ÂNGELO PARISE PINTO

Análise cladística de Sympetrinae Tillyard, 1917 com ênfase no grupo de armadura femoral especializada: os gêneros de ‘Erythemismorpha’ (Insecta: Odonata: Libellulidae)

São Paulo

2013

Ângelo Parise Pinto

**Análise cladística de Sympetrinae Tillyard, 1917 com ênfase no grupo de
armadura femoral especializada: os gêneros de ‘Erythemismorpha’
(Insecta: Odonata: Libellulidae)**

**A cladistics analysis of Sympetrinae Tillyard, 1917 with an emphasis in the
group of specialized femoral armature: the genera of ‘Erythemismorpha’
(Insecta: Odonata: Libellulidae)**

****Exemplar corrigido, original encontra-se depositado na biblioteca do Instituto de Biociências da USP****

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade
de São Paulo, para a obtenção de Título de Doutor em
Ciências Biológicas, na Área de Zoologia.

Orientador: prof. Dr. Carlos José Einicker Lamas

Coorientador: prof. Dr. Alcimar do Lago Carvalho

São Paulo

2013

Pinto, Ângelo Parise

Análise cladística de Sympetrinae Tillyard, 1917 com
ênfase no grupo de armadura femoral especializada: os gêneros de
'Erythemismorpha' (Insecta: Odonata: Libellulidae)
187 p.

Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da
Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia.

1. Erythemismorpha 2. Cladística 3. Homoplasia I.
Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências.
Departamento de Zoologia.

**Exemplar corrigido, original encontra-se depositado na biblioteca do Instituto
de Biociências da USP**

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Mário César Cardoso de Pinna

Prof. Dr. Marcelo Duarte da Silva

Prof. Dr. Pablo Pessacq

Prof. Dr. Taran Grant

Prof. Dr. Carlos José Einicker Lamas

Orientador

Capa: *Erythemis mithroides* (Brauer in Therese, 1900). Therese, Prinzessin von Bayern. (1900). Von Ihrer königl. hoheit der Prinzessin Therese von Bayer auf einer reise in Südamerika gesammelte insekten. II. Orthopteren. *Berliner Entomologische Zeitschrift*, 45, 253–268, prancha III.

AVISO

A presente tese é parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor na área de Zoologia, e como tal, não deve ser vista como uma publicação no senso do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (apesar de disponível publicamente sem restrições). Dessa forma, quaisquer das opiniões e hipóteses apresentadas, assim como novos nomes, não estão disponíveis na literatura Zoológica. Pessoas interessadas devem estar cientes de que referências públicas ao conteúdo deste estudo, na sua presente forma, devem somente ser feitas com aprovação prévia do autor.

NOTICE

This thesis is a partial requirement for PH. D. degree in Zoology and, as such, it should not be considered as a publication in the sense of International Code of Zoological Nomenclature (although is available without restrictions). Therefore, any new information, opinions and hypotheses, as well as new names, are not available in the zoological literature. Interested people are advised that any public references to this study, in its current form, should only be done after previous acceptance of the author.

Aos meus avós paternos Arthur (*in memoriam*) e Maria,
À minha mulher Janaína

*Nas pegadas das minhas botas, trago as ruas de Porto Alegre
E na cidade dos meus versos, o sonho dos meus amigos*

*Caminhando pelas ruas de uma cidade Americana
Eu percebo que não quero migalhas nem tampouco medalhas isso tudo é ilusão
Vendo as mesmas mentiras num país desenvolvido armado até os dentes para a guerra me dói o coração
Perceber a situação em que estamos envolvidos sem perspectivas de qualquer solução*

*É quando penso na razão que nos leva a acreditar
Que estamos mudando um país uma voz vem lá de dentro que me diz
Que o sistema no fundo é o mesmo e em nós se perpetua
E não cabe mais aqui e agora essa máquina que nos fez aprendiz de um poder vagabundo*

*E não podemos mais desperdiçar energia
Com uma vazia retórica estética amordaçando o grito de um coração
Que luta contra toda falta de perspectiva e informação do pensamento
Abatido pelos mísseis imperialistas dentro de sua própria nação
Com toda falta de cultura, sensibilidade, amor, respeito e educação*

*E fico puto ao constatar que desperdiçamos tempo parados em segredo
Bebendo num bar que nos feriu a memória e nos tirou a força humana
O único sentido de revolução de um ser, o objetivo intrínseco de um homem novo de qualquer geração
Para toda e qualquer falta de possibilidade tem que haver reação*

*E agora eu sei que o que nos ensinou a esperar inutilmente
Foi a burocracia, o misticismo e a religião, esperar por Deus, por alimento, pão
Esperar que as coisas mudem num próximo momento
E eu atento contra a culpa e o sofrimento judaico-cristão
Contra toda dúvida e medo com muita insatisfação*

*Caminhando pelas ruas de uma cidade Americana
Eu lembro o poeta Duclós que disse “estar a salvo não é se salvar”
E eu complementarmente hoje em dia se sentir salvo é esperar pela salvação E nada nos salvará
Um dia, ainda, nos aniquilarão parodiando Russians do Tting eu também diria
Então espero que os brasileiros amem muito seus filhos, de coração*

*Nas pegadas das minhas botas, trago as ruas de Porto Alegre
E na cidade dos meus versos, o sonho dos meus amigos*

Bebeto Alves, Pegadas (1987).

AGRADECIMENTOS

Essa seção é uma das mais curiosas de um trabalho de tese, considerando que o autor mescla sentimentos dos mais variados no momento em que é escrita, como o de alívio, frustração por não ter alcançado parte dos objetivos e de certo modo (mas pouco) o sentimento de dever cumprido. Obviamente, gostaria de agradecer a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desta tese; para a minha formação pessoal e profissional e em especial as seguintes pessoas e instituições listadas abaixo. Reservo o direito de não fazer referência direta a pessoas em alguns casos para poupar espaço, portanto peço desculpas por algumas pequenas omissões, saibam que vocês colaboram significativamente durante esta jornada.

A CAPES e ao programa de Pós-graduação em Zoologia pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual este trabalho não seria possível.

Aos meus orientadores Profs. Carlos J. E. Lamas e Alcimar L. Carvalho pela confiança, respeito, compreensão das dificuldades enfrentadas, assim como paciência durante os momentos mais difíceis nessa etapa final um pouco “turbulenta” da realização deste trabalho, recebam meus sinceros agradecimentos.

Aos curadores e odonatólogos que gentilmente cederam material de suas coleções: J. M. Costa (MNRJ), N. Ferreira-Jr. e J. L. Nessimian (DZRJ), D. R. Paulson, (DRP), O. S. Flint (USNM), W. Mauffray (FSCA), P. Tirenella (INHS), P. de Marco Jr. e L. Juen (UFG), M. O’Brien (UMMZ), A. Rafael (INPA), S. Casari (MZSP) e J. Muzón (ILPLA) em especial aos amigos Angelo B. M. Machado (ABMM) e Rosser W. Garrison (RWG), por não terem medido esforços para que eu tivesse acesso ao material importante, em grade parte raro, sem o qual esse trabalho não seria possível.

Aos odonatólogos, não mencionados acima, T. W. Donnelly, N. von Ellenrieder, M. L. May, H. K. Pfau, K.-D. Dijkstra, J. van Tol, G. Theischinger, J. Daigle e G. Fleck pela troca de informação sobre as mais diversas questões referentes à odonatologia.

A todos do Laboratório de Hemiptera do Museu Nacional (UFRJ) chefiado pelo Prof. Gabriel Mejdalani, pelo companheirismo, discussões acaloradas sobre cladística e descontração na hora do almoço, em especial a Raquel Carvalho pela “via de mão dupla”.

Aos amigos dipteristas (termo horrível!) do MZUSP pelo auxílio durante minha passagem pela instituição, pela amizade e troca de informações em especial ao Ramon, Julia e

Lucas. Ao Carlos que permitiu que eu tivesse livre acesso ao rico material depositado na coleção de Odonata.

Aos professores Marcelo Duarte e Sônia Casari (MZUSP) pelo auxílio durante a realização da etapa de monitoria do programa de aperfeiçoamento de ensino (PAE, não tem nada a ver com endemismo!) em sua disciplina.

A profa. C. A. Mello-Patiu, A. P. L. Giupponi e J. S. Silva pelo auxílio nas duas expedições à Reserva Ecológica de Guapiaçu em busca das larvas de *Erythemismorpha*.

Aos cladistas M. C. C. de Pinna (MZUSP) e L. C. S. Assis (UFMG) pelas discussões sobre homologia (ou homoplasia?).

Aos bromeliólogos do Museu Nacional e laboratórios agregados, Ricardo, Adriana, etc. pela companhia nas coletas e mesas de bar (alguns apenas em mesas de bar).

Aos fotógrafos que gentilmente cederam suas belíssimas imagens oriundas dos mais variados cantos do planeta, C. Cohen; D. Nys, O. Kosterin, H. Leinsinger, N. Mézière, em especial ao T. Kompier, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus familiares e amigos, meus pais Ângela e Júlio, minha irmã Paula “Neatherslands”, minha avó Maria, assim como minha madrastra Eunice, Thayana “Hobbit Lulu” e a meu sogro Abílio por todo carinho e incentivo, pela dedicação despendida na minha educação, por sempre estarem dispostos a “contribuir” quando preciso, pela amizade, “patrocínio”, confiança etc.

Finalmente à minha mulher, companheira e cúmplice Janaína, por estar ao meu lado todo esse tempo, pela imensa (nem tanto) paciência com meu modo de encarar a vida, em minha insistência com discussões sobre libélulas e cladística, saiba que grande parte desse trabalho é dedicada a você.

RESUMO

Libellulidae compreende a maior família de Anisoptera com mais de mil espécies, sendo uma das mais abundantes de Odonata. As investigações do padrão de relacionamento filogenético entre os gêneros dessa família têm sido demonstradas complexas, com hipóteses largamente divergentes, sendo as análises consideradas complicadas. Nesse trabalho é apresentada pela primeira vez uma análise cladística de uma de suas maiores subfamílias ‘Sympetrinae’ baseada em 171 caracteres morfológicos de adultos com ênfase no grupo com a armadura femoral especializada (Erythemismorpha) que contém os gêneros *Acisoma*, *Carajathemis*, *Cyanothemis*, *Erythemis*, *Porpax*, *Rhodopygia*, *Rhodothemis* e *Viridithemis*. Representantes de quase todas as subfamílias de Libellulidae, assim como de todos os gêneros de ‘Sympetrinae’ foram incluídos, totalizando 69 táxons terminais. Essa ampla amostragem objetivou testar de modo robusto o monofiletismo de Erythemismorpha e identificar grupos monofiléticos em ‘Sympetrinae’. Duas análises diferentes foram executadas uma com a parcimônia de Fitch e outra a de Sankoff, ambas com diferentes esquemas de ponderação de caracteres. A parcimônia de Sankoff foi utilizada para minimizar a influência dos “gaps” e demonstrou ser inapropriada para cálculos de índices de estabilidade com técnicas de reamostragem devido às exigências computacionais. Erythemismorpha foi demonstrado monofilético e além dos gêneros previamente citados inclui pelo menos *Erythrodiplax castanea*. Os gêneros *Rhodothemis*, *Rhodopygia* e *Acisoma* também tiveram suas hipóteses de monofiletismo suportadas, enquanto *Erythemis* demonstrou ser parafilético em quase todas as árvores contrariando resultados anteriores. A maior parte dos nós internos de Erythemismorpha é inconclusiva, no entanto *Cyanothemis* + *Porpax*, assim como *Carajathemis* + *Rhodopygia* apresentaram suporte alto. A composição completa de Erythemismorpha permanece em aberto e dados de outras fontes devem ser incorporados. Também são discutidos extensivamente alguns conceitos equivocados sobre homoplasia e suas implicações em relação aos caracteres da venação alar em Anisoptera, advogando em favor da prevalência do padrão sobre o processo no paradigma da cladística. Defende-se homoplasia como um erro, um erro no estabelecimento da homologia primária, portanto, convergência reversão e conceitos similares, ligados ao processo e fortemente dependes de hipótese *ad hoc* não são concretos e tampouco observados no mundo real.

Palavras-Chave. Libélulas, filogenia, Erythemismorpha, Homologia, Libellulidae.

ABSTRACT

Libellulidae comprises the largest family of Anisoptera with more than a thousand of species and one of the most abundant among dragonflies' families. The investigations of its phylogenetic pattern of relationships, especially among their genera have been shown complex, with widely divergent hypotheses, and considered tricky. A first cladistic analysis of 'Sympetrinae' based on 171 characters from adults morphology, with an emphasis on the 'armed leg group' (Erythemismorpha) including the genera *Acisoma*, *Carajathemis*, *Cyanothemis*, *Erythemis*, *Porpax*, *Rhodopygia*, *Rhodothemis* and *Viridithemis* is presented here. Representatives of almost all Libellulidae subfamilies, as well as all genera of 'Sympetrinae' were also included, summing up a total of 69 terminal taxa. This broad sampling aimed to provide a strong test to hypothesis of monophyly of Erythemismorpha and identify monophyletic groups in 'Sympetrinae'. Two different analyzes were performed, each Fitch and Sankoff parsimony, both with distinct weighting schemes. The Sankoff parsimony was adopted to minimize the influence of 'gaps' on the results, but proved be inappropriate for to obtain stability indexes with resampling techniques, due to the high cost of computational requirements. Erythemismorpha was shown be monophyletic and further than to those genera previously cited, also includes, at least *Erythrodiplax castanea*. The genera *Acisoma*, *Rhodothemis*, and *Rhodopygia* were has each their hypotheses of monophyly also supported by the analyses performed here, however *Erythemis* showed be paraphyletic in almost all trees contradicting previous results. Almost all of the internal nodes of Erythemismorpha are inconclusive, however *Cyanothemis* + *Porpax*, as well as *Carajathemis* + *Rhodopygia* presents both high support. The entire composition of Erythemismorpha still open, pending the inclusion of other data sources. Also was discussed the misconceptions about homoplasy and its implications on venational characters of Anisoptera dragonflies. Is advocated the already discussed prevalence of pattern over process in cladistics paradigm. Homoplasy in cladistics is an error, more precisely an error of establishment of homologues (primary homology), thus convergence, reversal and similar terms are process tied ad hoc hypotheses over a pattern of inclusive hierarchy and not is concrete neither observable in real world.

Keywords. Dragonflies, phylogeny, Erythemismorpha, Homology, Libellulidae.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. OBJETIVOS.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
Material estudado.....	16
Procedimentos gerais e terminologia	17
Termos cladísticos.	19
Termos morfológicos.....	20
Amostragem taxonômica	20
Análise cladística	22
Descrição dos Comandos.....	28
4. BREVE HISTÓRICO DA FILOGENIA E CLASSIFICAÇÃO DE ODONATA COM ÊNFASE EM ‘ERYTHEMISMORPHA’	34
5. NOMENCLATURA DOS GÊNEROS <i>ERYTHEMIS</i> , <i>LEPTHEMIS</i> E <i>MESOTHEMIS</i>	44
6. VENAÇÃO ALAR, CLASSIFICAÇÃO E HOMOPLASIA	59
Existem verdadeiros sistemas de classificações para Odonata?	61
A “Natureza” homoplástica dos caracteres da venação alar	63
Considerações finais.....	70
7. ANÁLISE CLADÍSTICA DE SYMPETRINAE S.L.COM ÊNFASE EM ERYTHEMISMORPHA.....	73
Introdução	73
Resultados e discussão	73
Relação dos Caracteres	73
Análise Cladística.....	94
Erythemismorpha.....	104
8. DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES.....	115
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
APÊNDICE 1. RELAÇÃO COMPLETA DO MATERIAL EXAMINADO	131
APÊNDICE 2. MATRIX DE DADOS	156
APÊNDICE 3. FOTOGRAFIAS DAS ESPÉCIES DE ERYTHEMISMORPHA.....	159
ANEXOS. ARTIGOS PUBLICADOS DURANTE O DOUTORADO COMO PRIMEIRO AUTOR	163

1. INTRODUÇÃO GERAL

Odonata reúne os insetos popularmente conhecidos como libélulas, são importantes predadores em uma grande variedade de ambientes de água doce e devido à facilidade de observação no campo se tornaram organismos modelos para pesquisas comportamentais, ecológicas e evolutivas (Corbet 1999; Córdoba-Aguilar 2008). Suas espécies, as quais exibem voo elegante e cores vistosas, possuem grande apelo popular principalmente no hemisfério norte onde guias de campo e manuais são relativamente comuns e de interesse do público leigo em geral (*e.g.* Needham *et al.* 2000).

São insetos hemimetabólicos com a fase juvenil aquática e a adulta terrestre (Corbet 1999). Os imaturos passam por oito a dezoito estádios até a emergência (Corbet 2002). Desenvolvem-se predominantemente em ambientes dulçaquícola típicos, lóticos e lênticos, desde pequenos locais com acúmulo de água pluvial, como em reservatórios nas bacias de Bromeliaceae até grandes rios (*cf.* Corbet 1999; Clausnitzer & Lindeboom 2002). Algumas espécies desenvolvem-se em áreas de água salobra (Dunson 1980) ou mesmo em ambiente terrestre, vivendo sob a camada de serapilheira no interior de florestas úmidas (Watson 1982). O número de gerações por ano, *i.e.* voltinismo, é variável e considerado inversamente proporcional à latitude de ocorrência das espécies podendo ser bi ou multivoltinas nos trópicos, enquanto univoltinas, semivoltinas e partivoltinas nas regiões temperadas do globo (Corbet *et al.* 2005).

Os adultos são predominantemente heliófilos, comumente encontrados em áreas abertas com alta incidência solar (Corbet 1999). Algumas espécies são crepusculares (Garrison *et al.* 2006) ou até mesmo noturnas (Corbet 1999). Tanto as larvas como os adultos são predadores vorazes, generalistas, e devido eventualmente se alimentarem de insetos prejudiciais aos seres humanos, são considerados de modo geral benéficos. São reconhecidos como exímios voadores, geralmente capturam suas presas em voo com auxílio de suas pernas raptorais providas de espinhos especializados (Corbet 1999).

Estima-se que existam 5600 espécies atuais, distribuídas em todas as regiões biogeográficas, sendo as regiões Neoguineana, Neotropical e Oriental com o maior número de espécies (Kalkman *et al.* 2008). Apesar de comparativamente possuir um menor número de espécies que as ordens megadiversas de Holometabola, sua posição singular na filogenia de Pterygota torna o estudo dessa ordem chave para compreensão da evolução dos insetos (Ogden & Whiting 2003; Simon *et al.* 2009; Ballare & Ware 2011), já que pertence a uma das

primeiras linhagens a divergir do ramo principal dos insetos alados, sendo o fóssil mais antigo datado entre o Permiano Superior e Jurássico Inferior, há cerca de 250 e 208 milhões de anos (Ma) (Grimaldi 2001).

A presente tese se refere em sua maior extensão à análise cladística da subfamília ‘Symptetrinae’ incluída em Libellulidae, a mais rica da subordem Anisoptera. Está dividida em Capítulos que correspondem a documentos integrais ou parciais, os quais se referem a artigos publicados, submetidos e ou em preparação. A leitura dos Capítulos 2–3 é obrigatória, pois detalham os objetivos, assim como os métodos e procedimentos gerais adotados nos capítulos subsequentes. No Capítulo 4 é apresentado um breve histórico dos estudos taxonômicos e filogenéticos do grupo aqui estudados, contextualizando o estudo, em seguida no Capítulo 5 um artigo em sua forma completa sobre a nomenclatura de um dos gêneros analisados é também apresentado. No Capítulo 6 é realizada uma ampla discussão de aspectos teóricos envolvendo os conceitos de homoplasia e classificação, sendo destacado que muitos dos conceitos têm sido aplicados de modo equivocado.

O Capítulo 7 se refere ao conteúdo principal da tese em que uma análise cladística de ‘Symptetrinae’ com ênfase em Erythemismorpha é apresentada e discutida. Seguido pelas conclusões e referências de todos os capítulos exceto desse.

Referências

- Ballare, E. F. & Ware, J. L. (2011). Dragons fly, biologists classify: an overview of molecular odonate studies, and our evolutionary understanding of dragonfly and damselfly (Insecta: Odonata) behavior. *International Journal of Odonatology*, 14, 137–147.
- Clausnitzer, V. & Lindeboom, M. (2002). Natural history and description of the dendrolimnetic larva of *Coryphagrion grandis* (Odonata). *International Journal of Odonatology*, 5, 29–44.
- Corbet, P. S. (1999). *Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata*. Ithaca: Cornell University Press.
- Corbet, P. S. (2002). Stadia and growth ratios of Odonata: a review. *International Journal of Odonatology*, 5, 45–73.
- Corbet, P. S., Suhling, F. & Soendergerth, D. (2005). Voltinism of Odonata: a review. *International Journal of Odonatology*, 9, 1–44.
- Córdoba-Aguilar, A. (2008). *Dragonflies and Damselflies: Model organisms for ecological and evolutionary research*. Oxford: Oxford University Press.

- Dunson, W. A. (1980). Adaptations of nymphs of a marine dragonfly, *Erythrodiplax berenice*, to wide variations in salinity. *Physiological Zoology*, 53, 445–452.
- Grimaldi, D. (2001). Insect evolutionary history from Handlirsch to Hennig, and beyond. *Journal of Paleontology*, 75, 1152–1160.
- Garrison, R.W., von Ellenrieder, N. & Louton, J. A. (2006). *Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Anisoptera*. Baltimore: The John Hopkins University Press.
- Kalkman, V. J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K.-D.B., Orr, A. G., Paulson, D. R. & van Tol, J. (2008). Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 351–363.
- Needham, J. G., Westfall Jr., M. J. & May, M. L. (2000). *Dragonflies of North America*. Gainesville: Scientific Publishers.
- Ogden, H. T. & Whiting, M. F. (2003). The problem with ‘‘the Paleoptera Problem:’’ sense and sensitivity. *Cladistics*, 19, 432–442.
- Simon, S., Strauss, S., von Haeseler, A. & Hadrys, H. (2009). A Phylogenomic Approach to Resolve the Basal Pterygote Divergence. *Molecular Biology and Evolution*, 26, 2719–2730.
- Watson, J. A. L. (1982). A truly terrestrial dragonfly larva from Australia (Odonata: Corduliidae). *Journal of the Australian Entomological Society*, 21, 309–311.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho é contribuir para a compreensão do padrão evolutivo em Libellulidae por meio da realização de análises filogenéticas da subfamília ‘Sympetrinae’, os objetivos listados abaixo correspondem aos específicos:

1. Estudar a nomenclatura dos gêneros de Erythemismorpha;
2. Realizar um estudo comparativo da morfologia externa de Sympetrinae para incluir em uma análise cladística;
3. Testar o monofiletismo da ‘Sympetrinae’ com a inclusão de pelo menos um representante de cada gênero da subfamília e assim identificar grupos monofiléticos;
4. Testar o monofiletismo dos gêneros *Acisoma* Rambur, 1842, *Erythemis* Hagen, 1861, *Rhodopygia* Kirby, 1889 e *Rhodothemis* Ris, 1909;
5. Propor hipóteses de relacionamento entre as espécies dos gêneros de Libellulidae com armadura femoral especializada, o grupo Erythemismorpha *sensu* Pinto & Carvalho (em prep.), mais os gêneros monotípicos *Cyanothemis* Ris, 1915, *Carajathemis* Machado, 2012 e *Viridithemis* Fraser, 1960;
6. Avaliar o nível de relacionamento do gênero *Porpax* Karsch, 1896 (‘Brachydiplacinae’) com o grupo estudado (Erythemismorpha);

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os métodos, procedimentos e termos descritos nesta seção se referem a todos os capítulos subsequentes. A partir desse as referências serão relacionadas separadamente no final da tese, com exceção do Capítulo 5, com a nomenclatura do gênero *Erythemis* Hagen, 1861 em que segue o formato original como publicado.

MATERIAL ESTUDADO

Os espécimes examinados (total de 1205) estão depositados nas instituições relacionadas abaixo, com seus respectivos acrônimos, curadores e, quando disponível, também são fornecidos os endereços eletrônicos permanentes no formato *Life Science Identifier* (LSID) utilizado na base de dados digital *Biodiversity Collections Index* (BCI). Um resumo dos espécimes utilizados no estudo morfológico, com suas respectivas coleções de depósito, dados de procedência são fornecidos na Tabela 1, a lista completa com maior detalhamento pode ser consultada no Apêndice 1.

- ABMM – Coleção particular Angelo B. M. Machado, Belo Horizonte, MG, Brasil (Angelo B. M. Machado registro Universidade Federal de Minas Gerais, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:35287>);
- DRP – Coleção particular Dennis R. Paulson, Seattle, WA, E.U.A. (Dennis R. Paulson, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:33253>);
- DZRJ – Coleção Entomológica Prof. José Alfredo Pinheiro Dutra, Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (Jorge L. Nessimian e Nelson Ferreira-Jr., <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:35135>);
- FSCA – Florida State Collection of Arthropods/International Odonata Research Institute, Gainesville, FL, E.U.A. (William Mauffray, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:1021>);
- INHS – Illinois Natural History Survey, Champaign, IL, E.U.A. (Paul Tirenella, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:33527>);
- INPA – Instituto Nacional de pesquisas Amazônicas, Manaus, AM, Brasil (J. A. Rafael, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:33531>);

- MNRJ – Departamento de Entomologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (Janira M. Costa, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:33870>);
- MZSP – Serviço de Invertebrados, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, SP, Brasil (Sônia Casari, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:33949>);
- RWG – Coleção particular Rosser W. Garrison, Sacramento, CA, E.U.A. (Rosser W. Garrison, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:34234>);
- UFG – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil (Paulo de Marco Jr.);
- UMMZ – University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor, MI, E.U.A. (Mark O'Brien, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:34475>);
- USNM – National Museum of Natural History, Smithsonian Institute, Washington, D.C., E.U.A. (Oliver S. Flint, <http://biocol.org/urn:lsid:biocol.org:col:1019>).

PROCEDIMENTOS GERAIS E TERMINOLOGIA

A nomenclatura geral da morfologia foi baseada em Asahina (1954) e Garrison *et al.* (2006), exceto para os nomes específicos aqui introduzidos. A terminologia da venação alar segue o sistema proposto por Riek & Kukalová-Peck (1984) incorporando as modificações posteriores as quais estão resumidas em Fleck *et al.* (2003) exemplificada na Fig. 1. Devido às dificuldades expostas por Pinto & Lamas (2011) para o estabelecimento de declarações seguras de homologia primária (“homologização”) para as estruturas da *vesica spermalis* em Libellulidae *s.s.* (excluindo todos os táxons de Corduliidae *s.l.*) utilizando a terminologia proposta por Pfau (1971, 2005, 2011), adotamos provisoriamente os termos propostos por Miller (1990, 1991) o qual essencialmente corresponde ao mesmo sistema utilizado por Kennedy (1922, 1923) e Borror (1931, 1942), apesar dessa terminologia aparentemente não possuir correspondência com as estruturas “homólogas” em outras famílias (*cf.* Pinto & Lamas 2011). Os termos aqui empregados estão exemplificados na Fig. 2.

A *vesica spermalis* é a principal estrutura da genitália secundária a qual está diretamente ligada à cópula. Essa estrutura exclusiva de Odonata é extremamente complexa em Anisoptera, com um intrincado sistema hidráulico, o qual permite a inflação e deflação controlada de seus mais variados lobos (Pfau 2011), atuando em uma função similar ao edeago encontrado nas demais ordens de Insecta. Muitas de suas estruturas são apenas observadas quando o órgão está completamente inflado. Para os estudos comparativos realizados nesse trabalho os espécimes foram relaxados com algumas gotas de solução de

Figura 1. Asas de Erythemismorpha. a, *Erythemis credula* (Hagen, 1861); b, *Rhodothemis rufa* (Rambur, 1842); c, *Acisoma panorpoides panorpoides* Rambur, 1842. Sistema de abreviaturas segue Riek & Kukalová-Peck (1984) com modificações *sensu* Fleck *et al.* (2003).

amônia a 10% diretamente sobre o ventre do S2–3, sendo extraída juntamente com o esternito do S3 com o auxílio de agulhas histológicas, após foi macerada em solução de hidróxido de potássio (KOH a 10%) a temperatura ambiente por 12–72 horas. Posteriormente imersa em água por alguns minutos, seguida por uma solução contendo algumas gotas de ácido acético glacial para o tamponamento do processo. Geralmente a *vesica spermalis* infla após esse procedimento provavelmente devido à pressão osmótica (*cf.* Santos 1945). Após o exame, as estruturas foram armazenadas em pequenos frascos cilíndricos de vidro contendo glicerol ($C_3H_8O_3$) e mantidas no interior do envelope de seu respectivo exemplar.

Caracteres estabelecidos com base nas estruturas da *vesica spermalis* têm sido amplamente utilizados em diversos estudos taxonômicos, muitas vezes como decisivos para a definição do status taxonômico de populações (*e.g.* Borror, 1942), além disso, mais recentemente, foram utilizados em análises filogenéticas em detrimento a outras fontes de dados como da venação alar (*e.g.* Pilgrim & von Dohlen 2012). No entanto, possui grande plasticidade dificultando significativamente a correspondência entre suas estruturas (*cf.* Miller 1991; Pfau 2011; Pinto & Lamas 2011). Embora seja útil e apresente sinal filogenético em diferentes níveis, devido a essa plasticidade Miller (1991, p. 69) considerou como “*poor guide to phylogenetics relationships*”. Portanto, algumas das estruturas aqui descritas podem ter sido erroneamente interpretadas, já que a maioria dos exemplares foi observada apenas em seu estado de repouso o que impede a visualização de algumas articulações e consequentemente dos respectivos lobos. Como destacado anteriormente por Pinto & Lamas (2011) estudos mais abrangentes devem ser realizados em Libellulidae para que hipóteses de homologia com base nas estruturas da *vesica spermalis* sejam propostas com maior segurança.

Todas as medidas e as ilustrações foram elaboradas com o auxílio de um estereomicroscópio Zeiss V6 aumento de 80x, equipado com uma câmara clara, arte-finalizadas em nanquim sobre papel vegetal e posteriormente digitalizadas e organizadas em pranchas. As abreviaturas abaixo mencionadas foram utilizadas ao longo do texto.

TERMOS CLADÍSTICOS.

Os termos foram preferencialmente utilizados em língua portuguesa conforme Amorim (2002), quando isso não foi possível se manteve no idioma original. No entanto as abreviaturas seguem as formas já consagradas em revistas especializadas. Uma exceção é o termo monofilia que é utilizado de modo inconsistente ao longo do livro de Amorim (2002, p. 46) e se optou pelo conceito do glossário em que é defendido o emprego do termo monofiletismo (p. 149). BSG = reamostragem Poisson (*bootstrap*) demonstrada em frequência relativa GC (grupo presente e contraditório); ch = caráter; CI = índice de

consistência total; ci = índice de consistência específico do caráter; EW = peso igual; IW = peso implicado; RB = suporte de Bremer relativo; MPT(s) = para árvore(s) mais parcimoniosa(s); PF = parcimônia de Fitch; PS = parcimônia de Sankoff; SR = reamostragem simétrica (*jackknife*) demonstrada em frequência absoluta; SRG = reamostragem simétrica (*jackknife*) demonstrada em frequência relativa GC (grupo presente e contraditório); K = constante de concavidade; RI = índice de retenção total; ri = índice de retenção específico de um caráter.

TERMOS MORFOLÓGICOS.

Ax = veias transversais antenodais; Fw = asa anterior; Hw = asa posterior; LC = carena lateral abdominal; Px = veias pós-nodais transversais; pt = pterostigma; S1–10 = segmentos abdominais 1–10; TC = carena transversa abdominal; VC = carena ventral; VS = *vesica spermalis*; V1–4 = segmentos da *vesica spermalis*.

AMOSTRAGEM TAXONÔMICA

A lista completa das espécies selecionadas, com a respectiva indicação dos táxons do grupo-externo e grupo-interno é apresentada na Tabela 1. Assim, como será mencionado no capítulo seguinte, não há uma classificação, seja ela filogenética ou não, confiável para Libellulidae e, dessa forma, a disposição sistemática em subfamílias foi baseada no catálogo de Bridges (1994), embora diversas análises demonstrem a maioria como agrupamentos não monofiléticos (Ware *et al.* 2007; Fleck 2008; Pilgrim & von Dohlen 2008). O status dos nomes específicos segue preferencialmente Garrison (2009) para as espécies com ocorrência para o Novo Mundo e para as demais regiões a base de dados digital “*Taxonomy [Odonata]*” (<http://www.odonata.info/get?alias=odonata>) mantida por Dr. Jan van Tol ao invés do catálogo do Bridges (1994) que se encontra desatualizado. A exceção do status dos nomes subespecíficos que refletem o julgamento taxonômico do próprio autor, sendo mencionados apenas quando há clara distinção entre as subespécies descritas ou para destacar que os espécimes utilizados se referem à espécie nominal.

Um total de 69 táxons terminais foi incluído neste estudo, representando todos os 23 gêneros atualmente incluídos em ‘Sympetrinae’ (Fraser 1957; Davies & Tobin 1985; Bridges 1994). Apenas para os gêneros monotípicos *Viridithemis* Fraser, 1960 e *Nothodiplax* Belle, 1984 unicamente dados disponíveis na bibliografia e algumas fotografias foram utilizadas, já que os poucos exemplares conhecidos pertencem as suas respectivas série-tipo, estando indisponíveis para o presente estudo.

Figura 2. *Vesica spermalis* de *Erythemismorpha*, em vista lateral (a, c) e dorsal (b, d). a–b. *Erythemis peruviana* (Rambur, 1842); c–d. *Rhodothemis lieftincki* Fraser, 1954. Ca, capuz; Cu, cornua; Di, dobra interna do lobo lateral; La, lobo apical; Li, lobo interno; LL, lobo lateral; MP, processo mediano; Pl, processo lateral; Pp, processo paramediano; Qu, quilha do capuz; V1–V4 segmentos da *vesica*.

Devido a grande incerteza sobre o relacionamento filogenético entre os gêneros de Libellulidae, adicionalmente, espécies pertencentes às demais 11 subfamílias foram também amostradas, exceto Onychothemistinae que incluí apenas o gênero-tipo, o qual aparentemente é relacionado aos gêneros *Zygonyx* Selys in Hagen, 1867 (trópicos do Velho Mundo), *Elasmothermis* Westfall, 1988 e *Orionothemis* Fleck, Hamada & Carvalho, 2009 (Neotropical) (cf. Fleck *et al.* 2009) uma linhagem aqui representada por duas espécies, *i.e.* *Zygonyx ida* Selys, 1860 e *Elasmothermis cannaerioides* (Calvert, 1906). A composição dos táxons terminais foi configurada para permitir um teste robusto ao monofiletismo de Erythemismorpha bem como permitir uma avaliação preliminar de suas relações com outros gêneros, assim, representantes dos gêneros *Porpax* Karsch, 1896, *Nannothemis* Brauer, 1868 e *Nannophya* Rambur, 1842 de ‘Brachydiplacinae’, foram também selecionados com base na possível relação filogenética próxima a ‘Erythemismorpha’ (Ris 1911; Lohmann 1984; Fleck 2004; Pilgrim & von Dohlen 2007; Ware *et al.* 2007), bem como devido a sua semelhança morfológica. Sempre que possível foram incluídas pelo menos duas espécies de cada gênero de ‘Sympetrinae’. Para os gêneros de Erythemismorpha tentou-se incluir o maior número de espécies possível, sendo que a totalidade das espécies de *Erythemis* Hagen, 1861 (10 spp.), *Rhodopygia* Kirby, 1889 (5 spp.) e os monotípicos *Carajathemis* Machado, 2012 e *Cyanothemis* Ris, 1915, assim como quatro das cinco espécies de *Acisoma* Rambur, 1842 e três das quatro espécies de *Rhodothermis* Ris, 1909 foram amostradas. A raiz foi inserida no ramo de *Miathyria marcella* (Selys in Sagra, 1857) desde que espécies deste gênero são consideradas distantes filogeneticamente aos gêneros aqui analisados (Pilgrim & von Dohlen 2007; Ware *et al.* 2007) e, portanto, uma posição confiável para o posicionamento da raiz. O grupo-externo, que inicialmente poderia incluir todos os terminais os quais potencialmente não pertencem a Erythemismorpha, foi alterado para permitir a discussão de alguns dos relacionamentos aqui obtidos, assim, além de *M. marcella* também foram consideradas como grupos-externos as duas espécies de *Macrodiplax* Brauer, 1868, gênero o qual Fraser (1957) considerou como uma família, *i.e.* Macrodiplactidae (*sic.*), a parte de Libellulidae.

ANÁLISE CLADÍSTICA

As declarações (proposição de caracteres) iniciais de homologia (homologia primária *sensu* De Pinna 1991) foram estabelecidas seguindo o referencial teórico detalhadamente discutido por Fitzhugh (2006), em que um caráter é considerado inseparável de seus estados. No entanto, com a intenção de reduzir o comprimento das descrições dos caracteres optou-se

por separar o “caráter” de seu “estado”. Portanto o caráter “Margem posterior do epiprocto da fêmea em vista dorsal” e o estado “com uma concavidade central, dividindo-a em dois lobos” devem originalmente ser compreendidos como pertencentes à mesma sentença, da seguinte forma “Margem posterior do epiprocto da fêmea em vista dorsal com uma concavidade central, dividindo em dois lobos”. Os dados morfológicos foram codificados em uma matriz de táxons por caracteres com auxílio do programa NEXUS Data Editor 0.5.0 (Page 2001) e exportados como arquivos do no formato NONA/Piwe e manualmente editados para serem lidos de modo adequado no programa TNT referido abaixo. A matriz de dados será futuramente depositada na base digital TreeBASE (<http://treebase.org/>), assim que o artigo referente for aceito para a publicação.

As análises foram realizadas utilizando o programa TNT versão 1.1 (novembro de 2012, Goloboff *et al.* 2008a) com algumas buscas complementares no PAUP* versão 4.0 beta 10 (Swofford 1998), especialmente para comparar as reconstruções mais parcimoniosas. Uma análise “simultânea” irrestrita aplicando a parcimônia cladística (*sensu* Farris 1983) foi realizada, com a polarização dos caracteres determinada após o enraizamento (*cf.* Nixon & Carpenter 1993a). Durante todas as estratégias de busca apenas árvores estritamente suportadas pelos dados foram investigadas, assim nós espúrios com comprimento mínimo igual a zero foram colapsados em todas as árvores (Nixon & Carpenter 1996a). Os dados ausentes, seja devido à falta, inadequação do material, ou mesmo dúvida quanto sua correspondência, foram representados com “?” e aqueles não comparáveis com “–” na matriz de conjunto de dados (Apêndice 2). Embora não tenha sido feito nenhum esforço para detectar todas as autapomorfias, as mesmas foram incluídas na matriz de dados quando observadas como resultado da investigação cladística (Yeates 1992), porém, não computados para o cálculo do valor total do índice de consistência como discutido por Bryant (1995).

Os caracteres foram tratados como não ordenados (parcimônia de Fitch 1971) e com pesos iguais numa primeira aproximação, e os resultados comparados através do consenso estrito (Sokal & Rohlf 1981). A ponderação implicada (IW, Goloboff 1993) aplicando diferentes valores para a constante de concavidade (K) agindo como uma ‘análise de sensibilidade’ (Wheeler 1995; Goloboff *et al.* 2008b; porém veja Grant & Kluge 2005 para um ponto de vista distinto) foi executada para determinar a hipótese primária de relacionamento discutida aqui. A decisão de qual valor de K a ser utilizado deve ser baseada na matriz de dados (*cf.* Goloboff 1993; Goloboff *et al.* 2008b; Mirande 2009), mesmo que

Figura 3. *Vesica spermalis* (V3–V4) de *Erythemismorpha* em vista dorsal. a, *Carajathemis simone* Machado, 2012; b, *Rhodopygia cardinalis* Erichson, 1848; c, *Rhodopygia hollandi* Calvert, 1907; d, *Erythrodiplax castanea* (Burmeister, 1839); e, *Erythemis attala* (Selys in Sagra, 1857); f, *Acisoma trifidum* Kirby, 1889; g, *Rhodothemis rufa* (Rambur, 1842); h, *Cyanothemis simpsoni* Ris, 1915; i, *Erythemis simplicicollis* (Say, 1840).

para isso um método adequado ainda não tenha sido largamente utilizado. Porém, Goloboff *et al.* (2008b, p. 767) sugerem uma fórmula¹ em que esse valor pode ser calculado e destacam um valor de K entre 5 e 16, aqui se optou por K = 15 como a principal hipótese de relacionamento.

A utilização de pesos distintos têm sido controversa na literatura cladística sendo os oponentes a adoção desse critério tão eloquente quanto seus defensores (*e.g.* Carpenter 1988; Bryant 1989; Goloboff 1993, 1995; Turner & Zandee 1995, Farris 2001; Grant & Kluge 2005, Goloboff *et al.* 2008b). Não há intenção alguma de discutir novamente estes argumentos aqui, mas apenas justificar a preferência pela hipótese obtida usando IW. De um modo simples, a ponderação diferencial baseia-se na premissa de que alguns caracteres fornecem evidência de maior confiabilidade à hierarquia (árvore binária) que outros e que a parcimônia (teste de congruência com outros caracteres) deve ser utilizada como critério de escolha para aplicação dos pesos. Farris (1983, grifo adicionado) discutiu que a(s) árvore(s) preferida(s) deve ser aquela com maior poder explanatório, “*those that minimize the (possibly weighted) total of required independent origins [hipóteses ad hoc] of known features*”. Esse argumento foi adotado por Goloboff (1993) que suportou a ideia de que homoplasia deve receber menor peso (*downweighted*) e que a parcimônia fornece um meio para pesar os caracteres. Farris (1983) também argumentou que nem todos os caracteres “*yield equally strong evidence*” para a escolha entre as hipóteses concorrentes de relacionamento, neste sentido Goloboff (1993, 1995) e mais recentemente Goloboff *et al.* (2008b) em um experimento empírico, mostrou que pesando os caracteres baseado em sua *self-consistence* (em português algo como autoconsistência) melhora a decisão pela(s) MPT(s) resolvendo conflitos produzidos pelas homoplasias, especialmente para caracteres morfológicos. Portanto, a melhor árvore é aquela com maior ajuste total (Goloboff 1993, 1995). Baseado nesta argumentação a(s) árvore(s) resultante(s) da análise com IW foi selecionado como a hipótese mais confiável de hierarquia baseado na base de dados aqui analisada.

Índices de retenção e consistência (*cf.* Farris 1989) são apresentados para tanto a árvore selecionado, bem como para cada caráter sobre essa mesma árvore. Devido a grande quantidade de caracteres não comparáveis (“–”), os quais, na maioria dos casos são computacionalmente tratados como ausência de dados (“?”) e atuam como estados curingas, assumindo o código de qualquer um dos estados o que pode causar distorções nos resultados

^{APP1} Um *script* para ser utilizado no TNT foi desenvolvido por Jorge Salvador Arias para calcular esse valor, os testes utilizando esse *script* demonstram valores próximos ao de K = 12.

da análise (*cf.* Kitching *et al.* 1998), um método alternativo foi testado para lidar com esse tipo de dados. Embora o TNT permita ler os “–” (*gaps* nas análises moleculares nas quais se refere aos *indels*) como um estado adicional (quinto estado em análises com nucleotídeos), o que minimizaria seu impacto nos resultados, esse procedimento, independente do padrão resultante, certamente não é adequado para análises morfológicas. Isso se deve ao fato de que na maior parte dos casos em que há dados não comparáveis, eles resultam da ausência de uma determinada estrutura em alguns terminais, a qual simultaneamente apresenta variações (estados distintos) em outros. Os *gaps* em análises morfológicas representam uma exigência do método, de que todos os terminais apresentem o mesmo número de caracteres, caso contrário são tratados como ausências (qualquer estado). Portanto, tais ausências não deveriam ser otimizadas já que não representam uma observação positiva de um dado caráter. Assim, com o objetivo de minimizar os efeitos dos *gaps*, duas abordagens distintas foram utilizadas para lidar com os dados não comparáveis, a primeira, do mesmo modo que os caracteres ausentes, considerada tradicional, e uma segunda com o método conhecido como parcimônia de Sankoff ou “*generalized parsimony*” (*cf.* Sankoff & Rousseau 1975; Swofford & Maddison 1992). De modo simples o método inicia com a especificação de diferentes passos (custos) as transformações em uma matriz de custos que especifica o menor custo da transformação de um estado em outro. Na parcimônia de Fitch todas as transformações são igualmente parcimoniosas já que a passagem de um estado a qualquer outro representa um único passo e a exemplo da parcimônia de Wagner, pode ser compreendida como um caso especial da parcimônia de Sankoff. No entanto, os *gaps* correspondem à negação de qualquer estado e, portanto a transformação de um estado em *gap* e vice-versa pode ser limitada ou impedida. Para limitar a transformação de um estado em *gap* foi atribuído o custo essencialmente proibitivo de 100 passos a qualquer transformação envolvendo o código “–”, como exemplificado na Figura 4 em um grafo de estados de caracteres não direcionado pesado e sua respectiva matriz de custos. Algoritmos para aplicação da parcimônia de Sankoff são detalhadamente descritos por Swofford & Maddison (1992), porém possivelmente sejam diferentes daqueles utilizados no TNT. Análises preliminares foram realizadas para verificar se o alto custo das transformações com *gaps* não poderia implicar em um efeito contrário ao desejado e atrair os ramos que contenham o código “–”, o que demonstrou não ser o caso com os dados aqui analisados, excetuando algumas poucas transformações sem impacto no relacionamento resultado final.

Figura 4. Exemplo dos custos das transformações de caracteres com até três estados utilizados na parcimônia de Sankoff ou “*generalized parsimony*” (*sensu* Swofford & Maddison 1992). a. grafo não direcionado (não ordenado e não polarizado na linguagem cladística) pesado com os estados do caráter; b. matriz de custos correspondente.

A relativa estabilidade dos ramos individuais foi avaliada com três índices: Suporte de Bremer Relativo (Goloboff & Farris 2001), uma forma modificada do *Bootstrap* com reamostragem de *Poisson* (próximo à simetria $p \approx 37$), bem como do *Jackknife* com reamostragem simétrica (SR) de $p = 33$. Para os valores de *Bootstrap* foi utilizado apenas usando a frequência GC (grupo presente e contraditório), enquanto para o *Jackknife* ambas às frequências, absoluta e GC (Goloboff *et al.* 2003). Todos os índices foram calculados com ponderação implicada com constante de concavidade $K = 15$. Além disso, os valores de K de 5, 10, 20, 25 e 30 foram comparados com o resultado obtido com $K = 15$, como uma forma de suporte de ramos verificando os nós presentes em cada análise. Essas abordagens distintas foram utilizadas para acessar a estabilidade dos ramos, como um conceito de exploração de dados (Grant & Kluge 2003) para avaliar a robustez dos nós na MPT nas hipóteses concorrentes com base no conjunto de dados analisado. Na medida em que cada um dos índices avalia aspectos distintos dos dados, eles podem ser vistos como mutuamente complementares, portanto, os nós que mostram os valores mais elevados são considerados mais robustos (ou estáveis) do que outros que apresentam valores baixos.

O suporte de Bremer absoluto não foi utilizado, pois este avalia quanto menos parcimoniosa deve ser uma hipótese para que um nó seja colapsado, fornecendo uma espécie de medida de força. No entanto, não dá informações sobre dados contraditórios e também não

é escalonada², impedindo comparações entre conjuntos de dados distintos. Essa insuficiência é superada pelo Suporte de Bremer relativo que avalia a quantidade de evidências favoráveis e contraditórias (Goloboff & Farris 2001; mas veja Grant & Kluge 2003 para uma visão distinta sobre evidência contraditória). Além disso, pode ser escalonado em porcentagem tornando possível uma comparação direta entre conjuntos de dados distintos, mesmo com diferentes esquemas de ponderação de caracteres (Goloboff & Farris 2001). Técnicas de reamostragem sobre dados com pesos assimétricos podem atribuir maior suporte a nós não suportados (Goloboff *et al.* 2008). Tal influência é minimizada quando a função de reamostragem se aproxima da simetria, o que é alcançado quando um caráter tem a mesma probabilidade de ser excluído (*downweighting*) ou duplicado (*upweighting*). Assim, a reamostragem simétrica parece não ser influenciada pelo peso do caráter e, portanto mais adequada para aplicação utilizando pesos implicados (*cf.* Goloboff *et al.* 2008). Contudo, resultados expressos como frequências absolutas podem falhar em recuperar todos os grupos suportados que são observados com frequências baixas, portanto, de um modo semelhante ao do suporte relativo de Bremer, valores de frequência descritos como sendo a diferença entre as frequências do nó avaliado e aquelas do nó contraditório mais frequente, observado nas pseudoréplicas (frequência GC), demonstram de forma mais clara a quantidade de evidências contraditórias ao nó.

O programa, WINCLADA versão 1.00.08 foi usado para otimizar os caracteres (Nixon 2002), por meio da *fast optimization* (transformação acelerada, ACCTRAN) (Swofford & Maddison 1987). Embora existam outras reconstruções mais parcimoniosas para alguns caracteres e assim a otimização ACCTRAN é uma decisão arbitrária para um nó específico (Swofford & Maddison 1992) os conjuntos de estados das reconstruções mais parcimoniosas (*MPR-sets*) não são fornecidos por ser inviável e pouco informativo, por exemplo, para o caráter 2 na árvore obtida com IW utilizando a parcimônia de Sankoff existem mais de 240 reconstruções mais parcimoniosas. As reconstruções mais parcimoniosas (*MPR-sets*) foram investigadas também no TNT e PAUP.

DESCRIÇÃO DOS COMANDOS. O número de terminais envolvidos na análise impede a realização de buscas exatas, sendo assim foram realizadas apenas buscas heurísticas. Computadores com processadores Inteltm com um ou dois núcleos e memória RAM de 1,5 a

^{APP2} Bremer (1994) propôs um cálculo para o reescalonamento baseado no número de passos, o qual apenas pode ser utilizado com a utilização da ponderação sucessiva (Farris 1969, 1989) e não com IW baseado no *fit* (ajuste a homoplasia). Além disso, o valor resultante depende do número de caracteres e da escala dos valores da ponderação (inteiro ou fracionado) o que torna difícil a comparação entre diferentes bases de dados.

3,0 Gb foram utilizados. Devido às diferentes exigências de cada tipo de busca os parâmetros foram alterados conforme cada uma, para obter o máximo de desempenho no menor tempo computacional possível. Todas as análises foram realizadas duas vezes com variações de “*random addition sequences*” seguidas de “*tree bisection and reconnection*” (RAS + TBR) e algoritmos da “*new technology*” com diferentes níveis. Os parâmetros gerais são descritos abaixo.

Todas as buscas no TNT foram realizadas em um único procedimento usando a linguagem de comandos com as especificações escritas em um arquivo “.txt”, com os seguintes parâmetros básicos e suas respectivas descrições abaixo. As MPT(s) tanto com pesos iguais e pesos implicados foram obtidas utilizando as especificações “*mram 700*” (memória RAM ajustada para 700 Mb); “*hold 1000000*” (máximo de 1.000.000 de árvores retidas); “*collapse 3*” (critério para o colapso de ramos especificado para todos os ramos com comprimento mínimo zero); *qcollapse* = (método de estimativa de consenso rápido como descrito por Goloboff & Farris 2001, ativo); *bbreak: fillonly* (troca de ramos apenas até o *buffer* ficar preenchido); “*unique **” (descarte de árvores duplicadas condensando-as antes da comparação com base na regra de colapsamento de ramos); “*best**” (descartar árvores subótimas, condensando-as antes da comparação com base na regra de colapsamento de ramos). Para as buscas com RAS + TBR usou-se “*mult= tbr replic 10000 hold 100*” (executar 10.000 réplicas com adição aleatória de sequências, troca de ramos por bisseção e reconexão de subárvores e no máximo 100 árvores salvas por réplica); “*condense*” (colapsar os nós com comprimento mínimo zero).

Para os algoritmos da “*new technology*” de modo geral foram adotados os parâmetros a seguir: *drift: numsubs 50 xfactor 5 autoconst 2 giveup 99; tfuse: rounds 5 choose best; sectsch: rss minsize 10 maxsize 20 slack 300 noequals; ratchet: numsubs 50 noequals autoconst 2 upfactor 5 downfact 5; xmult= nouupdate keepall rss hits 2 replications 100 drift 200 fuse 5 ratchet 200*; (fazer múltiplas réplicas usando buscas da “*new technology*”, buscar o melhor comprimento duas vezes por réplica usando *sectorial search*, *tree-drifting* com 200 repetições, 50 substituições, fator 2 para rejeição de árvores subótimas e troca de ramos complete 99% durante a fase de perturbação; *tree-fusing* com cinco rodadas iniciando da melhor árvore e aceitar apenas trocas que melhorem o comprimento; e finalmente parcimônia *ratchet* com 200 repetições, 50 substituições e probabilidade de exclusão (down-) e inclusão (up-weighting) de 5%.

