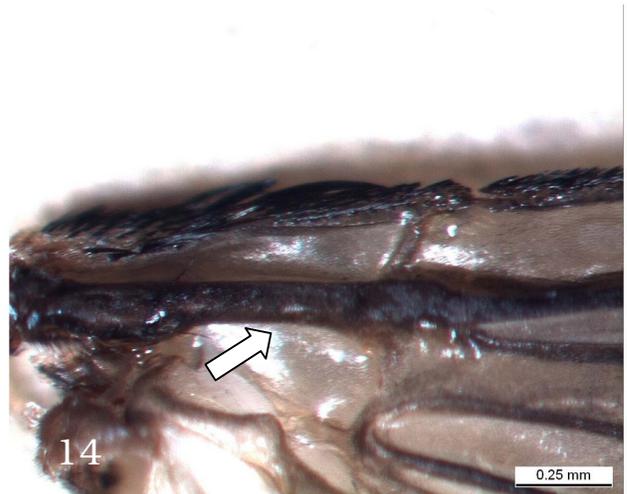
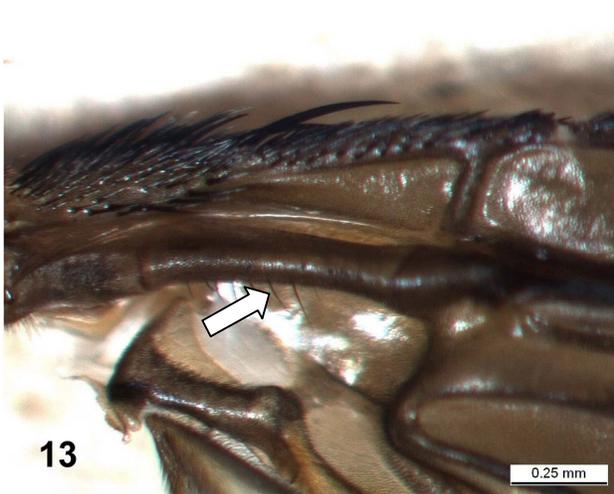
7 – ANEXO