A ponderação implicada foi implementada com valores de constante de concavidade de $1 \leq k \leq 30$, através do comando “*piwe = k*” (ponderação implicada ativa com constante de

concavidade com valores de K). Valores de Bremer foram calculados com a busca heurística tradicional (RAS + TBR) por árvores subótimas obtida gradualmente até 30 passos mais longas (N) e uma diferença relativa de ajuste de até 1 (R), nesta sequência de NxR: 1x0.0333, 2x0.0667;...30x1.000. Os comandos utilizados foram: “*subopt N+1xR+0.0333*” (definir busca por árvores subótimas com n + 1 passo e definir o valor de ajuste adicional constante de 0,0333 a partir da análise anterior. Optou-se por buscar usando RAS + TBR ao invés dos algoritmos de busca da “*new technology*” (Goloboff 1999; Nixon 1999) uma vez que eles foram desenvolvidos para obter resultados ótimos e, portanto, podem não recuperar todas as árvores subótimas. As árvores salvas foram lidas para a memória e os suportes relativos (“*bsupport [*”) calculados. Para buscas de reamostragem foram aplicados apenas os algoritmos da “*new technology*” (Goloboff 1999; Nixon 1999), os parâmetros foram escolhidos na tentativa de combinar uma estratégia de busca profunda, e um curto de tempo de consumo computacional com os seguintes comandos: “*resample sym replications 10000 frequency gc from 0 [xmult= N]*” (aplicar 10.000 pseudoréplicas de reamostragem simétrica mostrando os resultados como frequências absoluta e GC sobre a árvore mais parcimoniosa ‘0’.

As análises usando o PAUP foram executadas tentando simular o desempenho do TNT e os procedimentos básicos são similares a aqueles descritos por Pinto & Carvalho (2010, Anexo 2). Considerando que foram apenas complementares não serão descritos aqui, contudo os algoritmos heurísticos básicos foram (RAS + TBR).

Tabela 1. Relação das espécies, coleções de depósito e países de procedência dos exemplares utilizados na análise cladística. Acrônimos das coleções correspondem aqueles listados no material e métodos. GI = táxons do grupo-interno; GE = táxons do grupo-externo. Informações detalhadas sobre o material examinado pode ser consultado no Apêndice 1. Classificação segundo Bridges (1994).

Espécie	Subfamília	status na Análise	Coleções acrônimos	País de procedência
1. <i>Miathyria marcella</i> (Selys in Sagra, 1857)	Trameinae	GE	DZRJ	Brasil
2. <i>Macrodiplax balteata</i> (Hagen, 1861)	Urothemistinae	GE	MNRJ	EUA
3. <i>Macrodiplax cora</i> (Brauer, 1867)	Urothemistinae	GE	MNRJ	Indonésia
4. <i>Brachymesia furcata</i> (Hagen, 1861)	Leucorrhiniinae	GI	DZRJ, MNRJ, MZSP	Argentina, Brasil
5. <i>Zygonyx ida</i> Selys, 1869	Zygonychinae	GI	MNRJ	Indonésia
6. <i>Elasmothermis cannaerioides</i> (Calvert, 1906)	Trithemistinae	GI	ABMM, DZRJ, MNRJ, MZSP	Brasil, Paraguai, Peru
7. <i>Perithemis mooma</i> Kirby, 1889	Paupopleurinae	GI	DZRJ	Brasil
8. <i>Libellula herculea</i> Karsch, 1890	Libellulinae	GI	DZRJ, MZSP	Brasil
9. <i>Orthemis discolor</i> (Burmeister, 1839)	Libellulinae	GI	DZRJ, MZSP	Brasil
10. <i>Micrathyria atra</i> (Martin, 1897)	‘Brachydiplacinae’	GI	DZRJ, MNRJ	Brasil
11. <i>Uracis siemensi</i> Kirby, 1897	‘Brachydiplacinae’	GI	DZRJ	Brasil
12. <i>Ypirangathemis</i> sp.	‘Sympetrinae’	GI	MNRJ	Brasil
13. <i>Pachydiplax longipennis</i> (Burmeister, 1839)	‘Sympetrinae’	GI	MNRJ, RWG	EUA
14. <i>Sympetrum illotum</i> (Hagen, 1861)	‘Sympetrinae’	GI	RWG	EUA
15. <i>Sympetrum rubicundulum</i> (Say, 1840)	‘Sympetrinae’	GI	INHS, MNRJ	EUA
16. <i>Sympetrum risi risi</i> Bartnef, 1915	‘Sympetrinae’	GI	MNRJ	Japão
17. <i>Sympetrum vicinum</i> (Hagen, 1861)	‘Sympetrinae’	GI	INHS, MNRJ UMMZ	EUA
18. <i>Nesogonia blackburni</i> (McLachlan, 1883)	‘Sympetrinae’	GI	RWG	Havaí
19. <i>Brachythemis contaminata</i> (Fabricius, 1793)	‘Sympetrinae’	GI	MNRJ	Indonésia
20. <i>Brachythemis leucosticta</i> (Burmeister, 1839)	‘Sympetrinae’	GI	FSCA, USNM	República Democrática do Congo, Uganda
21. <i>Deielia phaon</i> (Selys, 1883)	‘Sympetrinae’	GI	MNRJ, RWG, USNM	China, Japão
22. <i>Bradinopyga geminata</i> (Rambur, 1842)	‘Sympetrinae’	GI	RWG	Tailândia
23. <i>Crocothemis erythraea erythraea</i> (Brullé, 1832)	‘Sympetrinae’	GI	RWG	Namíbia
24. <i>Crocothemis servilia</i> (Drury, 1773)	‘Sympetrinae’	GI	RWG	EUA, Tailândia
25. <i>Crocothemis mariannae</i> Kiauta, 1983	‘Sympetrinae’	GI	MNRJ	Japão

Continua.

Tabela 1. Continuação.

Espécie	Subfamília	status na Análise	Coleções acrônimos	País de procedência
26. <i>Erythrodiplax nigricans</i> (Rambur, 1842)	'Sympetrinae'	GI	DZRJ	Brasil
27. <i>Erythrodiplax umbrata</i> (Linnaeus, 1758)	'Sympetrinae'	GI	DZRJ	Brasil
28. <i>Erythrodiplax castanea</i> (Burmeister, 1839)	'Sympetrinae'	GI	DZRJ	Brasil
29. <i>Neurothemis fluctuans</i> (Fabricius, 1793)	'Sympetrinae'	GI	MNRJ, UMMZ	Indonésia
30. <i>Neurothemis terminata terminata</i> (Brauer, 1866)	'Sympetrinae'	GI	INHS, MNRJ, UMMZ	Filipinas, Indonésia
31. <i>Neurothemis decora</i> (Brauer, 1866)	'Sympetrinae'	GI	MNRJ	Indonésia
32. <i>Neurothemis feralis</i> (Burmeister, 1839)	'Sympetrinae'	GI	MNRJ	Indonésia
33. <i>Pseudoleon superbus</i> (Hagen, 1861)	'Sympetrinae'	GI	DZRJ, MNRJ	México
34. <i>Indothemis carnatica</i> (Fabricius, 1798)	'Sympetrinae'	GI	RWG	Tailândia
35. <i>Indothemis limbata limbata</i> (Selys, 1891)	'Sympetrinae'	GI	RWG	Tailândia
36. <i>Diplacodes bipunctata</i> (Brauer, 1865)	'Sympetrinae'	GI	FSCA	Nova Zelândia
37. <i>Diplacodes luminans</i> (Karsch, 1893)	'Sympetrinae'	GI	USNM	Zimbábue
38. <i>Diplacodes trivialis</i> (Rambur, 1842)	'Sympetrinae'	GI	FSCA	Filipinas, Índia
39. <i>Nothodiplax dendrophila</i> Belle, 1984	'Sympetrinae'	GI	Bibliografia	Suriname
40. <i>Nannodiplax rubra</i> Brauer, 1868	'Sympetrinae'	GI	RWG	Austrália
41. <i>Microtrigonia gomphoides</i> Lieftinck, 1933	'Tetrathemistinae'	GI	MNRJ	Indonésia
42. <i>Nannothemis bella</i> (Uhler, 1857)	'Brachydiplacinae'	GI	DRP, FSCA, INHS, MNRJ UMMZ	EUA
43. <i>Nannophya pygmaea</i> Rambur, 1842	'Brachydiplacinae'	GI	DRP, MNRJ, USNM	China, Japão
44. <i>Acisoma inflatum</i> Selys, 1882	'Sympetrinae'	GI	MNRJ	Costa do Marfim
45. <i>Acisoma panorpoides</i> Rambur, 1842	'Sympetrinae'	GI	MNRJ	Indonésia
46. <i>Acisoma trifidum</i> Kirby, 1889	'Sympetrinae'	GI	DRP, FSCA, MNRJ, RWG	Costa do Marfim, Gabão, Uganda
47. <i>Acisoma variegatum</i> Kirby, 1898	'Sympetrinae'	GI	FSCA	Uganda
48. <i>Porpax asperipes</i> Karsch, 1896	'Brachydiplacinae'	GI	RWG	República do Congo
49. <i>Cyanothemis simpsoni</i> Ris, 1915	'Sympetrinae'	GI	RWG	Camarões
50. <i>Rhodothemis rufa</i> (Rambur, 1842)	'Sympetrinae'	GI	DRP, RWG	Tailândia, Malásia
51. <i>Rhodothemis lieftincki</i> Fraser, 1954	'Sympetrinae'	GI	DZRJ, FSCA, USNM, RWG	Austrália, Papua-Nova Guiné

Continua.

Tabela 1. Conclusão.

Espécie	Subfamília	status na Análise	Coleções acrônimos	País de procedência
52. <i>Rhodothemis mauritsi</i> Lohmann, 1984	‘Sympetrinae’	GI	MNRJ,	Indonésia
53. <i>Carajathemis simone</i> Machado, 2012	‘Sympetrinae’	GI	DZRJ	Brasil
54. <i>Rhodypygia cardinalis</i> (Erichson, 1848)	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, DZRJ, INPA, MNRJ, MZSP, UFG, USNM,	Brasil, Colômbia, Equador
55. <i>Rhodypygia geijskesi</i> Belle, 1964	‘Sympetrinae’	GI	RWG, MNRJ, DZRJ	Brasil, Suriname
56. <i>Rhodypygia hinei</i> Calvert, 1907	‘Sympetrinae’	GI	DRP, FSCA, UMMZ, USNM	Colômbia, Costa Rica, Panamá, Nicarágua
57. <i>Rhodypygia hollandi</i> (Calvert, 1906)	‘Sympetrinae’	GI	DZRJ, MNRJ, MZSP, UFG	Brasil
58. <i>Rhodypygia pruinosa</i> Buchholz, 1953	‘Sympetrinae’	GI	MNRJ, RWG, USNM	Brasil, Venezuela, Equador
59. <i>Erythemis attala</i> (Selys in Sagra, 1857)	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, DZRJ, INPA, MNRJ, MZSP, UFG	Brasil, México
60. <i>Erythemis haematogastra</i> (Burmeister, 1839)	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, DZRJ, INPA, MNRJ, MZSP	Brasil, Suriname
61. <i>Erythemis plebeja</i> (Burmeister, 1839)	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, DZRJ, MNRJ, MZSP	Brasil, Colômbia, Cuba, Suriname
62. <i>Erythemis credula</i> (Hagen, 1861)	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, DZRJ, MNRJ, MZSP	Brasil, Suriname
63. <i>Erythemis peruviana</i> (Rambur, 1842)	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, DZRJ, INHS, INPA, MNRJ, MZSP	Argentina, Brasil, Suriname, Venezuela
64. <i>Erythemis carmelita</i> Williamson, 1923	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, MNRJ, UFG, UMMZ	Brasil, Colômbia, Venezuela
65. <i>Erythemis mithroides</i> (Brauer in Therese, 1900)	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, DRP, DZRJ, INHS, MNRJ, UFG, UMMZ	Brasil, Costa Rica, Paraguai, Peru, Suriname, Venezuela
66. <i>Erythemis collocata</i> (Hagen, 1861)	‘Sympetrinae’	GI	FSCA, RWG, UMMZ	EUA
67. <i>Erythemis simplicicollis</i> (Say, 1840)	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, RWG, MNRJ	EUA
68. <i>Erythemis vesiculosa</i> (Fabricius, 1775)	‘Sympetrinae’	GI	ABMM, DZRJ, INPA, MNRJ, UFG	Brasil, Colômbia, Peru, Suriname
69. <i>Viridithemis viridula</i> Fraser, 1960	‘Sympetrinae’	GI	Bibliografia	Madagascar

4. BREVE HISTÓRICO DA FILOGENIA E CLASSIFICAÇÃO DE ODONATA COM ÊNFASE EM 'ERYTHEMISMORPHA'

Tradicionalmente Odonata é dividida em três subordens: Zygoptera, Anisozygoptera e Anisoptera (Fraser 1957; Davies & Tobin 1985). Diversas hipóteses foram apresentadas quanto ao relacionamento filogenético entre as subordens e níveis taxonômicos inferiores, muitas delas com grande incongruência entre si, sem haver consenso sobre o monofiletismo e o relacionamento de cada grupo (*e.g.* Pfau 1991; Carle 1995; Rehn 2003).

A subordem Zygoptera, com 18 famílias e cerca de 2900 espécies (Pilgrim & von Dohlen 2008), teve sua condição monofilética questionada por diversas vezes, entretanto, análises filogenéticas atuais têm corroborado o seu monofiletismo (Carle 1982; Bechly 1996; Rehn 2003). Anisozygoptera é constituída principalmente por fósseis do Jurássico, tendo até recentemente como os únicos representantes atuais duas espécies pertencentes à família monotípica Epiophlebiidae, considerados rélictos, porém mais duas novas espécies foram descritas para essa subordem (Li *et al.* 2011; Carle 2012). Essa subordem foi demonstrada ser parafilética e a família Epiophlebiidae posicionada como grupo-irmão de Anisoptera (Carle 1982; Nel *et al.* 1993 *apud* Rehn 2003; Lohmann 1996; Pfau 2002; Rehn 2003). O grupo monofilético formado por 'Anisozygoptera' + Anisoptera é designado de Epiproctophora (Bechly 1996).

Anisoptera é a mais rica em número de espécies, possui um número menor de famílias reconhecidas, entre 9 e 14 (Misof 2002). Dentre todas as famílias de Anisoptera, Libellulidae é a mais diversa, com mais de 1000 espécies atuais, sendo o grupo dominante na fauna de Odonata de qualquer região. O registro fóssil mais antigo atribuído a Libellulidae é o mais recente dos Anisoptera, tendo sido encontrado no Cretáceo Superior Turoniano, a cerca de 90 milhões de anos (Fleck *et al.* 1999). A maior parte dos autores apresenta Libellulidae *sensu* Fraser 1957 com o status de família (*e.g.* Davies & Tobin 1985). Porém, com a hipótese do não monofiletismo de Corduliidae (*cf.* Bechly 1996; Jarzembowski & Nel 1996; Ware *et al.* 2007), alguns autores tem dividido essas famílias em inúmeras outras (Carle 1995; Bechly, 1996) ou atribuído status de subfamília a elas (*e.g.* Garrison *et al.* 2006). Dessa forma, a classificação de Libellulidae permanece instável, já Corduliidae *s.l.* inclui no mínimo três famílias distintas Macromiidae, Synthemistidae *s.l.* e Corduliidae *s.s.* Bybee *et al.* (2008) propôs todas como subfamílias com distintos arranjos taxonômicos, já que em sua análise ambos Synthemistidae e Macromiidae estão inseridos em Corduliidae *s.l.*, além do status de

quase todas as famílias propostas por Fraser (1957) e Bechly (1995, 1996) permanecem não resolvidas e estudos adicionais devem ser realizados para obter uma hipótese de relacionamento mais estável.

Contudo, o monofiletismo de Libellulidae é suportado principalmente pela redução de algumas estruturas como as quilhas tibiais e triângulo anal nos machos; veias transversais antenodais alinhadas com as primárias indistintas (visíveis em alguns gêneros como *Antidytthemis* Kirby, 1889, *Zenithoptera* Selys, 1869 e *Tramea* Hagen, 1861, Bechly *et al.* 1998) e ausência do músculo 9a do hâmulos anterior (Ware *et al.* 2007). Muitos dos caracteres citados como sinapomorfias de Libellulidae (*e.g.* desenvolvimento da alça anal, disposição dos triângulos) são compartilhados em maior ou menor grau com Corduliidae e Macromiidae. Embora seja de difícil delimitação a família tem sido recorrentemente identificada como monofilética (*cf.* Ware *et al.* 2007; Fleck *et al.* 2008).

Apesar do interesse no relacionamento filogenético de Odonata ter surgido praticamente junto com os estudos modernos na sistemática da ordem (*e.g.* Calvert 1893; Walker 1912; Tillyard 1917; Kennedy 1922, 1923; Needham & Broughton 1927; veja também Trueman 2007), a maioria não possui métodos formais e objetivos de investigação. Igualmente nas últimas três décadas várias hipóteses de relacionamento filogenético foram propostas usando uma polarização *a priori* e métodos subjetivos, conhecida em alguns círculos como “Argumentação Hennigiana” (*cf.* Trueman 2007), mas na verdade eles são desprovidos de procedimentos formais e explícitos o que fazem dessas “análises” irreproduzíveis e certamente menos testáveis (*cf.* Ogden *et al.* 2005 para uma discussão sobre repetitividade e testabilidade). Por outro lado, alguns desses trabalhos são verdadeiramente brilhantes sob o ponto de vista da investigação morfológica e apesar das limitações metodológicas as hipóteses filogenéticas são inovadoras e razoáveis, certamente iluminam as investigações posteriores (*e.g.* Carle 1982; Pfau 1991, 2002, 2005, 2011; Bechly 1995, 1996; Lohmann 1996a–c, Fleck 2004; Fleck & Legrand 2006).

Os primeiros estudos verdadeiramente cladísticos, como análise filogenética formal, são datados a partir da década de 1980 (*e.g.* Wighton & Wilson 1986), e este campo têm aumentado drasticamente nos últimos vinte anos (*e.g.* Jarzembowski & Nel 1996; Trueman 1996; Kambhampati & Charlton 1999; Westman *et al.* 2000; von Ellenrieder 2002, 2003; May 2002; O’Grady & May 2003; Rehn 2003; Hovmöller & Johansson 2004; Dijkstra 2006b; Pessacq 2008; Pinto & Carvalho 2010). Abordagens probabilísticas para inferência filogenética também ganharam terreno rapidamente e as análises moleculares utilizando esses métodos se tornaram dominantes para quase todos os grupos (Misof *et al.* 2000, 2001;

Jordan *et al.* 2003; Dumont *et al.* 2005; Ware *et al.* 2007, 2009; Baskinger *et al.* 2008; Bybee *et al.* 2008; Carle *et al.* 2008; Fleck *et al.* 2008a,b; Pilgrim & von Dohlen 2008, 2012; Damm *et al.* 2010; Ingley *et al.* 2012).

Algumas das análises filogenéticas de Carle (Carle 1986, 1995; Carle & Kjer 2002), apesar de estarem enraizadas na teoria cladística, devem ser consideradas a parte dessa escola, uma vez que são baseadas em um método infundado e mal discutido de ponderação *a priori*, assim como de otimização de caracteres, vários dos conceitos empregados em seus estudos estão em grande parte em desacordo com a literatura cladística, e, além disso, se utilizam de uma terminologia idiossincrática como “*exapomorphy*”. De fato, Carle desenvolveu seu próprio método de análise filogenética, que é em grande parte baseado em Hennig (1965, 1966) de onde também surgiu a cladística em seu senso mais estrito (parcimônia cladística ou cladística numérica de Ebach *et al.* 2008; Williams & Ebach 2008).

Revisões recentes listam vários estudos filogenéticos em Odonata (Trueman 2007; Ware *et al.* 2007; Ballare & Ware 2011; Dijkstra & Kalkman 2012), mostrando o estado da arte desse campo, demonstram o rápido aumento do interesse por este tipo de pesquisa. No entanto, um número muito pequeno desses estudos foi empregado na modificação das classificações, somente recentemente tímidas tentativas têm sido feitas para transformar os resultados filogenéticos e atualizar as categorias taxonômicas de Odonata (May 2002; von Ellenrieder 2003; Dijkstra *et al.* em prep.; Pilgrim & von Dohlen 2012), podendo se dizer que os odonatólogos têm sido em grande parte conservadores.

Neste cenário, os intrigantes Libellulidae são considerados a família mais rica de Anisoptera com mais de 1000 espécies, sendo muito abundante e praticamente onipresente em quase todos os ambientes (Kalkman *et al.* 2008). Libellulidae é considerada uma família distinta, dividida em 11 ou 12 subfamílias, no entanto, como foi admitido por Fraser (1957, p.115) estes agrupamentos podem não ser “naturais” (*cf.* Trueman 2007). Recentemente várias destas subfamílias não foram corroboradas sob uma estrutura filogenética (Ware *et al.* 2007; Fleck *et al.* 2008a; Damm *et al.* 2010), em que se destaca ‘Sympetrinae’ (Pilgrim & von Dohlen 2008) uma das mais diversificada e, certamente, um verdadeiro desafio para próximas décadas.

Sympetrinae s.l.

O atual sistema de classificação de Libellulidae em subfamílias se deve em grande parte a monumental revisão de Ris (1909–1919) que dividiu a família em grupos de gêneros, porém sem atribuir nome algum. O primeiro autor a se referir coletivamente a grupos de

gêneros com um nome foi Bartnef (1915) em um trabalho escrito em russo antigo em que praticamente revisou o grupo VI de Ris (1909) ('*Sympetrinae*') e o considerou uma tribo "*Триба Sympetraria*". Porém, em 1915 as regras da Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica já estavam em vigor (cf. ICNZ 1999) e por ele não ter utilizado o sufixo correto, independente da categoria taxonômica, essa designação trata-se apenas de um nome coletivo e não de uma categoria supragenérica. Bartnef (1915) faz uma extensiva comparação entre os gêneros de sua então tribo "*Sympetraria*", propondo chaves e descrevendo espécies. A formalização de '*Sympetrinae*' como categoria do grupo da Família foi estabelecida no nível taxonômico de tribo por Tillyard (1917) baseado nas seguintes características: (1) setores do árculo (RP e MA) fusionados, porém por uma distância menor na asa anterior que na posterior; (2) árculo posicionado entre a primeira e segunda veias transversais antenodais (vta); (3) vta distal na asa anterior restrita ao espaço entre a margem costal e a ScP; (4) veia Suplementar do Rádio (Rspl) bem definida e côncava em relação ao RP3–4; (5) Suplementar da Média (Mspl) geralmente bem definida; ausência de veias transversais acessórias da ponte (vtp) e no espaço cubital; (6) asa posterior com ampla área anal; (7) alça anal variável, mas bem formada; (8) hâmulos genitais com ramo interno e externo (bifurcado); (9) placa subgenital da fêmea proeminente; (10) larva geralmente lisa, com a cabeça grande e região anterior triangular, olhos largos e arredondados e corpo e pernas curtos. Tillyard (1917) não menciona Bartnef (1915), talvez por desconhecimento ou mesmo intencionalmente, porém de modo curioso usa *Sympetrum* Newman, 1833 com o gênero-tipo para o táxon. Nenhuma dessas características propostas por Tillyard (1917) são exclusivas desse grupo, sendo que muitas são compartilhadas com espécies de outras subfamílias (e.g. caracteres de 1 a 7 compartilhados com Trameinae), e espécies de diversos dos gêneros incluídos, não possuem os caracteres relacionados por Tillyard (1917) (e.g. *Pachydiplax* Brauer, 1868 e *Rhodopygia* Kirby, 1889).

Atualmente '*Sympetrinae*' é uma das maiores subfamílias de Libellulidae, e talvez seja o agrupamento mais artificial. Possui cerca de 200 espécies em 23 gêneros, dos quais 11 são monotípicos (Davies & Tobin, 1985). Inúmeros agrupamentos foram propostos Tabela 2.

Needham & Broughton (1927) estudaram extensivamente o padrão da venação de Libellulidae e mantiveram o status de tribo ao grupo de Tillyard (1917), com a consideração de outros caracteres como a ondulação da IR2. Além disso, inúmeros outros gêneros foram adicionados à tribo, atualmente referidos principalmente à Brachydiplacinae e à Tritemistinae (Fig. 5).

Figura 5. Árvore filogenética das espécies de Libellulidae (Odonata: Libellulidae) retirada de Needham & Broughton (1927), baseado na venação alar, cladograma abaixo o relacionamento de 'Sympetrinae' em destaque.

Na classificação proposta por Fraser (1957) o grupo foi então elevado à subfamília e, baseado na grande variação morfológica, o autor admitiu que futuramente fosse necessário dividir Sympetrinae, talvez indicando a condição não monofilética da subfamília. O único estudo que teve como objetivo principal analisar as relações filogenéticas em Sympetrinae foi apresentado por Pilgrim & von Dohlen (2008). Sua análise foi baseada em dados moleculares com a aplicação de dois métodos de inferência: *Parcimônia* e *Bayesiano*. Nos diagramas apresentados a subfamília aparece fragmentada em cinco ou seis ramos, com apenas dois grandes ramos contendo exclusivamente espécies de Sympetrinae.

Os gêneros com a armadura femoral especializada: *Erythemismorpha*

Desde a monumental revisão de Libellulidae por Ris (1909, 1911, 1919) o próximo relacionamento entre o gênero Americano *Erythemis* Hagen, 1861 com o gênero Indo-Australasiano *Rhodothemis* Ris, 1909 tem sido sugerida, sendo considerado um intrigante problema Biogeográfico. Ris (1915, 1919) incluiu ambos os gêneros em seu grupo “VI. 3” juntamente com outros gêneros de ‘Sympetrinae’ com pernas fortemente cobertas com espinhos robustos, tais como o Americano *Rhodopygia* Kirby, 1889 e especialmente o Africano *Cyanothemis* Ris, 1915, os quais também posicionou no grupo “VI.3.EE” (veja também Fleck 2004). Kennedy (1923) discutiu a proximidade morfológica entre os gêneros *Erythemis* e *Rhodothemis*, e propôs dois cenários evolutivos, um africano e outro oriental (*i.e.* centros de origem). Devido ao desconhecimento de espécies africanas relacionadas, atribuiu maior possibilidade à origem oriental com posterior dispersão ativa ao Novo Mundo via estreito de Bering. Fraser (1960) descreveu o gênero *Viridithemis* Fraser, 1960 baseado em uma única fêmea proveniente de Madagascar, o qual superficialmente comparou com *Rhodothemis*.

Mais recentemente Fleck (2004) ao descrever a larva da única espécie do gênero africano *Cyanothemis* observou grande semelhança com a morfologia daquelas das espécies de *Acisoma* Rambur, 1842, *Erythemis* (como *Leptthemis*, veja capítulo seguinte) e *Rhodothemis*. Esse fato, o levou a sugerir o grupo monofilético “*Rhodothemis-Erythemis-Cyanothemis-Acisoma*” e reavaliar a interpretação da armadura femoral dos machos. Fleck (2004) também sugeriu um próximo relacionamento filogenético com os gêneros *Nannophya* e *Nannothemis* que apesar do tamanho reduzido possuem a morfologia dos estádios imaturos semelhantes, além de armadura femoral levemente robusta. Entretanto, o nível hierárquico de relacionamento entre os gêneros não é evidente, sendo que nenhum diagrama ou anotação parentética foi apresentado. Além disso, sua hipótese é baseada em caracteres gerais

Tabela 2. Relação dos gêneros incluídos em ‘Sympetrinae’ por diferentes autores e sua posição nos respectivos sistemas, tendo como base a classificação apresentada por Bridges (1994). Os gêneros atualmente considerados em Sympetrinae estão destacados em negrito. Br, Brachydiplacinae; Ce, Celitheminae; Ed, Edoninae; Le, Leucorrhiniinae; Li, Libellulinae; Ma, Macrothemistinae; Sy, Sympetrinae; Tr, Trithemistinae.

Gênero/Sistema	Ris (1909– 1919)	Bartnef ³ (1915)	Tillyard (1917)	Needham & Broughton (1927)	Fraser (1957)	Davies & Tobin (1985)	Bridges (1994)	Steinmann (1997)
<i>Acisoma</i> Rambur, 1842	VI	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Austrothemis</i> Ris, 1912	VII	–	Le	Sy	Tr	Le	Le	Le
<i>Brachydiplax</i> Brauer, 1868	IV	Sy	Br	Sy	Br	Br	Br	Br
<i>Brachymesia</i> Kirby, 1889	VII	–	Le	Sy	Le	Le	Le	Le
<i>Brachythemis</i> Brauer, 1868	VI	–	Sy	Ce	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Bradinopyga</i> Kirby, 1893	VI	–	Sy	Ce	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Carajathemis</i> Machado, 2012	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Crocothemis</i> Brauer, 1868	VI	Sy	Sy	Ce	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Cyanothemis</i> Ris, 1915 ¹	VI	–	Sy	Sy	?	Sy	Sy	Sy
<i>Deielia</i> Kirby, 1889²	VI	Sy	Sy	Ce	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Diplacina</i> Brauer, 1868	II	–	Li	Sy	Li	Li	Li	Li
<i>Diplacodes</i> Kirby, 1889	VI	Sy	Sy	Ed	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Erythemis</i> Hagen, 1861	VI	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Erythrodiplax</i> Brauer, 1868	VI	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Helothemis</i> Karsch, 1899 ³	VIII	–	Tr	Sy	Tr	Tr	Tr	Tr
<i>Hemistigma</i> Kirby, 1889	IV	–	Br	Sy	Br	Br	Br	Br
<i>Indothemis</i> Ris, 1909	VI	Sy	Sy	Sy	?	Sy	Sy	Sy
<i>Lepthemis</i> Hagen, 1861 ⁴	VI	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Leucorrhinia</i> Brittinger, 1850	VII	–	Le	Sy	Le	Le	Le	Le
<i>Micrathyria</i> Kirby, 1889	V	–	Br	Sy	Br	Br	Br	Br
<i>Nadiplax</i> Navás, 1916 ⁵	–	–	–	–	–	Sy	Sy	Sy
<i>Nannodiplax</i> Brauer, 1869	VI	Sy	Sy	Ed	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Nesogonia</i> Kirby, 1898⁶	VI	Sy	Li	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy

Continua

³ Referiu-se a *Труба* Sympetraria.

TABELA 2. Conclusão.

Gênero/Sistema	Ris (1909– 1919)	Bartnef (1915)	Tillyard (1917)	Needham & Broughton (1927)	Fraser (1957)	Davies & Tobin (1985)	Bridges (1994)	Steinmann (1997)
<i>Neurothemis</i> Brauer, 1867	VI	Sy	Sy	Ce	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Nothodiplax</i> Belle, 1984	–	–	–	–	–	Sy	Sy	Sy
<i>Oligoclada</i> Karsch, 1890	V	–	Br	Sy	Br	Br	Br	Br
<i>Ophippus</i> Navás, 1916 ⁷	–	–	–	–	–	Sy	Tr	Sy
<i>Oxythemis</i> Ris, 1909	–	–	Li	Sy	Li	Li	Li	Li
<i>Pachydiplax</i> Brauer, 1868	VI	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Philonomon</i> Föester, 1906 ⁸	VI	Sy	–	Ce	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Porpax</i> Karsch, 1896	IV	–	Br	Sy	Br	Br	Br	Br
<i>Pseudoleon</i> Kirby, 1889	VI	Sy	Sy	Ce	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Pseudothemis</i> Kirby, 1889	VIII	–	–	Sy	Tr	Tr	Tr	Tr
<i>Raphismia</i> Kirby, 1889	IV	–	Br	Sy	Br	Br	Br	Br
<i>Rhodopygia</i> Kirby, 1889	VI	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Rhodothemis</i> Ris, 1909 ⁹	VI	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Sympetrum</i> Newman, 1833	VI	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy	Sy
<i>Tarnetrum</i> Needham & Fisher, 1936 ¹⁰	–	–	–	–	–	–	Sy	Sy
<i>Trithemis</i> Brauer, 1868	VIII	–	Tr	Sy	Tr	Tr	Tr	Tr
<i>Trithetrum</i> Dijkstra & Pilgrim, 2007 [?]	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Viridithemis</i> Fraser, 1960	–	–	–	–	–	Sy	Sy	Sy
<i>Ypirangathemis</i> Santos, 1945	–	–	–	–	–	Sy	Sy	Sy

1. Nome ignorado por Fraser (1957); 2. Sinonimizado com *Brachythemis* por Dijkstra & Matushkina 2009; 3. Sinonimizado com *Trithemis* por Davies & Tobin (1985); 4. Formalmente sinonimizado com *Erythemis* por Pinto *et al.* (2012); 5. Sinônimo de *Erythrodiplax* (Garrison 1991); 6. Formalmente sinonimizado com *Sympetrum* por Dijkstra & Kalkman (2012); 7. Sinonimizado com *Macrothemis* por Garrison & Ellenrieder (2006); 8. Sinonimizado com *Diplacodes* por Dijkstra (2006c); 9. Citado ao longo do texto como Sympetrinae por Fraser (1957), porém não relacionado na lista com os demais gêneros; 10. Sinonimizado com *Sympetrum* por Garrison *et al.* (2006).

de cada gênero, sem considerar a variação em cada um deles. Sua análise pode ser considerada subjetiva desde que nenhum teste de congruência de caracteres foi realizado. Uma abordagem similar foi adotada para as larvas de *Nesocordulia* Mclachlan, 1882 e comentado por Pinto & Carvalho (2010).

Pilgrim & von Dohlen (2008) em uma análise molecular abrangente de toda a

subfamília ‘Sympetrinae’ usando dois loci mitocondriais (12S e 16S) e um nuclear (EF1A) mostrou alto suporte ao relacionamento de *Erythemis* com os gêneros de ‘Sympetrinae’ *Acisoma*, *Rhodothemis* e *Rhodopygia*, atribuindo maior força a hipótese de Fleck (2004), contudo estranhamente incluiu o gênero africano de ‘Brachydiplacinae’ *Porpax* Karsch, 1896. Entretanto, os adultos de *Porpax* também possuem a armadura femoral modificada com espinhos fortes e especializados (veja Dijkstra 2006a), os quais, possivelmente justificam essa hipótese sob o ponto de vista morfológico. Exceto para o gênero *Rhodopygia* em duas espécies foram analisadas, Pilgrim & von Dohlen (2008) amostraram apenas uma espécie de cada um dos gêneros citados.

Pinto (2008) e Pinto & Carvalho (em prep.) analisaram espécies de *Acisoma*, *Erythemis*, *Rhodopygia* e *Rhodothemis* e as identificaram como um grupo monofilético sendo proposto o nome *Erythemismorpha* (Pinto & Carvalho em prep.). Cinco sinapomorfias putativas para esse grupo de gêneros foram propostas: (1) fileira de espinhos da margem ântero-ventral do fêmur mesotorácico dos machos, divididas em duas seções (proximal e distal); (2) fileira de espinhos da margem póstero-ventral do fêmur metatorácico dos machos com aumento gradual no comprimento em sentido distal; (3) *vesica spermalis* com a margem póstero-dorsal do capuz projetada em dois processos esclerosados; (4) carena do esternito do S8 restrita a porção basal na fêmea; (5) ápice do epiprocto da fêmea bilobado (Pinto 2008). Esse grupo possui especial interesse biogeográfico devido a grande disjunção espacial entre os gêneros, sendo a identificação de seu padrão filogenético fundamental para qualquer investigação biogeográfica que envolva padrão e processo.

Mais recentemente Machado (2012) descreveu um grande Libellulidae da Serra de Carajás na Amazônia Brasileira com nome de *Carajathemis* Machado, 2012 o qual possui grande semelhança com as espécies de *Erythemismorpha* e possivelmente pertença a esse grupo.

Diversas análises filogenéticas incluíram espécies de *Erythemismorpha*, quase todas usando dados moleculares, nas quais apenas *Erythemis simplicicollis* (Say, 1840) foi investigada, uma das espécies de Libellulidae mais comuns na América do Norte (cf. Kambhampati & Charlton 1999; Artiss *et al.* 2001; Carle & Kjer 2002; Saux *et al.* 2003; Ware *et al.* 2007). Apesar de geralmente esses gêneros terem sido recuperados como monofiléticos, embora com composições bastante distintas, nenhum estudo testou seu monofiletismo ou incluiu um grande número de suas espécies para avaliar o possível relacionamento entre si, bem com os grupos-irmãos. Um resumo pode ser consultado na Fig. 6.

No presente trabalho é analisado esse grupo de gêneros com distribuição Holotropical em que pela primeira vez é testado seu monofiletismo seguindo a hipótese de sua composição completa proposta por Pinto & Carvalho (em prep.). Com isso, o maior número de espécies disponíveis dos gêneros *Erythemis* (10 spp. / 10 incluídas), *Rhodopygia* (5 spp. / 5 incluídas), *Rhodothemis* (4 spp. / 3 incluídas); *Acisoma* (possivelmente 5 spp./ 4 incluídas), *Viridithemis* (1 sp. / 1 incluída), *Carajathemis* (1 sp. / 1 incluída) e *Cyanothemis* (1 sp. / 1 incluída). Além de *Nannophya* e *Nannothemis* sugerido como pertencente a esse grupo por Fleck (2004) são investigadas.

Figura 6. Resumo das hipóteses de relacionamento filogenético em ‘Sympetrinae’, destacando o grupo de gêneros de Erythemismorpha em que os machos apresentam a armadura femoral especializada (seta). 1. Hipótese sugerida por Fleck (2004) baseada na morfologia larvar; 2. Cladograma de consenso estrito de análises de Parcimônia (cladística) e Bayesiana, com dados moleculares (Ware *et al.* 2007); 3. Cladograma de consenso estrito de análises de cladística e Bayesiana com dados moleculares (Pilgrim & von Dohlen 2008); 4. Cladograma de consenso estrito baseada na morfologia dos adultos (Pinto 2008; Pinto & Carvalho em prep.).

5. NOMENCLATURA DOS GÊNEROS *ERYTHEMIS*, *LEPTHEMIS* E *MESOTHEMIS*⁴

Case 3584

***Erythemis* Hagen, 1861: proposta de precedência sobre *Leptthemis* Hagen, 1861 (Insecta, Odonata)**

Ângelo Parise Pinto

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) IB – USP, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Ipiranga 04263-000, Av. Nazaré 481, São Paulo, SP, Brazil

(e-mail: odonata_angelo@hotmail.com)

Rosser W. Garrison

California Department of Food & Agriculture, 3294 Meadowview Road, Sacramento, CA 95832-1448, U.S.A. (e-mail: rosser.garrison@cdfa.ca.gov)

Dennis R. Paulson

Slater Museum of Natural History, University of Puget Sound, Tacoma, WA 98416, U.S.A.

(e-mail: dennispaulson@comcast.net)

Thomas W. Donnelly

2091 Partridge Lane, Binghamton NY 13903, U.S.A. (e-mail: tdonelly@binghamton.edu)

Michael L. May

Rutgers University, New Brunswick, NJ 08901, U.S.A. (e-mail: mimay@rci.rutgers.edu)

Resumo. O objetivo desse requerimento, nos termos dos Artigos 23.9.3 e 81.1 do Código, é conservar a ampla utilização do nome genérico *Erythemis* Hagen, 1861 para um grupo de libélulas comuns do Novo Mundo, sobre o gênero nominal simultaneamente publicado

^{APP4} Artigo originalmente publicado em junho de 2012 no *Bulletin of Zoological Nomenclature* 69(2): 1-9. [ISSN 0007-5167]. A formatação segue a exigida pelo periódico, exceto pelo espaçamento e inclusão de material suplementar como gráficos. A versão original pode ser consultada no Anexo 00.

Leptthemis Hagen, 1861, selecionado para ter prioridade pela ação do Primeiro Revisor (Article 24.2), sempre que esses nomes sejam considerados sinônimos. Esta proposta visa impetrar a menor modificação na nomenclatura envolvendo as espécies atualmente posicionadas nesses dois gêneros em estrita conformidade com o Princípio 4 do Código.

Palavras-chave. Nomenclatura; taxonomia; Insecta; Odonata; LIBELLULIDAE; *Erythemis*; *Leptthemis*; *Erythemis peruviana*; *Mesothemis*; libélulas; Novo Mundo.

1. Hagen (1861), em um trabalho tratando de espécies norte-americanas, estabeleceu três gêneros para acomodar várias espécies de libélulas, novas e previamente descritas, do Novo Mundo. O primeiro, *Leptthemis* (p. 160), incluiu três espécies, *Libellula vesiculosa* Fabricius, 1775; *Libellula haematogastra* Burmeister, 1839; e *Libellula verbenata* Hagen, 1861. O segundo, *Erythemis* (p. 168), incluiu *Erythemis furcata* Hagen, 1861; *Libellula bicolor* Hoffmannsegg in Erichson, 1848; e *Erythemis longipes* Hagen, 1861. O terceiro, *Mesothemis* (p. 170), incluiu *Libellula simplicicollis* Say, 1840; *Mesothemis collocata* Hagen, 1861; *Mesothemis corrupta* Hagen, 1861; *Mesothemis illota* Hagen, 1861, *Libellula attala* Selys in Sagra, 1857; *Libellula mithra* Selys in Sagra, 1857; e *Libellula longipennis* Burmeister, 1839 como espécies válidas. Ele também listou *Libellula acuta* Say, 1840 como sinônimo de *Leptthemis vesiculosa* (p. 161); *Libellula caeruleans* Rambur, 1842 e *Libellula maculiventris* Rambur, 1842 como sinônimos de *Libellula simplicicollis* (p.170); *Libellula annulata* Rambur, 1842 (partim, nec *Libellula annulata* Palisot de Beauvois, 1807) como sinônimo de *Libellula mithra* Selys in Sagra, 1857 (p. 172); *Libellula socia* Rambur, 1842; e *Libellula truncatula* Rambur, 1842 como sinônimo de *Libellula longipennis* (p. 173).

2. No mesmo trabalho, Hagen (1861), em sua “List of South American Neuroptera” (pp. 316–318), incluiu mais quinze espécies nestes três gêneros. Sob o gênero nominal *Leptthemis* (p. 316) mais cinco espécies foram citadas, duas previamente descritas, *Libellula cardinalis* Erichson, 1848; e *Libellula attenuata* Erichson, 1848; e introduziu os seguintes novos nomes do grupo da espécie, *Leptthemis picta* Hagen, 1861; *Leptthemis extensa* Hagen, 1861; e *Leptthemis cultriformis* Hagen, 1861 todos eles como *nomina nuda*, uma vez que não atendem as disposições do Artigo 12 do Código. Para *Erythemis* (pp. 317–318), ele incluiu mais dois nomes do grupo da espécie *Libellula peruviana* Rambur, 1842; e *Libellula rubriventris* Blanchard, 1845, e adicionou *Erythemis lavata* Hagen, 1861 (um *nomen nudum*). Finalmente, para *Mesothemis* (p. 318), ele incluiu mais sete espécies *Libellula annulata*

Palisot de Beauvois, 1807; *Libellula plebeja* Rambur, 1842; *Libellula connata* Burmeister, 1839; *Libellula communis* Rambur, 1842; *Libellula distinguenda* Rambur, 1842; e *Libellula abbreviata* Rambur, 1842; e novamente introduziu um *nomen nudum*, *Mesothemis gilva* Hagen, 1861. Todos estes nomes do grupo da espécie listados por Hagen (1861, pp.160–173, 316–318) representam espécies nominais originalmente incluídas (Article 67.2.1), tornando cada um dos gêneros distintamente grupos heterogêneos. Nenhuma espécie-tipo foi selecionada para qualquer um destes três gêneros.

3. Kirby (1889), por designação subsequente, fixou *Libellula vesiculosa* Fabricius, 1775 como espécie-tipo para *Leptthemis* Hagen, 1861 (p. 302); *Libellula simplicicollis* Say, 1840 como espécie-tipo para *Mesothemis* Hagen, 1861 (p. 303); e *Libellula peruviana* Rambur, 1842, como espécie-tipo para *Erythemis* Hagen, 1861 (p. 305). Embora se possa argumentar que *Libellula peruviana* não era um dos nomes originalmente incluídos no gênero nominal *Erythemis*, o que tornaria a fixação do tipo por Kirby um ato inválido sob o Artigo 67.2.5 do Código, Hagen (1861, p. 169) sob *Erythemis bicolor* (Hoffmannsegg in Erichson, 1848, p. 583), sugeriu a sinonímia com *Libellula peruviana* Rambur, 1842 (‘Is it different of *Libellula peruviana* Rambur?’), embora ele (cf. Selys, 1850, p. 398) anteriormente houvesse considerado ambos como sinônimos (‘Dans le Voyage de Schomburgk au Brésil et à la Guyane, M. Erichson a décrit sous le nom de *Lib. bicolor* la *Lib. peruviana*, dit M. Hagen...’ [Na viagem de Schomburgk ao Brasil e Guiana, Mr. Erichson descreveu sob o nome de *Lib. bicolor*, *Lib. peruviana*, diz Mr. Hagen...]). Além disso, Hagen (1861, p. 318) incluiu em sua “List of South American Neuroptera” *Libellula peruviana* em *Erythemis*, uma espécie para a qual ele tinha anteriormente (p. 169) e novamente (p. 318) sugerido a sinonímia com *Libellula bicolor* Hoffmannsegg in Erichson, 1848 (‘Perhaps *E. bicolor*’). Apesar de *Libellula peruviana* Rambur, 1842 ter sido apenas provisoriamente citada por Hagen (1861, p. 169) sob o gênero nominal *Erythemis*, todas as espécies nominais citadas por Hagen (1861, pp. 160–173, 316–318) no mesmo trabalho (excluindo *nomina nuda* e aqueles que não cumprem as disposições do Artigo 67.2), mesmo quando aparecem em páginas diferentes, devem ser consideradas como nomes originalmente incluídos como disposto no Artigo 67.2.1, e, portanto todos são elegíveis para a fixação como espécie-tipo. Isto torna o ato de Kirby (1889, p. 305) fixando *Libellula peruviana* Rambur, 1842 como espécie-tipo do gênero nominal *Erythemis* Hagen, 1861 válido. Kirby muito provavelmente seguiu o alerta de Hagen que *Libellula peruviana* era a mesma espécie que *L. bicolor* Hoffmannsegg in Erichson, 1848, e escolheu-a como espécie-tipo.

4. Kirby (1890, p. 40), seguido por Calvert (1906, p. 30), considerou *Libellula bicolor* um sinônimo júnior de *Libellula peruviana*. Calvert (1906, p. 30–31) estabeleceu o sinônimo entre *Erythemis* e *Mesothemis* e escolheu *Erythemis* como sinônimo sênior, baseado na prioridade de página. A partir de Calvert (1906), *Mesothemis* como um nome do grupo do gênero foi raramente utilizado, com a maioria das citações até 1940 referindo-se a sua espécie-tipo, *Libellula simplicicollis* (e.g. Needham & Heywood, 1929, pp. 246–248; Hinman, 1933, p. 50; Ahrens, 1938, p. 14; Ferguson, 1942, p. 148). Depois de 1940, *Mesothemis* tem sido listado como sinônimo júnior exceto em dois estudos ecológicos onde foram citados com gênero (Polcyn, 1994, p. 443) e como subgênero (Harrison & Lighton, 1998, p. 1739), respectivamente.

5. O número de nomes incluídos em *Lepthemis* flutuou do original oito (Hagen, 1861, pp. 160–162, 316), cinco (Hagen, 1877, pp. 73–74), até onze (Brauer, 1868, p. 724), mas estas duas últimas obras simplesmente listam nomes do grupo da espécie. Calvert (1907, p. 339), seguido por Ris (1911, pp. 594–608) em sua monografia para a família inteira, reduziu este número para um, sua espécie-tipo *L. vesiculosa*, e este foi o único nome associado ao gênero de 1907 até 1957.

6. O número de nomes incluídos em *Erythemis* flutuou do original seis (Hagen, 1861, pp. 168–169, 317–318), para onze (Brauer, 1868, p. 723), mas o último trabalho novamente simplesmente listou nomes do grupo da espécie. Williamson (1923, pp. 8–10) em sua revisão do gênero, reduziu este número para nove, um número que permaneceu estável até 1957.

7. *Lepthemis* Hagen, 1861 e *Erythemis* Hagen, 1861 foram considerados gêneros válidos até a avaliação de Kennedy (1923, p. 20) dos membros destes dois gêneros. Ele sugeriu que *Erythemis* e *Lepthemis* (também *Rhodothemis* Ris, 1909 do Velho Mundo) poderiam ser congêneros baseado na morfologia da *vesica spermalis* (pênis), porém não formalizou a sinonímia entre eles (‘...The writer would be inclined to call the whole series of five or six groups *Lepthemis* and would consider the individual groups as subgenera...’ and ‘...The comprehensive genus would have to be *Lepthemis* because of the [page] priority in the use of that name by Hagen...’).

8. Rácenis (1958, p. 217 [footnote]) seguindo a opinião informal de Kennedy acima citada, e como Primeiro Revisor formalmente sinonimizou *Erythemis* e *Lepthemis* e optou por *Lepthemis*, baseado aparentemente na prioridade de página (‘Según mi opinión, *Lepthemis* Hagen, 1861 y *Erythemis* Hagen, 1861 son congêneros y merecen solamente el status de subgéneros. Para emplear el nombre *Lepthemis* para este género, véase también las opiniones de Kennedy (1923)’ [Em minha opinião, *Lepthemis* Hagen 1861 e *Erythemis* Hagen 1861 são

congenéricos e merecem apenas status de subgêneros. Para usar o nome *Leptthemis* para este gênero, veja também a opinião de Kennedy (1923)].

9. Gloyd (1980, p. 104) discutiu a dupla utilização de nomes genéricos *Leptthemis* (com uma espécie) e *Erythemis* (com 11 [sic!] espécies), nada que ‘...page priority is not longer considered adamant in the choice of a name.’ e ‘If the species in these two genera are eventually proven to be congeneric, then retaining the name *Erythemis* would evoke less change.’ [‘...prioridade de página já não é considerado inflexível na escolha do nome.’ e ‘Se as espécies neste dois gêneros forem eventualmente provadas ser congêneras, então reter o nome *Erythemis* poderia acarretar menor alteração.']. Ela advertiu contra uma sinonímia na pendência de uma revisão completa do grupo, uma opinião similar também expressada por Belle (1978, p. 5).

10. O uso de um ou outro nome durante os últimos 50 anos (1960–2011) mostra uma inconsistência para as dez espécies que hoje constituem estes dois gêneros. Somente seis citações, Lutz & Pittman (1970, pp. 280–281, 283), Paulson (1977, p. 180; 1982, p. 266), Sherk (1977, p. 394; 1978, p. 62), e Fleck (2004, pp. 53–54) seguiram Rácenis (1958, 1959) na utilização de *Leptthemis* como sinônimo sênior para todas as dez espécies; 25 citações consideram *Erythemis* e *Leptthemis* como gêneros válidos; mais de 120 citações de pelo menos 65 diferentes autores consideram *Erythemis* sinônimo sênior (Fig. 7–9), lista completa de citações disponíveis a partir dos autores). Uso atual de *Erythemis* como sinônimo sênior é predominante na literatura (Fig. 7–9). Uma espécie comum do Leste dos Estados Unidos, *Erythemis simplicicollis*, tem sido objeto de estudos sobre idade de maturação (McVey, 1985), comportamento (Belle & Whitcomb, 1961; Currie, 1963; Edwards, 1987; Sanborn, 1996), seleção sexual e competição de esperma (McVey & Smittle, 1984; Waage, 1986; McVey, 1988), fisiologia e parasitologia (May, 1976, 1979; McVey, 1984; Harrison et al., 1994; Painter et al., 1996; Locklin & Vodopich, 2010), taxonomia (Donnelly, 2004a); ela aparece em numerosos guias de campo ilustrados e listas faunísticas (Dunkle, 1989; Abbott, 2001, 2005, 2006; Curry, 2001; Nikula et al., 2002; 2003; Legler et al., 2003; Manolis, 2003; Mead, 2003; Biggs, 2004; Beaton, 2007; Behrstock, 2008), e trabalhos gerais sobre Odonata (Arnett, 2000; Silsby, 2001; Corbet, 2004; Triplehorn & Johnson, 2005; Evans, 2007). Existem também numerosas referências taxonômicas, *checklists*, manuais e livros-texto onde espécies posicionadas em *Erythemis*, *Leptthemis* e *Mesothemis* têm sido incluídas todas juntas em *Erythemis* na América do Sul (Costa & Pujol-Luz, 1992; Rodrigues-Capitulo, 1992; Carvalho & Nessimian, 1998; Costa et al., 2000; Heckman, 2006; von Ellenrieder & Muzón, 2008); América Central (Measey, 1994; Boomsma & Dunkle, 1996; Ramírez, Paulson &

Esquivel, 2000; Förster, 2001); América do Norte (González-Soriano & Novelo-Gutiérrez, 1996; Dunkle, 2000; Needham et al., 2000; Donnelly, 2004b; Paulson, 2009), ou todas as espécies do Novo Mundo (Davies & Tobin, 1985; Garrison, 1991; Bridges, 1994; Steinmann, 1997; Garrison et al., 2006).

11. Uma dissertação de mestrado não publicada (Pinto, 2008), atualmente em fase final de preparação para publicação (Pinto & Carvalho, in prep.) mostra que todas as 10 espécies compreendendo *Erythemis* e *Lepthemis* são congêneras, necessitando a escolha entre *Lepthemis* e *Erythemis* como sinônimo sênior. Desconsiderando *Lepthemis* como sinônimo sênior, em favor do quase universalmente utilizado *Erythemis* causaria o mínimo de mudanças na nomenclatura e promoveria estabilidade para este grupo de libélulas, especialmente considerando que vários membros do último gênero são espécies comuns e bem distribuídas, algumas das quais têm sido objeto de estudos de comportamento e de seleção sexual. Aplicando a regra do Primeiro Revisor (Artigo 24.2.1 do Código) poderia não promover estabilidade da nomenclatura (Princípios 4 do Código).

12. A Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica é solicitada:

- (1) usar seu poder de plenário para determinar que o nome genérico *Erythemis* Hagen, 1861 ganhe precedência sobre *Lepthemis* Hagen, 1861, sempre que eles sejam considerados como sinônimos;
- (2) colocar na lista oficial de nomes genéricos em Zoologia o nome *Erythemis* Hagen, 1861 (gênero: feminino), espécie-tipo por designação subsequente por Kirby (1889) *Libellula peruviana* Rambur, 1842, com o aval de ser dada precedência sobre *Lepthemis* Hagen, 1861, sempre que estes dois nomes sejam considerados sinônimos;
- (3) colocar na lista oficial de nomes genéricos em Zoologia o nome *Lepthemis* Hagen, 1861 (gênero: feminino), espécie-tipo por subsequente designação por Kirby (1889) *Libellula vesiculosa* Fabricius, 1775, com o aval para que não seja dada prioridade sobre *Erythemis* Hagen, 1861, sempre que estes dois nomes sejam considerados sinônimos.
- (4) colocar na lista oficial de nomes específicos em Zoologia os seguintes nomes:
 - (a) *peruviana* Rambur, 1842, tal como publicado no binômio *Libellula peruviana*, sinônimo sênior subjetivo de *Libellula bicolor* Hoffmannsegg in Erichson, 1848, nome específico da espécie-tipo de *Erythemis* Hagen, 1861;
 - (b) *vesiculosa* Fabricius, 1775, tal como publicado no binômio *Libellula vesiculosa*, nome específico da espécie-tipo de *Lepthemis* Hagen, 1861.

Agradecimentos:

Agradecemos a Alcimar L. Carvalho (*Museu Nacional, Rio de Janeiro*), Jürg De Marmels (*Universidad Central de Venezuela, Maracay*), Jan van Tol (*Naturalis, Leiden*), e Natalia Von Ellenrieder (*California Department of Food & Agriculture, Sacramento*) pelas opiniões e ajuda com este requerimento, bem como aos dois Comissários pela revisão.

Referências

- Abbott, J.C.** 2001. Distribution of dragonflies and damselflies (Odonata) in Texas. *Transactions of the American Entomological Society*, **127**(2): 199–228.
- Abbott, J.C.** 2005. *Dragonflies and damselflies of Texas and the south-central United States: Texas, Louisiana, Arkansas, Oklahoma, and New Mexico*. vii, 344 pp. Princeton University Press, Princeton.
- Abbott, J.C.** 2006. *Dragonflies and damselflies (Odonata) of Texas, vol. 1*. vii, 320 pp. Odonata Survey of Texas, Austin.
- Ahrens, C.** 1938. A list of dragonflies (Odonata) taken in southern Alaska. *Entomological News*, **49**: 225–227.
- Arnett, R.H.** 2000. *American insects. A handbook of the insects of America north of Mexico*. Ed. 2. xvii, 1003 pp. CRC Press, Boca Raton.
- Beaton, G.** 2007. *Dragonflies & damselflies of Georgia and the Southeast*. ix, 355 pp. The University of Georgia Press, Athens.
- Bell, R. & Whitcomb, W.H.** 1961. *Erythemis simplicicollis* (Say), a dragonfly predator of the Bollworm Moth. *The Florida Entomologist*, **44**(2): 95–97.
- Belle, J.** 1978. Dragonfly records from Highlands County, Florida, United States. *Notulae Odonatologicae*, **1**(1): 4–5.
- Behrstock, R.A.** 2008. *Dragonflies & damselflies of the Southwest*. 80 pp. Rio Nuevo Publishers, Tucson.
- Biggs, K.** 2004. *Dragonflies of California and common dragonflies of the Southwest*. 160 pp. Azalea Creek Publishing Co., Sebastopol.
- Boomsma, T. & Dunkle, S.W.** 1996. Odonata of Belize. *Odonatologica*, **25**(1): 17–29.
- Brauer, F.** 1868. Verzeichniß der bis jetzt bekannten Neuropteren im Sinne Linne's. *Verhandlungen Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien*, **18**: 359–416, 711–742.

- Burmeister, H.** 1839. *Handbuch der Entomologie*, v. 2, part 2. Pp. 757–1050. Enslin, Berlin.
- Bridges, C.A.** 1994. *Catalogue of the family-group, genus-group and species-group names of the Odonata of the world* (Third Edition). xxi, 905 pp. Privately published, Urbana, Illinois.
- Calvert, P.P.** 1906. Nomenclature of certain North American Odonata. *Entomological News*, **17**: 30–31.
- Calvert, P.P.** 1907. Odonata. Pp. 17–420. In: Godman, F.D. & Salvin, O. (Eds.), *Biologia Centrali-Americana: Neuroptera*. v.50, 1892–1908. xxx, 420 pp. Porter & Dulaü Co., London.
- Corbet, P.** 2004. *Dragonflies. Behavior and ecology of Odonata* (Third printing). xxxii, 829 pp. Comstock Publishing Associates, Ithaca.
- Carvalho, A.L. & Pujol-Luz, J.R.** 1992. On the odonate fauna of Ilha Grande and some other coastal islands of the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Notulae Odonatologicae*, **3**(10): 157–159.
- Carvalho, A.L. & Nessimian, J.L.** 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: habitats e hábitos das larvas. Pp. 3–28. In: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (Eds.), *Ecologia de Insetos Aquáticos*. xiv, 1–161 pp. Series Oecologia Brasiliensis, vol. V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Costa, J.M., Machado, A.B.M., Lencioni, F.A.A. & Santos, T.C.** 2000. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no estado de São Paulo, Brasil: Parte I – Lista das espécies e registros bibliográficos. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, **80**: 1–27.
- Costa, J.M. & Pujol-Luz, J.R.** 1993. Descrição da larva de *Erythemis mithroides* (Brauer) e notas sobre as larvas conhecidas do gênero (Odonata, Libellulidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, **10**(3): 443–448.
- Currie, N.** 1963. Mating behavior and local dispersal in *Erythemis simplicicollis*. *Proceedings North Central Branch, Entomological Society of America*, **18**: 112–115.
- Curry, J.R.** 2001. *Dragonflies of Indiana*. xiv, 303 pp. Indiana Academy of Science, Indianapolis.
- Davies, D.A.L. & Tobin, P.** 1985. The dragonflies of the world: a systematic list of the extant species of Odonata. Vol. 2. Anisoptera. *Societas Internationalis Odonatologica, Rapid Communications, Supplement*, **5**: 1–151.
- Donnelly, T.W.** 2004a. *Erythemis simplicicollis* and *collocata* - subspecies? *Argia*, **15**(4): 11–13.

- Donnelly, T.W.** 2004b. Distribution of North American Odonata. Part II: Macromiidae, Corduliidae and Libellulidae. *Bulletin of American Odonatology*, **8**(1): 11–32.
- Dunkle, S.W.** 1989. *Dragonflies of the Florida Peninsula, Bermuda, and the Bahamas*. 154 pp. Scientific Publishers, Gainesville.
- Dunkle, S.W.** 2000. *Dragonflies through binoculars*. viii, 266 pp. Oxford University Press, Oxford.
- Edwards, G.B.** 1987. Predation by adult *Erythemis simplicicollis* (Say) on spiders (Anisoptera: Libellulidae). *Notulae odonatologicae*, **2**(9): 153–154.
- Erichson, W.F.** 1848. Insecten. Pp. 553–617. In: Schomburgk, R. *Reisen in British Guiana in den Jahren 1840–1844, versuch einer fauna und flora von British Guiana*. v.3, viii, Pp. 533–1261. Verlagsbuchhandlung von J.J. Weber, Leipzig.
- Evans, A.E.** 2007. *Field guide to insects and spiders of North America*. 497 pp. Sterling Publishing Co., Inc., New York.
- Fabricius, J.C.** 1775. *Systema Entomologiae, Sistens Insectorum Classes, Ordines, Genera, Species, Adiectis, Synonymis, Locis, Descriptionibus, Observationibus*. xxx, 832 pp. Flensburgi et Lipsiae in Officina Libraria, Kortii.
- Fleck, G.** 2004. Le larve du genre *Cyanothemis* Ris, 1915 (Odonata: Anisoptera: Libellulidae). Conséquences phylogénétiques. *Annals de la Société Entomologique de France*, **39**(4): 51–58.
- Ferguson, A.** 1942. Scattered records of Texas and Louisiana Odonata with additional notes on the Odonata of Dallas County. *Field and Laboratory*, **10**(2): 145–149.
- Förster, S.** 2001. *The Dragonfly of the Central America exclusive of Mexico and West Indies. A guide to their identification*. Second Edition. x, 141 pp. Gunnar Rehfeldt, Wolfenbüttel, Germany.
- Garrison, R.W.** 1991. Synonymic list of New World Odonata. *Argia*, **3**(2): 1–30.
- Garrison, R.W., von Ellenrieder, N. & Louton, J.A.** 2006. *Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to Anisoptera*. xiv, 368 pp. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Gloyd, L.K.** 1980. The status of the generic names *Erythemis*, *Lepthemis*, and *Mesothemis* (Anisoptera: Libellulidae). *Notulae odonatologicae*, **1**(6): 103–104.
- González-Soriano, & Novelo-Gutiérrez, R.** 1996. Odonata. Pp. 147–167. In: Llorente-Bousquets, J., Garcia-Aldrete, A.N. & Gonzalez-Soriano, E. (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. 660 pp. Universidad Autonoma de Mexico, Mexico D.F.

- Hagen, H.A.** 1861. A synopsis of the Neuroptera of North America with a list of the South American species. *Smithsonian Institution Miscellaneous Collections*, **4**: xx, 1–347.
- Hagen, H.A.** ‘1875’ [1877]. Synopsis of the Odonata of America. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, **18**: 20–96.
- Harrison, J.F. & Lighton, J.R.B.** 1998. Oxygen-sensitive flight metabolism in the dragonfly *Erythemis simplicicollis*. *The Journal of Experimental Biology*, **201**: 1739–1744.
- Harrison, S.J., Platt, A.P. & Sanders S.P.** 1994. An electrophoretic comparison of enzymes from *Anax junius* (Drury) and *Erythemis simplicicollis* (Say) (Anisoptera: Aeshnidae, Libellulidae). *Odonatologica*, **23**(4): 421–429.
- Hinman, E.H.** 1933. Dragon-flies predacious on *Tabanus* spp. *Entomological News*, **44**: 49–50.
- Heckman, C.W.** 2006. *Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata – Anisoptera. Illustrated keys to known families, genera, and species in South America*. viii, 705 pp. Springer, Dordrecht.
- Kennedy, C.H.** 1923. The phylogeny and the distribution of the genus *Erythemis* (Odonata). *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology University of Michigan*, **11**: 19–21.
- Kirby, W.F.** 1889. A revision of the subfamily Libellulinae, with descriptions of new genera and species. *Transactions of the Zoological Society of London*, **12**(9): 249–348.
- Kirby, W.F.** 1890. *A synonymic catalogue of Neuroptera Odonata, or dragonflies, with an appendix of fossil species*. ix, 202 pp. Gurney & Jackson, London.
- Legler, K., Legler, D. & Westover, D.** 2003. *Color guide to dragonflies of Wisconsin*. Ed. 4.0. 68 pp. Amberwing publishing, Sauk City.
- Locklin, J.L. & Vodopich, D.S.** 2010. Eugregarine parasitism of *Erythemis simplicicollis* (Say) at a constructed wetland: a fitness cost for females? (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, **39**(4): 319–331.
- Lutz, P.E. & Pittman, A.R.** 1970. Some ecological factors influencing a community of adult Odonata. *Ecology*, **51**(2): 279–284.
- May, M. L.** 1976. Thermoregulation and adaptation to temperature in dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Ecological Monographs*, **46**(1):1–32.
- May, M.L.** 1979. Energy metabolism of dragonflies (Odonata: Anisoptera) at rest and during endothermic warm-up. *Journal of Experimental Biology*, **83**: 79–94.
- Manolis, T.** 2003. *Dragonflies and damselflies of California*. x, 201pp. University of California Press, Berkeley.

- Mead, K.** 2003. *Dragonflies of the North Woods*. x, 203 pp. Kollath-Stensaas Publishing, Duluth.
- Measey, G.J.** 1994. Some Odonata from Belize, Central America. *Notulae Odonatologicae*, **4**(3): 40–46.
- McVey, M.E.** 1984. Egg release rates with temperature and body size in libellulid dragonflies (Anisoptera). *Odonatologica*, **13**(3): 377–385.
- McVey, M.E.** 1985. Rates of color maturation in relation to age, diet, and temperature in male *Erythemis simplicicollis* (Say) (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, **14**(2): 101–114.
- McVey, M.E.** 1988. The opportunity for sexual selection in a territorial dragonfly, *Erythemis simplicicollis*, Pp. 44–58. In Clutton-Brock, T.H. (Ed.), *Reproductive success: studies of individual variation in contrasting breeding systems*. ix, 548 pp. University Chicago Press, Chicago.
- McVey, M.E. & Smittle, B.E.** 1984. Sperm precedence in the dragonfly *Erythemis simplicicollis*. *Journal of Insect Physiology*, **30**(8): 619–628.
- Needham, J.G. & Heywood, H.B.** 1929. *A handbook of dragonflies of North America* (Anisoptera). viii, 615 pp. Berkeley, University of California Press.
- Needham, J.G., Westfall Jr., M.J. & May, M.L.** 2000. *Dragonflies of North America. Revised Edition*. xv, 939 pp. Scientific Publishers, Inc., Gainesville.
- Nikula, B., Sones, J., Stokes, D. & Stokes, L.** 2002. *Stokes beginner's guide to dragonflies and damselflies*. 159 pp. Little, Brown & Company, Boston.
- Nikula, B., Loose, J. L. & Burne, M. R.** 2003. *A field guide to the Dragonflies and Damselflies of Massachusetts*. vii, 197 pp. Massachusetts Division of Fisheries & Wildlife, Natural Heritage & Endangered Species Program, Boston.
- Painter, M.K., Tennessen, K.J. & Richardson, T.D.** 1996. Effects of repeated applications of *Bacillus thuringiensis israelensis* on the mosquito predator *Erythemis simplicicollis* (Odonata: Libellulidae) from hatching to final instar. *Environmental Entomology*, **25**(1): 184–191.
- Paulson, D.R.** 1977. Odonata. Pp. 170–184. In: Hurlbert, S.H. (Ed.), *Biota Acuatica de Sudamerica Austral*. San Diego State University, San Diego.
- Paulson, D.R.** 1982. Odonata. Pp. 249–277. In: Hurlbert, S.H. & Villalobos-Figueroa, A. (Eds.), *Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies*. San Diego State University, San Diego.
- Paulson, D.R.** 2009. *Dragonflies of the West*. 535 pp. Princeton University Press, Princeton.

- Pinto, A.P.** 2008. *Análise cladística de Erythemis Hagen, 1861 com avaliação de seu posicionamento filogenético em Sympetrinae (Insecta, Odonata, Libellulidae)* [Cladistic Analysis of *Erythemis* Hagen, 1861 with assessment of its phylogenetic placement in Sympetrinae]. xiv, 144 pp. UFRJ / MN, Rio de Janeiro. [Dissertation presented in the post-graduate program in Biological Sciences (Zoology)/UFRJ, as requirement for degree of Master of Science].
- Pinto, A.P. & Carvalho, A.L.** [in preparation]. A morphological cladistic analysis of *Erythemis* Hagen, 1861 and the significance of congruence test of characters for homology statements of wing venation in Anisoptera (Odonata).
- Polcyn, D.M.** 1994. Thermoregulation during summer activity in Mojave Desert dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Functional Ecology*, **8**: 441–449.
- Rácenis, J.** 1958. Los Odonatos Neotropicales en la coleccion de la Facultad de Agronomia de la Universidad Central de Venezuela. *Acta Biologia Venezuelica*, **2**(19): 179–226.
- Rácenis, J.** 1959. Lista de los Odonata del Peru. *Acta Biologia Venezuelica*, **2**(34): 467–522.
- Rambur, P.** 1842. *Histoire naturelle des insectes. Néuroptères*. i–xviii, 534 pp. Libraire Encyclopédique de Roret, Paris.
- Ramírez, A., Paulson, D.R. & Esquivel, C.** 2000. Odonata of Costa Rica: diversity and checklist of species. *Revista de Biología Tropical*, **48**(1): 247–254.
- Rodrigues Capitulo, A.** 1992. Los Odonata de la republica Argentina. *Fauna de agua dulce de la República Argentina*, **34**(1): 1–91.
- Ris, F.** 1911. Libellulines 2, Libellulinen 5. In: *Catalogue Systematique et Descriptif des Collections Zoologique Du Baron Edmond Selys de Longchamps*, **13**: 529–700.
- Sanborn, A.F.** 1996. The cicada *Diceroprocta delicata* (Homoptera: Cicadidae) as prey for the dragonfly *Erythemis simplicicollis* (Anisoptera: Libellulidae). *Florida Entomologist*, **79**(1): 69–70.
- Say, T.** ‘1839’ [1840]. Descriptions of new North American neuropterous insects, and observations on some already described. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **8**(1): 9–46.
- Selys-Longchamps, Edm. de.** 1850. Revue des Odonates ou Libellules d’Europe. *Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège*, **6**: i–xxii, 1–408.
- Selys-Longchamps, Edm. de.** 1857. Odonates de Cuba. Pp. 436–472. In: Sagra, R. de La (Ed.). *Histoire Physique, Politique et Naturelle de l’Ile de Cuba. Animaux articulés*, tomo 7: 35–473. Arthus Bertrand Editeur, Paris.

- Sherk, T.E.** 1977. Development of the compound eyes of dragonflies (Odonata). I. Larval compound eyes. *Journal of Experimental Zoology*, **201**(3): 391–416.
- Sherk, T.E.** 1978. Development of the compound eyes of dragonflies (odonata). III. Adult compound eyes. *Journal of Experimental Zoology*, **203**(1): 61–79.
- Silsby, J.D.** 2001. *Dragonflies of the World*. vii, 216 pp. CSIRO Publishing, Collingwood.
- Steinmann, H.** 1997. *World catalogue of Odonata, Volume II Anisoptera*. xiv, 636 pp. Walter de Gruyter, Berlin.
- Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F.** 2005. *Borror and Delong's introduction to the study of insects*. Ed. 7. x, 864pp. Thomson Brooks/Cole, Belmont.
- von Ellenrieder, N. & Muzón, J.** 2008. An updated checklist of the Odonata from Argentina. *Odonatologica*, **37**(1): 55–68.
- Waage, J.K.** 1986. Sperm displacement by two libellulid dragonflies with disparate copulation durations (Anisoptera). *Odonatologica*, **15**(4): 429–444.
- Williamson, E.B.** 1923. Notes on the genus *Erythemis* with a description of a new species (Odonata). *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology University of Michigan*, **11**: 1–18.

Aviso do recebimento deste requerimento foi publicado no BZN **69**: 83.

Comentários sobre esse caso são convidados para publicação (sujeitos a edição) no *Bulletin*; eles devem ser enviados ao Secretário Executivo, I.C.Z.N., a/c Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, U.K. (e-mail: iczn@nhm.ac.uk).

Figura 7. Número de citações anuais de 1958 a 2011 da espécie-tipo de *Lepthemis* após a ação do Primeiro Revisor (Rácenis 1958) em diferentes combinações.

Figura 8. Número de autores e publicações de 1958 a 2011 que citam a espécie-tipo de *Lepthemis* após a ação do Primeiro Revisor (Rácenis 1958) em diferentes combinações.

Figura 9. Número de citações anuais em percentagem de 1958 a 2011 da espécie-tipo de *Lepthemis* após a ação do Primeiro Revisor (Rácenis 1958) em diferentes combinações.

6. VENAÇÃO ALAR, CLASSIFICAÇÃO E HOMOPLASIA⁵

“That, however, appears to be based wholly on the untenable assumption that because a form is an ancient fossil it is therefore primitive.” (Needham & Broughton 1927, p. 164).

“Apparently it is often forgotten that the impossibility of determining directly the essential criterion of homologous characters [...] (p. 93) [n]aturally, in determining homologies we are limited to erecting hypotheses [...] (p. 94)”. (Hennig 1966).

“A character is thus a theory, a theory that two attributes which appear different in some way are nonetheless the same (or homologous). As such, a character is not empirically observable; hence any (misguided) hope to reduce taxonomy to mere empirical observation seems futile.” (Platnick 1979, p. 542).

As passagens acima sintetizam a “natureza” hipotética das declarações sobre caracteres largamente aceitas sob as bases conceituais da teoria cladística e que se tornaram gradualmente nebulosas pelas práticas atualmente empregadas nas análises filogenéticas. Na última década muitos odonatólogos direcionaram suas ofensivas contra os “sistemas”, ou hipóteses de classificação, com base em caracteres morfológicos, principalmente naqueles fortemente centrados em caracteres da venação alar (*e.g.* Dijkstra & Vick 2006; Ware *et al.* 2007; Pilgrim & von Dohlen 2008; Ballare & Ware 2011). Tais autores difundiram a ideia de que caracteres da venação apresentam níveis elevados de homoplasia, ou pelo menos, maior que outras fontes de dados, na maioria dos casos quando comparados com dados moleculares e que, portanto, deveriam ser excluídos das análises filogenéticas. Apesar de sermos simpatizantes com alguns dos argumentos expostos por esses autores, especialmente relativos à objeção ao uso de uma única fonte de dados, suas conclusões tendenciosas sobre a adoção de caracteres da venação estão profundamente baseadas em conceitos equivocados, e iremos demonstrar que são extremamente reducionistas e quase desprovidos de base empírica.

⁵ Texto originalmente escrito em inglês como parte integrante de um dos artigos escritos durante o doutorado (Pinto & Carvalho, *Zoologica Scripta*, in prep.).

Caracteres da venação alar tem sido a espinha dorsal das classificações em Odonata, desde suas fundações com o Barão Michel Edmond de Sélys-Longchamps (*e.g.* Selys 1850), largamente reconhecido como o criador da odonatologia moderna (*cf.* Donnelly 1997), passando por Needham (1903), Tillyard (1917) e Fraser (1957), até mais recentemente com Carle (1982), e Bechly (1995, 1996), estes dois últimos sob um enfoque filogenético mais contemporâneo (para uma visão geral veja Trueman 2007 e Bybee *et al.* 2008). Em parte, a preferência por caracteres da venação pode ser explicada por eles tornarem possível a comparação de fósseis com táxons atuais, desde que estruturas das asas são facilmente observáveis e geralmente são as únicas partes corporais preservadas de linhagens fósseis extintas de libélulas. Deve-se concordar que, em casos nos quais, há uma superestimação de características da venação sobre outras fontes de dados, isso pode levar a hipóteses errôneas de relacionamento ou, pelo menos, com menor suporte, mas tais resultados não podem ser atribuídos unicamente aos caracteres da venação.

Um dos mais fortes e diretos ataques ao emprego de caracteres da venação foi perpetrado por Dijkstra & Vick (2006, p. 51), com o assertivo título “*Inflation by venation and the bankruptcy of traditional genera [...]*”, já que, superficialmente, caracteres da venação adotados de modo isolado não permitem um posicionamento adequado das espécies em distintos gêneros de um determinado grupo de Libellulidae. Apesar da classificação revista apresentada pelos autores com base em outros caracteres aparentemente estar correta, deve-se considerar que uma hipótese enganosa não é uma propriedade defectiva exclusiva aos caracteres da venação. De fato, suas críticas devem ser direcionadas para as análises extremamente polarizadas, em que se utiliza uma única fonte de dados, ou mesmo da inadequação dos métodos de inferência empregados. Esse problema assemelha-se ao da dualidade de árvores de genes *versus* árvores de espécies (Nichols 2001; Degnan & Rosenberg 2006) quanto à fonte de dados, assim como da distância fenética baseada em similaridade global *versus* análises filogenéticas (Farris 2011) em relação aos métodos de inferência. “Erros” no posicionamento de espécies, caso possa ser interpretado desse modo, em diferentes táxons não é um resultado exclusivo dos caracteres da venação, mas também de outras fontes de dados, desde nucleotídeos a macroestruturas, todas podem conduzir a hipóteses de agrupamento equivocadas, assim como, diferentes métodos de análise também podem potencialmente produzir diferentes resultados, embora não necessariamente errados, já que são baseados em distintas suposições.

As críticas em relação à venação, como fonte de dados inútil para a análise filogenética, falham em não reconhecer que quase todos os “sistemas de classificação”, os

quais, em grande parte estão baseados nessa fonte de dados, não aplicam qualquer método formal para a reconstrução filogenética, ou mesmo propuseram seus arranjos classificatórios como filogenéticos, pelo menos não em um sentido estrito. Algumas dessas críticas são difíceis de compreender quais são suas reais propostas devido à ausência de uma base empírica, por exemplo, alguns argumentos são profundamente atrelados à classificação defeituosa de Tillyard-Fraser (Tillyard & Fraser 1938–1940; Fraser 1957), mas sua fragilidade é prontamente reconhecida, já que foi proposta anterior à revolução Hennigiana e adota amplamente a noção de uma relação direta, real, de ancestral-descendente, muito distinta do corrente tratamento hipotético dos ancestrais e do reconhecimento da impossibilidade de representar relacionamentos ancestral-descendente em uma árvore filogenética (para discussão sobre a representação de relacionamento ancestral-descendente veja Goldstein & DeSalle 2000). Além disso, a maioria das classificações após Hennig apresenta inúmeros problemas metodológicos (*cf.* Bybee *et al.* 2008). Certamente um dos maiores problemas nesse caso é tratar cada nova hipótese como absoluta, como realmente inovadora e melhor que as anteriores, uma vez que estão sob a luz da “moderna” sistemática filogenética. Esse fato é agravado quando é negligenciado a quase inexistência de sistemas adequados de classificação para realizar comparações precisas.

Existem verdadeiros sistemas de classificações para Odonata?

Um dos objetivos da sistemática é classificar os táxons com base em algum tipo de critério. Nesse sentido, após Darwin, a classificação objetiva refletir o padrão de ancestralidade comum entre as espécies (*cf.* Reif 2007). Assim, a então denominada “Árvore da Vida”, corresponde nada mais que um sistema de classificação descrito em um grafo acíclico aninhado (uma árvore binária), representando uma hipótese de relacionamento filogenético da vida.

Nesse contexto, Ware *et al.* (2007) ofereceram uma revisão completa sobre a classificação sistemática de Libelluloidea na qual foi adotada uma intrigante categorização baseada no método de inferência denominado de ‘análise’ em sua tabela 1 (p. 291–292). Infelizmente, o sistema dos autores falha em não reconhecer abordagens distintas, tanto sob o ponto de vista filosófico quanto metodológico. Muitos dos sistemas categorizados como “parcimônia manual”, na verdade são simplesmente listas de nomes, sem qualquer método de agrupamento de táxons, sendo que nos melhores dos casos, alguns conceitos da sistemática filogenética foram adotados nessas proposições classificatórias. Este raciocínio não é trivial,

possui profundas consequências e pode levar o leitor a equacionar de modo impreciso hipóteses de classificação baseadas em premissas subjetivas, as quais são quase inteiramente desprovidas de procedimentos claros e de base teórica, daquelas formais, objetivas, com procedimentos claros e reproduzíveis, largamente utilizados na parcimônia cladística ou outros métodos baseados em modelos como a máxima verossimilhança. Modificando uma sentença de Sober (2004, p. 644), embora utilizada em outro contexto, servirá aqui para ilustrar a fragilidade dessa crença “*Which is better – using a [classification] that explicitly makes unrealistic assumptions or a [classification] whose assumptions are unknown?*”. Para demonstrar o abismo entre os pressupostos da verdadeira análise cladística e dos métodos subjetivos, incluindo aqueles às vezes referidos como “Critério Hennigiano”, primeiro deve-se esclarecer os procedimentos da parcimônia, ou em outras palavras, o programa da parcimônia (*sensu* Brady 1983, 1985).

Parcimônia, sob um senso amplo, é adotada em diversas etapas da investigação científica (*cf.* Sober 1988), no entanto, na sistemática filogenética parcimônia corresponde a um procedimento formal, largamente baseado na teoria, no qual se refere à escolha de uma hipótese hierárquica inclusiva de relacionamento entre táxons (ou outros elementos), em que, idealmente é expresso em uma árvore binária na qual se se minimiza hipóteses *ad hoc* (Farris 1983). Atualmente esse programa é realizado com a aplicação de algoritmos específicos, geralmente os de Wagner (Farris 1970) e Fitch (Fitch 1971), no entanto, outros procedimentos como Dollo ou Sankoff possam também ser aplicados (*cf.* Swofford & Maddison 1992). Portanto, a equivalência de “sistemas de classificação” desprovidos de metodologia com parcimônia, como o catálogo de nomes organizados em categorias taxonômicas de Davies & Tobin (1985), ou os comentários sobre a classificação de Corduliidae de Lieftinck (1977), mesmo considerando como não intencional, é fortemente depreciativa aos estudos cladísticos e a toda investigação filogenética como disciplina. Tal como previamente demonstrado nos capítulos introdutórios, o primeiro estudo cladístico verdadeiro com Anisoptera, apesar de sua metodologia mal aplicada, deve ser considerado aquele de Wighton & Wilson (1986) envolvendo linhagens de Aeshnidae.

Entre todos os trabalhos enumerados como “parcimônia manual” por Ware *et al.* (2007), aqueles que correspondem a lista de nomes ou a propostas de classificação descompromissadas não devem ser considerados como parcimônia, mesmo manual. Assim, de modo geral, apenas duas abordagens de “parcimônia” podem ser identificadas, uma baseada nos defeituosos métodos apriorísticos e obscuros de análise, conhecidos como “Critério Hennigiano” (denominado algo como parcimônia manual em alguns círculos, possivelmente

possa também incluir a análise de três itens), e outro objetivo largamente testável, com um claro estabelecimento de caracteres, geralmente analisados usando programas computacionais de parcimônia. A divisão entre parcimônia manual e “*computer assisted parsimony*” utilizada por Ware *et al.* (2007), como já demonstrada em outros trabalhos é uma divisão fútil, já que não se refere a aspectos metodológicos, mas sim ao uso de uma ferramenta indispensável (o computador) para a análise filogenética. Divisões muito mais aprimoradas, organizadas em diferentes escolas cladistas, ainda que informalmente, têm sido propostas (*cf.* Carpenter 1987; Ebach *et al.* 2008). Consequentemente, o único método verdadeiramente cladístico é o derivado do estabelecimento objetivo e da congruência entre caracteres, o que exige um processo de descoberta para a seleção de uma hipótese de hierarquia (Farris 1983; Nelson 1989, mas veja Williams & Ebach 2009; Williams *et al.* 2010 para distintos pontos de vista).

A parte da caracterização da parcimônia em sistemática, na verdade, existem poucos sistemas verdadeiros de classificação. Após Tillyard-Fraser (Fraser 1957), talvez apenas os propostos por Bechly (1995, 1996) e Lohmann (1996a–c) possam ser considerados sistemas de classificação em um sentido estrito, no entanto, eles são incompletos para vários níveis. Por outro lado, todos os resultados dos estudos filogenéticos recentes podem ser convertidos em classificações. Novamente, o problema real aqui não é apenas a utilização de caracteres da venação para formular uma hipótese de classificação, mas todos os conceitos subjacentes e metodologias empregadas para gerar estas propostas. Portanto, as críticas mais severas ao pequeno número de sistemas de classificação propostos para Odonata não deve ser direcionado a suas fontes de dados (*i.e.* venação alar), mas ao invés disso, aos seus métodos de inferência, caso exista algum, e consequentemente, suas premissas subjacentes.

A “NATUREZA” HOMOPLÁSTICA DOS CARACTERES DA VENAÇÃO ALAR

“Many morphological studies of Odonata, however, have focused on wing vein characters [...] that may be homoplasious”. (Ballare & Ware 2011, p. 138)

“Wing venation characters clearly were not a useful means of delineating relationships between libellulid taxa, but can be useful for identifying the families of Anisoptera”. (Pilgrim & von Dohlen 2008, p. 170).

Ambos os trechos citados acima, ilustram eloquentemente o conceito atual sobre homoplasia e caracteres da venação entre os odonatólogos que trabalham com reconstrução filogenética, ou seja, que caracteres da venação são inúteis ou menos confiáveis para inferência filogenética já que apresentam altos níveis de homoplasia. Atrelada a essa crença, geralmente existe também declarações tais como “caracteres da venação são úteis apenas ao nível de família”, o que é absolutamente sem sentido, visto que estudos adequados nunca foram conduzidos para testar esta afirmação. Para analisar essas declarações, deve-se responder algumas questões fundamentais: 1. O que é homoplasia? 2. Como é reconhecida como tal? 3. Caracteres de venação apresentam níveis mais altos de homoplasia do que outras fontes de dados? 4. E, finalmente, eles são piores do que outras fontes de dados, e, portanto, podem ser excluídos de estudos comparativos de análise filogenética?

Debates sobre homoplasia são extremamente extensivos na literatura da biologia comparada, pois, na maioria dos casos são tratados juntamente com seu conceito antagonista o de homologia (*e.g.* Patterson 1982, 1988; Rieppel 1988, 1991, 1992; de Pinna 1991; Nixon & Carpenter 2012a–c; Brower & de Pinna 2012). Alguns aspectos relevantes para nossa argumentação serão brevemente ilustrados, uma vez que uma revisão compreensiva está à parte de nosso objetivo. O termo homoplasia foi introduzido por Lankester (1870) como oposto ao de homogenia (atualmente homologia), “herança de uma parte comum (p. 42)” de seu ancestral imediato, assim homoplasia “inclui todos os casos de semelhança de forma que não são rastreáveis a homogenia (p. 41)”. Curiosamente Hennig (1966) não fez qualquer menção à palavra homoplasia ao longo de seu livro, já que, de algum modo adotou o conceito de homoiologia de L. Plate (p. 117), no entanto, Hennig o distinguiu de outros conceitos como convergência e paralelismo. No atual paradigma da sistemática filogenética homoplasia pode ser resumida apenas ao conceito de ajuste, ajuste de um caráter sobre uma hipótese específica de relacionamento, em outras palavras, homoplasia corresponde a um caráter que quando otimizado não se ajusta perfeitamente sobre uma árvore (*e.g.* Brady 1983; Farris 1989; Goloboff 1991; Scotland 2011). Desse modo, diferentemente de sinapomorfia a qual é dependente da posição da raiz (polarização), homoplasia é prontamente identificada em árvores não enraizadas. Conceitos como reversão, paralelismo e convergência nada mais são que hipóteses *ad hoc* vinculadas ao processo, postuladas após a obtenção de um padrão de relacionamento, e há argumentos razoáveis para que as declarações sobre padrão terem precedência sobre as de processo (*cf.* Rieppel 1988, 1991, 1992; Hall 1994, 2007). Contudo tentativas para caracterizar explicitamente tais processos, mesmo em relação ao padrão de relacionamento têm sido abordadas (*cf.* Hall 2007; Scotland 2011).

Consequentemente, atualmente existem duas categorias mutuamente exclusivas de caracteres na sistemática filogenética, aqueles que representam homologies (os bons) e outros homoplasias (os ruins). A equação de homologia com sinapomorfia defendida por Patterson (1982) e outros (veja também Rieppel 1988, 1992; de Pinna 1991; Brower & de Pinna 2012; Pavnilov 2012) contribuiu com esta tortuosa divisão, tornando-a ainda mais problemática. Ao considerar homologia o mesmo que sinapomorfia, e que um grupo monofilético é suportado por sinapomorfias, consequentemente, homoplasia não pode ser uma sinapomorfia e tampouco justificar o monofiletismo de qualquer táxon. Isso se torna claro ao observar a definição de homoplasia no glossário de Kitching *et al.* (1998, p. 208): “Any character that is not a *synapomorphy* (*homology*)”. No entanto, os algoritmos de parcimônia não fazem distinção entre transformações homoplásticas e não homoplásticas para suportar um nó, já que somente minimizam transformações independentes, portanto, as homoplasias identificadas através do teste de congruência podem ser as únicas transformações que suportam uma hipótese de relacionamento. Este é um dos aspectos que levou Williams & Ebach (2009) a criticar a abordagem numérica para a cladística, a qual se baseia na “busca” por árvores não enraizadas para a seleção de hipóteses de relacionamento, uma vez que as conexões entre os táxons, já são conhecidas antes das sinapomorfias serem determinadas. Um aspecto geralmente negligenciado é que ao minimizar a homoplasia não resulta em um ajuste perfeito dos caracteres, mas sim no melhor ajuste, e que, portanto, o padrão selecionado é aquele que melhor explica os dados em mãos. Em resumo, homoplasias são declarações de homologia (ou homologia primária *sensu* de Pinna 1991) que não passam no teste de congruência, portanto, não podem ser explicadas por herança comum sem apelo a hipóteses *ad hoc* (e.g. convergência) e o teste de congruência é a única maneira cabal de detectar homoplasias. O teste apenas indica que nossas declarações *a priori* sobre homologies estão equivocadas, e não que uma transformação homoplásticas não pode ser uma sinapomorfia de um grupo. Este aspecto será mais detalhadamente discutido abaixo.

Mesmo nas mais recentes e largamente divergentes discussões sobre homologia (Nixon & Carpenter 2012a, b; Williams & Ebach 2012; Farris 2012a, b; Brower & de Pinna 2012), caracteres foram reafirmados como construções abstratas carregadas de teoria, portanto, são hipotéticas em essência. Assim, homologia, tampouco homoplasia, são status adquiridos em determinado círculo científico e assim tornam-se uma propriedade irrefutável do caráter, ambos são hipóteses e como tal estão sempre sujeitas a teste, assim não há modo de propor “*homologization*” em tudo. A cladística como um método de inferência científica está sujeita a revisão, reinterpretação e a sua investigação está profundamente depositada

sobre o teste de congruência, assim como amplamente discutido no final do século passado (*e.g.* Brady 1983, 1985; Rieppel 1988, de Pinna 1991).

Outro aspecto sobre homoplasia, o qual foi reiterado em uma das revisões mais recentes do conceito por Nixon & Carpenter (2012a) é a compreensão de homoplasia como um erro de observação, o qual reflete uma declaração errônea de um caráter, em sua codificação, ou considerando dados moleculares, em seu alinhamento. Homoplasia é amplamente reconhecida como um “ruído”, de fato, o teste de congruência não identifica sinapomorfias, mas na verdade detecta homoplasias, casos em que o estágio conjectural da declaração de homologia é rejeitado, nos quais não passa no teste de escrutínio considerando outros caracteres (de Pinna, 1991). Portanto, a interpretação padrão é de amplamente reconhecer homoplasia como menos informação ou no mínimo informação potencialmente enganosa, que os caracteres não homoplásticos. Evidentemente que uma MPT altamente congruente a um conjunto de dados específico, e, portanto perfeitamente hierárquica, é melhor que outra altamente incongruente e não totalmente hierárquica. Entretanto deve-se considerar que nem sempre níveis elevados de homoplasia correspondem a uma pior hipótese de relacionamento. A melhor hipótese é aquela que melhor explica (se ajusta) ao conjunto de dados investigado, assim, os níveis de homoplasia exibidos são intrínsecos à análise e, de alguma forma, são independentes da quantidade de homoplasia necessária para explicar os dados. Um aspecto sobre homoplasia que contradiz em grande parte a visão de que os níveis de homoplasia são diretamente proporcionais às hipóteses falsas ou hipóteses ruins de relacionamento, é a sua capacidade de discernir entre árvores concorrentes. Em um artigo verdadeiramente brilhante, Goloboff (1991) traçou uma distinção clara entre dois conceitos relacionados, e um tanto quanto equivocadamente compreendidos em sistemática filogenética, isto é, informação e decisão (*decisiveness*). O primeiro está ligado à informação dos caracteres em si, se um caráter específico, apresenta potencial para homoplasia (*i.e.* não é uma autapomorfia para um nó terminal), enquanto o segundo se refere exclusivamente ao conjunto de dados, se o conjunto de dados permite uma escolha ou decisão entre as classificações concorrentes (árvores). Goloboff (1991) desmistificou muitos conceitos equivocados, demonstrando que homoplasia não implica em menos informação (*i.e.* no sentido de decisão), e menor confiança nos resultados. Ele também mostrou que o *ri* (índice de retenção) do caráter não é uma medida precisa da homoplasia, desde que caracteres menos homoplásticos podem exibir valores baixos de *ri* (p. 217) e que o *RI* não é adequado para a comparação de homoplasia entre diferentes conjuntos de dados, mas para comparar homoplasia entre as árvores do mesmo conjunto de dados (p. 218), portanto, é um estimador útil para investigar

diferenças de ajuste entre MPTs. Como resultado pode-se concluir que níveis elevados de homoplasia e consequentemente valores baixos de CI ou RI não necessariamente representam dados piores, isso porque a parcimônia não requer o *mínimo* de homoplasia, mas que a homoplasia seja *minimizada*. Dessa forma, uma quantidade máxima de homoplasia não implica confiança mínima nos resultados (Goloboff 1991). Portanto é verdadeiramente falacioso afirmar que um carácter altamente homoplástico sobre uma árvore será também homoplástico no contexto de outra análise, ou mesmo que algum nível específico de homoplasia demonstra uma hipótese errada de hierarquia.

Recentemente Pilgrim & von Dohlen (2008) suportaram suas declarações sobre a “*homoplasious nature*” da venação alar com base no ajuste de seus caracteres selecionados sobre sua árvore molecular e concluíram que os caracteres “menos” homoplásticos são aqueles com valores mais elevados de ci e ri, sendo esses os únicos adequados para inferir hierarquia, os quais coincidentemente são aqueles utilizados para a distinção de Libellulidae de outras famílias de Anisoptera. Dois aspectos foram ignorados, o primeiro que um conjunto de dados totalmente congruente (valores máximos de CI) pode não fornecer informação alguma sobre a preferência por uma árvore (*undecisiveness*) e segundo, que esses mesmos caracteres podem ser homoplásticos em uma análise mais inclusiva e, portanto, apresentar valores menores de ajuste do que outros caracteres. A presente discussão sobre a interpretação dos índices de homoplasia mostra que a argumentação de Pilgrim & von Dohlen (2008) não se sustenta, e, portanto, sua “Table 4” (p. 170) tem pouca utilidade em suportar seus argumentos de que a venação alar é inútil para a inferência filogenética, ainda mais se considerarmos que não é comparativa com outras fontes de dados em sua análise, como por exemplo, os dados moleculares, ou mesmo entre os distintos *loci* em sua base de dados.

De fato, a única conclusão que pode ser obtida da comparação feita por Pilgrim & von Dohlen (2008) é de que as suas hipóteses de homologia primária (declarações de caracteres) foram rejeitadas como homologia secundária e consequentemente, o compartilhamento entre os táxons não pode, ao menos primariamente, ser explicado por uma conexão histórica de ancestralidade. Assim, apenas as declarações de caracteres, *i.e.*, a conjectura sobre ser a mesma coisa (*sameness*), são testados pelo teste de congruência ou durante a sua otimização sobre uma árvore previamente obtida, não a(s) estrutura(s) *per se*.

Além disso, é absolutamente questionável considerar uma hipótese obtida com base em caracteres da venação alar, como sendo primariamente errada apenas por divergir daquelas obtidas usando dados moleculares. Não existem estudos empíricos comparando homoplasia entre diferentes conjuntos de dados, ou entre dados morfológicos e moleculares que permitam

uma diagnose confiável do assunto. Alguns casos de homoplasia são facilmente resolvidos após a reavaliação da declaração primária do caráter, especialmente quando envolve casos conhecidos como reversão. Um dos exemplos mais elucidativos é a ausência de asas em adultos de algumas ordens de Pterygota (insetos alados), amplamente explorada desde Hennig (1966) e, mais recentemente, recursivamente por Farris (2012a,b). Não há dúvida de que a “ausência” de asas em Siphonaptera (ordem das pulgas), por exemplo, representa uma sinapomorfia para a ordem, no entanto, dependendo dos táxons selecionados, ou se codificado como sendo o mesmo que o observado nas ordens de insetos sem asas (*e.g.* Zygentoma) é uma homoplasia. Porém, considerando que as pulgas evoluíram de insetos alados, esse caráter, é, portanto, interpretado como uma reversão. Seguindo a conexão lógica em considerar homologia o mesmo que sinapomorfia *sensu* Patterson (1982) esse caráter “homoplástico” não suporta o monofiletismo da ordem das pulgas desde que grupos monofiléticos são identificados por sinapomorfias!

Retornando para a questão envolvendo Anisoptera, Pilgrim & von Dohlen (2008) consideram a “ausência” do triângulo anal nas asas posteriores de machos de Libellulidae como um dos caracteres mais confiáveis, pois apresenta valores elevados de ci e ri. Visto que esse caráter é geralmente usado para diagnosticar a família, levou-os a concluir que caracteres da venação alar são somente úteis para o nível de família. Concordamos que a “ausência” de triângulo anal é uma forte evidência do monofiletismo de Libellulidae, no entanto, dois aspectos devem ser verificados, primeiro a fraqueza lógica de declarações envolvendo ausência de caracteres, o que nós preferíamos considerar como ausências secundárias (*neomorphic characters sensu* Sereno 2007) e segundo, a ocorrência múltipla em outras famílias de Anisoptera. Como no exemplo sobre Siphonaptera referido acima, a correta transposição de uma observação particular em uma declaração de caráter (homologia primária) não é a ausência em si, mas todas as características que resultaram na observação negativa da “presença” de triângulo anal na asa posterior dos machos. Ausência não é um caráter já que não descreve a propriedade de uma estrutura ou táxon, e inclui todos os outros casos negativos em outros organismos (ou objetos) que também compartilham a mesma ausência (Nelson 1978; Fitzhugh 2006; mas veja Nixon & Carpenter 2012c para um ponto de vista distinto). Por outro lado, não há dúvida de que a “ausência” de triângulo anal (bem como de aurículas no segundo segmento abdominal) em machos de Libellulidae seja uma sinapomorfia putativa para toda a família, uma vez que em quase todas as demais linhagens de Anisoptera o macho apresenta triângulos anais. No entanto, em um cenário em que representantes dos gêneros distantemente relacionados a Libellulidae como *Anax* Leach, 1815

e *Hemianax* Selys, 1883 em Aeshnidae, (von Ellenrieder 2002), ou *Agriogomphus* Selys, 1869 e *Archaeogomphus* Williamson, 1919, em Gomphidae (Belle 1996), fossem também incluídos na análise, esta forte evidência do monofiletismo de Libellulidae torna-se uma homoplasia e, portanto, irá apresentar valores inferiores de ci e ri. Seguindo o raciocínio que apenas aqueles caracteres com altos valores de ci possuem sinal filogenético confiável ou adotar o conceito de sinapomorfia disseminado por Patterson (1982) e igualar sinapomorfia a homologia, irá levar a uma conclusão verdadeiramente errônea, *i.e.* que a “ausência” de triângulo anal em machos de Libellulidae não é uma sinapomorfia para a família. De fato, uma grande quantidade de homoplasias, em muitos casos se deve a observações ruins que resultam em hipótese de caracteres sem refinamento, as quais são descobertas por meio do teste de congruência e que devem ser reavaliados.

Von Ellenrieder (2002), em sua análise de Aeshnidae, considerou a ausência de triângulo anal nos gêneros *Anax* e *Hemianax* como uma característica sinapomórfica, a qual é homoplástica em uma análise incluindo gêneros Libellulidae e Gomphidae, assim como já mencionado. Nós não iremos tratar desse assunto novamente, por outro lado, para a mesma linhagem von Ellenrieder (2002) codificou a ausência de aurículas no segundo segmento abdominal em um caráter multiestado (quatro estados), desde a completa ausência até a presença com diferentes processos estruturais sobre a sua superfície, e ela também considerou a ausência de aurículas como uma sinapomorfia para a linhagem. Isso revela mais um aspecto quase ignorado do teste de congruência, o qual foi apenas brevemente discutido por Assis (2009) e Nixon & Carpenter (2012b–c). Homoplasia, em essência, se refere somente ao estado, o qual controversamente não é totalmente testado por congruência. Usando o exemplo de von Ellenrieder (2002) sobre aurículas (caráter 24 em sua análise) torna esse aspecto claro. Considerando homoplasia como o ajuste não consistente de um caráter sobre uma árvore, ela pode ser adequadamente calculada com a fórmula do ci, assim o máximo número de passos possíveis para um caráter com quatro estados para que não seja homoplástico são três transformações. Entretanto, o caráter apresenta no mínimo oito transformações nas EW MPTs de von Ellenrieder (2002), sendo homoplástico e, portanto por definição não pode ser uma sinapomorfia. Para caracteres binários a relação entre o ci e homoplasia é direta, já que implica em uma única transformação, entretanto, para caracteres multiestado, isso não é recíproco, uma vez que para um, ou mais estados, são observados uma única transformação sobre uma árvore, enquanto os estados restantes podem apresentar transformações múltiplas. Isso é exatamente o caso de algumas transformações observadas no ramo de *Rhodopygia* em nossa análise (Capítulo 7). Finalmente, podemos considerar os estados com transformações

únicas sobre uma árvore uma sinapomorfia, independentemente das transformações altamente homoplásticas observadas nos estados restantes? A resposta poderia ser sim, mas homoplasia se refere ao ajuste da declaração do caráter inspecionado (*homologue* ou *primary homology*) como um todo e não aos seus estados individualmente. Portanto, caracteres multiestados com $ci < 1$ podem apresentar estados não homoplásticos que poderiam representar sinapomorfias verdadeiras, apesar do caráter em si ser homoplástico.

Alguns casos são muito mais intrincados que uma óbvia codificação enganosa envolvendo ausências. Por exemplo, espécies dos provavelmente distantemente relacionados gêneros de Libellulidae *Camacinia* Kirby, 1889, *Diastatops* Rambur, 1842, *Neurothemis* Brauer, 1867 e *Rhyothemis* Hagen, 1867, todos apresentam reticulações secundárias nas asas (anastomose), resultando em um padrão muito denso de venação. Uma hipótese superficial de homologia primária com base no padrão observado aceitaria todos como sendo *a mesma coisa*, mas um teste de congruência irá demonstrar que, na verdade, corresponde a uma homoplasia, um erro de observação. A questão relevante é, estamos agindo corretamente ao considerar a reticulação observada nas asas de linhagens tão distantes, ou sob uma inspeção apurada demonstrar que estas não são conectadas, como sendo a mesma coisa (*sameness*)? Provavelmente, a resposta seja não. Por outro lado, o padrão deve ser testado, mas a hipótese não deve permanecer indefinidamente inalterada e deve ser reavaliada frente a novas evidências. Não existe observação livre de teoria, toda observação depende de nossos conceitos prévios e embasamento teórico, sendo assim, como tal, erros de observação são comuns e estão sujeitos a reinterpretação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos teóricos aqui discutidos, os quais de certo modo podem ser interpretados como uma defesa a inclusão de caracteres da venação alar e consequentemente de dados morfológicos, objetivou desmistificar algumas ideias equivocadas sobre homoplasia, que estão amplamente disseminadas, e suas consequências, assim como evidenciar alguns aspectos obscuros e ainda persistentes dos conceitos em sistemática filogenética. Níveis de homoplasia são altamente dependentes do conjunto de dados analisado, táxons amostrados, formulação de hipóteses de caracteres e ao método de inferência (*cf.* DeBry 2005; Heath *et al.* 2008). Assim, como já explorado e largamente demonstrado, níveis de homoplasia aumentam com o número de táxons terminais, os quais, portanto, diminuem o CI (Archie 1989; Sanderson & Donoghue 1989); além disso, o índice de consistência é inadequado como

medida de incongruência quando utilizado isoladamente (Swofford 1996), e níveis de homoplasia entre dados morfológicos e moleculares não são tão distintos, efetivamente em muitos casos foi demonstrado que dados morfológicos apresentam uma quantidade inferior de homoplasia que dados moleculares (Sanderson & Donoghue 1989; Baker *et al.* 1998).