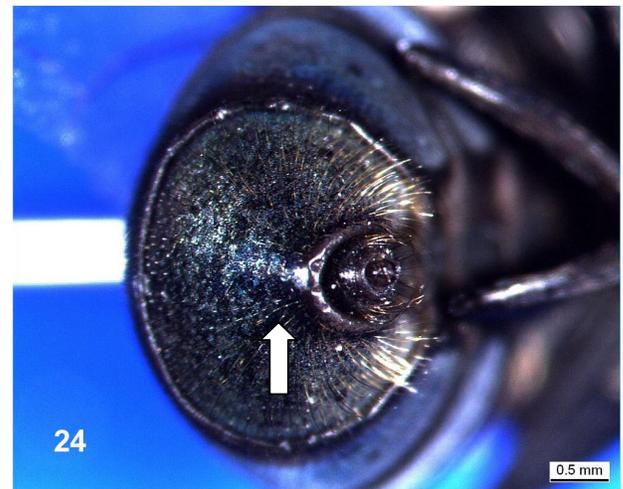
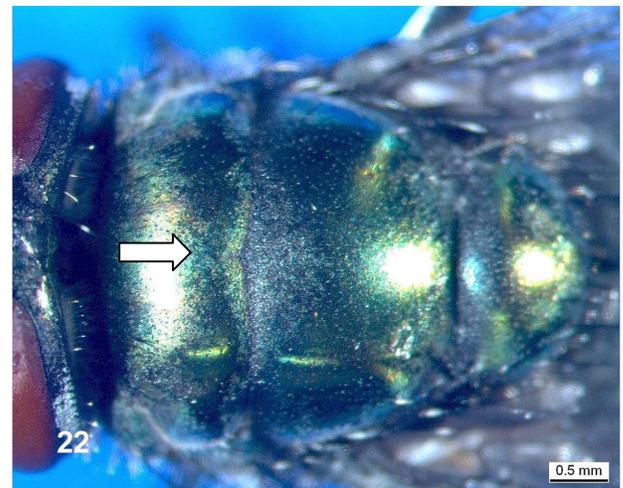
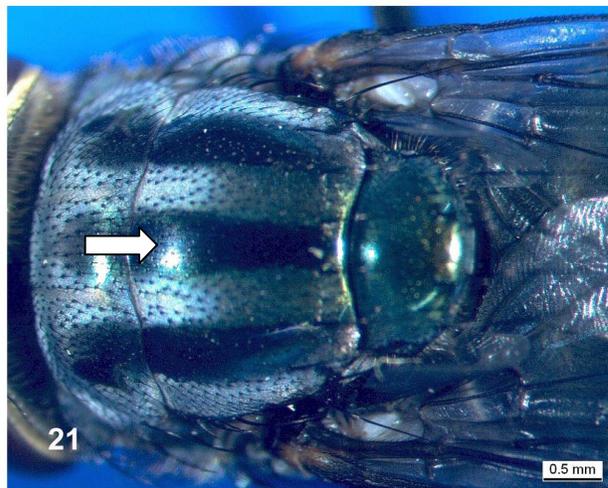
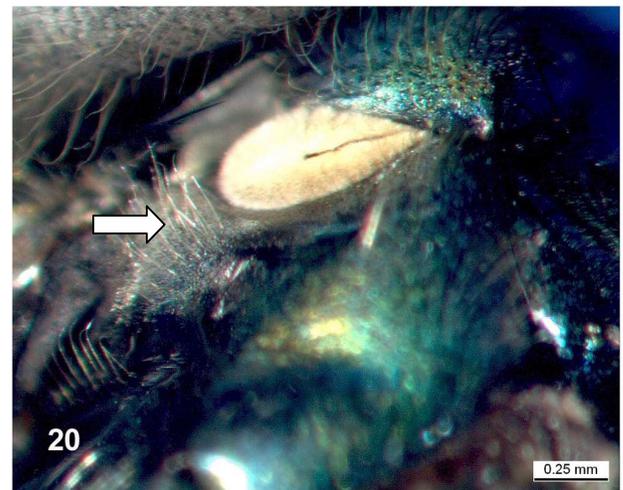
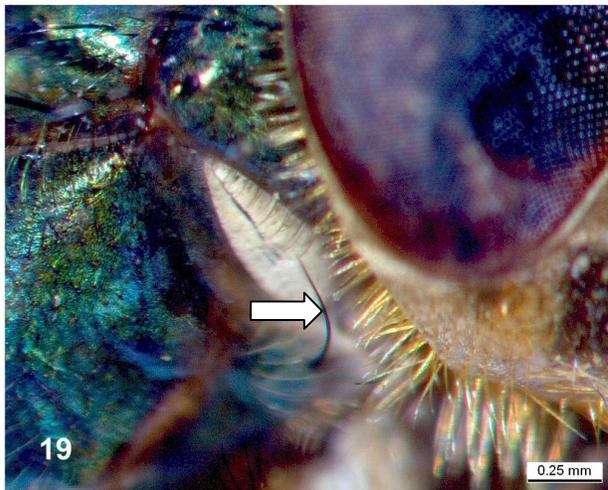
Prancha 1. Cerdas orbitais proclinadas (fêmea) (figs. 1-4): ausente (1); pequena (2); grande, mas não ultrapassa a lúnula (3); grande, segue além da lúnula (4). Facetas nos olhos (macho) (figs. 5 e 6): alargadas (5) e não alargadas (6).



Prancha 2. Palpos (figs. 7 e 8): normais e clavados (7) e curtos e filiformes (8). Cor do flagelômero I na antena (figs. 9-11): enegrecido (9), alaranjado (10) e avermelhado (11). Ampola maior reniforme (fig. 12).



Prancha 3. Face dorsal da base do rádio (figs. 13 e 14): ciliada (13) e nua (14). Manchas nas asas (figs. 15 e 16): ausente (15) e presente (16). Borda externa da caliptra inferior (figs. 17 e 18): angular (17) e arredondada (18).