Recentemente, observamos um grande esforço na busca de padronização, pelo menos para aumentar a objetividade de dados morfológicos, esforços estes direcionados a delimitação de caracteres, problemas com codificação etc. (*e.g.* Fitzhugh 2006; Sereno 2007) e, portanto, teste de hipóteses de caracteres não deve ser baseado em análises descompromissadas e tendenciosas. A mesma precisão utilizada para selecionar os melhores *loci*, premissas de alinhamento, para testar uma hipótese específica de relacionamento e propor uma árvore de espécies deve se estender aos caracteres morfológicos para ser analisado conjuntamente com os dados moleculares. Existem inúmeras simplificações quando se trata de caracteres da venação alar, em alguns casos um caráter taxonômico útil para distinguir um grupo de táxons é utilizado sem qualquer tipo de filtro. De fato, análises filogenéticas por meio do teste de congruência tem recorrentemente demonstrado a pobreza dos caracteres taxonômicos, pelo menos como tradicionalmente empregados, em muitos casos sua inadequação para a inferência filogenética, uma vez que não refletem o relacionamento histórico entre os táxons.

Negar a relevância de caracteres da venação alar para investigação filogenética reflete a desigual tendência na ênfase aos métodos de análises e seus algoritmos, e a menor importância atribuída aos próprios dados e sua análise (Rieppel & Kearney 2007; Williams & Ebach 2008; Wheeler 2008). Esta banalização na formulação de hipóteses de caráter primária (fase conjectural) leva a preferência da quantidade sobre a qualidade dos dados, negligenciando assim uma análise profunda dos caracteres que devem ser testáveis por seu direito próprio (Rieppel & Kearney 2002). Isto é claramente detectado inspecionando a literatura atual, onde os dados das matrizes ou da informação primária são relegados a simples apêndices das análises e no pior dos casos, principalmente considerando dados moleculares, raramente as sequências alinhadas (matriz de dados) utilizadas para obter os resultados são fornecidas. A questão mais relevante é o que formulações vagas de caracteres (os autores não se excluem de erros semelhantes na formulação de caracteres) podem nos dizer sobre as suas relações de homologia *taxic* interpretada como relacionamento filogenético?

Deve ser destacado aqui que obviamente não está sendo defendido que os caracteres homoplásticos são melhores para a inferência filogenética que os não homoplásticos, mas que pelo menos esses caracteres devem ser reestudados e mesmo quando homoplasias são

observadas pode fornecer evidência de relacionamento verdadeiro. A maioria dos caracteres homoplásticos da venação alar resultam da nossa incapacidade em detectar condições semelhantes como não homólogas (*cf.* Nixon & Carpenter 2012a), mas também demonstra a inadequação dos caracteres taxonômicos, como atualmente estabelecidos, para inferência filogenética, de fato, declarações de caracteres grosseiras ou no mínimo descomprometidas, observações errôneas e essencialmente a falta de refinamento e do controle contínuo de conjuntos de dados sob uma abordagem da iluminação recíproca, assim como advogado por Hennig (1966), são as maiores causas dos elevados níveis de homoplasia.

Dispomos de metodologias, técnicas e fontes de dados diagnósticas, mas os resultados e hipótese não são necessariamente novos ou inovadores. Na enorme quantidade de dados bibliográficos disponíveis sobre sistemática de Odonata, diversos tipos de relacionamento foram propostos, sob diferentes pressupostos, e eles não podem ser simplesmente descartados devido a suas metodologias ou a fonte de dados apresentarem discrepância com a das mais modernas técnicas de análise moleculares. A dicotomia dos estudos moleculares versus morfológicos é fútil e certamente ruim para a ciência da sistemática e ambos os lados têm contribuído para as atuais relações hostis. Retornando às ideias de Hennig (1966) de holomorfologia, hoje reconhecidas como “evidência total” (Kluge, 1997) ou “análise simultânea” (Nixon & Carpenter 1996b), certamente resultará em hipóteses mais falseáveis (*cf.* Popper 1972) e estáveis de relacionamento filogenéticos em Odonata. Como já evocado recentemente por alguns autores (*e.g.* Rieppel & Kearney 2007; Assis 2009).

7. ANÁLISE CLADÍSTICA DE SYMPETRINAE S.L.COM ÊNFASE EM ERYTHEMISMORPHA⁶

INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados e a discussão da análise cladística de ‘Sympetrinae’ com ênfase em Erythemismorpha, os trechos introdutórios referentes aos objetivos, material e métodos, introdução e justificativa, devem ser consultados nos Capítulos 2–4 respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

RELAÇÃO DOS CARACTERES⁷

Para aos caracteres em que não há referência ao sexo, ou no caso dos apêndices o seu respectivo segmento, é sempre assumido que é irrelevante para o seu devido reconhecimento. Por exemplo, margem do lábio inteiramente pálido se aplica a ambos os sexos (ch. 1). O número de passos e os valores de ajuste para cada caráter se refere à árvore obtida utilizando IW com fator de concavidade de $K = 15$. A matriz de dados completa com a codificação para todos os táxons terminais é apresentada no Apêndice 2.

Subconjunto (“partition”) A – Caracteres da Cabeça

1. Lábio durante o período reprodutivo. [passos = 20; *fit* = 0,53; ci = 0,15; ri = 0,39]
 - (0) inteiramente pálido (amarelo-esbranquiçado);
 - (1) pálido com partes proximais negras, geralmente a lígula com uma linha mal definida sobre os palpos;
 - (2) pálido com uma distintiva faixa central negra da lígula para os palpos;
 - (3) inteiramente escuro, castanho-escuro ao negro.
2. Labro durante o período reprodutivo. [passos = 22; *fit* = 0,57; ci = 0,09; ri = 0,31]
 - (0) pálido;
 - (1) pálido com uma linha central negra e estreita;

^{APP6} Parte integrante do manuscrito de autoria de Pinto, Carvalho & Lamas originalmente intitulado de *Armed to kill: a morphological cladistics analysis of Erythemismorpha sensu Pinto & Carvalho* em preparação.

^{APP7} Comentários das mais diversas naturezas foram intencionalmente omitidos nesta apresentação.

- (2) castanho-escuro ao negro.
3. Margem lateroventral do pós-clípeo. [passos = 7; *fit* = 0,29; ci = 0,14; ri = 0,75]
- (0) angulada;
- (1) arredondada.
4. Ângulos laterais da pós-fronte. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,80]
- (0) mal definidos, sem processos;
- (1) definidos, com um par de tubérculos.
5. Superfície anterior da fronte. [passos = 10; *fit* = 0,38; ci = 0,10; ri = 0,47]
- (0) distintamente achatada;
- (1) arredondada.
6. Divisão entre a ante- e pós-fronte. [passos = 6; *fit* = 0,25; ci = 0,17; ri = 0,44]
- (0) carenada;
- (1) plana, carena indistinta.
7. Margem dorsal da pós-fronte em vista anterior. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,25]
- (0) achatada, com depressão central pouco evidente ou indefinida;
- (1) sinuosa, com depressão central definida.
8. Dorso da fronte. [passos = 10; *fit* = 0,35; ci = 0,20; ri = 0,43]
- (0) de coloração uniforme com a antefronte (concolor);
- (1) de coloração mais clara em relação à antefronte (discolor);
- (2) de coloração mais escura em relação a antefronte (discolor).
9. Superfície dorsal da fronte. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,00]
- (0) reflexiva, com reflexos metálicos;
- (1) opaca, sem reflexos metálicos distintos.
10. Superfície laterodorsal do ápice da fronte em vista anterior. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,00]
- (0) arredondada;
- (1) aguda.
11. Omatídios dos olhos compostos. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0/0]
- (0) coloração quase uniforme, sem distinção em diferentes áreas;
- (1) com diferente pigmentação, com distinção entre faixas claras e escuras.
12. Contato dorsal entre os olhos compostos (“*eyes seam*”). [passos = 12; *fit* = 0,38; ci = 0,25; ri = 0,74]
- (0) longo (razão entre distâncias do trecho em contato e região anterior dos olhos até o ápice do triângulo occipital 0,63–1,00);

- (1) médio (0,35–0,56);
 - (2) curto (0,19–0,28);
 - (3) em um único ponto (<0,13).
13. Superfície dorsal do vértice. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,40]
- (0) irregular, projetada em um par de processos;
 - (1) quase uniforme, sem processos.
14. Par de processos no vértice. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,43]
- (0) mal definido, não mais que uma protuberância extremamente reduzida;
 - (1) bem definido, com projeções arredondadas ou agudas.
15. Margem posterior do triângulo occipital em vista dorsal. [passos = 11; *fit* = 0,40; ci = 0,09; ri = 0,69]
- (0) convexa;
 - (1) quase linear.
16. Superfície pósterio-dorsal do triângulo occipital. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,77]
- (0) retilínea, sem concavidade central distinta;
 - (1) irregular, com uma concavidade central (“*heart shape*”).
17. Região posterior da cabeça em vista anteroposterior. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,00]
- (0) sem qualquer processo distinto próximo ao triângulo occipital;
 - (1) com um par de processos transversais (“*ridges*”) distintos próximos ao triângulo occipital.

Subconjunto (“partition”) B – Protórax

18. Região proximal do lobo posterior do protórax. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,87]
- (0) alargada, margens laterais divergentes ou paralelos;
 - (1) estreita, margens laterais confluentes (“*constricted*”).
19. Lobo posterior do protórax em vista lateral. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,85]
- (0) ereto, margem posterior direcionada dorsalmente ou de modo oblíquo;
 - (1) decumbente, margem posterior direcionada quase posteriormente.
20. Mesepisterno (pelo menos durante algum estágio ontogenético). [passos = 6; *fit* = 0,25; ci = 0,17; ri = 0,71]
- (0) escuro, com faixa longitudinal clara distinta;
 - (1) coloração uniforme ou com faixa longitudinal clara indistinta.

21. Margem lateral da carena subalar do processo antealar metapleural (Garrison *et al.* 2006) (Fig. 10). [passos = 12; *fit* = 0,40; *ci* = 0,17; *ri* = 0,68]

- (0) arredondada;
- (1) angulada, mas não projetada em processo espiniforme;
- (2) angulada, projetada em um processo espiniforme.

22. Superfície da carena subalar do processo antealar metapleural. [passos = 2; *fit* = 0,06; *ci* = 0,50; *ri* = 0,75]

- (0) lisa;
- (1) coberta por processos espiciformes.

23. Carena dorsal de metepímero. [passos = 8; *fit* = 0,32; *ci* = 0,13; *ri* = 0,00]

- (0) lisa, sem espinhos;
- (1) armada, coberta por espinhos diminutos.

Subconjunto (“partition”) C – Caracteres das asas

24. Superfície da margem látero-ventral do metapostepímero. [passos = 10; *fit* = 0,38; *ci* = 0,10; *ri* = 0,61]

- (0) lisa, sem processos;
- (1) armada, coberta por processos espiniformes diminutos.

25. Coloração do pterostigma. [passos = 6; *fit* = 0,25; *ci* = 0,17; *ri* = 0,38]

- (0) unicolor, superfície dorsal e ventral com a mesma tonalidade;
- (1) discolor, superfície dorsal distintamente mais escura.

26. Coloração do pterostigma. [passos = 3; *fit* = 0,12; *ci* = 0,33; *ri* = 0,33]

- (0) uniforme;
- (1) com área central escura.

27. Espaço entre RA e RP1, posterior ao pt. [passos = 12; *fit* = 0,40; *ci* = 0,17; *ri* = 0,29]

- (0) densamente reticulado, pt cobrindo duas ou mais células inteiras e três ou mais veias transversais;
- (1) esparsamente reticulado, pt cobrindo uma célula e duas veias transversais;
- (2) não reticulado, pt cobrindo apenas parte de uma célula e uma veia transversal (0,33 proximal do pt sem veia transversal *sensu* Garrison *et al.* 2006).

28. Superfície anterior da margem costal após o nó. [passos = 5; *fit* = 0,21; *ci* = 0,20; *ri* = 0,33]

- (0) quase uniforme com a cor das demais veias;
- (1) contrastando com a cor mais escura das demais veias, distintamente mais clara.

Figura 10. Processo antealar metapleural. a. *Rhodopygia cardinalis* (Erichson, 1848); b. *Crocothemis mariannae* Kiauta, 1983; Pam = processo antealar metapleural; Esp(s) = espinho(s)

29. Coloração ventral da porção inferior do nó (ncv *sensu* Bechly 1995) e o subnó (sncv *sensu* Bechly 1995). [passos = 15; *fit* = 0,48; *ci* = 0,07; *ri* = 0,13]

- (0) clara (amarelada a acastanhada), com a porção central distintamente mais escura;
- (1) uniformemente escura castanha a negra.

30. Veia transversal antesubnodal distal (“*cordulegastrid gap*” *sensu* Bechly *et al.* 1998). [passos = 7; *fit* = 0,21; *ci* = 0,43; *ri* = 0,79]

- (0) posicionada cerca da metade da distância entre a origem do IR2 e o subnó;
- (1) posicionada distintamente entre origem do RP3–4 e do IR2;
- (2) posicionada sobre ou próximo da origem do IR2;
- (3) posicionada na origem do RP3–4.

31. Espaço da ponte (“*bridge*”). [passos = 4; *fit* = 0,12; *ci* = 0,50; *ri* = 0,33]

- (0) atravessado por uma veia;
- (1) atravessado por duas veias;
- (2) atravessado por três ou mais veias.

32. Origem do RP1b. [passos = 5; *fit* = 0,21; *ci* = 0,20; *ri* = 0,20]

- (0) sob 0,5 proximal do pt;
- (1) sob 0,5 distal do pt;

33. IRP1. [passos = 10; *fit* = 0,38; *ci* = 0,10; *ri* = 0,44]

- (0) mal definido;
- (1) definido.

34. Espaço entre RP1 e IRP1. [passos = 1; *fit* = –; *ci* = 1,00; *ri* = 0/0]

- (0) composto por uma única fileira de células;
 - (1) composto por duas ou mais fileiras de células.
35. RP1–2 entre a origem do IRP2 e o subnó (Garrison *et al.* 2006). [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) levemente convexo ou reto;
 - (1) fortemente côncavo.
36. RP2 na central porção de Rspl. [passos = 7; *fit* = 0,29; ci = 0,14; ri = 0,54]
- (0) regularmente curvo;
 - (1) sinuoso, com uma convexidade na margem anterior.
37. RP2 na porção distal do Rspl ("*radial planate*" *sensu* Needham *et al.* 2000). [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,40]
- (0) sinuoso, com uma leve concavidade;
 - (1) regularmente curvo, sem concavidade.
38. Espaço entre RP2 e IRP2. [passos = 3; *fit* = 0,12; ci = 0,33; ri = 0,50]
- (0) composto por uma fileira de células;
 - (1) composto por duas fileiras de células.
39. Origem proximal do Rspl. [passos = 3; *fit* = 0,12; ci = 0,33; ri = 0,75]
- (0) mal definida e distintamente não conectada ao RP2;
 - (1) claramente definida e conectada ao RP2.
40. Origem distal do Rspl. [passos = 8; *fit* = 0,32; ci = 0,13; ri = 0,63]
- (0) mal definida e distintamente não conectada ao RP2;
 - (1) claramente definida e conectada ao RP2.
41. Espaço entre o IR2 e o Rspl. [passos = 14; *fit* = 0,44; ci = 0,14; ri = 0,29]
- (0) duplo, com duas fileiras de células no mínimo na central porção;
 - (1) único, com uma fileira de células ao longo de todo comprimento;
 - (2) múltiplo, com mais que duas fileiras.
42. Espaço entre IR2 e RP3–4, a partir do RP-*midfork* (*sensu* Bechly 1995; Bechly *et al.* 1998) a origem do Rspl. [passos = 14; *fit* = 0,38; ci = 0,36; ri = 0,64]
- (0) composto por uma fileira de duas células;
 - (1) composto por duas fileiras de duas células;
 - (2) composto por três fileiras de duas células;
 - (3) composto por duas fileiras de duas células, seguida distalmente por uma fileira de três células;
 - (4) composto por uma fileira de uma célula;

- (5) composto por mais de três fileiras de duas células.
43. Porção distal do RP2–IRP2. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]
- (0) levemente curvo em direção à margem da asa;
- (1) fortemente curvo em direção à margem da asa.
44. Ax distal na Fw (“última veia atenodal”). [passos = 7; *fit* = 0,29; ci = 0,14; ri = 0,25]
- (0) estendida posteriormente a ScP (última Ax incompleta);
- (1) estendida posteriormente ao RA (última Ax completa).
45. MA e RP distal ao árculo na Fw. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,00]
- (0) fusionado por uma longa distância (setores de árculo peciolado);
- (1) fusionado por uma curta distância (setores de árculo não-peciolado).
46. Espaço do hipertriângulo na Fw. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,75]
- (0) não atravessado;
- (1) atravessado.
47. Espaço do triângulo discoidal na FW. [passos = 7; *fit* = 0,29; ci = 0,14; ri = 0,57]
- (0) dividido, com veias transversais (atravessado);
- (1) não dividido, sem veias transversais (livre).
48. Margem costal de triângulo (veia MPa) na Fw (Garrison *et al.* 2006). [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0/0]
- (0) comprimento distintamente menor que a margem proximal (MPa < MPb);
- (1) comprimento similar a proximal margem (MPa ≈ MPb).
49. Alcance distal da MPa na Fw. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,00]
- (0) sobre ou próximo ao “MA-fork”, lado costal do triângulo quase reto;
- (1) distintamente proximal ao “MA-fork”, lado costal do triângulo “quebrado” no meio.
50. Espaço entre “CuP-crossing” e MP (célula subdiscoidal *sensu* Bechly 1995) na Fw. [passos = 3; *fit* = 0,12; ci = 0,33; ri = 0,60]
- (0) não dividido, sem veias transversais;
- (1) dividido, com veias transversais.
51. Alcance distal da PsA na Fw. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]
- (0) sobre ou levemente proximal ao “MP-fork”, lado costal do subtriângulo quase reto;
- (1) distintamente proximal ao “MP-fork”, lado costal do subtriângulo quebrado.
52. Espaço do subtriângulo discoidal na FW. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,70]
- (0) dividido, com veias transversais (atravessado);
- (1) não dividido, sem veias transversais (livre).
53. Veia transversal do subtriângulo. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 1,00]

- (0) não especialmente curvada;
 - (1) anteriormente curvada.
54. Campo discoidal na Fw (espaço trigonal *sensu* Needham *et al.* 2000). [passos = 13; *fit* = 0,40; *ci* = 0,23; *ri* = 0,62]
- (0) composto por três fileiras de células, no mínimo até o nível do nó costal;
 - (1) composto por duas fileiras de células, no mínimo por uma distância de três células;
 - (2) composto por uma fileira de célula, no mínimo por uma distância de duas células;
 - (3) composto por quatro ou mais fileiras de células ao longo do campo.
55. Mspl na Fw. [passos = 9; *fit* = 0,35; *ci* = 0,11; *ri* = 0,50]
- (0) fortemente definida;
 - (1) indefinida ou fracamente definida.
56. Espaço entre MA e Mspl (median planate *sensu* Needham *et al.* 2000). [passos = 5; *fit* = 0,21; *ci* = 0,20; *ri* = 0,33]
- (0) composto por uma fileira de células;
 - (1) composto por duas fileiras de células.
57. Ápice da MP na margem posterior da Fw (Lohmann, 1984). [passos = 12; *fit* = 0,42; *ci* = 0,08; *ri* = 0,58]
- (0) distal ao nível do nó costal;
 - (1) sob ou próximo ao nível do nó costal.
58. Células para-anais até o subtriângulo na Fw (“n o p” *sensu* Needham *et al.* 2000). [passos = 12; *fit* = 0,38; *ci* = 0,25; *ri* = 0,74]
- (0) cinco;
 - (1) seis;
 - (2) quatro;
 - (3) sete ou mais.
59. Célula paranal distal. [passos = 1; *fit* = 0,00; *ci* = 1,00; *ri* = 1,00]
- (0) pequena, levemente mais alta que a célula imediatamente posterior;
 - (1) grande, duas vezes mais alta que a célula imediatamente posterior.
60. Árculo na Hw. [passos = 9; *fit* = 0,32; *ci* = 0,22; *ri* = 0,65]
- (0) posicionado próximo a Ax2;
 - (1) posicionado entre Ax1 e Ax2, porém próximo da Ax1;
 - (2) posicionado entre Ax2 e Ax3.
61. Espaço de triângulo discoidal na Hw. [passos = 6; *fit* = 0,25; *ci* = 0,17; *ri* = 0,44]
- (0) não atravessado;

- (1) atravessado.
62. “*MP-fork*” na Hw (posição da veia transversal conectando RP&MA ao MP em relação ao “*MP-fork*”). [passos = 3; *fit* = 0,06; ci = 0,67; ri = 0,83]
- (0) sob ou levemente proximal ao árculo;
 - (1) distintamente proximal ao árculo;
 - (2) distintamente distal ao árculo.
63. Alcance distal da MPa no Hw. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]
- (0) ápice na MAb, MPa distintamente curva;
 - (1) ápice sobre ou próximo ao MA-*fork*, MPa levemente curva.
64. MP sobre MAb na Hw (*sensu* Nel *et al.*, 1996; Bechly 1995, Bechly *et al.*, 1998). [passos = 10; *fit* = 0,35; ci = 0,20; ri = 0,74]
- (0) sobre o ângulo anal do triângulo discoidal, próximo ao AA+CuA;
 - (1) separado do anal ângulo anal do triângulo discoidal, distante do AA+CuA;
 - (2) sobre AA+CuA.
65. MPb na Hw. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,50]
- (0) quase reta, tornando o triângulo agudo;
 - (1) distintamente oblíqua, tornando o triângulo isósceles.
66. Fileira(s) de célula(s) na região proximal do campo discoidal na Hw. [passos = 14; *fit* = 0,42; ci = 0,21; ri = 0,63]
- (0) dupla, duas fileiras de células após a primeira célula;
 - (1) única, uma fileira de células a primeira célula pela distância de uma célula;
 - (2) única, um fileira de célula após a primeira célula pela distância de duas a três células;
 - (3) múltipla, mais que duas fileiras de células.
67. Fileiras de células no campo discoidal na Hw. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,00]
- (0) sexualmente monomórfico;
 - (1) sexualmente dimórfico.
68. Espaço entre CuP-*crossing* e MP (célula subdiscoidal *sensu* Bechly 1995) no Hw. [passos = 7; *fit* = 0,29; ci = 0,14; ri = 0,14]
- (0) não dividido, sem veias transversais;
 - (1) dividido, com veias transversais.
69. Alcance posterior do (AA+CuA)b. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) anterior a margem da asa e fusionado ao AA1b, alça anal fechada;
 - (1) na margem posterior da asa, alça anal aberta; contrário. .

70. Ápice da alça anal. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
 (0) prolongado, com formação de um “toe”;
 (1) encurtado, sem formação de “toe”.
71. Cuspl no Hw. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,00]
 (0) distintamente curvada em direção a margem posterior;
 (1) quase reta em direção a margem posterior.
72. Espaço entre Cuspl e AA+CuA na Hw (*sensu* Fleck *et al.* 2003). [passos = 8; *fit* = 0,25; ci = 0,38; ri = 0,69]
 (0) com duas células;
 (1) com três células;
 (2) com uma célula;
 (3) múltiplo, com inúmeras células (anastomosado);
73. Número de células para-anais (*sensu* Needham *et al.* 2000) até a AA1b na Hw. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,00]
 (0) três;
 (1) quatro;
 (2) duas.
74. Células na patela da alça anal na Hw (Needham & Broughthon 1927). [passos = 3; *fit* = 0,06; ci = 0,67; ri = 0,86]
 (0) uma célula;
 (1) duas células;
 (2) três ou mais.
75. Células marginais ao AA1b no campo anal da Hw (*panels sensu* Needham *et al.* 2000). [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
 (0) não alongadas (razão entre comprimento/largura 00)
 (1) alongadas (razão entre comprimento/largura de 00)
76. Membrana alar na base da asa posterior. [passos = 12; *fit* = 0,42; ci = 0,08; ri = 0,27]
 (0) hialina;
 (1) pigmentada.
77. Veias na região basal da asa posterior. [passos = 14; *fit* = 0,46; ci = 0,07; ri = 0,28]
 (0) escuras, castanha a negra;
 (1) claras, branca a amarela.
78. Campo anal. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
 (0) regular, composto por no mínimo duas fileiras de células;

- (1) reduzido, composto quase inteiramente por uma fileira de células.
79. Superfície ventral das veias basais da Hw. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,20]
- (0) sem pruiniosidade;
- (1) com pruiniosidade.
80. Superfície da AA&AP na Hw. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]
- (0) lisa, sem espinhos;
- (1) armada, com espinhos diminutos (macrotríquias).
81. Coloração da membranula. [passos = 6; *fit* = 0,25; ci = 0,17; ri = 0,44]
- (0) menos que 0,50 da área total clara;
- (1) mais que 0,75 da área total clara.
82. Membranula. [passos = 6; *fit* = 0,21; ci = 0,33; ri = 0,43]
- (0) longa, estendendo-se sobre três células, no mínimo;
- (1) média, estendendo-se sobre uma célula e parte de uma segunda;
- (2) reduzida, estendendo-se sobre uma pequena parte da primeira célula para-anal.
83. Margem anal na Hw. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) regular não expandida, com limitado número de fileiras células;
- (1) expandida, com numerosas fileiras células (“glinder type”).

Subconjunto (“partition”) D – Pernas (Fig. 11)

84. Garra tarsal subapical. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]
- (0) levemente projetada, menor que garra apical;
- (1). fortemente projetada, de comprimento similar ou maior que a garra apical.
85. Superfície da margem póstero-ventral do fêmur protorácico. [passos = 5; *fit* = 0,17; ci = 0,40; ri = 0,84]
- (0) coberta unicamente por cerdas rígidas;
- (1) coberta por cerdas e por uma fileira de espinhos bem definidos;
- (2) coberta por cerdas e por uma fileira de espinhos pouco definidos.
86. Margem ântero-ventral dos fêmures meso e metatorácicos. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]
- (0) arredondado,
- (1) distintamente carenado.
87. Fileira de espinhos na margem ântero-ventral do fêmur mesotorácico. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,80]

- (0) composta por espinhos similares no tamanho ou aumentando gradualmente, sem distinção em duas seções (fileira isométrica);
- (1) composta por espinhos dissimilares, com distinção clara entre as seções proximal e distal (fileira heterométrica).
88. Espinhos na seção proximal da margem ântero-ventral do fêmur mesotorácico. [passos = 1; *fit* = 0,00; *ci* = 1,00; *ri* = 1,00]
- (0) triangulares, com base larga afilando em direção ao ápice;
- (1) quadrangulares, com base e ápice largos, e direcionados proximalmente.
89. Superfície da margem pósterio-ventral de fêmur mesotorácico. [passos = 8; *fit* = 0,32; *ci* = 0,13; *ri* = 0,73]
- (0) coberta somente por rígidas setas;
- (1) coberta por setas e por uma fileira distinta de espinhos.
90. Fileira de espinhos sobre a margem pósterio-ventral do fêmur mesotorácico. [passos = 1; *fit* = 0,00; *ci* = 1,00; *ri* = 1,00]
- (0) composta por pequenos espinhos ao longo da superfície inteira (espinhos isométricos);
- (1) composta por espinhos mais longos e robustos sobre a porção distal (espinhos heterométricos).
91. Superfície da carena ântero-dorsal do fêmur mesotorácico. [passos = 12; *fit* = 0,42; *ci* = 0,08; *ri* = 0,50]
- (0) lisa, sem processo espiniforme;
- (1) armada, com processo espiniforme.
92. Espinhos sobre a carena ântero-dorsal do fêmur mesotorácico. [passos = 7; *fit* = 0,21; *ci* = 0,43; *ri* = 0,56]
- (0) distribuídos em 0,5 proximal;
- (1) distribuídos em 0,5 proximal e 0,25 distal;
- (2) distribuídos ao longo de todo o comprimento;
- (3) distribuídos apenas distalmente.
93. Ápice da carena ântero-dorsal do fêmur mesotorácico. [passos = 11; *fit* = 0,40; *ci* = 0,33; *ri* = 0,03]
- (0) arredondado, não projetado;
- (1) agudo, projetado no processo espiniforme.
94. Superfície da carena ântero-dorsal da tíbia mesotorácica. [passos = 4; *fit* = 0,17; *ci* = 0,25; *ri* = 0,25]

- (0) armada com processos espiniformes;
 - (1) lisa, sem processo espiniformes.
95. Espinhos sobre a carena ântero-dorsal da tíbia mesotorácica. [passos = 10; *fit* = 0,38; ci = 0,10; ri = 0,31]
- (0) dispostos aproximadamente ao longo de todo comprimento;
 - (1) restritos a porção proximal.
96. Superfície da carena pósterio-dorsal da tíbia mesotorácica. [passos = 13; *fit* = 0,44; ci = 0,08; ri = 0,40]
- (0) armado com processos espiniformes;
 - (1) liso, sem processos espiniformes.
97. Espinhos sobre a carena pósterio-dorsal da tíbia mesotorácica. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,43]
- (0) restritos a porção proximal;
 - (1) dispostos aproximadamente ao longo de todo comprimento.
98. Superfície ventral do trocanter metatorácico. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) liso, não armada com processos espiniformes;
 - (1) armada com processos espiniformes negros.
99. Superfície pósterio-ventral dos fêmures. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,00]
- (0) esparsamente cobertas com setas;
 - (1) densamente coberta com setas.
100. Porção distal da superfície ântero-ventral do metafêmur. [passos = 1; *fit* = -; ci = 1,00; ri = 0,00]
- (0) com espinhos distantes um dos outros, sem qualquer formação especial;
 - (1) com espinhos próximos e longos, formando um conjunto especial (“*comb*”) de três a cinco.
101. Fileira de espinhos na margem ântero-ventral do fêmur metatorácico. [passos = 10; *fit* = 0,35; ci = 0,20; ri = 0,78]
- (0) sem distinção em duas seções, com espinhos similares em tamanho (fileira isométrica) com o distal longo;
 - (1) sem distinção em duas seções, com espinhos gradualmente aumentando de tamanho em sentido distal;
 - (2) diferenciado em duas seções, uma proximal com espinhos pequenos e outra distal com espinhos longos e robustos (fileira heterométrica).
102. Espinhos na seção distal da margem ântero-ventral do fêmur metatorácico. [passos = 2;

$fit = 0,06$; $ci = 0,50$; $ri = 0,00$]

(0) aumentado de tamanho em sentido distal;

(1) diminuindo de tamanho em sentido distal.

103. Margem da superfície póstero-ventral do fêmur metatorácico. [passos = 4; $fit = 0,17$; $ci = 0,25$; $ri = 0,40$]

(0) coberta apenas por cerdas rígidas;

(1) coberta por cerdas e por uma distinta fileira de espinhos.

104. Espinhos na margem póstero-ventral do fêmur metatorácico. [passos = 5; $fit = 0,17$; $ci = 0,40$; $ri = 0,88$]

(0) pequenos, similares no tamanho ao longo de toda a superfície (isométricos);

(1) aumentando gradualmente de tamanho em sentido distal;

(2) aumentando abruptamente de tamanho em sentido distal (heterométricos).

105. Espinhos margem ântero-ventral do fêmur metatorácico. [passos = 2; $fit = 0,06$; $ci = 0,50$; $ri = 0,00$]

(0) triangulares, com base larga afinando ao ápice (cônicos);

(1) quadrangulares, com base e ápice largos.

Subconjunto (“partition”) E – caracteres do abdômen

106. Superfície ventral do esternito do S1. [passos = 1; $fit = 0,00$; $ci = 1,00$; $ri = 1,00$]

(0) lisa, sem processos;

(1) armada, com pequenos processos espiniformes.

107. Superfície da carena ventral do tergito do S2. [passos = 2; $fit = 0,06$; $ci = 0,50$; $ri = 0,80$]

(0) lisa ao longo de todo comprimento;

(1) armada, geralmente com três espinhos negros próximos ao lobo genital.

108. Superfície do tergito do S2. [passos = 1; $fit = -$; $ci = 1,00$; $ri = 0,00$]

(0) irregular, carena transversa definida;

(1) plana, carena transversa indefinida;

109. Porção ântero-ventral da carena transversa do S2. [passos = 7; $fit = 0,29$; $ci = 0,14$; $ri = 0,63$]

(0) indefinida;

(1) fortemente definida.

110. Carena transversa no S2. [passos = 7; $fit = 0,29$; $ci = 0,14$; $ri = 0,25$]

(0) arredondada, curvada quase em ângulo obtuso;

(1) quadrangular, curvada quase em ângulo reto.

Figura 11. Fêmures de machos de Libellulidae em vista lateral, evidenciando a armadura de espinhos da margem ântero-ventral. a–c, fêmures metatorácicos; d–f, fêmures mesotorácicos; a, *Erythemis carmelita* Williamson, 1923. b, *Erythemis simplicicollis* (Say, 1840); c, *Rhodothemis mauritsi* Lohmann, 1984; d, *Erythemis mithroides* (Brauer in Therese, 1900); e, *Rhodopygia hollandi* Calvert, 1907; f, *Brachymesia furcata* (Hagen, 1861).

111. Carena lateral de S3–4. [passos = 2; fit = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,50]

- (0) definida ao longo do comprimento total dos segmentos;
 - (1) indefinida ou pouco definida.
112. Superfície laterodorsal do tergito do S4. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,56]
- (0) plana, sem TC definida;
 - (1) carenada, com um TC definido.
113. Largura do S4 em relação ao S5. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) regular, similar ao S5;
 - (1) expandida em relação ao S5.
114. Superfície ventral dos tergitos do S4–7. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,00]
- (0) carenada, com carena ventral definida;
 - (1) plana, com carena ventral mal definida ou indistinta.
115. Carena ventral do S8 do macho (Dijkstra & Matushkina 2009). [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0/0]
- (0) retilínea, levemente torcida, com poucos dentículos dispersos;
 - (1) convexa, medialmente com um lobo definido, com grande número de dentículos.
116. Superfície dorsal do tergito do S10. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0/0]
- (0) não projetada em um processo mediano;
 - (1) projetada em um processo mediano (“*dorsal keel*”).

Subconjunto (“partition”) F – genitália acessória masculina

117. Lâmina anterior em vista lateral. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,40]
- (0) levemente ou não projetada ventralmente;
 - (1) acentuadamente projetada ventralmente.
118. Margem posterior da lâmina anterior em visão ventral. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,20]
- (0) inteira;
 - (1) dividida em dois lobos.
119. Margem posterior do hâmulos posterior. [passos = 3; *fit* = 0,12; ci = 0,33; ri = 0,78]
- (0) projetada, formando um ramo externo (hâmulos bífido);
 - (1) levemente projetada, sem a formação de um ramo externo (hâmulos não ramificado).
120. Margem póstero-lateral do ramo externo do hâmulos posterior. [passos = 16; *fit* = 0,46; ci = 0,19; ri = 0,50]
- (0) levemente projetada, arredondada;
 - (1) projetada, truncada;

- (2) projetada, angulada, porém sem formar um espinho definido;
 - (3) fortemente projetada, angulada, formando um "espinho" definido.
121. Hâmulo posterior em vista lateral. [passos = 10; *fit* = 0,35; ci = 0,20; ri = 0,56]
- (0) levemente "torcido" internamente;
 - (1) dirigido lateralmente, com ramo interno e externo ao mesmo nível;
 - (2) acentuadamente "torcido" internamente, com ramo interno não visível.
122. Lobo genital em vista lateral. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,20]
- (0) posteriormente oblíquo;
 - (1) aproximadamente perpendicular ao eixo do abdômen.
123. Lobo genital em visão lateral. [passos = 8; *fit* = 0,32; ci = 0,13; ri = 0,22]
- (0) mais largo que longo;
 - (1) mais longo que largo.
124. Ápice do lobo genital. [passos = 3; *fit* = 0,06; ci = 0,67; ri = 0,67]
- (0) arredondado ou truncado;
 - (1) angulado;
 - (2) agudo.
125. Superfície ventral do V1. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,00]
- (0) regularmente convexa;
 - (1) projetada em um par de processos.
126. Quarto segmento da VS. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,692]
- (0) não alongado, quadrangular;
 - (1) alongado, cilíndrico.
127. Superfície da porção ântero-dorsal do capuz. [passos = 2; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) regular;
 - (1) levemente expandida dorsalmente;
 - (2) fortemente expandida dorsalmente.
128. Porção mediana da margem pósterodorsal do capuz. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,96]
- (0) regular em relação ao capuz;
 - (1) projetada em um par de processos esclerosados (processos paramedianos).
129. Processos paramedianos. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) em forma de placa;
 - (1) em forma de lâmina.
130. Processos paramedianos na margem posterodorsal do capuz. [passos = 4; *fit* = 0,12; ci =

0,50; ri = 0,83]

- (0) aproximadamente paralelos;
- (1) convergentes;
- (2) divergentes.

131. Margem posterior do processo paramediano. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]

- (0) lisa, sem projeções espiniformes;
- (1) armada, com projeções espiniformes.

132. Área dorsal mediana distal do capuz. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,33]

- (0) sem projeção, reta;
- (1) projetada em um processo em forma de quilha.

133. Área posterior da porção laterodorsal do capuz. [passos = 3; *fit* = 0,12; ci = 0,33; ri = 0,67]

- (0) regular, sem projeção;
- (1) projetada dorsalmente em um processo.

134. Ápice do processo laterodorsal do capuz em vista lateral. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]

- (0) agudo;
- (1) arredondado.

135. Lobo lateral em relação ao comprimento total do capuz em vista lateral. [passos = 14; *fit* = 0,44; ci = 0,14; ri = 0,61]

- (0) tão longo quanto ou levemente mais longo;
- (1) um pouco mais longo ($0.5 > \text{lobo lateral} < 0.8$);
- (2) menos que a metade (< 0.5).

136. Lobo lateral da VS. [passos = 3; *fit* = 0,12; ci = 0,33; ri = 0,50]

- (0) mais largo que longo (?)
- (1) mais longo que largo (em forma de espada)

137. Cornua. [passos = 10; *fit* = 0,35; ci = 0,20; ri = 0,43]

- (0) flageliforme;
- (1) espatulada;
- (2) cilíndrica.

138. Direção da “*cornua*” em relação ao eixo ântero-posterior do V4. [passos = 12; *fit* = 0,40; ci = 0,17; ri = 0,63]

- (0) ventral;
- (1) dorsal;

- (2) paralelo.
139. Conexão entre o par de “*cornuas*”. [passos = 11; *fit* = 0,38; ci = 0,18; ri = 0,70]
- (0) por uma longa extensão;
- (1) apenas basalmente;
- (2) sem conexão, paralelas ao longo de todo comprimento.
140. Esclerito dorsal de processo mediano. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) sem ramificação dorsal;
- (1) ramificado dorsalmente em um ramo externo e outro interno.
141. Rotação do lobo interno. [passos = 6; *fit* = 0,25; ci = 0,17; ri = 0,55]
- (0) maior parte da superfície dorsal;
- (1) maior parte da superfície lateral.
142. Lobo interno em relação ao comprimento total do capuz. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,70]
- (0) distintamente menor;
- (1) tão longo quanto ou levemente maior.
143. Porção ventral do capuz. [passos = 6; *fit* = 0,25; ci = 0,17; ri = 0,29]
- (0) expandida em lobo apical;
- (1) não expandida em lobo apical.
144. Lobo apical em posição de repouso (*vesica spermalis* não inflada). [passos = 6; *fit* = 0,25; ci = 0,17; ri = 0,62]
- (0) exteriorizado;
- (1) internalizado.
145. Direção do lobo apical. [passos = 17; *fit* = 0,50; ci = 0,12; ri = 0,55]
- (0) ventralmente oblíquo;
- (1) dorsalmente oblíquo;
- (2) aproximadamente paralelo ao eixo do capuz.
146. Nível de esclerose do lobo apical. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) forte, com pequena capacidade de inflação;
- (1) fraco, principalmente membranoso, alta capacidade de inflação.

Subconjunto (“partition”) G – apêndices caudais masculinos

147. Ápice posterior do epiprocto do macho. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,00]
- (0) truncado (epiprocto triangular);
- (1) côncavo (epiprocto quadrangular).

148. Dentículos sobre a superfície ventral do cerco. [passos = 4; *fit* = 0,17; *ci* = 0,25; *ri* = 0,70]

(0) alinhados em uma única fileira;

(1) maioria alinhada, mas com alguns desalinhados.

149. Dentículos sobre a superfície ventral do cerco. [passos = 6; *fit* = 0,25; *ci* = 0,17; *ri* = 0,58]

(0) dispostos regularmente sobre a superfície do cerco;

(1) dispostos sobre um processo em forma de quilha.

150. Fileiras de dentículos na superfície ventral do cerco. [passos = 12; *fit* = 0,38; *ci* = 0,25; *ri* = 0,67]

(0) estendidas sobre aproximadamente toda a extensão;

(1) localizadas subapicalmente (posterior 0,5 do comprimento);

(2) localizadas basalmente (anterior 0,5 do comprimento);

(3) localizadas em dois grupos um proximal e outro com interrupção mediana.

151. Superfície dorsal dos cercos. [passos = 1; *fit* = –; *ci* = 1,00; *ri* = 0,00]

(0) retilínea, sem projeção;

(1) projetada em um processo cônico (cerco bifurcado).

Subconjunto (“partition”) H – genitália e estruturas associadas femininas

152. Margem lateroventral do tergito do S8. [passos = 1; *fit* = 0,00; *ci* = 1,00; *ri* = 1,00]

(0) não expandida, retilínea;

(1) expandida ventralmente em um processo foliáceo.

153. Margem posterior da placa subgenital em vista lateral. [passos = 23; *fit* = 0,55; *ci* = 0,22; *ri* = 0,42]

(0) entre as margens anterior e posterior do S8 (0,5–0,6 do comprimento total do S8);

(1) na margem posterior do S8 (entre a carena posterior e o campo posterior do S8);

(2) na porção anterior do S9 (0,1–0,25 do comprimento do S9);

(3) na porção ântero-mediana do S9 (0,33–0,50 do comprimento do S9);

(4) na porção anterior do S10 (posterior ao S9);

(5) distal a margem posterior do abdômen.

154. Margem ventral da placa subgenital. [passos = 21; *fit* = 0,56; *ci* = 0,10; *ri* = 0,35]

(0) não projetada, no máximo ao nível do tergitos do S8–9;

(1) levemente projetada ventralmente, entre 0,1–0,5 da altura do S8–9;

(2) fortemente projetada ventralmente, entre 0,66–0,85 da altura do S8–9.

155. Margem lateroposterior da placa subgenital em vista lateral. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,83]
- (0) retilínea, sem formação de lobos, sem formação de lobos diferenciados;
 - (1) com uma concavidade dividindo a placa em lobos proximal e distal.
156. Ápice de lobo distal da placa subgenital em visão lateral. [passos = 5; *fit* = 0,21; ci = 0,20; ri = 0,67]
- (0) direcionado ventralmente;
 - (1) direcionado posteriormente.
157. Ápice da margem posterior da placa subgenital em vista lateral. [passos = 7; *fit* = 0,29; ci = 0,14; ri = 0,54]
- (0) “cortado” obliquamente, base projetada posteriormente além do ápice distal;
 - (1) “não cortado”, ápice distal ao nível ou além da margem posterior da base.
158. Superfície ventral do esternito do S8. [passos = 6; *fit* = 0,25; ci = 0,17; ri = 0,38]
- (0) plana, sem carena;
 - (1) carenada, com uma carena central ao longo do comprimento do esternito.
159. Carena central do esternito do S8. [passos = 17; *fit* = 0,48; ci = 0,18; ri = 0,52]
- (0) sobre no máximo 0,5 anterior do comprimento total do esternito;
 - (1) distintamente anterior à placa subgenital (indistinta subapicalmente);
 - (2) ao longo do esternito exceto sobre a placa;
 - (3) contínua ao longo do comprimento total até ao ápice da placa subgenital.
160. Margem posterior da placa subgenital em vista ântero-ventral. [passos = 12; *fit* = 0,42; ci = 0,08; ri = 0,52]
- (0) côncava, com uma endentação central;
 - (1) convexa, sem endentação central.
161. Superfície interna da placa subgenital. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,00]
- (0) plana, não projetada em um par de processos;
 - (1) projetada em um processo par.
162. Esterno do S9 (Garrison *et al.* 2006) . [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) prolongado no máximo até o ápice do abdômen;
 - (1) prolongado posteriormente além do ápice abdômen.
163. Esterno do S9 das fêmeas. [passos = 1; *fit* = 0,00; ci = 1,00; ri = 1,00]
- (0) planar;
 - (1) cilíndrico.
164. Placa do esterno do S9 da fêmea. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]

- (0) arredondada, de superfície lisa;
- (1) retangular, de superfície irregular.

165. Ápice do esterno do S9 da fêmea. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]

- (0) direcionado posteriormente;
- (1) direcionado ventralmente.

Subconjunto (“partition”) I – apêndices caudais femininos

166. Margem posterior do epiprocto das fêmeas em vista dorsal. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,96]

- (0) regular, não dividida;
- (1) irregular, com uma pequena concavidade mediana, dividida em dois lobos.

167. Superfície dorsal do epiprocto da fêmea. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]

- (0) regular, sem processos espiniformes;
- (1) irregular, com um par de fileiras de pequenos processos espiniformes.

168. Cercos da fêmea. [passos = 6; *fit* = 0,25; ci = 0,17; ri = 0,62]

- (0) curtos, menores que duas vezes o comprimento epiprocto;
- (1) longos, maiores que duas vezes o comprimento epiprocto.

169. Cercos em vista lateral. [passos = 4; *fit* = 0,17; ci = 0,25; ri = 0,00]

- (0) cilíndricos, não achatados, sem qualquer carena;
- (1) laminares, distintamente achatados, com carenas dorsal e ventral definidas.

170. Cercos em vista lateral. [passos = 1; *fit* = –; ci = 1,00; ri = 0,00]

- (0) lineares, ápice direcionado posteriormente;
- (1) fortemente curvos, ápice direcionado ventralmente.

171. Ápice do cerco. [passos = 2; *fit* = 0,06; ci = 0,50; ri = 0,50]

- (0) arredondado;
- (1) agudo.

ANÁLISE CLADÍSTICA. A análise com pesos iguais (EW) utilizando a parcimônia de Fitch resultou em 734 MPTs, com 956 passos, *fit* de 75,95–76,69, CI = 0,23, RI = 0,59, enquanto com a parcimônia de Sankoff resultou em 480 MPTs, 1182 passos, *fit* 83,76–84,55, CI = 0,22, RI = 0,60. A análise de sensibilidade (IW, K = 1–30) com diferentes valores de constante de concavidade selecionou uma única hipótese para cada um dos valores investigados com ambas as abordagens, Fitch e Sankoff, porém incongruentes para diversos nós (Fig. 13b,d).

Os valores de Bremer relativo (RB) com IW ($K = 15$) foram calculados com base em 236.354 árvores com a parcimônia de Fitch e 16.977 com Sankoff. Inúmeras tentativas foram

Figura 12. Apêndices caudais de fêmeas de Erythemismorpha em vista dorsal. a, *Rhodopygia hollandi* Calvert, 1907; b, *Acisoma trifidum* Kirby, 1889; c, *Erythemis carmelita* Williamson, 1923; d, *Rhodothemis mauritsi* Lohmann, 1984; e, *Cyanothemis simpsoni* Ris, 1915. Ep, epiprocto, Ce, cerco, seta indica a concavidade no Ep, barras de medidas utilizadas nos caracteres. 1 = comprimento do cerco; 2 = comprimento do epiprocto.

realizadas para se obter os valores de reamostragem utilizando a parcimônia de Sankoff, as quais foram mal sucedidas, pois paralisavam os computadores após algumas dezenas de pseudoréplicas, mesmo com os parâmetros de busca reduzidos a um nível extremo, e, portanto, não puderam ser comparados com aqueles da parcimônia de Fitch. A árvore obtida com a parcimônia de Fitch com IW e constante de concavidade de 15 ($fit = 75,22$, $CI = 0,23$, $RI = 0,58$) foi selecionada como a principal hipótese de relacionamento a ser discutida, essa árvore com valores dos índices de estabilidade de ramos e a otimização dos caracteres utilizando o critério de ACCTRAN é mostrada nas Figs. 14–15, 17–18. Embora o conjunto de árvores obtidas seja discordante em diversos pontos, existem congruências em nós mais inclusivos (Fig. 13b–d). Alguns nós mais inclusivos apresentaram baixo suporte e além do valor escolhido de K são sustentados apenas com valores de 20 e 25, o que demonstra incerteza em alguns dos relacionamentos recuperados, esse nós não serão discutidos aqui.

‘Sympetrinae’. Assim como em análises anteriores (Carle & Kjer 2002; Ware *et al.* 2007; Bybee *et al.* 2008; Fleck *et al.* 2008a,b; Pilgrim & von Dohlen 2008; Pinto 2008; Pinto & Carvalho em prep.) ‘Sympetrinae’ foi novamente demonstrado como não monofilético com 11 a 17 linhagens distintas (Figs. 13a–d). Certamente, essa subfamília representa diversos grupos monofiléticos menores distantemente relacionados uns aos outros, os quais estão sendo gradualmente identificados e devem ser testados em análises compreensivas próprias, configuradas para responder questões específicas. O atual arranjo de ‘Sympetrinae’ representa um dos mais polimórficos agrupamentos em Libellulidae, reunindo alguns dos grupos mais modificados do *baupläne* da família, e ao longo de sua história sistemática, gêneros com posicionamento incerto têm sido recorrentemente atribuídos a esta subfamília (*e.g.* *Ophippus* Navás, 1916 no catálogo de Davies & Tobin 1985, veja também Capítulo 4).

Contudo, seu gênero-tipo *Sympetrum* Newman, 1833, com mais de 60 espécies, as quais estão distribuídas virtualmente em quase todas as regiões biogeográficas, foi demonstrado ser monofilético com a inclusão do gênero Havaiano *Nesogonia* Kirby, 1898 e próximo filogeneticamente aos gêneros de Leucorrhiniinae tais como *Leucorrhinia* Brittinger, 1850 e *Celithemis* Hagen, 1861 (Pilgrim & von Dohlen 2008, 2012). Na presente análise *Sympetrum* foi recuperado como monofilético na parcimônia de Fitch, em ambos EW e IW com todos os valores de K testados, porém não monofilético na parcimônia de Sankoff, já que a espécie Norte Americana *S. rubicundulum* (Say, 1840) (Fig. 13c–d, ramo terminal em vermelho) está posicionada em um ramo contendo táxons de outras três subfamílias, *i.e.* ‘Leucorrhiniinae’, ‘Brachydiplacinae’ e Libellulinae. Nas árvores em que *Sympetrum* demonstrou ser monofilético *Nesogonia* é grupo-irmão de *S. risi* Bartnef, 1915 com relativo alto índices de estabilidade (Fig. 14), a qual pertence ao grupo *S. infuscatum* (Selys, 1883) que

Figura 13. Árvores com hipóteses de relacionamento filogenético entre representantes de ‘Sympetrinae’ obtidas em diferentes análises, todas com 69 táxons e 171 caracteres não ordenados. a–b. parcimônia de Fitch; c–d. dados não aplicáveis analisados com parcimônia de Sankoff; a. consenso estrito das 734 árvores (956 passos, CI = 0,23, RI = 0,59) obtidas com os caracteres com pesos iguais; b. árvore única com pesos implicados ($K = 15$); c. consenso estrito das 480 árvores obtidas com os caracteres com pesos iguais; d. árvore única com pesos implicados ($K = 15$).

inclui espécies com ocorrência no extremo leste asiático ao Japão (Davies & Tobin 1985). Embora em uma análise recente de *Sympetrum* o grupo *S. infuscatum* seja considerado monofilético e distante filogeneticamente de *Nesogonia*, os nós internos apresentam baixo suporte (Pilgrim & von Dohlen 2012), portanto, a hipótese de *Nesogonia* como grupo-irmão de espécies de *Sympetrum* centradas no leste Asiático deve ser investigada.

O status genérico de *Nesogonia* tem sido questionado há um longo tempo (*cf.* Carle 1993), sendo o primeiro estudo objetivo realizado por Kiauta (1969), o qual, baseado em uma análise citológica *Nesogonia* foi comparado com 15 espécies de *Sympetrum* e apesar da relativa baixa diferença concluiu que *Nesogonia* seria um imigrante recente no arquipélago do Havaí e que poderia ser considerado um gênero distinto. Mais recentemente Pilgrim & von Dohlen (2008, 2012) em análises combinadas com dados morfológicos e moleculares reconheceram *Nesogonia* como possível sinônimo júnior de *Sympetrum*, porém a nova combinação só foi feita por Dijkstra & Kalkman (2012).

Considerando que o gênero-tipo de ‘Sympetrinae’ é mais proximamente relacionado a gêneros tradicionalmente posicionados em outras subfamílias, do que com os demais gêneros da subfamília o nome deve estar limitado a *Sympetrum* e a seus gêneros associados (*i.e.* *Celithemis* e *Leucorrhinia*), portanto Sympetrinae *s.s.* para esse grupo e provisoriamente Sympetrinae *s.l.* para os demais. Já a o relacionamento de *Pachydiplax longipennis* (Burmeister, 1839) como grupo-irmão de Sympetrinae *s.s.* deve ser considerado um artifício da análise (devido aos táxons amostrados) já que é suportado apenas em algumas árvores e quando recuperado com monofilético com baixo níveis de estabilidade de ramos. O próximo passo em Sympetrinae *s.l.* é investigar os putativos grupos monofiléticos menores para obter hipóteses de relacionamento e propor formalmente novos agrupamentos taxonômicos.

***Deielia* + *Zygonyx* + *Elasmothermis* (Fig. 14, Nós A–B).** A posição de *Deielia* Kirby, 1889 nesse ramo é controversa, embora seja suportado com valores de K de 5–25 o ramo possui índices de estabilidade muito baixos, não sendo recuperado com EW na parcimônia de Fitch (Fig. 14, nó A), assim como em nenhuma das análises utilizando Sankoff. Esse gênero inclui *D. phaon* (Selys, 1883), espécie asiática que possui uma série de características peculiares não encontradas nos demais gêneros da família, a qual em análises moleculares é considerada próxima filogeneticamente a *Brachythemis* Brauer, 1868 (Ware *et al.* 2007; Pilgrim & von Dohlen 2008) e sugerido como sinônimo desse gênero (Dijkstra & Matushkina 2009; Dijkstra & Kalkman 2012). Essa hipótese de relacionamento de *Deielia* + *Brachythemis* foi suportada apenas nas análises de Sankoff, porém diferente dos resultados obtidos por Pilgrim & von Dohlen (2008) em que está o relacionamento (*B. leucosticta* (*B.*

contaminata, *D. phaon*)) é proposto, aqui *D. phaon* está como grupo-irmão de *B. contaminata* (Fabricius, 1793) e *B. leucosticta* (Burmeister, 1839). Os resultados das análises aqui realizadas são largamente contraditórios quanto ao relacionamento de *Deielia*, assim como para *Brachythemis* que demonstra ser parafilético com a inclusão de *P. mooma* Kirby, 1889 na análise com a parcimônia de Fitch e IW, porém com baixa estabilidade e sustentado apenas por alguns valores de K (Fig. 14, nó C). Embora *Deielia-Brachythemis* sejam tradicionalmente posicionados em ‘Sympetrinae’, de fato, ambos parecem estar mais relacionados com espécies de Tameinae s.l. (tribo Zyxommagini) largamente reconhecidas pelo seu hábito crepuscular como *Tholymis* Hagen, 1867 (cf. Dijkstra 2003; Pilgrim von Dohlen 2008; Dijkstra & Kalkman 2012). Essa grande instabilidade evidencia a necessidade de abordagens mais amplas com todas as linhagens de *Brachythemis*, *Deielia* e também demais gêneros de Tameinae s.l., assim como sugerido por Dijkstra & Matushkina (2009).

Porto outro lado o monofiletismo de *Elasmothermis* + *Zygonyx* é altamente sustentado em todas as análises com ambas as abordagens (Fitch e Sankoff) e em todos os esquemas de ponderação de caracteres, com relativos altos índices de estabilidade nos ramos (Fig. 14, nó B). Esses dois gêneros reúnem espécies com algumas características raramente encontradas em Libellulidae como reflexos metálicos no tórax (menos evidente na espécie aqui estudada de *Elasmothermis*), característica comum em espécies de Corduliidae s.l., além da grande similaridade na forma dos segmentos abdominais incluindo a genitália secundária, e sobre tudo na forma da *vesica spermalis* e suas estruturas associadas. Embora tradicionalmente sejam posicionados em subfamílias distintas *Elasmothermis* (Neotropical) em Trithemistinae e *Zygonyx* (trópicos do Velho Mundo) em Zygonychinae, provavelmente façam parte de um grupo monofilético maior juntamente com *Onychothermis* Brauer, 1868 (sudeste Asiático e Australásia) de Onychothermistinae e os gêneros de Trithemistinae *Dythemis* Hagen, 1861 (Novo Mundo) e o recentemente descrito da Bahia *Orionothermis* (cf. Fleck et al. 2009). Além disso, *Celebothemis* Ris, 1909 (Zygonychinae, Ilha de Sulawesi), *Huonia* Förster, 1903 (Trithemistinae, Australásia) e *Nannophlebia* (Tetrathemistinae, Australásia) também devem ser investigados com base em resultados de análises moleculares (cf. Ware et al. 2007) e devido à similaridade da genitália secundária (cf. Lieftinck 1955, 1963). Controversamente e aparentemente de modo equivocado Dijkstra & Kalkman (2012) consideram *Zygonyx* próximo a *Pantala* Hagen, 1861 e *Trithemis* Brauer, 1868, interpretando erroneamente resultados de análises filogenéticas moleculares (e.g. Fleck et al. 2008, não mostra *Zygonyx* com esse relacionamento) extremamente parciais e inadequadas para tais afirmações sobre o relacionamento do gênero. Apenas a análise de Dumont et al. (2010) suporta *Zygonyx* +

Trithemis + *Pantala*, porém com uma baixa amostragem de táxons de Libellulidae comparado com as análises já mencionadas.

Libellulinae (*Libellula* + *Orthemis*). A subfamília Libellulinae, representada por duas espécies, *L. herculea* Karsch, 1890 e *O. discolor* (Burmeister, 1839), teve seu monofiletismo fortemente sustentado sendo recuperado em todas as análises e com todos os esquemas de ponderação de caracteres. Na árvore com $K = 15$ é um dos nós mais fortemente suportados com altos índices de estabilidade (Fig. 14, nó D). O monofiletismo dessa subfamília é um dos únicos que são geralmente corroborados em análises filogenéticas com maior ou menor suporte (Carle & Kjer 2002; Pilgrim & von Dohlen 2008, Ware *et al.* 2007). A mais significativa alteração é a inclusão de gêneros originalmente posicionados em ‘Tetrathemistinae’ em que a morfologia larvar apresenta grande similaridade a aquelas dos gêneros de Libellulinae (Fleck *et al.* 2008a). Entretanto a relação entre os gêneros aqui selecionados é altamente discordante nas análises existentes, por exemplo, *Orthemis* Hagen, 1861 é considerado grupo-irmão de *Libellula* Linnaeus, 1758 apenas na árvore bayesiana de Pilgrim & von Dohlen (2008, fig. 3), enquanto em suas demais árvores, assim como em todas aquelas apresentadas em outros trabalhos (Ware *et al.* 2007; Fleck *et al.* 2008a,b) toda sorte de agrupamentos é proposto. Todas as árvores obtidas com a parcimônia de Sankoff posicionam Libellulinae como grupo-irmão de *Elasmothermis* + *Zygonyx*.

***Bradinopyga* + *Micrathyria*.** O monofiletismo desse ramo (Fig. 14, nó E) muito provavelmente está relacionado aos táxons analisados ou procedimentos adotados na análise, considerando que é sustentado apenas com a parcimônia de Fitch com valores de K de 15–30. Nas análises com Sankoff o gênero Afro-Asiático *Bradinopyga* Kirby, 1893 está incluído em um ramo com outros Sympetrinae *s.l.* como *Crocothemis* Brauer, 1868, *Erythrodiplax* Brauer, 1868, *Indothemis* Ris, 1909, *Pseudoleon* Kirby, 1889, *Neurothemis* e *Ypirangathemis* Santos, 1945 e parece estar em maior concordância com as análises anteriores que posicionam *Bradinopyga* como próximo a outros Sympetrinae *s.l.* *Crocothemis*, *Diplacodes* Kirby, 1889 e *Erythrodiplax* (Ware *et al.* 2007; Pilgrim & von Dohlen 2008).

Sympetrinae *s.l.* Embora, como mencionando, ‘Sympetrinae’ não seja monofilético, alguns grupos monofiléticos com espécies, gêneros ou grupos de gêneros quase que exclusivamente pertencentes a essa subfamília foram identificados como o monofiletismo de *Crocothemis*, *Diplacodes*, *Indothemis* e *Neurothemis* (Fig. 14, nós F, K–L, R). Por outro lado, as três espécies de *Erythrodiplax* não foram identificadas como pertencentes a um grupo monofilético em nenhuma das análises (Figs. 14–18). Esse gênero corresponde ao mais rico e bem sucedido gênero de Libellulidae do Novo Mundo, ocorrendo em quase todos os tipos de

habitat e com uma ampla distribuição desde o sul do Canadá até o sul do Chile (Garrison *et al* 2006). Possui mais de cinquenta espécies, trata-se de um gênero de difícil delimitação com caracteres compartilhados com outros gêneros (*cf.* Garrison *et al.* 2006). Embora tenha sido suportado como monofilético em algumas das árvores de Pilgrim & von Dohlen (2008), provavelmente seu monofiletismo resultou da amostragem taxonômica, considerando que dos onze grupos de espécies propostos na última revisão completa do gênero (Borror 1942, 1957) foram selecionadas apenas cinco espécies de quatro grupos, alguns deles proximamente relacionados. Na presente análise, embora tenham sido estudadas apenas três espécies de três grupos, estas pertencem a linhagens bastante distintas como evidenciado pelos resultados aqui obtidos. Sem dúvida *Erythrodiplax* representa um grupo polifilético com algumas espécies mais proximamente relacionadas a outros gêneros de Sympetrinae *s.l.* como *Crocothemis*, *Diplacodes* e *Neurothemis*, e outras com gêneros posicionados em outras subfamílias como *Uracis* Rambur, 1842 de ‘Brachydiplacinae’, além disso, no mínimo parte de um dos grupos de *Erythrodiplax* pode ser incluído em Erythemismorpha (veja discussão abaixo). Os resultados aqui obtidos e além dos relacionamentos discutidos por Borror (1942, 1947) mais uma vez negam a proposta de Dijkstra & Kalkman (2012) como *Erythrodiplax* sendo relacionado apenas com as linhagens de Sympetrinae *s.l.* – *i.e.* *Crocothemis-Diplacodes-Neurothemis*.

As três espécies de *Crocothemis* formaram um grupo monofilético altamente suportado, sendo identificado em todas as análises e com altos índices de estabilidade de ramos (Fig. 13, nó F), entretanto o relacionamento entre as espécies não apresentou o mesmo suporte, sendo indeciso. O monofiletismo de *Crocothemis* tem sido suportado tanto por dados morfológicos (Pinto 2008; Pinto & Carvalho, em prep.), quanto moleculares (Ware *et al.* 2007; Pilgrim & von Dohlen 2008). O caráter morfológico que atribui uma forte evidência ao seu monofiletismo são os processos espiniformes sobre a carena subalar do processo antealar metapleurar (ch 22, Figs. 10, 14, 17) anteriormente considerado uma característica exclusiva a esse gênero (*cf.* Pinto 2008; Pinto & Carvalho, em prep.). Porém, na presente análise com uma maior abrangência, foi possível verificar que espécies dos gêneros *Erythrodiplax* (*E. nigricans* e *E. umbrata*), *Uracis* e *Ypirangathemis* também apresentam processos sobre a carena (Fig. 17, ch 22). Contudo, em nenhuma espécie desses gêneros esses processos são tão evidentes e com a mesma organização e forma, que aqueles observados em *Crocothemis*, além disso, sua ocorrência é variável, já que apenas alguns exemplares das duas espécies de *Erythrodiplax* apresentam processos, portanto talvez indique que não sejam homólogos ou

que esses táxons possam formar um grupo monofiléticos maior em que *Crocothemis* esteja incluído.

Um dos grupos que merecem ser investigados futuramente é o formado unicamente por espécies as quais possuem extensas manchas escuras nas asas (Fig. 13, nó G), embora tenha apresentado baixo suporte e inclua espécies normalmente posicionadas em cinco gêneros distintos, *i.e.* *Erythrodiplax*, *Neurothemis*, *Pseudoleon*, *Uracis* e *Ypirangathemis*, alguns desses gêneros são próximos filogeneticamente e podem representar um grupo monofilético maior. Nesse grupo de espécies com marcas escuras nas asas, dois agrupamentos apresentam altos índices de suporte, os quais são identificados como monofiléticos em todas as análises, o primeiro formado por *Uracis* e *Ypirangathemis* e o segundo exclusivamente por espécies de *Neurothemis* (Fig. 13, nós J–K). A próxima relação de *Uracis* (sete espécies) com o atualmente monotípico *Ypirangathemis* foi extensivamente discutida por Borror (1947) baseado na morfologia da *vesica spermalis*, porém comparando com *Y. calverti* Santos, 1945, uma espécie distinta da incluída na presente análise que se trata um espécie não descrita. Três transformações únicas são consideradas as principais sinapomorfias, todas associadas à altamente modificada genitália feminina: (1) margem posterior da placa subgenital em vista lateral estendida distal a margem posterior do abdômen (ch. 153, estado 5); (2) esterno do S9 prolongado posteriormente além do ápice do abdômen (ch. 162, estado 1) e (3) Esterno do S9 das fêmeas cilíndrico (ch. 163, estado 2). A descoberta da larva desses gêneros possivelmente fornecerá maior evidência ao seu monofiletismo. Já *Neurothemis* (fig. 13, nó K) é um dos gêneros mais característicos do sudeste asiático e Australásia, sendo equivalente em termos de abundância e ocupação de habitat ao americano *Erythrodiplax*, o qual possui estreito relacionamento com algumas espécies (Pilgrim & von Dohlen 2008). Na presente análise, *Neurothemis* possui apenas uma transformação exclusiva (Fig. 17) três ou mais células na patela da alça anal na Hw (ch. 74, estado 2).

Para *Diplacodes* os resultados são bastante contraditórios já que foi considerado polifilético em análises moleculares, com duas linhagens, uma formada por *D. bipunctata* e *D. trivialis* e outra com *D. nebulosa*, *D. lefebvrii* e *D. luminans*, a última ainda considerada como única espécie de *Philonomon* (Pilgrim & von Dohlen 2008). Em nossa análise três espécies foram estudadas e *D. luminans* considerado grupo-irmão de *D. bipunctata* e *D. trivialis*, embora com baixo suporte e não monofilético em algumas das árvores com EW.

O ramo que contém as espécies ‘nano’, todas com tamanho reduzido, embora *Microtrigonia* Förster, 1903 seja maior que as demais, reúne as menores espécies de Anisoptera, tanto em relação ao porte quanto a envergadura. Alguns dos relacionamentos

Figura 14. Único cladograma obtido aplicando parcimônia de *Fitch* com pesos implicados ($K = 15$) com uma hipótese de relacionamento filogenético entre representantes de ‘Sympetrinae’ (69 táxons e 171 caracteres, $fit = 75,22$, $CI = 0,23$, $RI = 0,58$), subárvore com o relacionamento do grupo com armadura femoral modificada (Erythemismorpha) omitido. Valores nos ramos correspondem respectivamente aos índices de Bremer relativo e reamostragem *Poisson* (*bootstrap* modificado $p \approx 37$) com frequência “GC” (grupo presente e contraditório) acima, aqueles abaixo a reamostragem simétrica (jackknife com $p = 33$) com frequência absoluta e “GC”. Retângulos acima dos nós exibem os valores de K em que o nó também é obtido conforme legenda; $K = 0$ corresponde ao consenso estrito com pesos iguais. Nós internos rotulados de A–T discutidos no texto. ‘Br’ = Brachydiplacinae; Le = Leucorrhiniinae; Li = Libellulinae; Pa = Paupopleurinae; ‘Sy’ = Sympetrinae; Te = Tetrathemistinae; Tra = Trameinae; Tri = Trithemistinae; Ur = Urothemistinae; Zy = Zygonychinae.

embora tenham sido identificados em diversas das árvores parecem estar mais relacionados a um efeito da miniaturização do que propriamente da relação histórica de ancestralidade comum, especialmente *Nannodiplax* Brauer, 1868 ('Sympetrinae') como grupo-irmão das demais que apresenta o menor suporte. A posição de *Microtrigonia* ('Tetrathemistinae') nesse grupo reforça a hipótese de Fleck *et al.* (2008), que parte de 'Tetrathemistinae' estaria mais relacionado com alguns Sympetrinae *s.l.* e outra a Libellulinae, sendo surpreendente a formação de um grupo monofilético com o enigmático *Nothodiplax*, conhecido apenas dos machos da série-tipo, o qual é grupo irmão de *Nannothemis* + *Nannophya*. Como *Nothodiplax* foi incluído apenas com base nas informações e ilustrações disponíveis na literatura, embora sejam excelentes (Belle 1984, Garrison *et al.* 2006) merece certa cautela em considerar como pertencente a esse grupo. O relacionamento de *Nannothemis bella* (Neártica) com *Nannophya pygmaea* (Indo-Australasiano) possui alto suporte sendo largamente congruente com as análises anteriores (*e.g.* Ware *et al.* 2007). Nesta análise pelo menos cinco transformações exclusivas (Fig. 17) justificam seu monofiletismo, das quais duas são fortes sinapomorfias: (1) RP1–2 entre a origem do IRP2 e o subnó fortemente côncavo (ch 35, estado 1) e (2) alcance posterior do (AA+CuA)b na margem posterior da asa, alça anal aberta (ch 68, estado 1). Fleck (2004) em um estudo da morfologia larvar considerou próximo a aos gêneros de Erythemismorpha, na verdade ele antecipou parte dos resultados de suas análises moleculares (Fleck *et al.* 2008). Contudo, alguns representantes desse grupo muito provavelmente representem o grupo-irmão de Erythemismorpha, pela morfologia larvar e armadura femoral o que seria no mínimo curioso do ponto de vista evolutivo já que Erythemismorpha conta com algumas espécies que configuram entre os maiores Libellulidae.

ERYTHEMISMORPHA

O conjunto de gêneros em que os adultos possuem armadura femoral altamente modificada, especialmente os machos, com espinhos heteromórficos, sendo pequenos na metade proximal e robustos e longos em sua metade distal, proposto como Erythemismorpha (*sensu* Pinto & Carvalho, *em prep.*) foi identificado como monofilético em todas as análises, assim como em todos os esquemas de ponderação de caracteres (Figs. 13a–d, 15–16, 18). Na hipótese com parcimônia de Fitch e pesos implicados ($K = 15$) o ramo apresenta um valor relativamente baixo de RB, enquanto os valores de reamostragem (BSG, SR e SRG) são significativamente mais elevados (Fig. 15, nó A). Esse aspecto pode ser explicado pelo fato do índice de Bremer estar fundamentado no princípio na parcimônia, de tal modo que a

medida se refere à diferença de ajuste dos caracteres entre a MPT e as hipóteses subótimas concorrentes, sendo o Bremer relativo (ou diferença relativa de ajuste) a razão entre as somas dos ajustes dos caracteres sobre a MPT (F) menos os ajustes sobre as árvores subótimas (C), pela soma dos ajustes na MPT, $RB = F - C / F$ (Goloboff & Farris 2001). De modo simples demonstra quanto os caracteres que suportam um dado grupo se ajustam melhor sobre as hipóteses subótimas, ou seja, quanto o grupo é contestado devido haver melhor ajuste dos caracteres que o suportam sobre as árvores subótimas (cf. Goloboff & Farris 2001).

Por outro lado, os métodos de reamostragem são largamente dependentes na frequência ou quantidade, mesmo que os procedimentos aqui adotados minimizem esse efeito. Considere, por exemplo, que apenas um caráter suporte o monofiletismo de um dado grupo e não há caráter algum que contrarie esse relacionamento, a chance deste caráter único ser amostrado aleatoriamente a ponto de estar presente em mais que 50% das pseudoréplicas, em um universo de dezenas de caracteres é extremamente baixa, embora o referido nó seja monofilético em todas as análises. Esse aspecto apenas ilustra que se deve ter cautela na interpretação dos resultados de “suporte de ramos” que de fato devem ser entendidos como medidas de estabilidade que obviamente indicam que os nós com maiores índices são mais estáveis frente aos dados analisados (cf. Grant & Kluge 2003, 2008; Egan 2006 para uma revisão sobre o assunto). Com a parcimônia de Sankoff *Erythemismorpha* apresentou valor máximo de RB (Fig. 16, nó A), possivelmente devido à eliminação da influência dos estados não comparáveis que atuam como curingas assumindo qualquer um dos estados de um dado caráter.

Erythemismorpha é sustentado por nove sinapomorfias das quais duas são transformações exclusivas (Fig. 18, nó A) e fornecem grande suporte ao seu monofiletismo, *i.e.* (1) porção mediana da margem póstero-dorsal do capuz projetada em um par de processos esclerosados, aqui denominados de processos paramedianos (ch. 128, estado 1) e (2) margem posterior do epiprocto das fêmeas com um pequena concavidade mediana, dividindo em dois lobos (ch. 166, estado 1) (Figs. 13, 18). As duas sinapomorfias apresentam ‘reversão’ em nós internos, (1) não é observada no ramo de *Rhodothermis* (Fig. 18, nó h) e (2) na linhagem africana *Cyanothermis* + *Porpax* (Fig. 18, nó G). Com a parcimônia de Sankoff são observadas oito sinapomorfias, porém, três das quais foram otimizadas com a parcimônia de Fitch são excluídas e duas adicionadas, nenhuma exclusiva. No entanto, mesmo os caracteres que demonstraram ser homoplásticos, inclusive aqueles em que nenhum estado é exclusivo devem ser cuidadosamente inspecionados. Por exemplo, para o ch. 12, contato dorsal entre os olhos compostos (“*eyes seam*”) curto de 0,19–0,28 (estado 2) ou em um único ponto <0,13

Figura 15. Continuação do cladograma da Figura 14 obtido aplicando parcimônia de Fitch sob pesos implicados ($K = 15$; 69 táxons e 171 caracteres), representando apenas a subárvore com o relacionamento do grupo com armadura femoral modificada (Erythemismorpha) omitido na figura anterior.

(estado 3), ocorrem quase que exclusivamente nesse grupo, apenas *Pseudoleon superbus* (nesta análise no ramo das espécies com manchas escuras extensas nas asas) apresenta o estado 2. Portanto, a curta distância de contanto dorsal entre olhos também pode ser considerado uma característica que atribui suporte ao grupo. Para alguns dos caracteres que deram passos extras (homoplásticos) aparentemente isso ocorreu por terem sido codificados em caracteres multiestados, talvez com a decomposição de alguns deles e posterior recodificação se ajustem perfeitamente a árvore ou mesmo, tratar alguns desses caracteres como quantitativos talvez possa melhorar os resultados e todas essas possibilidades devem ser investigadas no futuro.

A maior parte dos nós internos em Erythemismorpha apresenta baixo suporte, não sendo recuperados em todas as análises, e quando identificados como monofiléticos apresentam baixo suporte, pois são observados com apenas alguns valores de K e com índices de estabilidade baixos (*e.g.* Figs. 15–16, nós B, E, K–L). Isso demonstra que os resultados aqui obtidos são altamente indecisos quanto ao relacionamento entre os grupos de espécies de Erythemismorpha. Entretanto alguns resultados são bastante sólidos e parcialmente congruentes com análises anteriores.

***Erythrodiplax castanea* + Erythemismorpha.** A inclusão de *E. castanea*, uma espécie com ampla distribuição na América do Sul, nesse grupo, de certa forma pode ser considerada surpreendente, no entanto a espécie possui as duas principais sinapomorfias de Erythemismorpha, ou seja, os processos paramedianos na *vesica spermalis* (Fig. 3) e epiprocto da fêmea bilobado (chs. 128 e 166) (Fig. 12). Essa espécie é considerada grupo-irmão dos demais Erythemismorpha em quase todas as análises exceto em parte das árvores com parcimônia de Fitch e EW. Borror (1942), em sua revisão de *Erythrodiplax*, propôs o grupo *E. castanea* para abrigar além da espécie nominal também *E. amazonica* e *E. melanica* (a última como subespécie de *E. amazonica*) e considerou esse grupo um dos mais divergentes dos demais *Erythrodiplax*, com relacionamento incerto dentro do gênero. Além disso, considerou a *vesica spermalis* (pênis) similar aquela observada em *Rhodopygia*. No presente estudo a morfologia da *vesica spermalis* de *E. castanea* demonstrou ser extremamente similar a *Carajathemis* e *Rhodopygia* spp., principalmente em relação aos processos paramedianos do capuz (Figs. 3a–d). Soma-se a esse fato o formato do abdômen (similar a algumas espécies de *Erythemis* como *E. credula* e *E. mithroides*); a cor vermelha comum em espécies de Erythemismorpha (*cf.* apêndice 3, Figs. 19–21, observada em todas as espécies de *Rhodopygia*, *Rhodothemis* e parte de *Erythemis*) e sua provável larva (associada a essa espécie apenas por exclusão) que apresenta grande semelhança com aquelas de

Figura 16. Cladograma único obtido aplicando parcimônia de *Sankoff* para os caracteres não comparáveis com pesos implicados ($K = 15$) com hipótese de relacionamento filogenético entre representantes de Sympetrinae (69 táxons e 171 caracteres), mostrando apenas a subárvore com o relacionamento do grupo com armadura femoral modificada (Erythemismorpha). Valores acima dos nós ramos correspondem ao índice de Bremer relativo. Retângulos acima dos nós exibem os valores de K em que o nó também é obtido conforme legenda; $K = 0$ corresponde ao consenso estrito com pesos iguais. Nós internos rotulados de A–U, discutidos no texto. ‘Sy’ = Sympetrinae.

Erythemis devido à forma e tamanho dos espinhos laterais do S9 e pirâmide anal com paraproctos curvados ventralmente, sendo praticamente inseparáveis com base nos caracteres

atualmente utilizados (APP observação pessoal). As demais espécies do grupo *E. amazonica* e *E. melanica* precisam ser examinadas para verificar se também pertencem a Erythemismorpha, contudo com base no estudo de Borror (1942) muito provavelmente também estejam próximas filogeneticamente, já que são morfologicamente similares a *E. castanea*.

Acisoma. O monofiletismo desse gênero foi suportando por todas as análises realizadas, sendo um dos nós mais robustos com valores de índices de estabilidades elevados (Figs. 15–16). Incluí espécies de morfologia altamente modificada, devido a isso foi um dos primeiros a serem propostos com um gênero distinto de *Libellula* (Rambur 1842). O ramo de *Acisoma* é um dos mais longos com vinte sinapomorfias (Fig. 18, nó C), três delas exclusivas: (1) células marginais ao AA1b no campo anal da Hw alongadas (ch. 75, estado 1); (2) superfície ventral do esternito do S1 armada, com pequenos processos espiniformes (ch. 106, estado 1); e (3) S4 expandida em relação ao S5 distintamente mais largo (ch. 113, estado 1).

Seu relacionamento com os demais gêneros de Erythemismorpha permanece extremamente inconclusivo, Fleck (2004) considerou como grupo-irmão de *Cyanothemis* + *Rhodothemis* + *Erythemis*, por sua vez Pinto (2008) e Pinto & Carvalho (em prep.) como grupo-irmão de *Rhodothemis*, em análises moleculares tem sido proposto como grupo-irmão de *Erythemis* + *Pachydiplax* (Ware *et al.* 2007), *Porpax* (Pilgrim & von Dohlen 2008) ou *Rhodothemis* + *Nannophya* (Fleck *et al.* 2008).

Cyanothemis + Porpax. O monofiletismo desse ramo contendo *Cyanothemis* (uma espécie de grande porte) e *Porpax* (cinco espécies de médio porte, representada aqui apenas por *P. asperipes*), foi suportado em todas as análises com todos os esquemas de ponderação de caracteres e com altos valores de índices de estabilidade de ramos (Figs. 15–16, nó G), embora, apesar do grande número de transformações, nenhuma exclusiva foi identificada para esse ramo. Esse grupo de espécies está amplamente distribuído da Bacia do Congo, na África Tropical (*cf.* Dijkstra 2006, 2007). Ris (1915) ao descrever *Cyanothemis*, comparou com diversos gêneros de Sympetrinae *s.l.* entre eles *Crocothemis*, mas considerou mais similar a *Rhodopygia* e especialmente *Rhodothemis* em Erythemismorpha, o qual considerou um representante Africano azul do Indo-Australasiano vermelho *Rhodothemis*. Baseado na morfologia do último estágio larvar Fleck (2004) propôs que fosse o grupo-irmão de *Erythemis* + *Rhodothemis*, gêneros os quais possuem larvas extremamente semelhantes, Apenas após as análises moleculares de Pilgrim & von Dohlen (2008) é que o possível relacionamento de *Porpax*, originalmente posicionado em ‘Brachydiplacinae’ com

Figura 17. Único cladograma obtido aplicando parcimônia de *Fitch* sob pesos implicados ($K = 15$) com uma hipótese de relacionamento filogenético entre representantes de ‘Sympetrinae’ (69 táxons e 171 caracteres), subárvore com o relacionamento do grupo com armadura femoral modificada (Erythemismorpha) omitido. Caracteres numerados a partir de zero (“0”), otimizados segundo o critério de ACCTRAN, quadrados negros correspondem a transformações únicas.

Erythemismorpha e mais precisamente *Cyanothemis* foi sugerido. Embora no trabalho de Pilgrim & von Dohlen (2008) apenas *Porpax* tenha sido analisado em todas as árvores o

gênero é considerado próximo a *Rhodothemis*, *Acisoma*, *Rhodopygia* e *Erythemis*. De fato a *vesica spermalis* é muito semelhante entre *Cyanothemis* e *Porpax*, e apesar dos machos serem a primeira vista divergentes, a morfologia geral das fêmeas é muito similar. Esses dois gêneros representam os únicos representantes se Erythemismorpha em que o epiprocto da fêmea é regularmente convexo (ch. 166), sendo possível ter ocorrido uma reversão ou ausência secundária que justificaria seu monofiletismo (epiprocto feminino de *Carajathemis* e *Viridithemis* não foram examinados).

***Rhodothemis*.** Tradicionalmente apenas esse gênero tem sido considerado como grupo-irmão de *Erythemis* (Ris 1911; Kennedy 1923; Needham & Broughton 1927; Fleck 2004). Esta hipótese tem sido recorrentemente rejeitada em análises moleculares Pilgrim & von Dohlen (2008) e morfológicas (Pinto 2008; Pinto & Carvalho e prep.), com relações de grupo irmão inconclusivas. *Rhodothemis* foi considerado monofilético em todas as análises realizadas e em todos os esquemas de ponderação de caracteres com altíssimos índices de suporte de ramos. O resultado corrobora os previamente obtidos (Pinto 2008, Pinto & Carvalho em prep.) e fornece suporte a hipótese de que esteja dividido em duas linhagens, proposto com grupos *R. lieftincki* e *R. rufa* por Lohmann (1984). Pelo menos um sinapomorfia exclusiva foi identificada para esse gênero superfície ventral do trocânter metatorácico armada com processos espiniformes negros (ch. 98, estado 1).

***Viridithemis* + *Carajathemis* + *Rhodopygia*.** A posição de *Viridithemis* como grupo-irmão de *Carajathemis* e *Rhodopygia* é apenas sustentada na análise com a parcimônia de Fitch e com alguns valores de pesos implicados. Esse enigmático gênero quando descrito foi comparado apenas com *Rhodothemis* de Erythemismorpha por Fraser (1960), existe uma única espécie fêmea preservada em museu, o restante das informações são de algumas poucas fotografias (cf. Crewe & Cohen 2009 e Apêndice 3). As informações disponíveis na literatura não permitem uma adequada comparação com os demais terminais e certamente qualquer afirmação sobre seu possível grupo-irmão no presente contexto é questionável, no entanto, sua inclusão em Erythemismorpha, mesmo sendo, o táxon codificado com muitos dados ausentes (“?”) é altamente significativa. O relacionamento de *Rhodopygia* com o recentemente descrito *Carajathemis* é fortemente suportado em todas as análises com alto suporte (Fig. 15 nó M, Fig. 16, nó S), embora seja apenas por transformações homoplásticas o ch. 72, espaço entre Cuspl e AA+CuA na Hw com três células seja observado apenas em *Neurothemis decora* um gênero distantemente relacionado. *Carajathemis* superficialmente é muito similar a *Rhodopygia* que por outro lado, a exemplo de *Rhodothemis* e *Acisoma* é um dos gêneros mais uniformes, com as espécies muito semelhantes entre si. É paradoxal que

Machado (2012) ao descrever o gênero não tenha comparado mais diretamente com *Rhodopygia*, já que em quase todos os aspectos se assemelha a esse gênero como genitália acessória, cor e forma do abdômen, espinho quadrangular nos fêmures mesotorácico e, sobretudo a *vesica spermalis*. Controversamente a configuração dos espinhos metatorácicos é praticamente igual da àquela observada em *Erythemis*, e sua suposta larva (associada a essa espécie apenas por exclusão) é mais semelhante a *Erythemis* que *Rhodothemis* pela forma do espinhos do S9 (APP observação pessoal). Ambos *Carajathemis* e *Cyanothemis* podem ser considerados gêneros “amalgamas” ou de “transição” sob um ponto de vista tipológico, pois compartilham largamente caracteres com outros gêneros de Erythemismorpha. Em *Rhodopygia* o relacionamento com maior suporte é *R. cardinalis* + *R. pruinosa* que compartilham uma sinapomorfia exclusiva: margem posterior do processo paramediano armada com projeções espiniformes (ch 131, estado 1).

***Erythemis*.** Certamente esse é um dos gêneros mais polimórficos de todos de Erythemismorpha, contendo espécies de pequeno (*E. credula*) a grande porte (*E. vesiculosa*), e suas espécies são claramente distintas umas das outras, sendo que mesclam algumas das características dos demais gêneros desse grupo. A hipótese inicial de que fosse um grupo monofilético baseado na armadura femoral com pequenos espinhos nos dois terços proximais e com três longos e robustos espinhos no terço distal já havia sido colocada à prova com as espécies do grupo *R. lieftincki* de *Rhodothemis*, que em alguns casos podem apresentar a mesma configuração (cf. Lohmann 1984), no entanto, com a descrição de *Carajathemis* essa hipótese se tornou mais frágil pois sua única espécie apresenta a mesma configuração observada em *Erythemis* (cf. Machado 2012). Pinto (2008) e Pinto & Carvalho (em prep.) deram suporte ao monofiletismo do gênero embora com baixos índices de estabilidade de ramos. Com a presente análise, mais abrangente, talvez de fato represente um grupo parafilético. No entanto, alguns dos grupos monofiléticos identificados nas análises anteriores ganharam suporte como *E. peruviana* + *E. credula* (Fig. 15, nó Q; Figura 16, nó M) e grupo formado pelas espécies verdes *E. vesiculosa* + *E. simplicicollis* + *E. collocata*. Caso essa última hipótese seja confirmada a petição solicitada a Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica para que *Lepthemis* fosse considerado sinônimo júnior de *Erythemis* (Capítulo 5) torna-se desnecessária já que *Libellula peruviana* espécie-tipo de *Erythemis* e *Libellula vesiculosa* espécie-tipo de *Lepthemis* não formam um grupo monofilético.

A presente análise pode ser considerada a mais abrangente para composição de Erythemismorpha e sem dúvida o teste mais robusto de seu monofiletismo, composição esta sugerida por Pinto & Carvalho (em prep.), porém envolvendo um grupo muito menor de

táxons e sem propor a inclusão de *E. castanea*. As análises tanto moleculares como morfológicas parcialmente sustentam os resultados aqui apresentados embora novamente com uma composição de táxons bastante diferentes (Fleck 2004; Pilgrim & von Dohlen 2008; Fleck *et al.* 2008).

Figura 18. Continuação do cladograma da figura 17.

O monofiletismo de Erythemismorpha é um dos resultados mais significativos aqui obtidos assim com a inclusão de *E. castanea* e o relacionamento de grupos-irmãos de *Rhodopygia* + *Carajathemis* e *Cyanothemis* + *Porpax* respectivamente. Deve ser creditado a Ris (1911, 1915, 1919) como sendo o primeiro pesquisador a associar representantes desses gêneros em seu grupo “V.I.EE” assim como Fleck (2004) com uma abordagem filogenética

baseado na morfologia larvar, embora utilizando algo como o método conhecido de argumentação Hennigiana. Com a inclusão de *E. castanea* nesse grupo a composição completa desse grupo permanece aberta e além dos gêneros aqui testados alguns dos “nanos” e outros Sympetrinae *s.l.* devem ser investigados incluindo as demais espécies do grupo *E. castanea* de *Erythrodiplax*.

O relacionamento filogenético próximo de alguns desses gêneros possivelmente remetem a remanescentes de uma distribuição Gondwânica. A proposição de uma categoria taxonômica formal para receber esses gêneros, pelos menos os táxons com morfologia dos espinhos femorais altamente diferenciada depende de uma investigação ainda mais ampla com a inclusão de um número maior de táxons, principalmente com caracteres dos estádios larvais que possuem alto sinal filogenético (*cf.* Fleck *et al.* 2009 para uma discussão) bem como dados moleculares para que talvez uma hipótese mais robusta do relacionamento entre esses gêneros seja proposta.

8. DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES

A análise dos nomes genéricos incluídos em *Erythemismorpha* demonstrou que *Leptthemis* Hagen, 1861 possui prioridade sobre *Erythemis* Hagen, 1861 conforme o princípio do primeiro revisor e a adoção do nome *Leptthemis* acarretaria uma grande instabilidade na nomenclatura desses dois gêneros, portanto uma petição foi submetida à Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica para proteger o nome *Erythemis*. Contudo, a presente análise indica que esse pedido talvez seja desnecessário, pois os tipos destes gêneros podem não formar um grupo monofilético.

O estudo da morfologia externa demonstrou ser uma fonte útil de caracteres para inferência filogenética, porém, grande parte das declarações iniciais de homologia, principalmente aquelas utilizadas regularmente na taxonomia devem ser reavaliadas, para que reflita de modo mais adequado a história evolutiva dos táxons. Além disso, a morfologia da *vesica spermalis* em Libellulidae necessita urgentemente ser revista devido a inúmeras incongruências e dificuldades na identificação de seus mais diferentes lobos, para que uma proposta compreensiva seja formulada. A parcimônia de Sankoff deve ser aprimorada para evitar a atração de ramos devido ao alto custo das transformações, contudo demonstrou ser útil e baseado no número de passos obtido o efeito de atração de ramos foi irrelevante.

‘*Sympetrinae*’ em seu tradicional senso engloba um grupo altamente polifilético como demonstrado em outras análises e novamente evidenciado pelo presente estudo. Alguns grupos monofiléticos sólidos em *Sympetrinae s.l.* foram identificados os quais possuem correspondência com as demais análises. O nome ‘*Sympetrinae*’ deve se referir exclusivamente ao gênero *Sympetrum* e demais gêneros relacionados, entretanto um estudo sobre a prioridade dos nomes deve ser realizado já que os gêneros-tipos de outras subfamílias como *Leucorrhinia* fazem parte do mesmo grupo monofilético.

Em *Erythemismorpha* todos os gêneros não monotípicos demonstraram ser monofiléticos exceto *Erythemis* que mostrou ser parafilético com algumas espécies mais próximas da linhagem *Viridithemis* + *Carajathemis* + *Rhodopygia*. A maior parte dos relacionamentos entre os gêneros de *Erythemismorpha* permanece inconclusiva, contudo o relacionamento de *Carajathemis* como grupo-irmão de *Rhodopygia* e *Cyanothemis* de *Porpax* é bem suportado, para os demais, futuras investigações devem ser realizadas já que os resultados são contraditórios. Dois dos relacionamentos obtidos são fontes instigantes para as próximas investigações, o grupo *E. castanea* em *Erythrodiplax* e *Porpax* como sendo *Erythemismorpha*, certamente um significativo avanço na compreensão do relacionamento desses gêneros ocorrerá com a inclusão de caracteres dos imaturos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, D. S. (2002). *Fundamentos de sistemática filogenética*. Ribeirão Preto: Holos Editora.
- Artiss, T., Schultz, T. R., Polhemus, D. A. & Simon, C. (2001). Molecular phylogenetic analysis of the dragonfly genera *Libellula*, *Ladona*, and *Plathemis* (Odonata: Libellulidae) based on mitochondrial cytochrome oxidase I and 16S rRNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 18, 348–361.
- Asahina, S. (1954). *A morphological study of a relic dragonfly Epiophlebia superstes Selys (Odonata, Anisozygoptera)*. Tokyo: The Japan Society for Promotion of Science.
- Assis, L. C. S. (2009). Coherence, correspondence, and the renaissance of morphology in phylogenetic systematics. *Cladistics*, 25, 528–544.
- Baker R. H., Xiaobo, Y. & DeSalle, R. (1998). Assessing the relative contribution of molecular and morphological characters in simultaneous analysis trees. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 9, 427–436.
- Ballare, E. F. & Ware, J. L. (2011). Dragons fly, biologists classify: an overview of molecular odonate studies, and our evolutionary understanding of dragonfly and damselfly (Insecta: Odonata) behavior. *International Journal of Odonatology*, 14, 137–147.
- Bartnef, A. N. (1915). Insectes Pseudoneuroptères (Insecta Pseudoneuroptera), Volume I, Libellulidae, Livraison 1. In *Faune de la Russie et des pays limitrophes fondée principalement sur les collections du Musée Zoologique de L'Académie Impériale des Sciences de Petrograd*, 1, 1–352. [em Russo].
- Baskinger, G., Ware, J. L., Cornell, D., May, M. L. & Kjer, K. (2008). A phylogenetic exploration of *Celithemis* (Odonata: Libellulidae): the pennants of North America. *Odonatologica*, 37, 101–109.
- Bechly, G. (1995). Morphologische Untersuchungen am Flügelgeäder der rezenten Libellen und deren Stammgruppenvertreter (Insecta; Pterygota; Odonata) unter besonderer Berücksichtigung der Phylogenetischen Systematik und des Grundplanes der *Odonata. *Petalura, especial volume*, 1, 1–341.
- Bechly, G. (1996). Morphologische Untersuchungen am Flügelgeäder der rezenten Libellen und deren Stammgruppenvertreter (Insecta; Pterygota; Odonata) unter besonderer Berücksichtigung der Phylogenetischen Systematik und des Grundplanes der Odonata. *Petalura, especial volume*, 2, 1–402.

- Bechly, G., Nel, A., Martínez-Declos, X. & Fleck, G. (1998). Four new dragonflies from Upper Jurassic of Germany and the Lower Cretaceous of Mongolia (Anisoptera: Hemerospidae, Sonidae, and Protrogomphidae fam. nov.). *Odonatologica*, 27, 149–185.
- Belle, J. (1984). *Nothodiplax dendrophila*, a new genus and a new species from Surinam (Odonata: Libellulidae). *Entomologische Berichten*, 44, 6–8.
- Belle, J. (1996). Higher classification of the South-American Gomphidae (Odonata). *Zoologische Mededelingen*, 70, 297–324.
- Blanke, A., Wipfler, B., Letsch, H., Koch, M., Beckmann, F., Beutel, R. & Misof, B. (2012). Revival of Palaeoptera–head characters support a monophyletic origin of Odonata and Ephemeroptera (Insecta). *Cladistics*, in press [DOI: 10.1111/j.1096-0031.2012.00405.x]
- Borror, D. J. (1931). The genus *Oligoclada* (Odonata). *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*, 22, 1–42.
- Borror, D. J. (1942). *A revision of Libellulinae genus Erythrodiplax (Odonata)*. Columbus: The Ohio State University. [Graduate School Studies. Contributions in Zoology and Entomology n. 4. Biological Series]
- Borror, D. J. (1947). Notes on *Ypirangathemis* Santos (Odonata: Libellulidae) with a description of the female of *Y. calverti* Santos. *Annals Entomological Society of America*, 40, 247–256.
- Borror, D. J. (1957). New *Erythrodiplax* from Venezuela (Odonata: Libellulidae). *Acta Biologica Venezuelica*, 2, 31–42.
- Brady, R. H. (1983). Parsimony, hierarchy, and biological implications. In Platnick, N. & V. A. Funk. *Advances in Cladistics, Volume 2*. (pp. 3–??). New York: Columbia University press.
- Brady, R. H. (1985). On the independence of systematics. *Cladistics*, 1, 113–126.
- Bremer, K. (1994). Branch support and tree stability. *Cladistics*, 10, 295–304.
- Bridges, C. A. (1994). *Catalogue of the family-group, genus-group and species-group names of the Odonata of the world (Third Edition)*. Privately published: Urbana.
- Brower, A. V. Z. & de Pinna, M. C. C. (2012). Homology and errors. *Cladistics*, 28, 113–114.
- Bryant, H. N. (1989). An evaluation of cladistic and character analyses as hypothetic-deductive procedures, and the consequences for character weighting. *Systematic Zoology*, 38, 214–227.
- Bryant, H. N. (1995). Why autapomorphies should be removed: a reply a Yates. *Cladistics*, 11, 381–384.
- Bybee, S. M., Ogden, T. H., Branham, M. A. & Whiting, M. F. (2008). Molecules,

- morphology and fossils: a comprehensive approach to odonate phylogeny and the evolution of the odonate wing. *Cladistics*, 23, 1–38.
- Carle, F. L. (1982). The wing vein homologies and phylogeny of the Odonata: a continuing debate. *Societas Internationalis Odonatologica Rapid Communications*, 4, 1–66.
- Carle, F. L. (1986). The classification, phylogeny and biogeography of the Gomphidae (Anisoptera). I. Classification. *Odonatologica*, 15, 275–326.
- Carle, F. L. (1993). *Sympetrum janeae* spec. nov. from eastern North America, with a key to the Nearctic *Sympetrum* (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 22, 1–16.
- Carle, F. L. (1995). Evolution, taxonomy, and biogeography of ancient Gondwanian libelluloides, with comments on anisopteroid evolution and phylogenetic systematics (Anisoptera: Libelluloidea). *Odonatologica*, 24, 383–506.
- Carle, F. L. & Kjer, K. M. (2002). Phylogeny of *Libellula* Linnaeus (Odonata: Insecta). *Zootaxa*, 87, 1–18.
- Carle, F. L., Kjer, K. M. & May, M. L. (2008). Evolution of Odonata, with Special Reference to Coenagrionoidea (Zygoptera). *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 66, 37–44.
- Carle, F. L. (2012). A new *Epiophlebia* (Odonata: Epiophlebioidea) from China with a review of epiophlebian taxonomy, life history, and biogeography. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 70, 75–83.
- Carpenter, J. M. (1987). Cladistics of cladists. *Cladistics*, 3, 363–375.
- Carpenter, J. M. (1988). Choosing among multiple equally parsimonious cladograms. *Cladistics*, 4, 291–296.
- Calvert, P. P. (1893). Catalogue of the Odonata (dragonflies) of the vicinity of Philadelphia, with an introduction to the study of this group of insects. *Transactions of the American Entomological Society*, 20, 152–272 + pl. II–III.
- Córdoba-Aguilar, A. (2008). *Dragonflies and Damselflies: Model organisms for ecological and evolutionary research*. Oxford: Oxford University Press.
- Crewe, M. D. & Cohen, C. (2009). *Viridithemis viridula* Fraser, 1960 – discovery of the first known male. *Agrion*, 13, 54–55.
- Damm S., Dijkstra, K.-D. B. & Hadrys, H. (2010). Red drifters and dark residents: the phylogeny and ecology of a Plio-Pleistocene dragonfly radiation reflects Africa’s changing environment (Odonata, Libellulidae, Trithemis). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54, 870–882.
- Davies, D. A. L. & Tobin, P. (1985). The dragonflies of the world: a systematic list of the extant species of Odonata. Vol. 2. Anisoptera. *Societas Internationalis Odonatologica*,

- Rapid Communications, Supplement, 5*, 1–151.
- DeBry, R. W. (2005). The Systematic Component of Phylogenetic Error as a Function of Taxonomic Sampling under Parsimony. *Systematic Biology*, 54, 432–440.
- Degnan, J. H. & Rosenberg, N. A. (2006). Discordance of species trees with their most likely gene trees. *PLOS Genetics*, 2, 762–768.
- De Pinna, M. C. C. (1991). Concepts and tests of homology in the cladistic paradigm. *Cladistics*, 7, 367–394.
- Dijkstra, K.-D. B. (2003). Fooled by the double: *Brachythemis liberiensis* is *Parazyxomma flavicans*, with a note on the Zyxommadini (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 6, 17–21.
- Dijkstra, K.-D. B. (2006a). Taxonomy and biogeography of *Porpax*, a dragonfly genus centered in the Congo Basin (Odonata, Libellulidae). *Tijdschrift voor Entomologie*, 149, 71–88.
- Dijkstra, K.-D. B. (2006b). The *Atoconeura* problem revisited: taxonomy, phylogeny and biogeography of a dragonfly genus in the highlands of Africa (Odonata, Libellulidae). *Tijdschrift voor Entomologie*, 149, 121–144.
- Dijkstra, K.-D. B. (2006c). African *Diplacodes*: the status of the small species and the genus *Philonomon* (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 9, 119–132.
- Dijkstra, K.-D. B. (2007). Demise and rise: the biogeography and taxonomy of the Odonata of tropical Africa. pp. 143–187 In: Dijkstra, K.-D. B. (ed.). *Demise and rise: the biogeography and taxonomy of the Odonata of tropical Africa*. Leiden University.
- Dijkstra, K.-D. B., Bechly, G., Bybee, S. N., Dow, R. A., Dumont, H. J., von Ellenrieder, N. V., Fleck, G., Garrison, R. W., Hämäläinen, M., Kalkman, V. J., Karube, H., May, M. L., Orr, A. G., Paulson, D. R., Rehn, A. C., Theischinger, G., Trueman, J. W. H., Tol, J. V. & Ware, J. (in prep.). The classification of dragonflies and damselflies (Odonata). *Zootaxa*.
- Dijkstra, K.-D. B. & Kalkman, V. J. (2012). Phylogeny, classification and taxonomy of European dragonflies and damselflies (Odonata): a review. *Organisms Diversity & Evolution*, in press [DOI 10.1007/s13127-012-0080-8]
- Dijkstra, K.-D. B. & Matushkina, N. (2009). Kindred spirits: “*Brachythemis leucosticta*”, Africa’s most familiar dragonfly, consists of two species (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 12, 237–256.
- Dijkstra, K.-D. B. & Vick, G. S. (2006). Inflation by venation and the bankruptcy of traditional genera: the case of *Neodythemis* and *Micromacromia*, with keys to the continental African species and the description of two new *Neodythemis* species from the

- Albertine Rift (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 9, 51–70.
- Donnelly, T. W. (1997). History of the study of Odonata (part 3). *Argia*, 9, 18–21.
- Dumont, H. J., Vanfleteren, J. R., de Jonckheere, J. F. & Weekers, P. H. H. (2005). Phylogenetic relationships, divergence time estimation, and global biogeographic patterns of calopterygoid damselflies (Odonata, Zygoptera) inferred from ribosomal DNA sequences. *Systematic Biology*, 54, 347–362.
- Dumont, H. J., Vanfleteren, J. R., Vierstraete, A. (2010). A molecular phylogeny of the Odonata (Insecta). *Systematic Entomology*, 35, 6–18.
- Egan, M. G. (2006). Support versus corroboration. *Journal of Biomedical Informatics*, 39, 72–85.
- Ebach, M. C., Morrone, J. J. & Williams, D. M. (2008). A new cladistics of cladists. *Biology and Philosophy*, 23, 153–156.
- Farris, J. S. (1970). Methods for computing Wagner trees. *Systematic Zoology*, 19, 83–92.
- Farris, J. S. (1983). The logical basis of Phylogenetic analysis. In Platnick, N. & Funk, V. A. *Advances in Cladistics*, Volume 2. (pp. 7–36). New York: Columbia University press.
- Farris, J. S. (1989). The retention index and the rescaled consistency index. *Cladistics*, 5, 374–385.
- Farris, J. S. (2001). Support weighting. *Cladistics*, 17, 389–394.
- Farris, J. S. (2011). Systemic foundering. *Cladistics*, 27, 207–221.
- Farris, J. S. (2012a). Homology and historiography. *Cladistics*, in press [DOI: 10.1111/j.1096-0031.2012.00415.x]
- Farris, J. S. (2012b). Counterfeit cladistics. *Cladistics*, in press [DOI: 10.1111/j.1096-0031.2011.00389.x]
- Fitch, W. M. (1971). Toward defining the course of evolution: minimum change for a specific tree topology. *Systematic Zoology*, 20, 406–416.
- Fitzhugh, K. (2006). The philosophical basis of character coding for the inference of phylogenetic hypotheses. *Zoologica Scripta*, 35, 261–286.
- Fleck, G. (2004). The larva of the genus *Cyanothemis* Ris, 1915 (Odonata: Anisoptera: Libellulidae). Phylogenetic consequences. *Annales de la Societe Entomologique de France*, 40, 51–58.
- Fleck, G.; Bechly, G.; Martínez-Delclòs; X.; Jarzembowski, E.; Coram, R. & Nel, A. (2003). Phylogeny and classification of the Stenophlebioptera (Odonata: Epiproctophora). *Annales de la Société entomologique de France*, 39, 55–93.
- Fleck, G., Brenk, M. & Misof, B. (2008a). Larval and molecular characters help to solve

- phylogenetic puzzles in the highly diverse dragonfly family Libellulidae (Insecta: Odonata: Anisoptera): The Tetrathemistinae are a polyphyletic group. *Organisms, Diversity & Evolution*, 8, 1–16.
- Fleck, G., Hamada, N. & Carvalho, A. L. (2009). A remarkable new genus and species of dragonfly (Odonata: Anisoptera: Libellulidae) from Brazil and notes on its bionomics and phylogenetic affinities. *Annales de la Société entomologique de France*, 45, 3, 275–284.
- Fleck, G. & Legrand, J. (2006). La larve du genre *Nesocordulia* McLachlan, 1882, conséquences phylogénétiques [Odonata, Anisoptera, Corduliidae]. *Revue Francaise d'Entomologie (Nouvelle-Serie)*, 28, 31–40.
- Fleck, G., Nel, A. & Martínez-Delclòs, X. (1999). The oldest record of libellulid dragonflies from the Upper Cretaceous of Kazakhstan (Insecta: Odonata, Anisoptera). *Cretaceous Research*, 20, 655–658.
- Fleck, G., Ullrich, B., Brenk, M., Wallnisch, C., Orland, M., Bleidissel, S. & Misof, B. (2008b). A phylogeny of anisopterous dragonflies (Insecta, Odonata) using mtRNA genes and mixed nucleotide / doublet models. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 46, 310–322.
- Fraser, F. C. (1957). Reclassification of the order Odonata. Sydney: Royal Zoological Society of New South Wales.
- Fraser, F. C. (1960). A new genus and species of Odonata from Madagascar. *Naturaliste Malgache*, 12, 71–72.
- Garrison, R. W. 1991[2009]. A synonymic list of the New World Odonata. *Argia*, 3, 1–30. [Updated version accessed in 1 August 2009 available in <http://www.odonatacentral.org/views/pdfs/NWOL.pdf>]
- Garrison, R.W., von Ellenrieder, N. & Louton, J. A. (2006). *Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Anisoptera*. Baltimore: The John Hopkins University Press.
- Goldstein, P. Z. & DeSalle, R. Phylogenetic species, nested hierarchies, and character fixation. *Cladistics*, v.16, p.364–384, 2000.
- Goloboff, P. A. (1991). Homoplasy and the choice among cladograms. *Cladistics*, 7, 215–232.
- Goloboff, P. A. (1993). Estimating character weights during tree search. *Cladistics*, 9, 83–91.
- Goloboff, P. A. (1995). Parsimony and weighting: a reply to Turner and Zandee. *Cladistics*, 11, 91–104.
- Goloboff, P. A. (1999). Analyzing large data sets in reasonable times: solutions for composite

- optima. *Cladistics*, 15, 415–428.
- Goloboff, P. A. & Farris, J. S. (2001). Methods for quick consensus estimation. *Cladistics*, 17, S26–S34.
- Goloboff, P. A., Farris, J. S., Källersjö, M., Oxelmann, B., Ramírez, M. J., & Szumik, C. A. (2003). Improvements to resampling measures of group support. *Cladistics*, 19, 324–332.
- Goloboff, P. A., Farris, J. S. & Nixon, K. C. (2008). TNT, a free program for phylogenetic analysis. [Computer software and manual]. *Cladistics*, 24, 774–786.
- Goloboff, P. A., Carpenter, J. M., Arias, J. S. & Miranda Esquivel, D. R. (2008). Weighting against homoplasy improves phylogenetic analysis of morphological data sets. *Cladistics*, 24, 758–773.
- Grant, T. & Kluge, A. G. (2003). Data exploration in phylogenetic inference: scientific, heuristic, or neither. *Cladistics*, 19, 379–418.
- Grant, T. & Kluge, A. G. (2005). Stability, sensitivity, science and heurism. *Cladistics*, 21, 597–604.
- Grant, T. & Kluge, A. G. (2008). Clade support measures and their adequacy. *Cladistics*, 24, 1051–1064.
- Hall, B. K. (Ed.) (1994). *Homology: The hierarchical basis of comparative biology*. San Diego: Academic Press.
- Hall, B. K. (2007). Homoplasy and homology: dichotomy or continuum? *Journal of Human Evolution*, 52, 473–479.
- Heath, T. A., Hedtke, S. M. & Hillis, D. M. (2008). Taxon sampling and the accuracy of phylogenetic analyses. *Journal of Systematics and Evolution*, 46, 239–257.
- Hennig, W. (1965). Phylogenetic Systematics. *Annual Review of Entomology*, 10, 97–116.
- Hennig, W. (1966). *Phylogenetic Systematics*. Urbana: University of Illinois Press. [Reissue of 1999].
- Hovmöller, R. & Johansson, F. (2004). A phylogenetic perspective on larval spine morphology in *Leucorrhinia* (Odonata: Libellulidae) based on ITS1, 5.8S, and ITS2 rDNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30, 653–662.
- Ingle, S. J., Bybee, S. M., Tennessen, K. J., Whiting, M. F. & Branham, M. A. (2012) Life on the fly: phylogenetics and evolution of the helicopter damselflies (Odonata, Pseudostigmatidae). *Zoologica Scripta*, in press [DOI: 10.1111/j.1463-6409.2012.00555.x].
- International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN). (1999). *International Code of Zoological Nomenclature (Online). Fourth Edition*. Available at:

<http://www.nhm.ac.uk/hosted-sites/iczn/code/> [Accessed 15.VIII.2011].