Prancha 4. Cerda estigmática (figs. 19 e 20): presente (19) e ausente (20). Bandamento de faixas verticais (figs. 21 e 22): distinto (21) e sem distinção (22). Polinosidade do tergito V (figs. 23 e 24): conspícua (23) e ausente (24).

Tabela 1. Listagem de caracteres para espécies da família Calliphoridae inseridos na matriz de dados da chave interativa.

Caracteres	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CABEÇA																				
Proeminência da frente (macho)																				
normal (ou reta)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	
saliente										x			x							x
Cerdas orbitais reclinadas (macho)																				
presente										x			x							x
ausente	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	
Cerdas orbitais proclinadas (fêmea)																				
ausente				x	x	x			x											
pequena (ou fraca)			x				x	x									x	x	x	
grande, mas a ponta não ultrapassa a lúnula	x										x	x		x						
grande, com a ponta além da lúnula		x								x			x		x	x				x
Olhos																				
Facetas (macho)																				
alargadas			x		x															
não alargadas	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Palpos																				
Tamanho																				
longos (ou normais)	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
curtos							x	x												
Forma																				
filiformes							x	x												x
clavados (ou apicalmente dilatados)	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Face																				
Parafacália																				
inteiramente nua	x	x	x							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
com cílios				x	x	x	x	x	x											x
Antenas																				
Cor do flagelômero I																				
enegrecido				x		x			x					x		x				
alaranjado / amarelado			x		x					x	x	x	x		x		x	x	x	x
avermelhado	x	x					x	x												
Cor da gena																				
enegrecida	x					x								x		x				x
acastanhada															x		x			
alaranjada/amarelada			x	x	x		x	x	x	x	x	x	x					x	x	
avermelhada		x																		

Caracteres	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TÓRAX																				
Asas																				
Manchas																				
ausente	x	x		x	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	x	x
presente			x							x	x	x	x							
Nervuras																				
Nervura radial																				
Face dorsal da base do rádio (ou remígio)																				
ciliada			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x
nua	x	x												x	x	x				
Face ventral da base do rádio (ou remígio)																				
ciliada											r									x
nua	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Esclerito subcostal																				
Face ventral																				
ciliada			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x
nua	x	x												x	x	x				
Nervura costal																				
Basicosta																				
Cor (macho)																				
amarelada		x								x			x							x
alaranjada									x											
castanho-escura			x												x		x	x	x	
castanho-clara											x	x		x		x				
enegrecida	x			x	x	x	x	x												
Cor (fêmea)																				
amarelada		x						x		x			x							x
alaranjada									x											
castanho-escura			x												x		x	x	x	
castanho-clara											x	x		x		x				
enegrecida	x			x	x	x	x													
Caliptra superior																				
Superfície dorsal																				
totalmente com cerdas (ou pilosa)										?		x								
nua (macho) e cerdas longas (fêmea)										?	x								x	
nua (macho e fêmea)	x	x	x					x	x	?			x	x	x	x	x	x		x
nua com cerdas longas próximas a borda externa				x	x	x	x			?										
Caliptra inferior																				
Superfície dorsal																				
totalmente com cerdas	x	x		x	x	x				?										
nua, com cerdas no terço basal ou metade interna							x	x	x	?							x	x	x	
nua			x							?	x	x	x	x	x	x				x