- Jarzembowski, E. A. & Nel, A. (1996). New fossil dragonflies from the Lower Cretaceous of SE England and the phylogeny of the superfamily Libelluloidea (Insecta: Odonata). *Cretaceous Research*, 17, 67–85.
- Jordan, S., Simon, C. & Polhemus, D. (2003). Molecular systematics and adaptive radiation of Hawaii's endemic damselfly genus *Megalagrion* (Odonata: Coenagrionidae). *Systematic Biology*, 52, 89–109.
- Kalkman, V. J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K.-D.B., Orr, A. G., Paulson, D. R. & van Tol, J. (2008). Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 351–363.
- Kambhampati, S. & Charlton, R. E. (1999). Phylogenetic relationship among *Libellula*, *Ladona*, and *Plathemis* (Odonata: Libellulidae) based on DNA sequence of mitochondrial 16S rRNA gene. *Systematic Entomology*, 24, 37–49.
- Kennedy, C. H. (1922). The phylogeny and geographical distribution of the genus *Libellula*. *Entomological News and Proceedings of the Entomological Section*, 33, 65–71, plate IV
- Kennedy, C. H. (1923). The phylogeny and the distribution of the genus *Erythemis* (Odonata). *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology*, 11, 19–22.
- Kiauta, B. (1969). The Chromosomes of the Hawaiian endemic dragonflies, *Megalagrion oahuense* (Blackburn) (Coenagrionidae: Pseudoagrioninae) and *Nesogonia blackburni* (McLachlan), (Libellulidae: Sympetrinae), with a note on the cytotaxonomic affinities between the genera *Nesogonia* Kirby, and *Sympetrum* Newman (Odonata). *Proceedings, Hawaiian Entomological Society*, 20, 429–433.
- Kirby, W. F. (1889). A revision of the subfamily Libellulinae, with descriptions of new genera and species. *Transactions of the Zoological Society of London*, 12, 249–348.
- Kitching, I. J., Forey, P. L., Humphries, C.J. & Williams, D. M. (1998). *Cladistics: The theory and practice of parsimony analysis*. (2ed.) Oxford: Oxford University Press. [Systematic Association Publication 11].
- Kluge, A. G. (1997). Testability and the refutation and corroboration of cladistic hypotheses. *Cladistics*, 13, 81–96.
- Lankester, E. R. (1870). On the use of the term homology in modern zoology, and the distinction between homogenetic and homoplastic agreements. *The Annals and Magazine of Natural History. Series 4*, 6, 34–43.
- Li *et al.* (2011). A third species of the relict family Epiophlebiidae discovered in China (Odonata: Epiproctophora). *Systematic Entomology*, 37, 408–412.

- Lieftinck, M. A. (1955) Notes on species of *Nannophlebia* Selys from Moluccas and New Guinea (Odonata). *Zoologische Mededelingen*, 33, 301–318.
- Lieftinck, M. A. (1963). New species and records of Libellulidae from the Papuan region (Odonata). *Nova Guinea, Zoology*, 25, 751–780.
- Lieftinck, M. A. (1977). New and little known Corduliidae (Odonata: Anisoptera) from the Indo-Pacific region. *Oriental Insects*, 11, 157–179.
- Lohmann, H. (1984). Zwei neue *Rhodothemis*-Arten, mit bemerkungen zur systematik der gattung (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 13, 119–127.
- Lohmann, H. (1996a). Das phylogenetische System der Anisoptera (Odonata). *Entomologische Zeitschrift mit Insekten-Börse*, 106, 209–252.
- Lohmann, H. (1996b). Das phylogenetische System der Anisoptera (Odonata) (schluß). *Entomologische Zeitschrift mit Insekten-Börse*, 106, 253–266.
- Lohmann, H. (1996c). Das phylogenetische System der Anisoptera (Odonata) Erster Nachtrag. *Entomologische Zeitschrift mit Insekten-Börse*, 106, 360–367.
- Machado, A. B. M. (2012). *Carajathemis simone*, new genus and species from Brazil (Odonata: Libellulidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84, 1039–1049
- May, M. L. (2002). Phylogeny and taxonomy of the damselfly genus *Enallagma* and related taxa (Odonata: Zygoptera: Coenagrionidae). *Systematic Entomology*, 27, 387–408.
- Miller, P. L. (1990). Mechanisms of sperm removal and sperm transfer in *Orthetrum coerulescens* (Fabricius) (Odonata: Libellulidae). *Physiological Entomology*, 15, 199–209.
- Miller, P. L. (1991). The structure and function of the genitalia in the Libellulidae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 102, 43–73.
- Mirande J. M. (2009). Weighted parsimony phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes). *Cladistics*, 25, 574–613.
- Misof, B., Anderson, C. L. & Hadrys, H. (2000). A Phylogeny of the damselfly genus *Calopteryx* (Odonata) using mitochondrial 16S rDNA markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 15, 5–14.
- Misof, B., Rickert, A. M., Buckley, T. R., Fleck, G. & Sauer, K. P. (2001). Phylogenetic signal and its decay in mitochondrial SSU and LSU rRNA gene fragments of Anisoptera. *Molecular Biology and Evolution*, 18, 27–37.
- Needham, J. G. (1903). The genealogical study of Dragonfly wing venation. *Proceedings of the U.S. National Museum*, 26, 703–764.
- Needham, J. G. & E. Broughton. (1927). The venation of the Libellulinae (Odonata). *Transactions of the American Entomological Society*, 53, 157–190.

- Needham, J. G., Westfall Jr., M. J. & May, M. L. (2000). Dragonflies of North America. Gainesville: Scientific Publishers.
- Nelson, G. J. (1978). Ontogeny, phylogeny, paleontology, and the biogenetic law. *Systematic Zoology*, 27, 324–345.
- Nelson, G. J. (1989). Cladistics and evolutionary models. *Cladistics*, 5, 275–289.
- Nichols, R. (2001). Gene trees and species trees are not the same. *Trends in Ecology and Evolution*, 16, 358–364.
- Nixon, K. (1999). The parsimony ratchet, a new method for rapid parsimony analysis. *Cladistics*, 15, 407–414.
- Nixon, K. C. (2002). Winclada version 1.00.08. Ithaca: Published by the author.
- Nixon, K. C. & Carpenter, J. M. (1993). On outgroups. *Cladistics*, 9, 413–426.
- Nixon, K. C. & Carpenter, J. M. (1996a). On consensus, collapsibility, and clade concordance. *Cladistics*, 12, 305–321.
- Nixon, K. C. & Carpenter, J. M. (1996b). On simultaneous analysis. *Cladistics*, 12, 221–241.
- Nixon, K. C. & Carpenter, J. M. (2012a). On homology. *Cladistics*, 28, 160–169.
- Nixon, K. C. & Carpenter, J. M. (2012b). More on errors. *Cladistics*, in press [DOI: 10.1111/j.1096-0031.2012.00409.x].
- Nixon, K. C. & Carpenter, J. M. (2012c). More on Absences. *Cladistics*, in press [DOI: 10.1111/j.1096-0031.2012.00430.x].
- Ogden, T. H. & Whiting, M. F. (2003). The problem with “the Paleoptera Problem.” sense and sensitivity. *Cladistics*, 19, 432–442.
- Ogden, T. H., Whiting, M. F. & Wheeler, W. C. (2005). Poor taxon sampling, poor character sampling, and non-repeatable analyses of a contrived dataset do not provide a more credible estimate of insect phylogeny: a reply to Kjer. *Cladistics*, 21, 295–302.
- O’Grady, E. W. & May, M. L. (2003). A phylogenetic reassessment of the subfamilies of Coenagrionidae (Odonata: Zygoptera). *Journal of Natural History*, 37, 2807–2834.
- Page, R. D. M. (2001). NDE 0.5.0. [Computer software]. Distributed by the author.
- Patterson, C. (1982). Morphological characters and homology. In Joysey, K. A. & Friday, A. E. (Eds.). *Problems in Phylogenetic Reconstruction*. (pp. 21–74). London: Academic Press.
- Patterson, C. (1988). Homology in Classical and Molecular Biology. *Molecular Biology and Evolution*, 5, 603–625.
- Pavnilov, I. Ya. (2012). The contemporary concepts of homology in biology: a theoretical review. *Biology Bulletin Reviews*, 2, 36–54.

- Pessacq, P. (2008). Phylogeny of Neotropical Protoneuridae (Odonata: Zygoptera) and a preliminary study of their relationship with related families. *Systematic Entomology*, 33, 511–528.
- Pilgrim, E. M., & von Dohlen, C. D. (2007). Molecular and morphological study of species-level questions within the dragonfly genus *Sympetrum* (Odonata: Libellulidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 100, 688–702.
- Pilgrim, E. M. & von Dohlen C. D. (2008). Phylogeny of the Sympetrinae (Odonata: Libellulidae): further evidence of the homoplasious nature of wing venation. *Systematic Entomology*, 33, p.159–174.
- Pilgrim, E. M. & von Dohlen C. D. (2012). Phylogeny of the dragonfly genus *Sympetrum* (Odonata: Libellulidae). *Organisms Diversity & Evolution*, in press [DOI: 10.1007/s13127-012-0081-7]
- Pinto, A. P. (2008). *Análise cladística de Erythemis Hagen, 1861 com avaliação de seu posicionamento filogenético em Sympetrinae (Insecta, Odonata, Libellulidae)* [Cladistic Analysis of *Erythemis* Hagen, 1861 with assessment of its phylogenetic placement in Sympetrinae]. xiv, 144 pp. UFRJ / MN, Rio de Janeiro. [Dissertation presented in the post-graduate program in Biological Sciences (Zoology)/UFRJ, as requirement for degree of Master of Science].
- Pinto, A. P. & A. L. Carvalho. (2010). A new species of *Lauromacromia* (Odonata: Corduliidae) from Southeastern Brazil, with a cladistic analysis of the genus and comments on Neotropical dragonfly biogeography. *Zootaxa*, 2425, 45–68.
- Pinto, A. P. & Carvalho, A. L. (em prep.). A morphological cladistic analysis of the Pondhawks dragonflies of the genus *Erythemis* and the significance of congruence test of characters for homology statements of wing venation in Anisoptera (Odonata, Libellulidae).
- Pinto, A. P., Garrison, R. W., Paulson, D. R., Donnelly T. W. & May, M. L. (2012). CASE 3584. *Erythemis* Hagen, 1861: proposed precedence over *Leptemis* Hagen, 1861 (Insecta, Odonata). *Bulletin of Zoological Nomenclature*, 69, 1–9.
- Pinto, A. P. & Lamas, C. J. E. (2011). *Oligoclada mortis* sp. nov. from Rondônia State, Brazil, and distributional records of others Brazilian species of the genus (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 14, 291–303.
- Pfau, H. K. (1971). Struktur und Funktion des sekundären Kopulations apparates der Odonaten (Insecta, Palaeoptera), ihre Wandlung in der Stammesgeschichte und Bedeutung für die adaptive Entfaltung der Ordnung. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der*

- Tiere*, 70, 281–371.
- Pfau, H. K. (1991). Contributions of functional morphology to the phylogenetic systematics of Odonata. *Advances in Odonatology*, 5, 109–141.
- Pfau, H. K. (2002). Tandem grip mechanics and tandem linkage shifting in Odonata - reconstruction of evolution and phylogenetic significance. *International Journal of Odonatology*, 5, 129–179.
- Pfau, H. K. (2005). Structure, function and evolution of the ‘glans’ of the anisopteran vesica spermalis (Odonata). *International Journal of Odonatology*, 8, 259–310.
- Pfau, H. K. (2011). Functional morphology and evolution of the male secondary copulatory apparatus of the Anisoptera (Insecta: Odonata). *Zoologica*, 156, 1–103.
- Platnick, N. I. (1979). Philosophy and the transformation of cladistics. *Systematic Zoology*, 28, 537–546.
- Rehn, A. C. (2003). Phylogenetic analysis of higher-level relationships of Odonata. *Systematic Entomology*, 28, 181–239.
- Reif, W. E. (2007). Problematic issues of cladistics 23: Darwin's concept of phylogenetic relationship. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Abhandlungen*, 244, 227–245.
- Riek, E. F. & Kukalová-Peck, J. (1984). A new interpretation of dragonfly wing venation based upon Early Upper Carboniferous fossils from Argentina (Insecta: Odonatoidea) and basic character states in pterygote wings. *Canadian Journal of Zoology*, 62, 1150–1116.
- Rieppel, O. (1988). *Fundamentals of Comparative Biology*. Basel: Birkhauser.
- Rieppel, O. (1991). Things, taxa and relationships. *Cladistics*, 7, 93–100.
- Rieppel, O. (1992). Homology and logical fallacy. *Journal of Evolutionary Biology*, 5, 701–715.
- Rieppel, O. & Kearney, M. (2002). Similarity. *Biological Journal of the Linnean Society*, 75, 59–82.
- Rieppel, O. & Kearney, M. (2007). The poverty of taxonomic characters. *Biology and Philosophy*, 22, 95–113.
- Ris, F. (1909). Libellulines 1, Libellulinen 1. In: *Catalogue Systématique et Descriptif des Collections Zoologique Du Baron Edmond Selys de Longchamps*, 9, 1–121, pl. I.
- Ris, F. (1911). Libellulines 2, Libellulinen 5. In: *Catalogue Systématique et Descriptif des Collections Zoologique Du Baron Edmond Selys de Longchamps*, 13, 529–700, pl. v.
- Ris, F. (1915). New dragonflies (Odonata) of the subfamily Libellulinae from Sierra Leone, W. Africa. *The Annals and Magazine of Natural History Series* 8, 15, 213–223.

- Ris, F. (1919). Libellulines 3, Libellulinen 9. In: *Catalogue Systématique et Descriptif des Collections Zoologique Du Baron Edmond Selys de Longchamps*, 16, 1043–1278.
- Rodrigues Capitulo, A. (1983). Descripción de los estadios preimaginales de *Erythemis attala* Selys (Odonata Libellulidae). *Limnobiós*, 2, 533–548.
- Rodrigues Capitulo, A. (2000). Population dynamics of larval stages of *Tauriphila risi* Martin and *Erythemis attala* Selys in Punta Lara Gallery Forest, Buenos Aires, Argentina (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 29, 333–340.
- Sanborn, A. F. (1996). The cicada *Diceroprocta delicata* (Homoptera: Cicadidae) as prey for the dragonfly *Erythemis simplicicollis* (Anisoptera: Libellulidae). *Florida Entomologist*, 79, 69–70.
- Sanderson, M. J. & Donoghue, M. J. 1989. Patterns of Variation in Levels of Homoplasy. *Evolution*, v.43, n.8, p.1781–1795.
- Sankoff, David & Rousseau, P. (1975). Locating the vertices of a Steiner tree in an arbitrary metric space. *Mathematical Programming*, 9, 240–246.
- Santos, N.D. (1945). *Oligoclada nemesis* (Ris, 1911), nova combinação e notas sobre outras espécies (Odonata: Libellulidae). *Boletim do Museu Nacional*, 46, 1–4.
- Saux, C., Simon, C. & Spicer, G. S. (2003). Phylogeny of the dragonfly and damselfly order Odonata as inferred by mitochondrial 12S ribosomal RNA sequences. *Annals of the Entomological Society of America*, 96, 693–699.
- Scotland, R.W. (2011). What is parallelism? *Evolution & Development*, 13, 214–227.
- de Selys-Longchamps, M. E. (1850). Revue des Odonates ou Libellules d’Europe. *Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège*, 6: i–xxii, 1–408.
- Serenó, P. C. (2007). Logical basis for morphological characters in phylogenetics. *Cladistics*, 23, 565–587.
- Simon, S., Strauss, S., von Haeseler, A. & Hadrys, H. (2009). A Phylogenomic approach to resolve the basal Pterygote divergence. *Molecular Biology and Evolution*, 26, 2719–2730.
- Sober, E. (1988). *Reconstructing the past: parsimony, evolution, an inference*. Cambridge: TH Mit Press.
- Sober, E. (2004). The Contest Between Parsimony and Likelihood. *Systematic Biology*, 53, 644–653.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. (1981). Taxonomic congruence in the Leptopodomorpha reexamined. *Systematic Zoology*, 30, 309–325.
- Steinmann, H. 1997. World catalogue of Odonata, Volume II Anisoptera. Berlin: Walter de Gruyter. xiv + 636 pp

- Swofford, D. L. (1996). When are phylogeny estimates from molecular and morphological data incongruent? In Miyamoto, M. M. & Cracraft J. *Phylogenetic Analysis of DNA Sequences*. (pp. 295–333). New York: Oxford University Press.
- Swofford, D. L. (1998). *PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (* and other methods)*. Version 4.0 beta 10. [Computer software and manual]. Sunderland: Sinauer Associates.
- Swofford, D. W. & Maddison, W. P. (1987). Reconstructing ancestral character states under Wagner parsimony. *Mathematical Biosciences*, 87, 199–229.
- Swofford, D. L. & W. P. Maddison. (1992). Parsimony, character-state reconstructions, and evolutionary inferences. In Mayden, R. L. (ed.). *Systematics, historical ecology, and North American freshwater fishes*. (pp. 187–223). Stanford: Stanford University Press.
- Tillyard, R. J. (1917). *The biology of dragonflies (Odonata or Paraneuroptera)*. Cambridge: University Press.
- Tillyard, R. J. & Fraser, F. C. (1938). A reclassification of the order Odonata based on some new interpretation of the venation of the dragonfly wing. *Australian Zoologist*, 9, 125–169. [Part I].
- Tillyard, R. J. & Fraser, F. C. (1939). A reclassification of the order Odonata based on some new interpretation of the venation of the dragonfly wing. *Australian Zoologist*, 9, 195–221. [Part II].
- Tillyard, R. J. & Fraser, F. C. (1940). A reclassification of the order Odonata based on some new interpretation of the venation of the dragonfly wing. *Australian Zoologist*, 9, 359–396. [Part III].
- Trueman, J. W. H. (1996). A preliminary cladistic analysis of odonate wing venation. *Odonatologica*, 25, 59–72.
- Trueman, J. W. H. (2007). A brief history of the classification and nomenclature of Odonata. *Zootaxa*, 1668, 381–394.
- Turner, H. & Zandee, R. (1995). The behaviour of Goloboff's tree fitness measure F. *Cladistics*, 11: 57–72.
- von Ellenrieder, N. (2002). A phylogeny analysis of extant Aeshnidae (Odonata: Anisoptera). *Systematic Entomology*, 27, 437–467.
- von Ellenrieder, N. (2003). A synopsis of the Neotropical species of “*Aeshna*” Fabricius: the genus *Rhionaeschna* Föster (Odonata: Aeshnidae). *Tijdschrift voor Entomologie*, 146, 67–207.
- Walker, E. M. (1912). *The North American Dragonflies of the Genus Aeshna*. Toronto:

- University of Toronto Studies, Biological Series no. 11.
- Ware, J., May, M. & Kjer, K. (2007). Phylogeny of the higher Libelluloidea (Anisoptera: Odonata): An exploration of the most speciose superfamily of dragonflies. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 45, 289–310.
- Ware, J. L., Simaika, J. P. & Samways, M. J. (2009). Biogeography and divergence time estimation of the relict Cape dragonfly genus *Syncordulia*: global significance and implications for conservation. *Zootaxa*, 2216, 22–36.
- Westman, A., Johansson, F. & Nilsson, A. N. (2000). The phylogeny of the genus *Leucorrhinia* and the evolution of larval spines (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 29, 129–136.
- Wighton, D. C. & Wilson, M. V. H. (1986). The Gomphaeschninae (Odonata: Aeshnidae): new fossil genus, reconstructed phylogeny, and geographical history. *Systematic Entomology*, 11, 505–522.
- Williams, D. M. & Ebach, M. C. (2008). *Foundations of Systematics and Biogeography*. New York: Springer.
- Williams, D. M. & Ebach, M. C. (2009). What exactly, is cladistics? Re-writing the history of Systematics and Biogeography. *Acta Biotheoretica*, 57, 249–268.
- Williams, D. M. & Ebach, M. C. (2012). “Phenetics” and its application. *Cladistics*, 28, 229–230.
- Williams, D. M., Ebach, M. C. & Wheeler, Q. D. (2010). Beyond belief: the steady resurrection of phenetics. P. 169–195. In: D. M. Williams & S. Knapp (eds.). Beyond cladistics: the branching of a paradigm. Los Angeles: University of California press [Species and Systematics vol.3].
- Wheeler, Q. D. (2008). *The New Taxonomy*. Boca Raton: CRC Press.
- Wheeler, W. C. (1995). Sequence Alignment, Parameter Sensitivity, and the Phylogenetic Analysis of Molecular Data. *Systematic Biology*, 44, 321–331.
- Yeates, D. (1992). Why remove autapomorphies? *Cladistics*, 8, 387–389.

APÊNDICE 1. RELAÇÃO COMPLETA DO MATERIAL EXAMINADO

Microtrigonia gomphoides Lieftinck, 1933. INDONESIA. N[etherlands] N[ew] Guinea, [Papua province]: 1 female, Hollandia [Jayapura], Humboldt [Baai], W. Stüber leg. (MNRJ 14199; APE 733); 2 males, 1 female, same data but Cycloop [Mountain], 400 m, IV–VI.1931, W. Stüber leg. (MNRJ 14200, 14243, 14277; APE 734–736).

Macrodiplax balteata (Hagen, 1861). UNITED STATES OF AMERICA. California state: 1 male, 1 female, Riverside Co[unty], Lake St. Anthony R. V. Park, Mecca, 189 ft. elev., 27.V.1984, R. W. & J. A. Garrison (MNRJ, APE 726); Arizona state: 1 male, Maricopa Co[unty], Phoenix [City] Moon Valley Golf Course, 22.VIII.1972, Rosser W. Garrison leg. (MNRJ, APE 725); Florida state: 1 male, [Monroe County] Boca Chica Key, Pinchot Expedition lot 154, 10.IV.1929, Dr. H. A. Pilsbry leg. (MNRJ, APE 722); 2 males, [Brevard County], Titusville City, Ceratopog[nidae?] fly loose in envelope, 16.IX.[19]38 M. J. Westfall Jr. leg. (MNRJ, APE 723–724).

Macrodiplax cora (Brauer, 1867). INDONESIA. N[etherlands] N[ew] Guinea, [Papua province]: 2 males, 2 females, Hollandia [Jayapura], Humboldt [Baai], VI–VII.1930, W. Stüber leg. MNRJ 14110–14111, 14173–14174; APE 727–730).

Zygonix ida Selys, 1869. INDONESIA. E[st] Java [province]: 1 female, Banyuwangi [Regency?], G[oenoeng] Raoeng [Mt. Raung?], 600 m, VII.1935, H. Lucht (MNRJ 14165, APE 740); C[entral] Java [Province]: 1 male, Mt. Slamet [sic. Mountain Slamet], 800 m, 17.II.1929 (MNRJ 14122; APE 739); W[est] Java [Province]: 1 male, Priangan [Chain Mountains], G. Tiruboeng [?], 700 m, 29.VII.[19]34, (MNRJ 14058; APE 737); 1 female, G[arut] Regency?, Tjisoeroe [?], 600 m, VII.1935, M. E. Walsh leg. (MNRJ 14158; APE 738).

Elasmothermis cannacrioides (Calvert, 1906). PERU. Departamento de Junin: 1 male, Satipo (ABMM; APE 210). BRAZIL. Amapá state: 1 female, Serra do Navio municipality, Rio Amapari, 26.IX.1963, Berla leg. (MNRJ; APE 442); Pará state: 6 males, [Paragominas municipality], Coraci – 15 Km NW [of Indigenous station] Canindé, Rio Gurupi, iv 1963, B[orys] Malkin leg. (MZSP; APE 159–163, 166); 1 male, [Altamira municipality], Rio Xingu Camp. ca 60 Km south of Altamira (52°22'W 3°39'S), Igarapé Jabuti, Malaise trap, during day, 15.X.1986, P. Spangler & O. Flint leg. (MZSP; APE 164); Pernambuco state: 1 male, Cabo de Santo Agostinho municipality, Represa Gurjau (08°–09°S 35–36°W), 14.II.2001, J. M. Costa & L. D. R. Borges leg. (MNRJ; APE 438); 1 male, Igarassu municipality, Refúgio Ecológico Charles Darwin, 12.II.2001, J. M. Costa & L. D. R. Borges leg. (MNRJ; APE 437); 1 male, same data but 18.IV.2001, L. D. R. Borges leg. (MNRJ; APE 439); Distrito Federal: 1 male, Brasília municipality, Rio Bartolomeu, excursão 221 col. 12 26.XI.1963, N. D. Santos, Machado & Borges leg. (MNRJ; APE 440), 1 male, same data but Rio Guará excursão 221 col. 12 25.XI.1963. N. D. Santos, Machado & Borges leg.

(MNRJ; APE 441); 2 males, Brasília, Rio Mestre...[illegible handwritten], col. 13, 27.X.1980, N. D. Santos & H. Mesquita leg. (MNRJ; APE 443); *Minas Gerais state*: 1 male, Buritizeiro municipality, Buritizeiro–Jatobá, I.1979, A. B. M. Machado leg. (ABMM; APE 285); 2 males, same data but Ribeirão Jatobá, I.1979, A. B. M. Machado leg. (ABMM; APE 284, 311); 1 male, Juiz de Fora municipality, Rio da Fazenda da Floresta, 05.II.1987, A. L. Carvalho leg. (DZ RJ 1050; APE 205); *Rio de Janeiro state*: 2 males, Maricá municipality, Rio Ubatiba, 24.XI.1999, E. R. Calil & A. L. Carvalho leg. (DZ RJ; APE 207–208); *São Paulo state*: 1 male, Ubatuba municipality, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba [23°20'52.33"S, 44°51'00.19"W, 15 m a.s.l.], Rio da fazenda near of the water wheel, 05–06.III.1999, Lab. Entomologia & A. L. Carvalho leg. (DZ RJ ; APE 206); 1 male, Palomeu Karvaté–Joecue [?] 06.IV.1952 (MZSP; APE 165). PARAGUAY: 1 male, Arroyo Valvina adiante do Parque Nacional Guayaquil, Col. 2, 09.II.1983, N. D. Santos, J. M. Costa & L. F. Neto leg. (MNRJ; APE 444).

Perithemis mooma Kirby, 1889. BRAZIL. *Rio de Janeiro State*: 1 male, Rio de Janeiro municipality, Horto Florestal da Quinta da Boa Vista, 06.III.2007, Ângelo P. Pinto (DZ RJ 1516; APE 790); 1 male same data but 09.II.2012, Ângelo P. Pinto & M.V.O. Almeida (DZ RJ 1492; APE 770); 8 males, Pirai municipality, Arrozal District, Sítio Arrozal, 23.IX.2006, Ângelo P. Pinto leg. (DZ RJ 1496–1497, 1499–1504; 771–778); 1 male, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA, 22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 28.II–02.III.2012, Ângelo P. Pinto (DZ RJ 1519; APE 791); *Rio Grande do Sul state*: 1 male, 1 female, Porto Alegre municipality, Campus Central da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), 03.III.2005, Ângelo P. Pinto (DZ RJ 1508–1509; APE 782–783); 1 female, same data but 09.III.2005 (DZ RJ 1510, APE 784); 1 male, Guaíba municipality, Sítio do Prof. Matzembacher, pond with abundant *Salvinia* sp., 20.III.2005, A. P. Pinto & J. G. da Silva leg. (DZ RJ 1505; APE 779), 2 males, Viamão municipality, Chácara Nossa Senhora das Graças [Instituto de Educação Marista Nossa Senhora das Graças, 30°04'37.88"S, 51°03'10.65"W, 76 m a.s.l.], pond for fish production (“açude”) with reddish clay bottom and abundant *Eichornia crassipes* as vegetation, 29.I.2006, A.P. Pinto & J.G. da Silva leg. (DZ RJ 1506–1507; APE 780–781); 1 male, Imbé municipality, Braço Morto, pond with few emergent vegetation, 08.III.2006, A. P. Pinto & J. G. da Silva leg. (DZ RJ 1511; APE 785); 1 male, same data but 10.II.2004 (DZ RJ 1512; APE 786); 1 male, 2 females, same data but 11.II.2004 (DZ RJ 1513–1515; APE 787–789).

Libellula herculea Karsch, 1889. BRAZIL. *Rio de Janeiro state*: 1 male, Teresópolis municipality, Garrafão, 29–31.III.2002, P. C. Werneck-de-Carvalho leg. (DZ RJ 1529; APE 906); 2 males, Parque Nacional da Floresta da Tijuca, polls near to visitor’s center (barbecue spot), 13.II.2010, Ângelo P. Pinto (DZ RJ 684–685; APE 899–900); 1 male, same data but 17.II.2010 (DZ RJ 686; APE 901); 1 male, same data but 18.II.2011 (DZ RJ 981; APE 902); 1 female, Itatiaia municipality, III.1968, [Richard von] Dirings[hofen] (MZSP 1043; APE 911); 2 males, Angra dos Reis municipality, Rio Caputera, Caputera I, 16.III.2001 (DZ RJ 1526–1527; APE 903–904); 1 male, Parque Nacional da Serra da Bocaina, Rio Bracuí, [village of] Bracuí, 17.III.2001, N. Ferreira-Jr. (DZ RJ 1530; APE 907); 1 female, Ilha Grande, Abraão Village, Rio Cachoeira do Aqueduto, Exc[ur]tion] 02/col. 01, 15.I.1986 (as F-1 larva, adult emerged at

10.III.1986), A. L. Carvalho & R. Pujol (DZ RJ 1531; APE 908); *São Paulo state*: 2 males, Salesópolis municipality, Estação Biológica de Boracéia, 24–28.III.2011, Expedição MZUSP/FFCLRP (MZSP 1040–1041; APE 909–910); *Santa Catarina state*: 1 male, Seara municipality, Nova Teutônia, XI.[19]48, [Richard von] Dirings[hofen] leg. (MZSP 1044; APE 912); 1 male without references (DZ RJ 1528; APE 905).

Orthemis discolor (Burmeister, 1839). BRAZIL. *Pará state*: 1 male, Altamira municipality, Rio Iriri Camp ca. 100 Km S[outh] of Altamira 03°50'S, 52°40'W [134 m a.s.l.], 17.x.1986, P. Spangler & O. Flint leg. (MZSP); *Maranhão state*: 2 males, [probably Centro Novo do Maranhão municipality], Igarapé Gurupi-Uma, Aldeia Araçu, 50 Km E[ast] of [indigenous station] Canindé, v.1963, [B.] Malkin leg. (MZSP); *Bahia state*: 1 male, Caetité municipality, INB, decantation basin, 14.I.2000, J. L. Nessimian leg. (DZ RJ 673); *Minas Gerais state*: 3 males, Marliéria municipality, Parque Estadual do Rio Doce, Ponte Queimada, collecting point PERD_7 (19°44'55.50"S, 42°28'43.10"W, 245 m a.s.l.), 03.III.2011, A. P. Pinto & J.G. Da Silva leg. (MZSP); 1 female, Sete Lagoas municipality, III.1968, U. Martins & L. Silva leg. (MZSP); *Rio de Janeiro state*: 1 male, Angra dos Reis municipality, Parque Nacional da Serra da Bocaina, Rio Bracuí, [village of] Bracuí, 17.III.2001, N. Ferreira-Jr. leg. (DZ RJ 1805); 2 males, same data but, Praia Brava, 12.V.2002, Lab. de Entomologia leg. (DZ RJ 664, 1804), 1 male, same data but, streams close to power station, 11.V.2002, Lab. de Entomologia leg. (DZ RJ 1803); 1 female, same data but, 26–27.V.2002, Lab. De Entomologia leg. (DZ RJ 665); 1 male, 1 female, same municipality Rio Bracuí, Bracuí - Baixada, 10.V.2002, Lab. De Entomologia leg. (DZ RJ 658–659); 2 males, 1 female, same data but 11.V.2002, Lab. de Entomologia (DZ RJ 661–663); 1 male, Rio Bracuí, Bracuí Ritral, 10–11.V.2002, Lab. de Entomologia leg. (DZ RJ 1802); 3 males, 4 females, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA, 22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 01.XII.2011, A. P. Pinto, A. L. Carvalho & Disciplina Técnicas de Coleta PPGZOO/UFRJ leg. (DZ RJ 1351–1352; 1422–1426); 1 male, 1 female, same data but 28.II–02.III.2012, A. P. Pinto leg. (DZ RJ 1525, MZSP); 1 female, Maricá municipality, Rio Ubatiba, upstream of the dam, 29.III.2001, Lab. De Entomologia leg. (DZ RJ 667); 1 male, Niterói municipality, Charitas, 16.III.1986, A. L. Carvalho leg. (DZ RJ 668); 4 males, Rio de Janeiro municipality, Horto Florestal da Quinta da Boa Vista fountain pool with *Eichornia* sp. and shady muddy channels with organic matter (22°54'30.48"S, 43°13'25.50"W, 14 m a.s.l.), 09.II.2012, A. P. Pinto & M. V. O. Almeida leg. (DZ RJ 1476–1479); *São Paulo state*: 1 female, Ubatuba municipality, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba [23°20'52.33"S, 44°51'00.19"W, 15 m a.s.l.], pool and river at side of a dirt road close to tronco trail, 01–04.VI.2000, A. L. Carvalho & Equipe Lab. de Entomologia leg. (DZ RJ 670); 2 males, Cananéia municipality, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, collecting point PEIC_04, 06 (25°04'56.54"S, 47°55'38.02"W, 13 m a.s.l.), 20.X.2011, A. P. Pinto leg. (MZSP).

Brachymesia furcata (Hagen, 1861). BRAZIL. *Pará state*: 1 male, Parauapebas municipality, FLONA de Carajás, collecting point ETA I (6°04'55.49" S, 50°09'06.10"W, 664 m a.s.l.), 19.III.2006, N. Ferreira-Jr. & L. L. Dumas leg. (DZ RJ); *Bahia state*: 1 male, 2 females, Canudos municipality, Rio Vaza Barris, 08.VII.1951, N. D. Santos leg. (MNRJ 16512–16514); *Minas Gerais state*: 1 males, Governador

Valadares municipality, Lagoa Dourada, Fazenda Urupuca, 10.II.1955, N. D. Santos & Machado leg. (MNRJ 19576–19577); 2 females, Marliéria municipality, Parque Estadual do Rio Doce, camping area at Lagoa Dom Helvécio, collecting point PERD_4 (19°46'41.95"S, 42°35'41.62"W, 261 m a.s.l.), 02.III.2011 (as F-0 larvae, adult emergences 07 and 10.V.2011), A. P. Pinto & J. G. da Silva leg. (DZRJ 1364–1365); 1 male, same data but Lagoa do Aníbal, collecting point PERD_6 (19°47'6.44"S 42°29'46.87"W, 260 m a.s.l.), lagoon in an open sunny area with muddy bottom, emergent vegetation Poaceae and *Typha* sp., 03.III.2011 (MZSP); 1 female, same data but Ponte Queimada, collecting point PERD_7 (19°44'55.50"S, 42°28'43.10"W, 245 m a.s.l.), 03.III.2011 (MZSP); *Rio de Janeiro state*: 1 male, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA, 22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 01.XII.2011, A. P. Pinto, A. L. Carvalho & Disciplina Técnicas de Coleta PPGZOO/UFRJ leg. (DZRJ 1427); 1 female, same data but 28.II–02.III.2012, A. P. Pinto leg. (MZSP); 1 female, Macaé municipality, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, 30.V.2001. P. Werneck-de-Carvalho leg. (DZRJ 0000); *Rio Grande do Sul state*: 2 females, Guafba municipality, Sítio do Prof. Matzembacher, pond with abundant *Salvinia* sp., 20.III.2005, A. P. Pinto & J. G. da Silva leg. (DZRJ 724–725); 3 males, Imbé municipality, Braço Morto, pond with few emergent vegetation, 08.III.2006, A. P. Pinto & J. G. da Silva leg. (DZRJ 721–723). ARGENTINA. *Corrientes Province*: 1 male, 1 female, Mburucuyá Department, Parque Nacional Mburucuyá, I.2008, A. C. Gonçalves leg. (DZRJ 719–720).

Micrathyria atra (Martin, 1897). BRAZIL. *Amazonas state*: 1 male, Manaus municipality, [highway] BR-17 Km 38, XII.1959, [P.] Elias leg. (MNRJ); 2 males, same data but Igarapé...[?], 30 km on the road to Itacoatiara, 27.X.1959, N. D. Santos leg. (MNRJ); 2 males, same data Paraqueguara [Paranaquara island?], I.1973, N. Tangerini leg. (MNRJ); *Pará state*: 3 males, 3 females, Tucuruí municipality, I.1979, Alvarenga leg. (MNRJ); *Mato Grosso state*: 1 male, Chapado dos Guimarães municipality, Riacho do.... [?], 28.X.1989, N. D. Santos & Ulisses [S. Carvalho] leg. (MNRJ).

Pachydiplax longipennis (Burmeister, 1839). UNITED STATES OF AMERICA. *Arizona state*: 1 male, Graham County, Poper Lake, 4 miles S of Safford and 1 mile E[ast] of US Highway 666, 3060 fts., 03.VIII.1970, J. A. Garrison leg. (RWG); *California state*: 1 female, San Bernardino County, Needles Marina Park, by Colorado River Needles, 02.VIII.1972, J. Haternik leg. (RWG); 1 male, Stanislaus County, Del Puerto Cyn. At N[orth] Fork of Del Puerto creek about 14 miles W[est] of Patterson, 18–19.IX.1978, R. G. Garrison leg. (RWG); *Florida state*: 2 males, Coral Gables, 14.IV.1946, R. L. Chermock leg. (MNRJ 14489; 14495); 1 male, same data but 21.X.1945 (MNRJ 14481); *Kentucky state*: 2 males, [Metcalfe County, Center City], Crail Hope [Road], 04.VI.1946, C. Cook leg. (MNRJ 14484; 14493); 2 males, same data but 17.VI.1946 (MNRJ 14485–14486); 2 males, same data but 19.V.1946 (MNRJ 14487 14488); 1 male, same data but 20.V.1946 (MNRJ 14490); 1 female, same data but 20.VI.1946 (MNRJ 14494); 2 females, same data but 22.V.1946 (MNRJ 14482 14483); 1 male, 1 female, same data but 28.VI.1946 (MNRJ 14491–14492); *Texas state*: 1 male, 1 female, Hidalgo County, Santa Ana Wild Refuge, 22.VIII.1972, J. Haternik leg. (RWG); 1 female, same data but 09.IX.1972 (RWG).

Uracis siemensis Kirby, 1897. BRAZIL. *Para State*: 2 males, 1 female, Parauapebas municipality, Flona de Carajás, collecting point Buritizal I, 07.IX.2006, N. Ferreira Jr. & L. L. Dumas leg. (DZRJ; APE 1145–1147); 2 males, same data but 11.IX.2006 (DZRJ; APE 1148–1149); 1 female, same data but collecting point Ponto mais baixo do Buritizal I, 16.IX.2006, N. Ferreira-Jr. & L. L. Dumas leg. (DZRJ; APE 1155); 2 males, same data but collecting point Buritizal I - parte baixa (riacho), 28.IX.2007, N. Ferreira-Jr. & V. Alecrim leg. (DZRJ; APE 1156–1157); 2 males, same data but collecting point N4A, 09.IX.2006, N. Ferreira-Jr. & L. L. Dumas leg. (DZRJ; APE 1150–1151); 3 males, same data but collecting point N4D, 10.IX.2006, N. Ferreira-Jr. & L. L. Dumas leg. (DZRJ; 1152–1154).

Ypirangathemis sp. BRAZIL *Matto Grosso* [*sic. Rondônia state*]: 5 males, 1 female, [Porto Velho municipality], Abunã, 06.III.1922, J. H. W[illiamson] & J. W. S[trohm] (MNRJ; APE 696–700); 1 male, same data but M[adeira]-M[amoré] Ri[vers], above Jaci Paraná, 08.III.1922 (MNRJ; APE 701).

Sympetrum illotum illotum (Selys, 1884). UNITED STATES OF AMERICA. *California state*: 1 female, Contra Costa County, Point Richmond, 30.III.76, J. Hafernik leg. (RWG); 1 male, Marin County, Lily Pond by Alpine Lake, 07.IV.1979 (as F-0 larva, adult emerged at 19.IV.79), R. W. Garrison & J. A. Garrison leg. (RWG); 1 male, Monterey County, China Camp. Los Padres Nat'l for Chewsrose ca. 4500 fts., 30.VI.1974, P. S. L. Szerli leg. (RWG); 1 male, Napa County, Pope Creek About 1.5 milles W[est] of Lake, Berryessa, 27.V.1978, R. W. Garrison & J. A. Garrison leg. (RWG); 1 male, Solana County, Rockville Hills Park 5 mills W[est] Rockville, 22.V.1973, J. Hafernik leg. (RWG).

Sympetrum rubicundulum (Say, 1840). UNITED STATES OF AMERICA. *Illinois state*: 2 males, 2 females, Cook county, Marian Byrnes Natural Area 41.7146°N, 87.5775°W, 22.VII.2003, R. E. DeWalt leg. (INHS 9880; APE 1126); *New York state*: 2 males, [Tompkins County], Ithaca, 14.VII.[19]46, (MNRJ 14475, 14479; APE 1127–1128); 1 male, same data but 28.VII.[19]46 (MNRJ 14477, APE 1131); 1 female, same data but 04.VIII.1946, F. Fernández leg. (MNRJ 14476, APE 1132); 1 female, same data but 6.[?] miles Creek, 18.IX.1946, F. Fernández leg. (MNRJ 14480, APE 1133); *Indiana state*: 2 males, [Tippecanoe County], pond about 2–3 miles N. of [?] West Lafayette [City] [n°] 4040, 23.IX.1940 (MNRJ, APE 1134); 2 males, Wells Co[unty], Vanemon Swamp [n°] 4023, 11.VII.1940, BEM (MNRJ, APE 1129–1130).

Sympetrum risi risi Bartenef, 1914. JAPAN. [Shikoku Region, Takoaka District], *Kōchi pref[ecture]*: 4 males, Nakamura City [now Shimanto City], 30.VIII.1994, Taguro [leg.?] (MNRJ; APE 760–763); 1 male, 1 female same data but [30.VIII.1994] (MNRJ; APE 764); 1 male, 1 female same data but Ōgata town [now Kuroshio town], Ōkibuchi [?], 31.VIII.1994 (MNRJ; APE 765–766).

Sympetrum vicinum (Hagen, 1861). UNITED STATES OF AMERICA. *Connecticut state*: 1 male, 1 female, Litchfield Co[unty], Salisbury, Twin Lakes, 06.IX.1998, Mark O'Brien leg. (UMMZ MF0980906-1; APE 694); *New York state*: 1 female, [Tompkins County], Ithaca, 28.VII.[19]46 (MNRJ; APE 1142); *Illinois state*: 2 males, 1 female, Cook Co[unty], Marian Byrnes Natural Area (41.7146°N; 87.5775°W), 03.IX.2003, R. E. DeWalt leg. (INHS 10.699; APE 1118–1120); 2 males, Vermilion Forest Glen Preserve 7 miles SE of Westville, 02.X.1991, C. A. Bridges leg. (INHS Odonata 311–312; APE 1121, 1136); *Indiana state*: 3 males, 1 female, LaGrange County [Milford Township] marsh, 1 mile s[outh] of M[ount] Pisgah, 04.IX.1928, (MNRJ, 1137–1139); 1 male, Knox [County?], Orchard near hy[?], 22.VII.1924, R. W. M. (MNRJ; APE 1140); 1 female, [Gibson County], Oakland City, Water Supply Lake, teneral, 29.VII.1928, (MNRJ; APE 1141).

Nesogonia blackburni McLachlan, 1883. UNITED STATES OF AMERICA. *Hawaii state*: 1 male, 1 female, Kauai Na Pali Coast [State Park], 21.VI.1985, Hugh Robertson leg. (RWG, APE 667).

Brachythemis contaminata (Fabricius, 1793). INDONESIA. S[outh?] Java [*sic.* Central Java]: 1 male, [Cilacap Regency], Djeroeklegi [Jeruklegi?], 04.III.1929 [F. C. Drescher leg.?] (MNRJ 14214.; APE 731 1 female, same data but 13.VIII.1930 (MNRJ 14270; APE 732).

Brachythemis leucosticta Rambur, 1842. UGANDA. *Busheni District*: 1 male, Queen Elizabeth National Park, sw of Lake George 00[°]03'S, 30 07E, el[elevation] 1000, 24.IV.2002, F. C. Sibley leg. (FSCA FCS02-144; APE 640); 1 female, Lake Victoria Shore, 08.XI.1930, Mrs. J. D. Tothill leg. (FSCA; APE 641); DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO. 1 male, 1 female, Bukama, Belgian Congo, without date, Smithsonian African Expedition leg. (USNM ENT 00277142, 00277147; APE 642–643).

Indothemis carnatica (Fabricius, 1798). THAILAND. *Chaiyaphun Prov[ince]*: 2 males, Lotus Ponds and temporary roadside pools at Salaphrom Forest Protection Unit, (16°23'14"N, 101°34'08"E, 878 m a.s.l.), 19.VII.1966, R. W. & J. A. Garrison leg. (RWG; APE 1171–1172).

Indothemis limbata limbata (Selys, 1891). THAILAND. *Chaiyaphun Prov[ince]*: 1 male, Lotus Ponds and temporary roadside pools at Salaphrom Forest Protection Unit, (16°23'14"N, 101°34'08"E, 878 m a.s.l.), 19.VII.1966, R. W. & J. A. Garrison leg. (RWG; APE1169); 1 male, same data but 20.VII.1966 (RWG; APE 1170).

Deielia phaon (Selys, 1883). CHINA. 1 male, Shanghai, 12.VIII.1936, E. Sueson leg. (USNM ENT 00273526; APE 650); *Kiangsu prov[ince]*: 2 females, Yutoan, 10–20.VII.1939 Becquart leg. (USNM ENT 00273496; APE 651). JAPAN. *Okinawa pref[ecture]*: 1 male, Okinawa Island, Nakazato-village, 09.VII.1996, Yasuyuki Fukuhara leg. (RWG, APE 648); [Kantō Region], *Tokyo [Prefecture]*: 1 male, [Nerima City], Shakujii, 02.VIII.[1]933 (MNRJ; APE 703); [*Shizuoka Prefecture*]: 1 female, Mis[h]jima,

17.VIII.1929, Kado-ike [?] (MNRJ; APE 702); [Shikoku Region, Takoaka District], *Kochi prefecture*: 1 female, Kago Hidaka-village, 19.V.1994 (RWG; APE 649); 1 female, Nakamura City [now Shimanto City], 05.VI.1990 (MNRJ; APE 704); 1 male, same data but 06.VII.1992, M. Sugimura leg. (MNRJ; APE 705); 2 females, same data but 29.VIII.1994, Taguro [leg. ?] (MNRJ; APE 706–707);

Crocothemis erythraea (Brullé, 1832). NAMIBIA. Kavango Region : 1 male, 1 female, Kvango River at Kaisosi River Lodge, E[ast] to Rundu (19°49'54"S, Longitude; 17°52'25"E, elevation 20 meters), in grassy field with trees, 24.IV.2007, R. W. Garrison & N. von Ellenrieder leg. (RWG; APE 668).

Crocothemis mariannae Kiauta, 1983. JAPAN. [Shikoku Region, Takoaka District], *Kōchi prefecture*: 1 male, Nakamura City [now Shimanto City], 29.VIII.1994, Taguro [leg. ?] (MNRJ); but 2 males, 1 female, same data 30.VIII.1994 (MNRJ); 1 female, same data but Ōgata town [now Kuroshio town], Ōkibuchi [?], 31.VIII.1994 (MNRJ); *Tokyo [prefecture]*: 1 female, Tokyo City, Sekido [neighborhood], 26.VII.1935 (MNRJ); Sikoku (*sic.* Shikoku Region), [*Kagawa Prefecture?*]: 1 male, Nagao [line?], 23.VIII.1934 (MNRJ); 1 male, without data but envelope similar to those from 1994 collected in Kōchi.

Crocothemis servillia (Drury, 1773). UNITED STATES OF AMERICA. *Florida state*: 1 male, 1 female, Dade County Old Cutler Lakes, 03.V.1981, S. W. Dunkle leg. (RWG); THAILAND. Lampang, Lampang Pond 6 Km E[ast] on Highway 11, 14.VII.1996, R. W. Garrison & J. A. Garrison leg. (RWG).

Erythrodiplax nigricans (Rambur, 1842). BRAZIL. *Rio Grande do Sul state*: 14 males, 11 females, Viamão municipality, Chácara Nossa Senhora das Graças [Instituto de Educação Marista Nossa Senhora das Graças, 30°04'37.88"S, 51°03'10.65"W, 76 m a.s.l.], pond for fish production ("açude") with reddish clay bottom and abundant *Eichornia crassipes* as vegetation, 29.I.2006, A.P. Pinto & J.G. da Silva leg. (DZRJ 1069–1093; APE 792–816).

Erythrodiplax umbrata (Linnaeus, 1758) BRAZIL. *Para State*: 1 female, Parauapebas municipality, Flona de Carajás, collecting point ETA, 07.IX.2006, N. Ferreira-Jr. (DZRJ 1706, APE 863); 4 males, 2 females, same data but, ETA II, 26.II.2008, N. Ferreira-Jr. & A. P. M. Santos leg. (DZRJ 1716–1721; APE 873–878); 2 males same data but N5 Sul, 26.IX.2005, N. Ferreira-Jr. leg. (DZRJ 1707–1708; APE 864–865); 1 male, 1 female, ponto mais abaixo do Buritizal I "(pique-nique) errado", 16.IX.2006, N. Ferreira-Jr. & L. L. Dumas (DZRJ 1709–1710, APE 866–867); 3 males, 1 female, Canaã dos Carajás municipality, Flona de Carajás, collecting point S11D-C, IX.2005, N. Ferreira-Jr. leg. (DZRJ 1712–1715; APE 869–872); 1 male, same data but 14.IX.2006 (DZRJ 1711; APE 868); *Ceará state*: 1 male, Cascavel municipality, disctrict of Jacarecoara, Barra Nova locality, lagoons near to sea, little aquatic vegetation, "buritis", sandy bottom, some of them with shalom depth and bottom with accumulation of organic matter (04°05'42.63"S, 36°09'40.62"W, 10 m), 01.I.2010, A. P. Pinto leg. (DZRJ 529; APE 838); *Rio de Janeiro state*: 2 females, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA,

22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 03.XII.2009, A. L. Carvalho & Equipe Disc. Téc. Coleta leg. (DZRJ 1694–1695; APE 851–852); 2 males, 2 females, Magé municipality, Citrolândia, Campo do Escoteiro Chefe Geraldo Hugo Nunes, forest border, poll in open areas, 24–25.IX.2005, A. L. Carvalho leg. (DZRJ 1701–1703; APE 858–860); 2 males, same data but 16.XII.2005, A. L. Carvalho / Biologia de Odonata leg. (DZRJ 1704–1705; APE 861–862); 1 male, 1 female, Rio de Janeiro municipality, Tijuca, Usina, área de mata impactada, 26.X.2008, Â. P. Pinto (DZRJ 645–646; APE 839–840); 2 females, same data but 23.X.2008, A. P. Pinto (DZRJ 647–648; APE 841–842); 2 males, Mangaratiba municipality, Reserva Ecológica Rio das Pedras (RERP), 03–05.XII.2003, A. L. Carvalho leg. (DZRJ 1696–1697; APE 853–854); 1 female, RPPN Fazenda Cachoeirinha (Santa Justina, Empresa Santa Justa LTDA), Point 1, 05.XII.2008, Equipe Disciplina Técnicas de Coleta MNRJ/UFRJ (DZRJ 1698; APE 855); *São Paulo state*: Ubatuba municipality, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba [23°20'52.33"S, 44°51'00.19"W, 15 m a.s.l.], pool at forest border, 14.XII.1992, M. E. Felix (DZRJ 1632; APE 850); 1 male, same data but 05–06.III.1999, A. L. Carvalho & Equipe Entomológica (DZRJ 1631; APE 849); 2 females, same data but 31.V.2007, A. P. Pinto leg. (DZRJ 1114–1115; 847–848); 2 males, same data but 01.VI.2007, A. P. Pinto leg. (DZRJ 1112–1113; APE 845–846); 1 female, Cananéia municipality, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, collecting point Poça para Trilha das Bromélias/Morro das Almas, PEIC_02 (25°04'25.03"S, 47°55'28.76"W, 11 m a.s.l., 19.X.2011, A. P. Pinto leg. (MZSP; APE 879); 3 females, same data but 20.X.2011 (MZSP; APE 880–882); 1 male, same data but 21.X.2011 (MZSP, APE 883). ARGENTINA. *Del Chaco province*: 2 male, Parque Nacional Chaco, 10.I.2008, A. C. Gonçalves (DZRJ 930–931; APE 843–844); *Corrientes province*: 1 male, Mburucuyá, Parque Nacional Mburucuyá, 10.I.2008, A. C. Gonçalves (DZRJ 1699–1700; APE 856–857);

Neurothemis feralis (Burmeister, 1839). INDONESIA. S[outh?] Java [*sic.* Central Java]: 1 male, [Cilacap Regency], Djeroeklegi [Jeruklegi?], 20.VI.1930, [F. C. Drescher leg.?] (MNRJ 14141; APE 1122); 1 male, same data 07.VII.1931, [F. C. Drescher leg.?] (MNRJ 14080; APE 1123); 2 females, same data but [Cilacap Regency], Patimoean [Patimuan?], 09.III.[19]29, [F. C. Drescher leg.?] (MNRJ; APE 1124–1125).

Neurothemis decora (Brauer, 1866). INDONESIA. N[etherlands] N[ew] Guinea, [*Papua province*]: 1 male, Hollandia [Jayapura], Humboldt [Baai], XI–XII.1930, W. Stüber leg. (MNRJ 14092; APE 753); same data but 1 male VII.1930, H. Stüber leg. [?] (MNRJ 14177; APE 754); 1 female, same data but VIII.1930, W. Stüber leg. (MNRJ 14217; APE 755); 1 male, same data but Humbolt Baai, Tamirlakke, II.1933 W. Stüber leg. (MNRJ 14232; APE 756); 1 male, same data but Humbolt Baai, IX.1930 W. Stüber (MNRJ 14253; APE 758); 1 male same data but without date (MNRJ 14233; APE 757). PAPUA NEW GUINEA. *Eeast Sepik province*: 1 male [Angoram district], Village or Ylmas M2, Ylmas Lanes Region [?], Karawari River, 29.XII.[19]88, R. Mittermayer leg. (MNRJ; APE 759).

Neurothemis fluctuans (Fabricius, 1793). INDONESIA. Borneo [island, *West Kalimantan province*]: 1 male Kajan [Kayang] River, Mjöberg leg. (UMMZ, APE 692); S[outh] E[ast] Borneo [island] [*Central Kalimantan province, East Barito Regency*]: 2 males, 2 females, Ampah, 0–20 km, IV–V.1948, L. S. Liong leg. (MNRJ 1452–1453, 14056–1457; APE 741–744).

Neurothemis terminata terminata (Brauer, 1866). PHILIPPINES. *Pangasinan [province]*: 3 males, 1 female, 03.I.1931, Nicario Garcia leg. (INHS Odonata 5651; APE 746–749); Luzon Island [*Calabarzon Region, Quezon province*]: 2 males, Novaliches [District], Critas, 03.VI.1931 (UMMZ; APE 693); Laguna Province: 2 males, 2 females, Los Baños, 08.I.1931, P.C. Gabertan leg. (INHS Odonata 5654; APE 745). INDONESIA. C[entral] Java [*Province*]: 1 male, Mt. Slamet [*sic. Mountain Slamet*], 800 m, 27.II.[19]28, Btr [leg.?] (MNRJ 14175; APE 750); S[outh?] Java [*sic. Central Java province*]: 1 male, [Cilacap Regency], Djeroeklegi [Jeruklegi?], 18.I.[19]30, F. C. Drescher leg. (MNRJ 14278; APE 751); M[id]. Java [*Central Java province*]: 1 male, 1 female, Djorjo [?], 22.III.[19]35, Hoverbeck leg. (MNRJ 14180–81; APE 752)

Pseudoleon superbus (Hagen, 1861). MEXICO. *Morelos state*: 1 male, 1 female, Huajibtlán 40 Km SW of Cuernavaca (99°25.5'W, 18°35.6'N, 1200 m a.s.l.), [G. Beatty leg.?] (DZRJ, APE 679–680); *Tamaulipas [state]*: 1 male, Hacienda Santa Engracia, 01.V.1936, Plummer leg. (MNRJ; APE 720); *Baja California state*: 1 male, Commandu, III.1893, Chas C. Haines [leg.] (MNRJ; APE 721) [Det by Calvert (B.C.A.)].

Bradinopyga geminata (Rambur, 1842). INDIA. *Pondicherry state*: 1 male, 1 female, Karaikal [10°55'32"N, 79°50'17"E, 5 m a.s.l.], XI.1961, P. S. Nathan leg. (RWG; APE 1174); *Tamil Nadu state*: 1 male, Coimbatore [11°01'01"N, 76°57'21"E, 432 m a.s.l.], 03.XII.1947, P. S. Nathan leg. (RWG; APE 1175).

Diplacodes bipunctata (Brauer, 1865). NEW ZEALAND. North Island [*Northland region*]: 1 male, 1 female, [Turangi town], Motuoapa, 1.I.1982, W. J. Winstanley leg. (FSCA; APE 699).

Diplacodes trivialis (Rambur, 1842). INDIA. Madras state: 1 male, 1 female Madurai, grounds of Hotel Pandian, 20.I.1988, M. J. Westfall leg. (FSCA; APE 673–674). PHILIPPINES. Luzon [Island, Calabarzon Region, Quezon province]: 1 male, Manila, 25–30.IX.1976, L. A. Burges (FSCA; APE 672).

Diplacodes luminans (Karsch, 1893). Southern Rhodesia [ZIMBABWE]. 1 male, Wankie, XI.1961, Pinhey leg. (USNM 278941; APE 652); 1 female, Bulawayo a suburb of Douglasdale, XII.1959, [E.] Pinhey leg. (USNM 278944; APE 653).

Nannodiplax rubra Brauer, 1868. AUSTRALIA. N. Queensland [*Queensland state*]: 1 male, [Far North Region], Clohesy River at Clohesy River Rd., 13 km SW of Kuranda, 02.XII.1986, R. W. Garrison leg. (RWG; APE 661); 1 female, same data but Pond at Rosebud Farm, Douglas Track, 5 km W of Kuranda (16°52'18"S; 145°36'56"E; 460 m a.s.l.), 09.XII.1986, R. W. Garrison (RWG; APE 660).

Nannothemis bella Uhler, 1857. UNITED STATES OF AMERICA. *Maine [state]*: 2 males, 1 female, Lincoln Co[unty], Webber Pond #56, 16.VI.1953, D. J. Borror leg. (MNRJ; 715–717); *Wisconsin state*: 2 males, Vilas, 27.VII.1965, M. D. Ries leg. (INHS; APE 663–664); *N[ew] J[ersey] state*: 2 males, [Burlington County, Woodland Township] Chatsworth, 06.VII.[19]47, J. W. Green leg. (MNRJ; APE 713–714); *O[hi]o state*: 2 males, Champaign Co[unty], Cedar Swamp, 18.VII.1954, D. J. Borror leg. (MNRJ; APE 718–719); *Indiana state*: 3 males, 1 female, [Elkart County] ? [Indiana and Baldwin Lakes, thirteen miles north-east of Elkhart, on the boundary line that divides Indiana from Michigan?] ? 06–25.[VII.18]99 R.J. Weith leg. (UMMZ, MNRJ; APE 690–712); *North Carolina state*: 2 males, Hoke County, Montrose, 9.V.1979, R.D. Cuyler leg. (FSCA; APE 665); *South Carolina state*: 1 male 1 female, Chesterfield Co[unty], Lake Hartsville, E side, 01.V.1965, D. R. & M. L. Paulson (DRP; APE 662); *Mississippi state*: 1 male, George County, Movella, 1 1/2 ml S on S-613m bog, 16.VI.1968, W. F. Mauffray & A. Rekas (FSCA; APE 666);

Nannophya pygmaea Rambur, 1842. JAPAN. [*Kantō Region, Gunma Prefecture*]: 1 male, 1 female, [Minaki Town] OZE [National Park], Ozegahara, 12.VII.1935 (MNRJ; APE 708); [*Chūbu region, Aichi Prefecture*]: 1 male, Nagoya [city], Nekohora, 18.VIII.1965, Y. Yamamoto leg. (DRP; APE 654); 1 female, same data but 31.VII.1965, Y. Yamamoto leg. (DRP; APE 655); [*Kyūshū region, Miyazaki Prefecture*]: 1 male, 1 female, [Koyu District], Takanabe [Town], 23.V.1993, Y. Eda (MNRJ; APE 709); CHINA [TAIWAN]. *Fukien Prov[ince]*: 2 males, 2 females, Plains around Foochow, without date, Claude R. Kellog leg. (USNM Ent 00274823–00274824, 00274825–00274826; APE 656–659).

Porpax asperipes Karsch, 1896. REPUBLIC OF CONGO. (Region Kouilou): 1 male, Conkouati[-Douli] National Park, forest border, (S04°02'07.2" E011°17'34.6"), 21.II.2010, Philippe H. Lambret leg. (RWG; APE 1173).

Erythrodiplax castanea (Burmeister, 1839). BRAZIL. *Para State*: 2 males, Barcarena municipality, Igarapé Dendê, T[ransect] B[arcarena] 050 [01°33'57.93"S, 48°44'48.24"W, 14 m a.s.l.], north sector, area of construction of the E[lectricity] T[ransmission] U[nit], VIII or X.2006, N. Ferreira-Jr & J. Nessimian leg. (DZ RJ 1731–1732; APE 895–896); 1 male, 1 female, same data but Igarapé Pramajó, T[ransect] B[arcarena] 110, crossing the transmission line, VIII or X.2006, N. Ferreira-Jr & J. Nessimian (DZ RJ 1733–1734; APE 897–898); 1 female, Parauapebas municipality, FLONA de Carajás, collecting point Buritizal I, 07.IX.2006, N. Ferreira-Jr. & L. L. Dumas leg. (DZ RJ; APE 886); 2 males, 1 female, same data but 25.III.2006, N. Ferreira-Jr. leg. (DZ RJ 1723–1725; APE 887–889); 1 male same data but collecting point ETA II, III.2005, N. Ferreira-Jr. leg. (DZ RJ 1726; APE 890); 2 males, same data but

collecting point N4D, 10.IX.2006, N. Ferreira-Jr. & L. L. Dumas leg. (DZRJ 1727–1728; APE 891–892); 2 males, same data but collecting point Buritizal I - parte baixa (riacho), 28.IX.2007, N. Ferreira-Jr. & V. Alecrim leg. (DZRJ 1729–1730; APE 893–894). *São Paulo state*: 2 males, Cananéia municipality, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, collecting point PEIC_04, 06 (25°04'56.54"S, 47°55'38.02"W, 13 m a.s.l.), 20.X.2011, A. P. Pinto leg. (MZSP; APE 884–885).

Carajathemis simone Machado, 2012. BRAZIL. [Pará state]: 1 male, [Parauapebas municipality, FLONA de] Carajás, 26.III.1994, H. Lapertosa & S. Lapertosa leg. (DZRJ 1396; APE 695).

Rhodopygia cardinalis (Erichson, 1848). COLOMBIA. *Sucre Departament*: 1 female, Caquetá, Rio Ortegua, 26.VIII.1947 (MNRJ 112); 1 male, same data but 17.X.1947 (MNRJ 138). [SURINAME]. 1 male, [Para District], Tibiti [Savanne, 05°23'N, 55°56'W, 8 m a.s.l.], illegible data... Km 0.1, 06.I.1949, [D.C. Geijskes leg.]. ECUADOR. *Napo Province*: 2 males, 3 Km S[outh] Tena, 13.V.1977, P. J. Splanger & D. R. Givens leg. (USNM, ENT 00321096–00321097); 1 male, Puerto Napo, 3.2 Km E[ast] on Jatun Sacha R[oa]d, ponds and flowing marsh, 1,300 ft, 23.VII.1996, B. Mauffray leg. (USNM ENT 00321098). BRAZIL. *Amapá state*: 3 males, Calçoene municipality, 19.XII.1998, P. Magno, J. M. Costa & E. L. Oliveira leg. (MNRJ); 2 males, Macapá municipality, Fazendinha, I[nstituto de] P[esquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do] A[mapá], (Parque Zoobotânico) [Centro De Pesquisas Zoobotânicas e Geológicas], I.2001, P. Magno & J. M. Costa leg. (MNRJ); 1 male, Mazagão municipality, Rio Piaçacá, D.Z. 5/61, II.[1]961, J. C. M. Carvalho leg. (MNRJ); 1 male, Serra do Navio municipality, (settlement) Serra da Canga, I.2001, P. Magno & J. M. Costa leg. (MNRJ); [*Amazonas state*]: 1 male, [Manaus municipality], R[eserva Adolpho] Ducke, forest, 21.V.2002, J. Vidal leg. (INPA); 1 male, Manaus municipality, Estrada M1, Km 45, 07.VII.1960, Flávio leg. (ABMM); 1 male, same data but Lago Janauacá, 26.III.[19]88, L. C. Machado leg. (INPA); *Pará state*: 1 male, Santarém municipality, Fazenda Taperinha, 17–18.II.1968, Expedição Permanente a Amazônia leg. (MZSP); 5 males, [Belém municipality], Museu [Paraense Emílio] Goeldi, 04.VIII.[1]959, N. D. Santos leg. (MNRJ); 1 male, same data but Parque do Museu [Paraense Emílio Goeldi], VI.1964, A. Souza leg. (ABMM); 1 male, Belém municipality, [Reserva Ambiental do] Utinga, 01.II.[19]63, [O.] Roppa & [O.] Mielke leg. (MNRJ); 2 males, same data but 03.VIII.[1]959, N. D. Santos leg. (MNRJ); 1 male, Jacareacanga municipality (shore of Rio Tapajós), II.1966, L. S. Otero leg. (MNRJ); 1 male, Santarém municipality, Rio Tapajós, VIII.1955, [R. von] Dirings[hofen] leg. (MSZP); *Acre state*: 1 male, Feijó municipality, pond, 08.V.1963, Evangelista leg. (ABMM); *Rondônia state*: 1 female, Porto Velho municipality, T[ransect] 6, pasture, point 200, 11.V.2010, T. P. Mendes leg. (MZSP); *Mato Grosso state*: 1 female, Barra do Bugres municipality, main street close to restaurant at 17h, 18.XII.[19]83 (MNRJ); 2 males, Barra do Garças, Córrego Papagaio, 150 m from 3th order, 08.I.2005, J. D. Batista & L. A. Castro leg. (DZRJ 763; UFG 3502); *Bahia state*: 1 male, Mucuri municipality, Rio Mucuri, above of highway BR-101 ca of 7 Km [ca 18 °03'3.58"S, 39°55'59.49"W, 34 m a.s.l.], 25–27.I.1987 (F-0 larva, adult emerged in lab.), A. L. Carvalho & J. L. Nessimian leg. (DZRJ 1758); *Espírito Santo state*: 1 female, Linhares municipality, New Road to Regência Km 8, collected near to small pond into the forest, 10–15.IV.1972, [Claudionor]

Elias & Paulo [C. Elias] leg. (MNRJ); *Minas Gerais state*: 2 males, [between] Leopoldina and Recreio municipalities, 14.V.1973, Machado Filho leg. (MNRJ); 3 males, same data but 16.V.1973 (MNRJ); *Rio de Janeiro state*: 1 male, [Nova Iguaçu municipality, Reserva Biológica do], Tinguá, 27.VII.1958, O. Mielke (ABMM); 7 males, same data but 20.I.1970, H. Sandim leg. (MNRJ); 4 males, same data but I.1970 (MNRJ); 1 male, same data but Serra Janjana, lagoon in a particular smallholding, exc[ursion] 387, col[lecting] 3, 05.VI.1970, N. D. Santos leg. (MNRJ); 8 males, same data but Haroldo's smallholding, 04.IV.1970, N. D. Santos & H. Sandim leg. (MNRJ); 1 male, same data but pool of fish production, exc[ursion] 387, col[lecting] 1, 05.VI.1970, N. D. Santos leg. (MNRJ); 1 male, 1 female, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA, 22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 03.XII.2009, A. L. Carvalho & Equipe Disc. Téc. Coleta leg. (DZRJ 576–577); 2 males, same data but 01.XII.2011, A. P. Pinto, A. L. Carvalho & Disciplina Técnicas de Coleta PPGZOO/UFRJ leg. (DZRJ 1369–1370); 9 males, same data but 28.II–02.III.2012, A. P. Pinto leg. (MZSP); *São Paulo state*: 1 male, Bertioga municipality, Praia do Guaratuba, 01.III.1968, F. V. Val leg. (MZSP).

Rhodopygia geijskesi Belle, 1964. FRENCH GUIANA. 1 male, 1 female, small pond by N2 at PK25, 19.II.1988, R.W. Garrison (RWG; APE 538); [Departament of Cayenne], 1 male, [Roura Commune], Montagne-des-Chevaux 18.XI.1990, [P. Machet leg.] (MNRJ; APE1036). BRAZIL. Amapá state: 1 female, [Porto Grande municipality, settlement] Nova Colina, 06.X.[20]00, J. Madson leg. (MNRJ; APE 1035); 1 male, Ressurreição [*sic.* Restauração municipality?], II.[1]964, J. C. M. Carvalho & Dirce (MNRJ; APE 1037); 1 male, Laranjal do Jari municipality, Água Comadubu [?], 08.XI.[19]99, [P. Magno leg.?] (MNRJ; APE 1033); 1 female, Santana municipality, Igarapé do Lago (06), 13.V.1998, J. Madson (MNRJ; APE 1034); Amazonas state: 1 male, [probably Manaus municipality], 2004, J. L. Nessimian (DZRJ 575; APE 539); 1 male, Santo Antônio municipality, DZ-3/961 [?]III.1960, C.[?] Elias leg. (MNRJ; APE 545); 2 males, Manaus municipality, ca. 6 km from camp Porto Alegre, Igarapé do Porto Alegre in the ZF3, col[lection] 6, 15.VII.1986, Luiz Fernando [Neto?] leg. (MNRJ 31, 32B; APE 1031–1032); Pará state: 1 male, Belém municipality, [Reserva Ambiental do] Utinga, 01.II.[19]63, [O.] Roppa & [O.] Mielke leg. (MNRJ; APE 1038); 3 males, Canaã dos Carajás municipality, collecting point S11D-C (06°24'28.28"S, 50°21'05.45"W, 820 m a.s.l.), 15.III.2006, N. Ferreira-Jr. & L. L. Dumas leg.(DZRJ, APE 540–542); São Paulo state: 1 male, 1 female, Luiz Antonio municipality, 24.II.1999, B. F. C., A. M. V., R. V. R. (MZSP ; APE 543–544).

Rhodopygia hinei Calvert, 1907. NICARAGUA. [Río] San Juan [Department]: 1 male, Refugio Bartola, ca 5 Km N[orth] of jct. of Rio San Juan & Rio Bartola, Dammed Pond, 12.VIII.2002, Bill Mauffray leg. (FSCA; APE 549). COSTA RICA. Guanacaste [province]: 1 male, 1 female, H[acienda] Taboga, 04.VII.1967, D.R. Paulson leg. (DRP; 546–547); 1 male, 1 female, 1.5 miles south Potrerillos, 27–28.VII.1967, O. S. Flint Jr. & M. A. Ortiz B. leg. (USNM ENT 00321120–00321121; APE 551–552); PANAMA. Canal Zone: 1 male, Gatun River, 27.VIII.1950, R. B. Cumming leg. (FSCA; APE 548); 1 female, Panama Gamboa [town], 27.XI.1980, A. Cotrancesco leg. (FSCA; APE 550); 2 males, ard's Nat[ural] Sci[ence] Estab[lishment], (UMMZ; APE 688–689); 1 female, San Blas, 2 Km S Nusagandi,

03.III.1985, Flint & Louton (USNM ENT 00321137 APE 554). COLOMBIA. *Chocó* [Department]: 1 male, Quebrada Pichinde, 2 km E[ast of] San Pablo, 19.II.1983, O.S. Flint Jr. leg. (USNM ENT 00321112; APE 553).

Rhodopygia pruinosa Buchholz, 1953. VENEZUELA. *Amazonas state*: 1 male, San Carlos de Rio Negro (1°56'N, 67°03'W), 06–12.XII.1984, R. L. Brown leg. (USNM ENT 00299718; APE 555). ECUADOR. *Sucumbíos prov[ince]*: 1 male, Lago Agrio (00°06'00"N, 76°52'00"W; 396 m a.s.l.), 24.VIII.1975, Andrea Langley & J. Cohen lewg. RWG; APE 557); *Napo prov[ince]*: 1 male, Puerto Napo, 3.2 Km E[ast] on Jatun Sacha Rd ponds and flowing marsh, 1300 ft; 23.VII.1996, Bill Mauffray (USNM ENT 00321138; APE 556). BRAZIL. *Rio de Janeiro state*: 2 males, 1 female, [Nova Iguaçu municipality, Reserva Biológica do], Tinguá, I.1970, H. Sandim leg. (MNRJ; APE 1092); same data but Haroldo' smallholding, 04.IV.1970, N. D. Santos & H. Sandim leg. (MNRJ; APE 1087–1089); 1 male, 1 female, same data but Exc[ursion] 380, col[lecting] 1, 11.IV.1970, H. Sandim leg. (MNRJ; APE 1090–1091)

Rhodopygia hollandi Calvert, 1907. BRASIL. *Amapá state*: 1 male, 17–18.XI.[1999?], [P. Magno leg.] (MNRJ); 3 males, [Porto Grande municipality, settlement] Nova Colina, 06.X.[20]00, J. Madson leg. (MNRJ); 2 males, same data but 07.X.[20]00, C. Henrique leg. (MNRJ); 1 female, same data but J. Madson leg. (MNRJ); 1 male, same data but 09.X.[20]00, C. Henrique leg. (MNRJ); 1 female, same data but J. Madson leg. (MNRJ); 1 female, same data but 10.X.[20]00, C. Henrique leg. (MNRJ); 1 female, same data but Fazendinha, 09.II.1999, P. Magno leg. (MNRJ); 1 male, same data but Fazendinha, I[Instituto de] P[esquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do] A[mapá], (Parque Zoobotânico) [Centro De Pesquisas Zoobotânicas e Geológicas], I.2001, P. Magno & J. M. Costa leg. (MNRJ); 1 female, Tartarugalzinho municipality, Mutuca' smallholding, 22.X.1999, P. Magno & J. M. Costa leg. (MNRJ); *Pará state*: 2 males, Parauapebas municipality, FLONA de Carajás, Collecting point N5 Sul (06°05'50.01"S, 50°07'50.08"W, 676 m a.s.l.), 26.III.2005, N. Ferreira-Jr. leg. (DZRJ 1760–1761); 2 males same data but IX.2005, (DZRJ); 1 male, Canaã dos Carajás municipality, FLONA de Carajás, Córrego Leito de Pedra, 27.IX.2007, N. Ferreira-Jr. & V. Alecrim leg. (DZRJ 1765); 2 males, 1 female, same data but collecting point S11D-C (06°24'28.28"S, 50°21'05.45"W, 820 m a.s.l.), 15.III.2006, N. Ferreira-Jr. & L. L. Dumas leg. (DZRJ 1762–1764). *Mato Grosso state*: 3 males, 2 females, [Santa Terezinha municipality?], Barra do Tapirapés, 01–02.II.1964, B. Malkin leg. (MZSP); 5 males, 2 females, same data but 02–16.I.1966 (MZSP); 1 male, Barra do Bugres municipality, X.1989, P. Magno leg. (MNRJ); 1 male, [Campo Novo do Parecis / Sapezal municipalities, Indigenous Territory of] Utiariti [coordinates of the waterfall Salto Utiariti 13°01'33.39"S, 58°16'40.87"W, 377 m a.s.l.], 01.XI.1966, [K. Lenko & Pereira leg.] (MZSP); *Goiás state*: 1 male, Formosa municipality, Lagoa Feia, Exc[ursão] 221, col[eta] 9, 24.XI.1963, N. D. Santos, Machado & Borges leg. (MNRJ); *Bahia state*: 1 male, 2 females, Cruz das Almas municipality, into the forest, 15.XII.1988, J. Becker leg. (MNRJ); 1 female, same data but 16.XII.1988, J. Becker leg. (MNRJ); 1 male, same data but 22.XII.1989, J. Becker leg. (MNRJ); 1 female, São Gonçalo dos Campos municipality, in the lianas forest, 20.XII.1989, J. Becker leg. (MNRJ); *Espírito Santo state*: 1 female, Linhares municipality, 1–10.VII.1972, [Claudionor] Elias & Paulo [C. Elias] leg. (MNRJ); 1 female, same data but 22–27.V.1972 (MNRJ); 2 males, same data but New Road to

Regência Km 7 (forest), 1–08.IV.1972 (MNRJ); 1 male, same municipality but Forest [Goitacazes?], 22–27.V.1972, [Claudionor] Elias & Paulo [C. Elias] leg. (MNRJ); *Minas Gerais state*: 1 male, Marliéria municipality, [Parque Estadual do Rio Doce], Lagoa Carioca, 08.II.[19]96, A. O. Latini leg. (UFG 000258); 1 female, same data but Porto Capim, Lagoa Dom Helvécio, collecting point PERD_3 (19°46'22.77"S, 42°37'36.03"W, 280 m a.s.l.), lagoon with muddy bottom, dense emergent vegetation *Eichornia* sp. and *Eleocharis* sp., 03.III.2011, A. P. Pinto & J. G. da Silva leg. (MZSP).

Acisoma inflatum Selys, 1882. CÔTE D'IVOIRE. [Vallée du Bandama Region, Bouaké Departament]: 1 male, 2 females, Bouaké [city], 13.VIII.[?], (MNRJ 14639, 14660, 1470; APE 338–339, 1143).

Acisoma panorpoides panorpoides (Rambur, 1842). CHINA. Guangdong Province: 1 male, 1 female, Shaoguan City, Hukeng, Renhua, north Guangdong (25°04'12"N, 113°45'36"E, 102 m a.s.l., 04.VII.2010, Haomiao Zhang leg. (RWG; APE 1167). THAILAND. *Chaiyaphun* prov[ince]: 1 male, 1 female, Lotus Ponds and temporary roadside pools at Salaphrom Forest Protection Unit (16°23'14"N, 101°34'08"E, 878 m a.s.l.), 20.VII.1966, R. W. & J. A. Garrison leg. (RWG; APE 1165); *Kanchanaburi* prov[ince]: 1 female, Li Chia By Hwy. 323 SE of Sangklaburi marshy meadow nr. River, 24.VII.1996, R. W. & J. A. Garrison leg. (RWG; APE 1166). INDONESIA. [Bangka-Belitung Province, Belitung Regency]: 1 male, 1 female, Tandjung Pandan [town], 22–24.IX.1935 (MNRJ 14262); same but 2 males, 24.IX.1935 (MNRJ 14108–14109).

Acisoma trifoldum Kirby, 1889. CÔTE D'IVOIRE. [Vallée du Bandama Region, Bouaké Departament]: 1 female, Bouaké [city], 28.VIII.[?], (MNRJ 14739; APE 1144). GABON. 1 male, Pot Gentil, 12.VII.1957 E.S. Ross & R.E. Leech (DRP, APE 531). UGANDA. 1 male, 1 female, E. Uganda [?], II.1972, H. Falke (RWG, APE 529–530); *Kabarole District*: 1 male, Ndail Lodge at Kabata, Kofuruka (Lily) Lake (00°29.2'N, 30°17.3'E; 1400 m a.s.l.), 28.IV.2002, F. C. Sibley leg. (FSCA FCS02–252; APE 528).

Acisoma variegatum Kirby, 1898. UGANDA. *Kabarole District*: 2 males, Ndail Lodge at Kabata, Kofuruka (Lily) Lake (00°29.2'N, 30°17.3'E; 1400 m a.s.l.), 28.IV.2002, F. C. Sibley leg. (FSCA, FCS02–253, FCS02–260; APE 526–527.)

Cyanothemis simpsoni Ris, 1915. CAMEROON. *South West Province*: 1 male, Okpambe, 11.XI.1998, Otto Mesumbe & Enongehe leg. (RWG; APE 532). LIBERIA. *Nimba County*: 1 female, Lugbeyee-Bonlah Road stream on eastern side of Bonlah, large, gravelly and sandy stream in farmbush, (07°34'36."N, 08°39' 28.7994"W; 437 m a.s.l.), 13.X.2010, K.-D. B. Dijkstra leg. (RWG; APE 1168).

Rhodothemis lieftincki Fraser, 1954. AUSTRALIA. *Northwestern Territory*: 1 male, Katherine Gorge, [Nitmiluk National Park], Low Level Bridge, 29–30.VII.1981, G. Theischinger & L. Müller leg. (FSCA); *Queensland state*: 1 male, Pond at rosebud Farm, Douglas Track, 5 km W[est] of Kuranda (16°52'18"S,

145°36'56"E, 460 m a.s.l., 13.XII.1986, R. W. Garrison (RWG; APE 1164); 1 male, Black Rock Creek South of Proserpine [town] (26 meters), 30.X.1980, G. Theischinger leg. (DZRJ); 1 male, 1 female, same data but Mareeba Wetlands (16°59'42"S, 145°25'24"E; 460 m a.s.l.), 25.XI.2000, G. Theischinger & L. Müller leg. (RWG).

Rhodothemis mauritsi Lohmann, 1984. INDONESIA. N[etherlands] N[ew] Guinea [*Papua province*]: 1 male, Hollandia [Jayapura], Humboldt Baai, III.1931, [W.] Stüber leg. (MNRJ 14172); 1 male, 1 female, same data but XI–XII.1930 (MNRJ 14212, 14228).

Rhodothemis rufa (Rambur, 1842). CHINA. *Guangdong Province*: 1 male, Conghua City Liuxihe River, Weidong (23°39'N, 113°40'E, 91 m a.s.l.), 11.IX.2011, Haomiao Zhang leg. (RWG; APE 1158); 1 female same data but 10.X.2011 (RWG; APE 1159); 1 female, same data but 27.X.2011 (RWG; APE 1160); *Hainan Province*: 1 male, Xinglong Country Nanling, SE Hainan (18°41'N, 109°09'E; 164 m a.s.l.), 18.IV.2011, Haomiao Zhang leg. (RWG; APE 1161); 1 male, same data but 23.IV.2011 (RWG; APE 1162). THAILAND. 1 male, Bangkok, 20.II–7.III.1971, P. & P. Spangler leg. (USNM ENT 00326984); *Chiang Mai Province*: 1 male, Ban Mae Wan Forestry Camp E. of Doi Saket (Stream), 18°59'N, 99°14.50'E, 10.VII.1996, R. W. Garrison & J. A. Garrison leg. (DZRJ). MALAYSIA. *Sarawak state*: 1 male, Sibuan division, Sibuan district, Sungai (stream) Tenu aru, [SAR09_10_LIB355] ([0]2°35'[0]0"N, 113°41'[0]0"E, 55 m a.s.l.), 10.V.2010, Graham Reels (RWG; APE 1163); 1 male, 1 female, reservoir in Kuching, 19.VIII.1980, Dennis Paulson leg. (DRP 80–18; APE); SOLOMON ISLANDS. *Guadalcanal Province*: 1 female, Tetere Area, Upper Schack, lagoon flying, 11.I.1944, V. R. Knapp leg. (USNM ENT 00326972); INDONESIA. W[est] Java province, *Tasikmalaya Regency*: 1 female, Bantan 15.V.1957, A. M. R. Wegner leg. (USNM ENT 00326975); *East Kalimantan Province*: 1 male, Samarinda city, 07.XII.1956, A. M. R. Wegner (USNM ENT 00326976).

Erythemis attala (Selys in Sagra, 1857). (2 male and 38 female). MEXICO. *Veracruz state*: 1 female, lanes and fence-rows (50') near of Dos Bocas, 9 mi[les] E[ast] of Casamaloapan, 21–24.viii.1957, G. H. Beatty III leg. [First Beatty Mexican Expedition, 1957] (ABMM); 1 male, 1 female same data but (MNRJ). BRAZIL. *Amapá state*: 1 male, 1 female, [Macapá municipality], Fazendinha, Souza's smallholding, 29.X.1999, [P. Magno leg.] (MNRJ); 1 female, [Porto Grande municipality, settlement] Nova Colina, 10.X.[20]00, C. Henrique leg. (MNRJ); *Amazonas state*: 1 female, São Paulo de Olivença [municipality], Alto Amazonas, vii.1968, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP; APE 584); 1 female, Presidente Figueiredo municipality, Est[rada] de Balbina Km 24 (02°01'05"S, 59°49'60"W), 01–12.ix.2002, without collector (INPA; APE 468); 1 female, Manaus [municipality], Campus FUA (UFAM), 26.viii.[1]989, M. Mesquita leg. (INPA; APE 467); 1 female, same municipality but Campus do INPA (vg?), 31.x.[19]88, H. Mesquita leg. (INPA; APE 473); 2 males, 1 female, Colônia Santo Antônio, 29.vii.1960, Flávio leg. (ABMM; APE 330); 1 male, same data but [Igarapé] Barro Branco, 14.X.[19]95, C. Delgado leg. (INPA); 1 female, same municipality but C[onjunto] Santo Antônio, 06.ix.1967, Mozorth leg. (INPA 2276; APE 471); 3 males, same data but Colônia Santo Antônio, Igarapé do Caxias,

08.VIII.1960, A. B. M. Machado (ABMM); 3 males, same data but Colônia Santo Antônio, Varadouro Grande[?], 15.VIII.1960 (ABMM); 2 males, same municipality but road M1 Km 50, 21.VII.1960, A. B. M. Machado (ABMM); 2 males, same municipality bu Igarapé do Caneco, road M 1 Km 45, 06.VII.1960, A. B. M. Machado (ABMM); 1 female, same municipality but Ilha da Marchantaria, 12.viii.2001, J. L. Nessimian leg. (DZRJ; APE 2); 1 female, same municipality but Est[rada do] Aleixo, 29.x.1973, A. Castrilon leg. (INPA; APE 470); 1 male, R[eserva Adolphe] Ducke, entomological net, 02.X.2001, J. Vidal leg. (INPA); 1 female same municipality but without date, without collector (ABMM; APE 331); *Rondônia state*: 1 male, Ji-Paraná municipality, Lagoa no Rio Urupá, 30.I.1961, A. B. M. Machado leg. (ABMM); *Pará state*: 1 female, Belém [municipality], Parque do Museu, vii.1964, [A. B. M.] Machado & Pereira leg. (ABMM; APE 229); 1 male, [Aveiro municiplaity], Juruti, 02.V.1967, Expedição Permanente à Amazônia (USP?) leg. (MZSP); 1 female, Óbidos [municipality], ii.1952, [J. B. Ferreira] leg. (ABMM; APE 228); 1 male, same data but 13.X.1961, [J. B. Ferreira] leg. (ABMM); 2 males, 1 female, same data but viii.1955, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP; APE 581); 1 male, Oriximiná, municipality, 15.I.[19]68, E[xpedição] P[ermanente à] A[mazônia MZUSP] (MZSP); 12 males, 6 females, near to Santarém [municipality], Faz[enda] Taperinha, 1–11.ii.1968, Exp[edição] Perm[anente à] Amaz[ônia MZUSP] leg. (MZSP; APE 147–150; 634–635); 2 females, same data but x–xi.1968 (MZSP; APE 151–152); 1 female, [Mecidilândia municipality], Furo do Jaruparu [*sic.* Jurupari?], 19.x.1970, E[xpedição] P[ermanente à] A[mazônia MZUSP] leg. (MZSP; APE 153); 3 males, 1 female, [Tucuruí municipality], Estrada da Base IV, 19.vii.1989, R. G. Neto leg. (ABMM; APE 225); *Mato Grosso state*: 1 male, Poconé municipality, Fazenda Ipiranga, 13–18.II.2000, P. C. Werneck-de-Carvalho, & A. C. Capparelli leg. (DZRJ); *Mato Grosso [do Sul] state*: 1 male, Riacho do Herval, Rio Paraná, X.1952, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP); *Rio de Janeiro state*: 1 female, Maricá [municipality], Restinga de Maricá, swamp into the forest, 03–04.i.1992, A. L. Carvalho leg. (DZRJ; APE 36); *São Paulo state*: 1 male, Barueri [municipality], 05.IV.1955, K. Lenko leg. (ABMM); 1 female, same data but 07.i.1968, K. Lenko leg. (MZSP; APE 155); 1 female, same data but 26.iii.1958 (ABMM; APE 227); 2 males, same data but 30.III.1958 (ABMM); 1 male, same data but 16.IV.1958 (ABMM); 1 male, same data but 26.III.1967, K. Lenko leg. (MZSP); *Santa Catarina state*: 1 males, 4 females, [São Bento do Sul municipality, 26°14'58"S, 49°22'59"W, 858 m a.s.l., railway station] Rio Vermelho, iii.1956, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP; APE 575–578); *Rio Grande do Sul state*: 1 female, Guaíba [municipality], Sítio do Prof. Matzembacher, açude com abundância de *Salvinia* sp., 20.xi.2004, A. P. Pinto leg. (DZRJ 539; APE 459); 1 female, same data but 20.iii.2005, A. P. Pinto & J. G. da Silva leg. (DZRJ 538; APE 458); 1 male, 1 female, Porto Alegre [municipality], Bairro Serraria, 20.i.1957, T.D.L. Petersen & G.V.Z. leg. (ABMM; APE 226); 1 female, same municipality but Campus Central da PUCRS, 22.iii.2005, A. P. Pinto leg. (DZRJ 540; APE 457); 1 male, 1 female same municipality but Ilha do Pavão, Posto Fiscal da Secretaria da Fazenda/RS, as margens do Rio Guaíba próximo à ponte, vegetação herbácea com trechos arbóreos (Fabaceae), toda área sujeita a inundação alguns pontos de banhado com *Pistia stratioides* e Poaceae (29°59'46.47"S, 51°12'49.99"W, 5 m), 04.i.2008, A.P. Pinto leg. (DZRJ 537, 840; APE 465); 1 male, 1 female, same data but 22.xii.2008 (DZRJ 837–838; APE 637); 1 female, same data but 06.i.2009 (DZRJ 525; APE 466); 1 male, 1 female, Viamão mun[icipality], Parque [Municipal] Saint-Hilaire,

18.x.[19]61, A. J. Ditadi leg. (ABMM; APE 324). [*States of Pará/Bahia/Maranhão?*]: 1 male, São Felix, 08.XI.1960, Italo leg. (ABMM)

Erythemis carmelita Williamson, 1923. (8 males, 5 females). VENEZUELA. *Falcón state*: 1 female Paratype, Tucacas, 13.III.1920, J. H. Williamson, E. B. Williamson & W. H. Ditzler leg. (UMMZ) [Williamson (1923) cited March 23]. COLOMBIA. [*Departament of Magdalena*]: 1 male Paratype, El Banco, 25.I.1917, J. H. Williamson & E. B. Williamson leg. (UMMZ); BRAZIL. *Amazonas state*: 1 male, [Benjamin Constant municipality?], Médio Javari, III.1963, J. C. M. Carvalho leg. (MNRJ); *Roraima state* [sic! might be *Rondônia state*]: Ariquemes [municipality], col. 2, viii.1980, Bento leg. (1 ♀ MNRJ; APE 381); *Pará state*: 1 male, Belém municipality, Parque do Museu, vii.1964, A. B. M. Machado leg. (ABMM); *Minas Gerais state*: 3 males, Coronel Fabriciano municipality, II.1952, [A. B. M. Machado leg.] (UFG 1050); 1 male, same data but IX.1959, A. B. M. Machado leg. (ABMM); 1 male, [Parque estadual do Rio Doce], Lagoa do Aníbal, Sítio Jaguanharam, Ponte queimada, 07.II.1955, N. D. Santos & Machado leg. (MNRJ 20903); 1 male, Lagoa Santa municipality, VI.1979, A. B. M. Machado leg. (ABMM); *M[ato] Grosso [do Sul] state*: 2 females [Miranda municipality], Salobra, 19.ii.1941, C[omissão] [do] I[nstituto] O[swaldo] Cruz leg. (MNRJ 4884, 4994; APE 378–379); 1 female, same data but excursion 221 col.12, 26.IX.1963 (MNRJ 6816; APE 380). *Rio de Janeiro state*: 1 female, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA, 22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), 25.VII. 2012, T. Kompier leg. (DZRJ).

Erythemis collocata (Hagen, 1861). (2 male and 4 ♀). UNITED STATES OF AMERICA. *Wyoming state*: 1 male, 1 female, Yellowstone National Park, Thermal Springs nr. Madison Jct, 06.VIII.1959, W. B. Cutts leg. (UMMZ); *Nevada state*: 1 male, 1 female, Pershing, 3 miles NE Lovelock 44, 31.VII.1938, F. V. Hubbs leg. (UMMZ); *California state*: 1 female, Inyo County, pond at gravel quarry, end of five bridges Rd., 3 mi[les] N[orth] of Bishop, 06.vii.1974, R. W. Garrison leg. (FSCA; APE 519); 1 male, 1 female, Napa Co[unty], Cattle tank and seepage area at Samuel Spring, S[outh] of Pope Cr[ee]k and W[est] of Lake Berryessa, elev. 700 ft., 27.v.79, R. W. Garrison & J. A. Garrison leg. (DZRJ; APE 64); 1 male, 1 female, Riverside Co[unty], Dos Palmas Preserve, 4.8 milles E[ast of] North Shore (Salton Sea), elev[ation] 46 m, 04–05.v.1991, R. W. Garrison leg. (DZRJ; APE 65); 1 male, Stanislaus County, Del Puerto Cyn. at North for of Del puerto creek about 14 milles W of Patterson, 20.VI.1978, R. W. Garrison & J. A. Garrison leg. (DZRJ); *Arizona state*: 1 male, Cochise County, Ashton Draw, 01.VII.1958, M. J. Westfall Jr. leg. (FSCA); 1 male, Maricopa County, Theba, Paloma Road at 1–8, irrigation ditch (32°55'39"N 112°53'17"W, 218 m. a.s.l.), 30.IX.[20]02, R. W. Garrison & N. Ellenrieder leg. (DZRJ); 1 male, Pima County, Tuscon, Lower Sabino Canyon, below dam @ Bear Canyaon Road, GPS: 32.18.5N; 110.48.7W, Lot#: 000041, 06.IX.1999, Bill Mauffray leg. (FSCA); *Washington state*: 1 male, 1 female, Walla Walla County, Snake River embayment, Hwy. 12, 15.vii.1993, K. J. Tennessen leg. (FSCA; APE 520).

Erythemis credula (Hagen, 1861). (2 male and 17 ♀). SURINAME. *Marowijne distr[ict]*: 2 males, 2 females, Christian Kondre, x.1963, B. Malkin leg. (MZSP; APE 93–94); 1 male, same data but Forest Trail, 04.X.1963 (MZSP); 4 males, same data but Forest Trail, 07.X.1963 (MZSP); BRAZIL. *Amapá*: 1 female, Oiapoque municipality, Res[erva] Ind[ígena] Manga, 16.XII.1998, P. Magno, J. M. Costa & E. L. Oliveira leg. (MNRJ); 1 female same municipality but BR-156, 18.XII.[19]98, P. Magno, J. M. Costa & E. L. Oliveira leg. (MNRJ); *Pará state*: 1 female, Santarém [municipality], Fazenda Taperinha, x–xi.1970, Ex[pedição] Perm[anente] à Amaz[ônia MZUSP] leg. (MZSP; APE 92); *Pernambuco state*: 1 female, Recife [municipality], Reserva Florestal do Açude Prata (08–09°S, 34–35°W), 07.ii.2001, J. M. Costa & L. Borges leg. (MNRJ; APE 451); 1 female, same data but 08.ii.2001 (MNRJ; APE 453); 2 females, same data but 09.ii.2001 (MNRJ; APE 450, 452); *Alagoas state*: 1 male, Engenho Riachão, without date, E. Dente leg. (ABMM); *Bahia state*: 1 male, 1 female, Salvador municipality, [Lagoa do] Abaeté–Catu [Abrantes], 14.II.[19]87, J. B[ecker] leg. (MNRJ); 1 male, same data but Lagoa do Abaeté, 15.X.1955, A. B. M. Machado leg. (ABMM); *Espírito Santostate*: 1 male, [Serra municipality], Jacarépe neighbourhood, swamp and forest, 19.I.1973, N. [D.] Santos leg. (MNRJ); *Minas Gerais state*: 3 females, Lagoa Santa municipality, iv.[19]49, [N. D.] Santos & Machado leg. (MNRJ 12247, 12252, 12254; APE 447–449); 2 females, same data but 13.i.[19]51 (MNRJ 15371, 15373; APE 445–446); 1 male, Coronel Fabriciano municipality, IX.1959, A. B. M. Machado leg. (ABMM); *São Paulo state*: 1 male, Mutuca municipality, Represa do Córrego do Simão 21°28'28"[S], 48°05'33" [W], 1:602 feet, 31.III.2001, J. M. Costa leg. (MNRJ); *Rio de Janeiro state*: 1 female, Maricá [municipality], Restinga de Maricá, without date, Laboratório de Entomologia-IB/UFRJ leg. (DZRJ; APE 7); 1 male, 1 female, same data but 17.xii.1988, A. L. Carvalho leg. (DZRJ; APE 8); 2 males, 1 female, same data but ix.1987 (DZRJ 549–551; APE 00); 1 fêmea, same data but 13–14.iii.1987 (collected in larva; adult's emergence 3–4.v.1987), A. L. Carvalho & N. Ferreira-Jr. leg. (DZRJ; APE 9); 1 female, same data but adult's emergence 4–5.v.1987 (DZRJ; APE 10); 1 male, same data but 06.V.1988 (DZRJ); 3 males, same data but 21–22.I.1988, A. L. Carvalho & N. Ferreira-Jr. leg. (DZRJ); 2 males, same data but 03–04.I.1992, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, Macaé municipality, Parque Nacional da Restinga De Jurubatiba, 30.V.2001, P. C. Werneck-de-Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, São João de Barra municipality, Fazenda São Pedro, I.1980, A. B. M. Machado leg. (ABMM).

Erythemis haematogastra (Burmeister, 1839). (1 male and 22 ♀). SURINAME. *Marowijne district*: 3 males, Christian Kondre, x.1963, B. Malkin leg. (MZSP); BRAZIL. *Amapá state*: 1 male, Serra do Navio municipality, I.1957, A. B. M. Machado leg. (ABMM); 1 male, same data but settlement, X.1997, P. Magno leg. (MNRJ); *Amazonas state*: 1 male, Benjamin Constant municipality, Rio Javari, I.1961, [Richard von] Dirings[hofen] leg. (MZSP); 1 male, Manaus municipality, road M 1 Km 50, Igarapé, 26.V.1960, Flávio leg. (ABMM); 1 male, same data but Reserva Florestal Adolpho Ducke, 01.VIII.1971, J. Becker leg. (MNRJ); 1 male, same data but 21.XI.2001, J. Vidal leg. (INPA); *Pará state*: 1 female, Belém [municipality, Parque Ambiental] Utinga, ii.1957, A. B. M. Machado leg. (ABMM; APE 253); 1 male, 1 female, Juruti mun[icipality], 02.v.1967, E[xpedição] P[ermanente à] A[mazônia MZUSP] leg. (MZSP; APE 114); 1 female, Óbidos [municipality], viii.1962, José Braselino leg. (ABMM; APE 254); 1 male, same data but XII.1963, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP); 1 female,

same municipality but [Igarapé] Traíra, without date, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP; APE 586); 1 female, [Paragominas municipality], Coraci, 15 Km NW [from indigenous post] Canindé, iv.1963, B. Malkin leg. (MZSP; APE 118); 1 male, [Santarém municipality], Alter do Chão, 20.VIII.1968, E[xpedição] P[ermanente à] A[mazônia MZUSP] (MZSP); 1 male, 1 female, Santarém [municipality], Fazenda Taperinha, x–xi.1970, E[xpedição] P[ermanente à] A[mazônia MZUSP] leg. (MZSP; APE 120); 3 males, 4 females, near to Santarém municipality, Fazenda Taperinha, 1–11.ii.1968, Exp[edição] Perm[anente à] Amaz[ônia MZUSP] leg. (MZSP; APE 123–126); 1 male, same data but 17–18.II.1970 (MZSP); 1 male, same data but 16–23.VI.1968 (MZSP); 1 female, [Santarém municipality], Fordlândia; ii.1957, A. B. M. Machado leg. (ABMM; APE 252); *Paraíba state*: 1 female, [João Pessoa municipality], 01.i.1954, Jorge Kesselring leg. (MZSP; APE 591); *Alagoas state*: 1 male, Satuba municipality, BR 101, 20 Km north of Maceió, 21.II.1981, Roberts, Roppa & Carbonell leg. (DZRJ 781); *Espírito Santo state*: 4 males, 2 females, Linhares [municipality], 1–10.vii.1972, [C.] Elias & Paulo [Elias] leg. (MNRJ; APE 400–401); 4 males, 4 females, same municipality but est[rada] nova para Regência Km 7 (forest), 01–08.iv.1972, (MNRJ; APE 406–408); 2 females, same municipality but coletada na mata Goitacazes, 08–14.ii.1972, Elias & Paulo leg. (MNRJ, APE 409); 2 males, same data but 10–15.III.1972 (MNRJ); 2 females, same data but 17–22.iii.1972 (MNRJ; APE 411); 1 male, same data but forest of the Empresa Capixaba de Pesquisas Agropecuárias (EMCAPA), 25.VIII.1977, J. Becker leg. (MNRJ); *Minas Gerais state*: 1 male, Vespasiano municipality, R[ua] Jardim Encantado, nº 159, 28.XII.1953, A. B. M. Machado leg. (ABMM); *Rio de Janeiro state*: 1 male, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA, 22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 28.II–02.III.2012, A. P. Pinto leg. (DZRJ 1498).