Caracteres	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Cor (macho)																				
castanho-escuro	x	x	x		x										x		x		x	
branca				x		x			x			x		x		x				
esbranquiçada com manchas amarelada							x	x			x		x					x		x
Cor (fêmea)																				
castanho-escuro	x	x			x										x		x		x	
branca				x		x			x			x		x		x				
esbranquiçada com manchas amarelada			x				x	x			x		x					x		x
Borda externa																				
angular				x	x	x	x	x						x	x	x				
arredondada	x	x	x						x	x	x	x	x				x	x	x	x
Pernas																				
Cor do fêmur																				
enegrecido	x	x		x	x	x								x						
amarelado										x	x	x	x							
castanho escuro			x				x	x	x						x	x	x	x	x	x
Mesonoto																				
Cerdas acrosticais pré-suturais																				
presentes	x	x												x	x	x				x
ausentes			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	
Cerdas acrosticais pós-suturais																				
ausente																				x
1 cerda			x	x	x	x	x													
2 cerdas								x		x	x	x	x		x		x	x	x	
3 cerdas	x	x							x					x		x				
Cerdas dorsocentrais pré-suturais																				
presentes	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ausentes							x	x	x											
Coloração																				
Enegrecido com polinosidade dourada																				x
Enegrecido com polinosidade prateada	x	x																		
verde / azul metálico			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	
verde / azul metálico brilhante															x	x				
fortemente cúprica														x						
Faixas verticais (ou longitudinais)																				
com faixas (ou <i>Vittae</i>) distintas							x	x	x									x	x	x
sem faixas (ou <i>Vittae</i>) distintas	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x			

Caracteres	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Escutelo																				
Pleura + escleritos pleurais																				
Ampola maior																				
Forma																				
reniforme			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X
ovalada	X	X												X	X	X				
Cerdas																				
coberta com cerdas longas				X	X	X														
curta pubescência/nuca	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Coloração dos escleritos pleurais																				
enegrecido	X	X																		X
verde/azul metálico			X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
amarelado											X									
Cerdas catepisternais (esternopleurais)																				
1 + 1			X	X	X	X				X	X	X	X							X
2 + 1	X	X					X	X	X					X	X	X	X	X	X	
Ponte supraesquamal																				
tufo de cílios presentes														X	X	X				
tufo de cílios ausentes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Parede pós-alar																				
tufo de cílios presente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X
tufo de cílios ausente														X	X	X				
Estigma respiratório (ou espiráculo torácico)																				
Estigma anterior																				
Cor																				
claro (de branco a amarelado)		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	
escuro (de castanho escuro a enegrecido)	X				X									X	X	X	X			X
Cerda estigmática (ou cerda proepimeral)																				
presente	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ausente			X																	
Estigma posterior																				
Cor																				
amarelado										X	X		X							
castanho escuro	X	X	X	X	X	X	X					X					X	X	X	X
escurecido (enegrecido/acinzentado)								X						X	X	X				
pálido com manchas acastanhadas									X											
ABDÔMEN																				
Tergitos + Esternitos																				
Polinosidade do tergito V																				
presente (conspícua)		X						X												
ausente	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Faixas horizontais (ou transversas)																				
presentes (bem visíveis)			X	X	X															
ausentes	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Caracteres	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
coloração geral do abdômen																				
verde / azul metálico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x
verde / azul metálico brilhante															x	x				
fortemente cúprica														x						
Distribuição geográfica																				
Região																				
Sudeste	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	?
Sul	x	x	x	x	x	x	x	x	x	?	x	x	x	x	x	x	?	?	x	x
Centro oeste	?	?	x	x	x	?	x	x	?	?	x	x	?	x	x	x	x	?	x	?
Norte	?	?	x	x	x	x	x	x	?	x	x	x	?	x	x	?	x	x	x	?
Nordeste	?	?	x	x	x	x	?	x	?	?	x	x	x	x	x	?	x	x	?	?

Onde:

01= *C. lopesi*, 02= *C. vicina*, 03= *C. idioidea*, 04= *C. albiceps*, 05= *C. megacephala*, 06= *C. putoria*, 07= *C. hominivorax*, 08= *C. macellaria*, 09= *C. fulvicrura*, 10= *H. benoisti*, 11= *H. segmentaria*, 12= *H. semidiaphana*, 13= *H. souzalopesi*, 14= *L. cuprina*, 15= *L. eximia*, 16= *L. sericata*, 17= *P. fulvinota*, 18= *P. paraensis*, 19= *P. pseudolyrcea*, 20= *S. chlorogaster*, ?= caracter indeterminado; r= caracter raro.