Erythemis mithroides (Brauer in Therese, 1900). (9 ♀). COSTA RICA. *Guanacaste prov[vince]*: 1 female, H[acienda] Taboga, 11.vii.1967, D. R. Paulson leg. (DRP; APE 567); SURINAME. [*Paramaribo District*]: 1 male, Paramaribo city, 23.X.1959, Charles Lurg (ABMM); VENEZUELA. *Barinas state*: 1 female, Torunos, Hacienda la Isla, Rio Santo Domingo (Rio Apure Dr.), 8°30.54'N, 70°05.05'W, DCT 93–6, large turbid river, gravel & sand, 03.i.1993, K. S. Cummings & C. A. Mayer leg. (INHS 12587; APE 523); *Zulia state*: 1 male, 1 female, El Guayabo, 20.IV.1920, J. H. Williamson, E. B. Williamson & W.H. Ditzler leg. (UMMZ); PERU. *Madre de Dios [Region]*: 1 female, Tambopata Nature Reserve, 30 Km SW [from] Puerto Maldonado, 2.0 Km main trail, swamp forest, 22.iii.1982, J. M. Patt leg. (DRP; APE 566); BRAZIL. *Para state*: 1 male, Belém municipality, IX.1964, E. Dente leg. (MZSP); 1 male, Altamira municipality, Rio Xingu Camp. ca 60 Km S[outh] of Altamira 03°39'S, 52°22'W, [110 m a.s.l.], 20.X.1986, P. Spangler & O. Flint leg. (MZSP); *Acre state*: 1 male, Tarauacá municipality, [Rio] Tarauacá, without date, W. Bokerman leg. (ABMM); *Paraíba state*: 1 female, [João Pessoa municipality], 06.xii.1953, Jorge Kesselring leg. (MSZP; APE 593–594); 1 male, same data but 16.XII.1954 (MZSP); 1 female, same data but 21.XII.1953 (MZSP); 1 male, same data but 23.XII.1954 (MZSP); *Pernambuco state*: 2 males, Cabo de Santo Agostinho municipality, Represa Gurjau 08–09°S 35–36°W, 14.II.2001, J. M. Costa & L. Borges leg. (MNRJ); *Sergipe state*: 1 male, Faz[enda] Cruzeiro 13 Km SSL de Cristinápolis municipality, 1–15.III.[19]91, C. Caetano leg. (MNRJ); *Bahia state*: 1 male, 1 female, [Salvador municipality, Praia da] Pituba, 20.XII.1988, J. Becker leg. (MNRJ); [*Minas Gerais state*]: 1

female, Machacalis [municipality], lagoa, 18.xii.[1]954, A. B. M. Machado leg. (ABMM; APE 300); 1 female, Raul Soares [municipality], ix.1947, Machado & Berla leg. (MNRJ 9758; APE 382); 1 male, Jaíba municipality, Mocambinho, Swamp into the Agrocere Forest [15°05'29"S 44°01'30"W, 448 m a.s.l.], 25.X.1992, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 1 female (and its respective F-0 exuvia), Marliéria municipality, Parque Estadual do Rio Doce, Lagoa Preta, Collecting Point PERD_9 (19°40'26.23"S, 42°31'20.52"W, 254 m.s.l.), lagoon with muddy bottom, emergent vegetation Poaceae and *Salvinia* sp., 04.III.2011 (date of its F-0 larva, adult emergence at 06.IV.2011), A.P. Pinto & J.G. da Silva leg. (DZRJ 974); *Espírito Santo state*: 1 female, Conceição da Barra [municipality], estrada de Itauna Km 8, capoeira a beira da estrada, 1–7.x.1969, Elias leg. (MNRJ; APE 383); *Rio de Janeiro state*: 1 male, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA, 22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 03.XII.2009, A. L. Carvalho & Equipe Disc. Téc. Coleta leg. (DZRJ 559); 3 males, 1 female, same data but 01.XII.2011, A. P. Pinto, A. L. Carvalho & Disciplina Técnicas de Coleta PPGZOO/UFRJ leg. (DZRJ 1368, 1413–1414); 1 male, 1 female, same data but 02.XII.2011 (DZRJ 1418–1419); 6 males, 5 females, same data but 28.II–02.III.2012, A. P. Pinto leg. (DZRJ 1567–1568; MZSP); 1 male, Maricá [municipality], Restinga de Maricá, swamp into the forest, 03–04.i.1992, A. L. Carvalho leg. (DZRJ 00); 1 male, same municipality but Rio Ubatiba, under the bridge, 26.VIII.1999, P. C. Werneck-de-Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, same data but 24.XI.1999, A. L. Carvalho & E. R. Calil leg. (DZRJ); 1 male, same data but 24.IV.2000, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, same data but 26.II.2000, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, same data but Julian's point, 27.V.2000, A. L. Carvalho, E. R. Calil & P. C. Werneck-de-Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, same data but under the bridge upstream of the dam, 29.III.2001, Laboratório de Entomologia - IB/UFRJ leg. (DZRJ); 1 male, Rio de Janeiro municipality, Horto Florestal da Quinta da Boa Vista, fountain pool with *Eichornia* sp. and shady muddy channels with organic matter (22°54'30.48"S 43°13'25.50"W, 14 m a.s.l.), 03.XI.2009, A.P. Pinto leg. (DZRJ 560); PARAGUAY. [*Departamento del Alto Parana*]: 1 female, Puerto General Dias; iv.1944, Miss[ão] Cient[ífica] Brasil[eira] leg. (MNRJ 8052; APE 386).

Erythemis peruviana (Rambur, 1842). (4 male and 45 ♀). VENEZUELA. *Barinas [state]*: in Torunos (Hacienda la Isla), Rio Santo Domingo (Rio Apure Dr.), large turbid river; gravel & sand (08°30.54'N; 70°05.05'W, DCT 93-6), 03.I.1993, K. S. Cummings & C. A. Mayer leg. (1 ♀ INHS 12587; APE 523). SURINAME. *Marowijne distr[ict]*: 7 males, 10 females, Christian Kondre, x.1963, B. Malkin leg. (MZSP; APE 111–112); [*Paramaribo District*]: 1 male, Paramaribo city, 23.X.1959, Charles Lurg leg. (ABMM); 1 male, same data but 24.X.1959 (ABMM). BRAZIL. *Amazonas state*: 1 female, Manaus [municipality], Lago Janauacá, 26.iv.[19]88, José Camilo Hurtado leg. (INPA 318; APE 479); 2 males, same data but L[ago] Jan[a]uari, 13.II.1972, Expedição Permanente a Amazônia (MZSP); 3 females, same municipality but L[ago] Jan[a]uari, Rio Negro, 14.II.[19]72, Exp[edição] Perm[anente à] Amaz[ônia MZUSP] leg. (MZSP; APE 598–600); 1 male, same municipality but Sis[ema] Janauacá, Lago Castanho, 18.VI.[19]76, Selita M. Santos leg. (INPA); 1 female, same municipality but Rio Solimões, Ilha da Marchantaria, 12.viii.2001, J. L. Nessimian leg. (DZRJ; APE 44); 1 female, same data but 17.viii.2001 (DZRJ; APE 45); 1 male, same data but XI.2002, J. L. Nessimian leg. (DZRJ 1045); 1 female, Est[rada] mauá – Km 7, 23.iv.[19]76, E. Rufino leg. (INPA; APE 476); 1 male, same data but

18.V.[19]77, L. A. L. Ruquer leg. (INPA); 1 male, Vila Amazônica near a Parintins municipality, 19.X.1969, Expedição Permanente a Amazônia (MZSP); 1 male, [Manaus?], Est[ada do] Aleixo Km 10, 20.V.[19]77, Mirian Serrano leg. (INPA); 1 male, Itacotiara municipality, VI.[19]60, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP); *Pará state*: 4 males, [Mecidilândia municipality], Furo do Jaruparu [*sic.* Jurupari?], 19.x.1970, E[xpedição] P[ermanente à] A[mazônia MZUSP] leg. (MZSP); 1 male, [Santarém municipality], Fordlândia, ii.1957, A. B. M. Machado leg. (ABMM); 1 male, 2 females, near to Santarém, Fazenda Taperinha, 1–11.ii.1968, Exp[edição] Perm[anente à] Amaz[ônia MZUSP] leg. (MZSP; APE 602–603); 1 male, 3 females same data but x–xi.1970 (MZSP; APE 604–606); 3 males, 2 females, Santarém [municipality], Ponta Negra, 28.xii.1967, Exp[edição] D[epartamento de] Z[oologia] leg. (MZSP; APE 608–609); 1 male, 3 females, Óbidos [municipality], ii.1952, B. Ferreira leg. (ABMM; APE 271–273, 313); 1 male, same municipality but [Igarapé] Traíra, IX.[19]64, [Richard von Diringshofen] (MZSP); 1 male, 2 females, Tucuruvi [municipality], Base 03 Reservatório; 03.i.1993, J. Leal leg. (ABMM; APE 267, 269); 3 males, 5 females, same data but 27.i.1993 (ABMM; APE 264–266, 293, 318); *Paraíba state*: 1 female, [João Pessoa municipality], 03.i.1954, Jorge Kesselring leg. (MSZP; APE 611); 1 female, same data but 23.i.1954 (MSZP; APE 612); *Mato Grosso state*: 2 males, 1 female, Pantanal, between Rio Cuiabá and Barão de Melgaço municipalities, without date, C. A. Caetano leg. (DZRJ; APE 43); 4 males, [Poconé municipality, Ilha de Taiaimã?], R[io] Paraguai, 14.VII.1980, [R. von Diringshofen leg.?] (MZSP); *Mato Grosso do Sul state*: 1 female, Ilha Taquarusú, Rio Paraná, x.1952, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP; APE 613); *Bahia state*: 1 male, [Salvador municipality, Praia da] Pituba, 20.XII.1988, J. Becker leg. (MNRJ); 1 female, Salvador, [Lagoa do] Abaeté–Catu [Abrantes], 14.II.[19]87, J. B[ecker] leg. (MNRJ); 1 male, Simões Filho municipality, Res[erva] Ecol[ógica] da CIA Cotegipe, 19.II.[19]94, J. Becker leg. (MNRJ); *Minas Gerais state*: 1 male, Marliéria municipality, Parque Estadual do Rio Doce, Porto Capim, Lagoa Dom Helvécio, collecting point PERD_3 (19°46'22.77"S, 42°37'36.03"W, 280 m a.s.l.), lagoon with muddy bottom, dense emergent vegetation *Eichornia* sp. and *Eleocharis* sp., 03.III.2011, A. P. Pinto & J. G. da Silva leg. (DZRJ 971); 1 male, 1 female, same data but Lagoa do Aníbal, collecting point PERD_6 (19°47'6.44"S 42°29'46.87"W, 260 m a.s.l.), lagoon in an open sunny area with muddy bottom, emergent vegetation Poaceae and *Typha* sp., 03.III.2011 (MZSP); 1 male, Coronel Fabriciano municipality, IX.1959, A. B. M. Machado leg. (ABMM); *Rio de Janeiro state*: 3 males, 2 females, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA, 22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 03.xii.2009, A. L. Carvalho & Equipe Disciplina de Técnicas de Coleta leg. (DZRJ 554–558; APE 499–500); 4 males, 4 females, same data but 01.XII.2011, A. P. Pinto, A. L. Carvalho & Disciplina Técnicas de Coleta PPGZOO/UFRJ leg. (DZRJ 1350, 1362, 1403–1408); 2 females, same data but 02.XII.2011 (DZRJ 1420–1421); 4 males, 5 females, same data but 28.II–02.III.2012, A. P. Pinto leg. (MZSP); 1 male, Macaé municipality, Lagoa de Emboacica, Point 4, near to road, in front to Shell' gas station, 8.II.2001, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, same municipality, Rio Macaé under the bridge of BR-101, 16.IV.2002, N. Ferreira-Jr. leg. (DZRJ); 1 male, same data but 17.IV.2002 (DZRJ); 1 male, 1 female, Magé [municipality], Citrolândia, Campo do Escoteiro Chefe Geraldo Hugo Nunes, borda de mata, poças em áreas abertas, 20–25.ix.2005, A. L. Carvalho leg. (DZRJ 552–553; APE 498); *São Paulo state*: 1 female, Mutuca municipality, Represa do Córrego do Simão 21°28'38"[S], 48°05'33"[W], 1:269

feets, 01.IV.2001, J. M. Costa leg. (MNRJ); 3 males, Lagoa Grande, Rio Paraná, X.1952, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP); *Rio Grande do Sul state*: 1 male, Porto Alegre municipality, Jardim Lindóia neighborhood, into a store of Assis Brasil Strip Center, 06.III.2006, A. P. Pinto leg. (DZRJ 1768). ARGENTINA. [*Corrientes province*]: 2 males, [Mburucuyá departament], Parque Nacional Mburucuyá (28°03'30"S, 58°02'37"W, 70 m), 08.I.2008, A. C. Gonçalves leg. (DZRJ 573–574); 1 male, 1 female, same data but 10.I.2008 (DZRJ 570–571; APE 505); same data but 1 female, I.2008 (DZRJ 569; APE 504); *Del Chaco Province*: 1 male, Parque Nacional Chaco, [I.2008], A. C. Gonçalves leg. (DZRJ 572).

Erythemis plebeja (Burmeister, 1839). (7 male and 28 ♀). CUBA. Las Villas Province [nowadays Cienfuegos]: 1 male, Soledad Atkins Botanic Garden, 06.VI.1959, M. J. Westfall Jr. leg. (ABMM). COLOMBIA. [*Valle del Cauca Department*]: 1 female, Cali, viii.[19]59, [R. von Diringshofen leg.] (MZSP; APE 617). SURINAME. *Marowijne [district]*: 11 males, 15 females, Christian Kondre, x.1963, B. Malkin leg. (MZSP; APE 127–138); 1 male, same data but 03.X.1963 (MZSP). BRAZIL. *Paraíba state*: 1 male, [João Pessoa municipality], ii.1954, Jorge Kesselring leg. (MZSP); *Piauí state*: 1 male, Piracuruca municipality, Desejo, VII.1961, A. Escarci leg. (ABMM); *Bahia state*: 1 female, Salvador municipality, Pituaçu, 16.IX.1987, J. Becker (MNRJ); 1 female, Cruz das Almas municipality, into the forest, 26.VII.1991, J. Becker leg. (MNRJ); *M[ato] Grosso [do Sul] state*: 2 females, [Miranda municipality], Salobra, ii.1941, C[omissão do] I[nstituto] O[swaldo] Cruz leg. (MNRJ 4897, 4902; APE 417–418); *Minas Gerais state*: 1 male, Jaíba municipality, Mocambinho, Brejo ao lado da Estrada, 22.X.1992, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 2 males, 1 female, same data but Lagoa do Sossego (Agroceres) e sandy swamp, 23.x.1992, A. L. Carvalho leg. (DZRJ 00, APE 33); 1 male, 1 female, Lagoa Santa [municipality], Fazenda Jaguara, 18.xii.1970, A. B. M. Machado leg. (ABMM; APE 250); 1 female, same data but ii.1985 (ABMM; APE 247); 1 male, Itambacuri municipality, Fazenda Urupaca, 15.I.1958, K. Lenko leg. (ABMM); 1 male, Turimitinga, 03.II.1958, Italo leg. (ABMM); *Rio de Janeiro state*: 1 female, Angra dos Reis [municipality], Bracuhy, condomínio Porto Marina, 11.v.2002, Laboratório de Entomologia - IB/UFRJ leg. (DZRJ 00; APE 38); 4 males, 1 female, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA, 22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 03.xii.2009, A. L. Carvalho & Equipe Disciplina de Técnicas de Coleta leg. (DZRJ 561–565); 6 males, 4 females, same data but 01.XII.2011, A. P. Pinto, A. L. Carvalho & Disciplina Técnicas de Coleta PPGZOO/UFRJ leg. (DZRJ 1361, 1409–1412, 1415–1417, 1565–1566); 6 males, 4 females, same data but 28.II–02.III.2012, A. P. Pinto leg. (MZSP); 1 male, 1 female, Macaé [municipality], Ilha do Santana, INSULAR - RIO [project], 30–31.iii.1984, A. L. Carvalho & M. A. Mathias leg. (DZRJ 00; APE 34); 1 female, Rio de Janeiro [municipality], Ilha do Fundão, collected in larva, 06.vi.1986 [adult's emergence 11.VI.1986], A. L. Carvalho leg. (DZRJ 00; APE 35); 3 males, 1 female, same municipality but horto florestal da Quinta da Boa Vista, tanque com *Pistia stratioides*, in wheel perched at 2.3 m of height (22°54'30.48"S, 43°13'25.50"W, 14 m), 03.xi.2009, A. P. Pinto leg. (DZRJ 566–568; APE 515); 1 male, Maricá municipality, 14.IV.1987, N. Ferreira-Jr. leg. (DZRJ); 1 male, same municipality but Restinga de Maricá, swamp into the forest, 03–04.i.1992, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, same municipality but Rio Ubatiba, under the bridge, 30.v.1999, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 1 female, same data but under the bridge (Juliana locality), 27.v.2000, A. L. Carvalho, E. R.

Calil & P. C. Werneck-de-Carvalho leg. (DZRJ 00; APE 37); 2 males, same data but upstream of the dam, 29.III.2001, Lab. De Entomologia leg. (DZRJ); *São Paulo state*: Barueri [municipality], eucalipto, 09.iii.1955, K. Lenko leg. (1 ♀ ABMM 164; APE 249); 1 male, 1 female, Mutuca municipality, road Mutuca / Matão, 31.III.2001, J. M. Costa leg. (MNRJ); *Rio Grande do Sul state*: 1 male, Porto Alegre, F[undação] J[ardim] B[otânico] do R[io Grande do] S[ul], Lago das Tartarugas, 23.XII.1983 (ABMM).

Erythemis simplicicollis (Say, 1840). (3 male and 11 ♀). UNITED STATES OF AMERICA. *Michigan state*: 1 female, Cass Co[unty], Wakelee, 06.vii.1971, I. Leeuw leg. (DZRJ; APE 63); *Illinois state*: 1 male, 1 female, Plattt Co[unty], Lodge Park Pond, 3.5 m[i]l[es] NNE of Monticello, 1991, C. A. Bridges leg. (INHS 00236; APE 525); 1 male, 1 female, same data but 22.viii.1991 (INHS 00235; APE 524); *Ohio state*: 1 male, Warren County, Wayne Township 1 mile S of Waynesville, 18.VII.1969, T. D. Center & R. K. Finley leg. (DZRJ); *Indiana state*: 3 females, Gibson Co[unty], Oakland City, New Lake, 16.viii.1940, (MNRJ 4027[?]; APE 394–396); 1 male, Carrol County, Tippecanoe River, n° 4035, 08.IX.1940, C. Cook leg. (MNRJ); 2 males, Clark County, Schlamon Lake state Forest Henryville, 15.VI.1938 (MNRJ); *Kentucky state*: 1 male, 1 female, [Metcalf County, Center City?], Crail Hope [Road], 06.IX.1949, C. Cook leg. (MNRJ 14510, 14572; APE 391); *Texas state*: 1 female, Kleberg Co[unty], Padre Island National Seashore, 21.viii.1972, J. Hafernik leg. (DZRJ; APE 61); 1 female, Crockett Co[unty], Pecos River at United States H[igh]w[a]y 290, 21.vii.1977, R. W. Garrison leg. (DZRJ; APE 62); 1 male, Real County, Nueces River at Texas Highway 55, south to Barisdale, 22–23.VII.1977, R. W. Garrison leg. (DZRJ); 1 male, Williamson County, Field NR. Road to Manor, Taylor, 16.VIII.1975, R. W. Garrison leg. (DZRJ); *Florida state*: 1 male, 1 female, Orange County, 30.iii.1941, D. W. Thorton leg. (ABMM 848–849; APE 301); 1 female, Winter Park, 22.iv.1941, M. J. Westfall Jr. leg. (ABMM 850; APE 302); 3 males, Coral Gables, 25.II.1946 (MNRJ 14508–14509, 14571); 1 female, Kleberg County, Padre Island, National Seashore, 21.VIII.1972, J. Hafernik leg. (DZRJ); 1 male, Williamson County, Field NR. Road to Manor, Taylor, 16.VIII.1975, R. W. Garrison leg. (DZRJ); 1 female, Crockett County, Pecos River, 21.VII.1977, R. W. Garrison leg. (DZRJ); 1 male, Real County, Nueces River at Texas Highway 55, south to Barisdale, 22–23.VII.1977, R. W. Garrison leg. (DZRJ).

Erythemis vesiculosa (Fabricius, 1775). (28 ♀). COLOMBIA. [Valle del Cauca Department]: 1 male, Cali, VIII.1959, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP); 1 female, same data but IX.1959 (MZSP; APE 620); SURINAME. [Coronie District]: 1 female, Coronieweg 216 [highway from Coronie to Paramaribo], Swamp Luidbji[?], 18.xii.1948, [D. C. Geijskes leg.] (MZSP; APE 90); *Marowijne distr[ict]*: 3 males, Christhian Kondre, x.1963, B. Malkin leg. (MZSP); 1 male Kristrelb [?], Kampong Moengo [Moengotapoe, Wia Wia], 18.II.1947, [D. C. Geijskes leg.] (MZSP). PERU. [Junin region]: 1 female, Satipo [province], ii.1982 (ABMM; APE 290); BRAZIL. [Roraima state]: 1 female, [Caracará municipality, VIII–IX.2011, G. Biffi & L. R. Prado] (MZSP); *Amapa state*: 1 female, [Porto Grande municipality, settlement] Nova Colina, 10.X.[20]00, Carton leg. (MNRJ); *Amazonas state*: 3 females, Itacotiara [municipality], VI.[19]60, [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP; APE 622–624); 1 male, same data but VI.[19]64 (MZSP); 1 male, same municipality but E[stada do] Aleixo k[?]-7, 25.IV.1996, B. Mascarenhas leg. (INPA 534); 1 female, [Manaus municipality], INPA, 25.V.1996, B. Mascarenhas

leg. (INPA 276; APE 481); 1 male, Campus INPA, 04.V.[19]88, A. L. Mascikelli leg. (INPA 1210); 1 male, same municipality, faz[enda] NAF_6 Km 31, Est[rada] BR 171, 31.IV.1976, Mario Dantas leg. (INPA); 1 female, 1 male, same municipality but Lago Poraquequara, 22.VI.[19]89, Mesquita & Peralta leg. (INPA 263; APE 484); 1 male, Est[rada] BR 174 Km 45, 25.V.1978, J. A. Rafael leg. (INPA); *Pará state*: 1 male, 1 female, Belém [municipality, Parque ambiental] Utinga, iii.1957, A. B. M. Machado leg. (ABMM; APE 261); 1 female, Óbidos [municipality], 14.iv.1962, José Brazelino leg. (ABMM; APE 258); 1 female, near to Santarém [municipality], Fazenda Taperinha, 1–11.ii.1968, Exp[edição] Perm[anente à] Amaz[ônia MZUSP] leg. (MZSP; APE 84); 1 female, same data but 17–18.ii.1968 (MZSP; APE 85); 1 male, same data but X–.XII.1970, Expedição Permanente à Amazônia leg. (MZSP); 1 female, [Paragominas municipality, indigenous post] Canindé, Rio Gurupi, iv.1963, B. Malkin leg. (MZSP; APE 87); *Rondônia state*: 1 male, 2 females, Vila Suruma, 20.x.1998 (MNRJ; APE 429–430); *Ceará state*: 1 female, Cascavel municipality, disctrict of Jacarecoara, Barra Nova locality, lagoons near to sea, little aquatic vegetation, “buritis”, sandy bottom, some of them with shalom depth and bottom with accumulation of organic matter (04°05’42.63’’S, 36°09’40.62’’W, 10 m), 31.xii.2009, A. P. Pinto leg. (DZRJ 528; APE 518); *Paraíba state*: 1 female, [João Pessoa municipality], 16.i.1954, Jorge Kesselring leg. (MSZP; APE 628); 1 male, same data but 21.XII.1953 (MZSP); *Mato Grosso state*: 1 female, Chapada dos Guimarães [municipality], Buriti, 26.vi.1972, O. Milke leg. (MNRJ; APE 431); 1 female, same data but 20.i.1970, N. Tangerini leg. (MNRJ; APE 432); 1 female, same data but 10 km before Buriti, 10.iv.1963, N. D. Santos & Machado leg. (MNRJ 24601; APE 433); 1 female, same data but ca of 20 km beyond of Chapada [dos Guimarães], tributary of Rio Casca in direction to usina of Rio Casca, 13–iv.1963, N. D. Santos & Machado leg. (MNRJ 24868; APE 434); 1 female, Poconé [municipality], Fazenda Ipiranga, 13–18.ii.2000, P. C. Werneck-de-Carvalho & A. C. Capparelli leg. (DZRJ 00; APE 56); 1 female, same municipality but Pixaim, transpantaneira, 20.ii.2000, A. L. Carvalho leg. (DZRJ 00; APE 57); 2 females, [Santa Terezinha municipality], Rio Tapirapé, [locality of] Porto Velho [10°45’27.94’’S, 51°01’26.60’’W, 181 m a.s.l.], iv.1964, R. T. Lima leg. (MZSP; APE 625–626); *Goiás state*: 1 male, Aruanã municipality, Rio Araguaia, II.[1962], [Richard von Diringshofen leg.] (MZSP); *Bahia state*: 2 males, 1 female, Muritiba municipality, Morro do Aporá, 28.XII.1988, J. Becker leg. (MNRJ); 1 female, Camaçari municipality, Guarajuba, 23.XI.1993, O[lmyro Roppa?] leg. (MNRJ); 1 female, Conceição de Feira municipality, 13.VIII.1991, J. Becker leg. (MNRJ); 3 males, Santa Rita de Cássia municipality, 29.III.1958, A. B. M. Machado leg. (ABMM); *Espírito Santo state*: 1 male, 1 female, São Mateus [municipality], Mocambinho, 19.xi.1988, J. L. Nessimian leg. (DZRJ 00; APE 55); *Minas Gerais state*: 1female, Marliéria municipality, Parque Estadual do Rio Doce, Lagoa do Aníbal, collecting point PERD_6 (19°47’6.44’’S 42°29’46.87’’W, 260 m a.s.l.), lagoon in an open sunny area with muddy bottom, emergent vegetation Poaceae and *Typha* sp., 03.III.2011, A. P. Pinto & J.G. Da Silva leg. (MZSP); 2 males, same data but Ponte Queimada, collecting point PERD_7 (19°44’55.50’’S, 42°28’43.10’’W, 245 m a.s.l.), 03.III.2011 (MZSP); *Rio de Janeiro state*: 1 male, Rio de Janeiro municipality, Barra da Tijuca, 28.X.2006, A. P. Pinto leg. (DZRJ); 1 male, same municipality but Recreio dos Bandeirantes near to Parque Chico Mendes, 2003, P. C. Werneck-de-Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, Mangaratiba municipality, Reserva Ecológica Rio das Pedras (RERP), 04.XII.2008, A. L. Carvalho leg. (DZRJ 1757); 1 male, Cachoeiras de Macacu municipality, Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA,

22°27'10.11"S, 42°46'13.01"W, 34 m a.s.l.), sunny dam with abundant macrophytes, 28.II–02.III.2012, A. P. Pinto leg. (MZSP); 1 male, Maricá [municipality], Restinga de Maricá, swamp into the forest, 03–04.i.1992, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 2 males, same data but 21–22.I.1988, A. L. Carvalho & N. Ferreira-Jr. leg. (DZRJ); 1 male, same municipality but Rio Ubatiba, under the bridge, 20.XII.1999, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, Macaé [municipality], Ilha do Santana, INSULAR - RIO [project], 30–31.III.1984, A. L. Carvalho & M. A. Mathias leg. (DZRJ 00); 1 male, same municipality, Lagoa de Emboacica point 4, in front to Shell' gas station, 08.II.2001, A. L. Carvalho leg. (DZRJ); 1 male, same municipality, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, 17.XI.20[0]1 (MNRJ); 1 male, Carapebus municipality, Sítio Boa Vista, 26.II.2001, Barbara [Oldrini?] leg. (MNRJ); *São Paulo state*: 1 male, Ubatuba municipality, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, 07–10.X.1999, Laboratório de Entomologia - IB/UFRJ leg. (DZRJ); 1 male, same data but 08–12.VI.2005, A. L. Carvalho & Equipe Lab. de Entomologia leg. (DZRJ 1188); 1 female, São Paulo [municipality], 24.v.2010 (MSZP; APE 630); 1 female, Cananéia municipality, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, collecting point PEIC_04, 06 (25°04'56.54"S, 47°55'38.02"W, 13 m a.s.l.), 21.X.2011, A. P. Pinto leg. (MZSP); *Santa Catarina state*: 1 male, Itajaí municipality, hill near to the university, 14.II.2008, A. P. Pinto leg. (DZRJ 836); BRAZIL. 1 female, without data, Daniel Pereira dos Santos leg. (ABMM; APE 259).

APÊNDICE 2. MATRIX DE DADOS

Matriz de dados com 69 táxons e 171 caracteres utilizados na análise cladística de Sympetrinae. Táxons em negrito referem-se aos representantes de Erythemismorpha. “?”, dados não observados ou ambíguos; “–”, dados não aplicáveis; “*” táxons incluídos apenas com base nas informações da literatura e de fotografias; polimorfismo como segue: A = {01}, B = {02}, C = {04}, D = {12}, E = {13}, F={23}.

Táxon / carácter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Miathyria marcella</i>	1	B	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Macrodiplax balteata</i>	1	B	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Macrodiplax cora</i>	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Perithemis mooma</i>	0	0	0	1	1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
<i>Zygonyx ida</i>	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Elamosthemis cannaeoides</i>	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Libellula herculea</i>	0	B	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Orthemis discolor</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Brachymeisa furcata</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>Microtrigonia gomphoides</i>	0	1	1	0	1	1	2	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
<i>Nannothemis bella</i>	3	2	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Nannophya pygmaea</i>	3	2	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Micrathyria atra</i>	2	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pachydiplax longipennis</i>	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Uracis siemensii</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Ypirangathemis sp</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Nannodiplax rubra</i>	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Nothodiplax dendrophila*</i>	0	2	?	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diplacodes bipunctata</i>	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diplacodes trivialis</i>	A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Diplacodes luminans</i>	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1

Continua

Tabela 00. Continuação.

Táxon / carácter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sympetrum illotum</i>	00001110101010101010001101001000-01101111000000000000000000A00000000000010000100000000-0-0011-0001-10000011010000000001000000---00-10101011001100100210001200001000000	1															
<i>Sympetrum rubicundulum</i>	00001110101010111010001001001000-0110111100000000000000000101000000000001100010000000100-000000001-10000011000000000010100000---00-201010101002110110030---1200001000000	1															
<i>Sympetrum vicinum</i>	00001110101010101010001101001000-011011110000000000A000000000100000000000011000100000000-0-1001-0000-10000011000000000001000000---00-2001101010021001100220011310001000000	1															
<i>Sympetrum risi risi</i>	210011121000010101010011001011001101101101000000000000A00010000000000010000100000000-0-0001-0001-10000011100000000001000000---10-000220101002100110010---1310001000000	1															
<i>Nesogonia blackburni</i>	21001112101010101010001101011000-011011110000000000001-01000010000000000000000000000000-0-1001-0001-1000000-100100000200100000---00-?1??0?????001100210011310001000000	1															
<i>Brachythemis contaminata</i>	0001111010101010000110000001002000--110100000000000000001000100100000000100001100000000-1000000000-1000000-01000001-01100000---00-102010--001100100030---1000001000010	1															
<i>Brachythemis leucosticta</i>	0111111210101010000110001011001000--11010000000100001-01-000100110000000000000000000000100-101000000-1000000-010010001-1000000---00-002010--001100100030---1100001000110	1															
<i>Deielia phaon</i>	320101101010101001011000000001200110111101010000000000A02010110000000100000001000000000-11100010000-1000000-01000001-10100000---00-002010--001101000020---0-10000000001	0															
<i>Indothemis limbata limbata</i>	320011111010111001110011001101012000-011010100000A00000010010000000110100000000010000000000000-10100010001-10000011010000000001000000---00-20---0--0011000100210-?????0010?0?00	1															
<i>Indothemis carnatica</i>	F20011101010111001110000101002000-0110111100000000000100000000110D0000000001001000000000-10100010001-100000100000000000200100000---00-20---0--0011000100210-?????0010?0?00	1															
<i>Bradynopyga geminata</i>	00110012101011100110000011002000-011111000000000000001-1000001100000000000010010110000000-0-101000001-10000010000000000200100000---00-20---0010101000000210-11300001000000	1															
<i>Crocothemis erythraea erythraea</i>	00100110101011100111100001102000-01101111000000000000010000010000000000001100000000000-10100010000-10001011000000000020100100---00-202210000101000100320-11310001000000	1															
<i>Crocothemis mariannae</i>	00100110101011100111100001102000-01101111A00000000000001000001000000000001100000000000-10100010000-10001011000000000020100100---00-20---0000121000100210-11310001001000	1															
<i>Crocothemis servilia</i>	00100110101011100111100001102000-01101111A00000000000001000001100000000001100000000000-10100010000-10001011000000000020100100---00-20---0000121000100220-11310001000000	1															
<i>Erythrodiplax nigricans</i>	3200111000011-1101112A01101102000-011011110000000000000000001101000002000100100000000-10101010000-10000011000000000200100100---00-?0---0-00001000000320-11310001000000	1															
<i>Erythrodiplax umbrata</i>	320000101010111001112A01000002000-01101010A000000000000000000100000000000100000000000-10100010000-1000001000000000000001000000---10-21---00101---001100210-11010001000000	1															
<i>Neurothemis feralis</i>	32000010101001100102011001002000-01100011000100010000000300101001010010020100000000000000-101011-0000-10000011000000010200100100---00-20---0100001000100310011310001000000	1															
<i>Neurothemis decora</i>	32000010101011100112001001012200-01110005000100010003010300101003000001020100000000000000-10100010001-10001011000000000200100100---00-20---0100001000100320011310001000000	1															
<i>Neurothemis fluctuans</i>	00000010101011100112001000002A00-01110005000100010003010300101003110003020100000000000000-10100010001-10001011000000000200100100---00-20---0100001000100310011310001000000	1															
<i>Neurothemis terminata terminata</i>	00001110101011100112001000002D00-01110005000100010003010300101003A10003020100000000000000-10100010001-10001011000000000200100100---00-20---0100001000100220011310001000000	1															
<i>Pseudoleon superbus</i>	321111101012011110110000001002000-0110002500000000000301110010100300000001010000000000000-10000010000-10000011000000000200100100---00-20---0?00---000000210011310001000000	1															
<i>Erythrodiplax castanea</i>	001011101102010101012000001012000-0110111100000000001001A0010110D0100000A011000000000000-0-01-1-0001-1100001100000000002010000102000-102000000021010100210-01010001110000	1															
<i>Acisoma trifidum</i>	221011101003001001002011001002000-001011100000100000010010000000110200000000110000000010001010101-0001-11010010011000000200000001010010102000010001000000210011110001010100	1															
<i>Acisoma panorpoides</i>	201011121003001001002001001002000-001011100100100001-11-1000001102000000000110000000010001010101010001-1101001001100000020010000010100101020000100001000000210011010001010100	1															
<i>Acisoma inflatum</i>	211011121003001001002001001002000-011011100000100001-11-1000001102000000000100000000010001010100010001-110100100110000002000000010100101020000100001000000210011110001010100	1															
<i>Acisoma variegatum</i>	211011121003001001002011001102000-011011100000100001-11-1000001102000000000110000000010001010100010001-10010011011000000200100000101001010200001000010000000?????????00101?00	1															
<i>Porpax asperipes</i>	22101111100?0???010010000001012000-001010110000000000011-11020210020000000000100000010000010111011-1-010201200000-000000000000110000112000-20---0000021000000021?11?0?001000?00	1															
<i>Cyanothemis simpsoni</i>	32101111100301000100100000010120010110110110D000000000000001000001000000000001000000000100001000110-01-000001-1200001000000000020011000112000-20---00000210000000320110-10001000100	1															

Continua

Tabela 00. Conclusão

Táxon / carácter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5	6
<i>Rhodothemis rufa</i>	001011101003010001002000001002000-011011110000000000010011000011020000000001000000001010111100011002012000011000000000300100000--010-202020010021010000310011010001010000	1															
<i>Rhodothemis mauritsi</i>	001011101003010001002000001002000-011011110000000000010011000011020000000001000000001010111100011002012000011000000000300100000--010-202020000011010000310011010001010000	1															
<i>Carajathemis simone</i>	221011101002010101012000001012001101001100000000000000000000103000010000000010001000000000100111210001010201200001100000000020010000100000-00--0-10011101000020---??000010?0000	1															
<i>Rhodopygia geijskesi</i>	001011101002010101012000001002001101101112000000000000010200100000000100010000000000110-0-100000001-1100001100000000010010000100000-002220000121010000210011000001010000	1															
<i>Rhodopygia hollandi</i>	001011101002010101002000001002001101101102000000000000010200100000000100010000000000110-101011-0001-1100001100000000010010000100000-002220000121010000210001000001010000	1															
<i>Rhodopygia hinei</i>	0010111010020101010020000010020011011011020000000000000E0200100000000100010000000000110-0-0011-0001-110000110000000000010000100000-002220000121010000210111000001010000	1															
<i>Rhodopygia cardinalis</i>	001011101002010101002000001002001101101112000000000000010200100000000100010000000000110-0-1011-0001-110000110000000000010000100100-102220000121010000210101000001010000	1															
<i>Rhodopygia pruinosa</i>	0010111010020101010020000010020011011011120000000000000E02001000000001000010000000000110-A21011-0001-110000110000000000010000100100-102220000121010000210111000001010000	1															
<i>Erythemis vesiculosa</i>	00100110100301100101200000100200110110110300000000000001000011000000000001000000001010111010001000211200001100000000000010000100000-102100001---000000111011110001010000	1															
<i>Erythemis collocata</i>	2A1001101003011001012000001002000-0110111100000000000000010000110000000000000100000101011121000100020120000110000000000000100002100000-102100001---000000320001110001010000	1															
<i>Erythemis simplicicollis</i>	211001101003011001012000001002000-0110111100000000000000010000110000000000000100000101011121000100020120000110000000000000100002100000-102100001---000000320001110001010000	1															
<i>Erythemis haematogastra</i>	A21011101002010001012000001002001101101111000000000000010000110000000000000000000010101110100010002112000011000000000102000-102120000011000000211101110001010000	1															
<i>Erythemis plebeja</i>	321011101002010101002000001002000-0110111100000000000000010000110000000000000000000000101011101000100020120000110000000000000010000102000-002120000011000000320001110001010000	1															
<i>Erythemis credula</i>	321011101003011101002000001002000-0110111100000000000A0001000011000000000000000000000000010101110100010002012000011000000000000200100011010011102120000011000000211101010001010000	1															
<i>Erythemis peruviana</i>	321011101002011101002000001002000-01101111000000000000000100001100000000000000000000001010111010001000201200001100000000000000100001010011102120000011000000211101010001010000	1															
<i>Erythemis attala</i>	3210111010020100010120000010020011011011110000000000000100001100000000000000000000101011101000100020120000110000000000000010000102000-102120000011000000321101010001010000	1															
<i>Erythemis carmelita</i>	001011101002010101012000001002000-01101111000000000000000100001100000000000000000000001010111010001000201200001100000000000000010000102000-102120000011000000321101010001010000	1															
<i>Erythemis mithroides</i>	A01011101002010001012000001002000-01101111000000000000000100001100000000000000000000001010111010001000201200001100000000000000010000102000-102120000011000000321101010001010000	1															
<i>Viridithemis viridula*</i>	00?01110100201???10020?0010?200?-011011020000000000000011000011000000000000000??0000?0??????????0020120?0??000000?0?0????????????????????????????002100?0??0010?0000																

APÊNDICE 3. FOTOGRAFIAS DAS ESPÉCIES DE ERYTHEMISMORPHA

Figura 19. Adultos de Erythemismorpha. a. *Viridithemis viridula* Fraser, 1960, macho (Madagascar. Manabe: Zombitse Forest, 8.XI.2007); b. *Acisoma panorpoides panorpoides* Rambur, 1842, macho (Indonésia. Batang Serangan: Bukit Lawang); c–d. *Rhodothemis rufa* (Rambur, 1842), macho (c), fêmea (d), (Camboja. Kep Province: Platystylus brook valley, 6–7.XII.2010); e. *Erythrodiplax castanea* (Burmeister, 1839), macho (Brasil. SP: Cananéia, PARES da Ilha do Cardoso, 20.X.2011); f. *Carajathemis simone* Machado, 2012, (Brasil. PA: Parauapebas, FLONA de Carajás, 26.III.1994. Fotos: a. Callan Cohen; b. Dries Nys; c–d. Oleg Kosterin; e. Ângelo P. Pinto.

Figura 20. Adultos de Erythemismorpha. a–f. *Rhodopygia* Kirby, 1889; a–b. *R. cardinalis* (Erichson, 1848), macho (Brasil. RJ: Cachoeiras de Macacu, Reserva Ecológica de Guapiaçu, 01.II.2012); c. *R. hinei* Calvert, 1907 (Panamá. Canal Zone: Gamboa); d. *R. pruinosa* Buchholz, 1953 (Brasil. RJ: Cachoeiras de Macacu, Reserva Ecológica de Guapiaçu, 18.XII.2011); e–f. *R. hollandi* (mesma localidade), macho (e, 26.VII.2012), fêmea (f, 20.VII.2012). Fotos: a–b. Ângelo P. Pinto; c. Herwig Leinsinger; d–f. Tom Kompier.

Figura 21. Adultos de Erythemismorpha. a. *Porpax asperipes* Karsch, 1896, macho (Gabão. Akok, 02.I.2011); b–c. *Cyanothemis simpsoni* Ris, 1915 (Libéria), macho (b, Putu, 08.II.2011), fêmea (c, Nimba County, 27.II.2012); d. *Erythemis vesiculosa* Fabricius, 1775, fêmea (Brasil. SP: Cananéia, PARES da Ilha do Cardoso, 20.X.2011); e–f. *Erythemis peruviana* (Rambur, 1842) (Brasil. RJ: Cachoeiras de Macacu, Reserva Ecológica de Guapiaçu, 28.II.2012), macho (e), fêmea (f). Fotos: a. Nicolas Mézière; b–c. Klaas-Douwe B. Dijkstra; d–f. Ângelo P. Pinto.

Figura 22. Adultos de Erythemismorpha. a–f. *Erythemis* Hagen, 1861; a–b. *E. mithroides* Brauer in Therese, 1900 (Brasil. RJ: Cachoeiras de Macacu, Reserva Ecológica de Guapiaçu, 28.II.2012), macho (a), fêmea pruinosa (b); c–d. *E. carmelita* Williamson, 1923 (mesma localidade, 25.VII.2012), casal (c), fêmea pruinosa (d); e. *E. haematogastra* (Burmeister, 1839), macho (mesma localidade, 28.II.2012); f. *E. plebeja* macho (28.II.2012). Fotos: a–b; e–f. Ângelo P. Pinto; c–d. Tom Kompier.

ANEXOS. ARTIGOS PUBLICADOS DURANTE O DOUTORADO COMO PRIMEIRO AUTOR

1. Bulletin of American Odonatology [ISSN 1061-3781] – 2009

ISSN 1061-3781

Volume 11, Number 1, pp. 11–16
22 January 2009

BULLETIN OF AMERICAN ODONATOLOGY

On a Small Collection of Dragonflies from Barcarena Municipality, Pará State, Brazil, with the Rediscovery of *Acanthallagma luteum* Williamson & Williamson

Ângelo P. Pinto and Alcimar L. Carvalho

Published by the Dragonfly Society of the Americas

Pinto & Carvalho Dragonflies of Barcarena Municipality, Brazil

W). This area undergoes intense anthropogenic activities, as it is surrounded by roads and agricultural habitations. Although this area formally is classified as Amazonian rainforest, it is poor in natural dense vegetation.

Results and Discussion

We collected 42 adults of 18 species representing the families Calopterygidae, Coenagrionidae, and Libellulidae (Table 1). All specimens were deposited in the collection of the Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (DZJ). The majority of the dragonflies registered/bred in typical lentic environments, with the dominant family being Libellulidae (e.g., *Erythemis* spp., *Dasytylus obscurus* (Fabricius, 1775), *Orthemis* spp.). Some exceptions are the probable stream dwellers *Gynosticta pusilla* (Karsch, 1891), *Mesocnemis williamsoni* (Garrison, 2006), and *Acanthallagma luteum* Williamson & Williamson, 1924.

The genus *Acanthallagma*

The eulagid genus *Acanthallagma* contains three species. *A. carolinense* (Williamson & Williamson, 1924), *A. luteum* (Williamson & Williamson, 1924), and *A. strohmii* (Williamson & Williamson, 1924), all described in the same paper. They are small river dwellers with short and wide wings, characterized by a large dark spot on the basal half of both pairs (Williamson & Williamson 1924). Some aspects of their morphology are very peculiar, making them difficult to classify under traditional taxonomic ranks (cf. Davies & Tóbi 1994). For example, their wings are very wide and less petioled in comparison with all other Coenagrionidae genera (Williamson & Williamson 1924). These features resemble those found in Calopterygidae, a lineage probably very distant phylogenetically from *Acanthallagma* (cf. Rehn 2003). It has been suggested that *Acanthallagma* is closely related to some Platycnemididae genera, such as the African *Mesocnemis* Selys, 1863 (Williamson & Williamson 1924) and the monotypic New Guinean *Thaumastogeron* Lieftinck, 1932 (R. Garrison pers. comm.), the last genus doubtfully included in that family (Gasman 2005). Despite wing venation characters, all other features are very similar to species of *Acanthallagma*.

Family/Species	Collecting Point (Loc.)	Number of Specimens
CALOPTERYGIDAE <i>Mesocnemis williamsoni</i> Garrison, 2006	120	1 m.
COENAGRIONIDAE <i>Acanthallagma luteum</i> Williamson & Williamson, 1924*	10, 120	2 m.
LIBELLULIDAE <i>Brachymeria horrida</i> (Gundlach, 1889)	060	2 m.
<i>Dasytylus obscurus</i> (Fabricius, 1775)	050, 120	6 m.
<i>Erythemis lucida</i> (Giles, 1897)	120	1 m.
<i>E. caerulea</i> (Burmeister, 1839)	050, 100	3 m. 1 f.
<i>E. fusca</i> (Rambur, 1842)*	050, 070, 100	4 m.
<i>E. melanocephala</i> (Rambur, 1842)	120	1 m.
<i>E. arctica</i> (Linnaeus, 1758)	060	1 f.
<i>Gynosticta pusilla</i> (Karsch, 1890)*	050, 100	3 f.
<i>Libellula hesperis</i> (Raf., 1931)	100	1 m.
<i>Mesocnemis artemis</i> Raf., 1911	100	1 m.
<i>Oligotrichia concolor</i> (Günther, 1924)	050	1 m.
<i>Orthemis assimilis</i> (Günther, 1924)	060	1 m.
<i>O. holleri</i> (Günther, 1924)	120	1 m.
<i>O. ferruginea</i> (Fabricius, 1775)*	060	4 m.
<i>Pseudotrichia lutea</i> (Raf., 1934)	050	2 m. 1 f.
<i>Zonotrichia lutea</i> Santos, 1941*	120	4 m. 1 f.

Selys, 1876 (Coenagrionidae), particularly the posterior and appendages and accessory genitalia of males (Williamson & Williamson 1924).

The geographic distribution of *Acanthallagma* is essentially Amazonian (Fig. 1), with topotypes recorded from the following localities in Brazil: Abunã, Porto Velho municipality (A. carolinense) and Vila Militar, Nova Mamoré municipality (A. luteum), both from Rondônia state; Nova Olinda, Tapauá municipality (A. strohmii) from Amazonas state (Williamson & Williamson 1924). The only published additional information on the genus after the original descriptions is a brief report on the occurrence of *A. carolinense* from Shushufindi city, Sucumbios province, Ecuador (Trenes 1996). On the other hand, there is at least one record of this species from Napo province, also in Ecuador, waiting to be published (D. Padua pers. comm.). Excluding these records, there is no other information on these species, indicating their rarity.

The two males of *A. luteum* from Barcarena agree almost perfectly with the features reported in the original description, with some variation on the color pattern of the head. One male (Loc. 10) exhibits the triangular black spot expansion not connected with the triangular area that encloses the median ocellus and there are two small pale spots on each side of the postclypeus (Fig. 2), while the other male (Loc. 120) presents a postocular pale spot only on one side of the head (Fig. 3). Williamson & Williamson (1924) observed

On a Small Collection of Dragonflies from Barcarena Municipality, Pará State, Brazil, with the Rediscovery of *Acanthallagma luteum* Williamson & Williamson

Ângelo P. Pinto¹ and Alcimar L. Carvalho²

Key words: Odonata, *Acanthallagma*, Brazilian Amazon, geographic distribution, Neotropical region, taxonomy, *Zygoptera*

Abstract

A small series of 42 specimens of Odonata from the Barcarena municipality, northern Brazil, is brought on record. Eighteen species belonging to the families Calopterygidae, Coenagrionidae, and Libellulidae were identified. The rare species *Acanthallagma luteum* Williamson & Williamson is reported for the first time after its description and represents the first record of the genus from Pará state. In addition we provide taxonomic remarks on the Libellulidae *Erythemis fusca* (Rambur), *Gynosticta pusilla* (Karsch), *Orthemis ferruginea* (Fabricius) and *Zonotrichia lutea* Santos.

Resumo

Uma pequena série de 42 espécimes de Odonata do município de Barcarena, norte do Brasil, é registrada. Foram identificadas 18 espécies pertencentes às famílias Calopterygidae, Coenagrionidae e Libellulidae. A ocorrência da rara espécie *Acanthallagma luteum* Williamson & Williamson é registrada pela primeira vez após a sua descrição e corresponde ao primeiro registro do gênero para o estado do Pará. Além disso, algumas notas taxonômicas são fornecidas sobre as Libellulidae *Erythemis fusca* (Rambur), *Gynosticta pusilla* (Karsch), *Orthemis ferruginea* (Fabricius) e *Zonotrichia lutea* Santos.

Introduction

The dragonfly fauna of the Neotropical region is one of the richest in the world, with more than 1600 species recorded. This number should be much higher considering that the biodiversity is the least known of all biogeographic regions (Garrison et al. 2006; Kalkman et al. 2008).

Among the countries in the Neotropics, Brazil undoubtedly has the highest Odonata diversity with 667 species; at least 220 species are endemic (Paulson 2004). The current estimates could be considered conservative and the total number of the species probably exceeds 730 (cf. Anjos-Santos & Costa 2006). Brazil is the largest South American country and although there are consolidated groups studying dragonflies, its biodiversity is probably underestimated in comparison with other countries of the region with active specialists, i.e., Argentina and Venezuela (von Ellenrieder & Munia 2008; De Marmola 1990; respectively). Regional faunistic lists are available only for southeastern Brazilian states (e.g. Machado 1998; Carvalho & Neumann 1998; Carvalho 1999; Costa et al. 2000; Costa & Oldrini 2005; Anjos-Santos & Costa 2006). In comparison, the northern and north-

eastern states, including the entire area of "Amazônia Legal", despite high richness, are less surveyed.

The aim of this paper is to register a small collection of dragonfly specimens from Barcarena municipality, near the capital Belém, Pará state, northern Brazil. The series includes a rare species of the Coenagrionidae genus *Acanthallagma* Williamson & Williamson, 1924, reported for the first time in this state. In addition, taxonomic remarks on some species of Libellulidae are provided.

Area Description

The Barcarena municipality (about 01° 30' S, 048° 39' W) was visited during an environmental impact assessment for the implementation of an electricity distribution utility between August and September 2006. Five collecting points were sampled: Loc. 050 (north portion of Igarapé Dendi, 01° 33' 58" S, 048° 44' 48" W); Loc. 060 (south portion of Igarapé Dendi, 01° 34' 27" S, 048° 45' 49" W); Loc. 070 (Igarapé Açu, 01° 35' 49" S, 048° 45' 11" W); Loc. 110 (Igarapé Framajó, 01° 34' 34" S, 048° 43' 14" W); and Loc. 120 (Igarapé Japirizinho, 01° 34' 44" S, 048° 41' 37" W).

¹ Ph.D. student in Ciências Biológicas (Zoologia) IB-USP, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, Av. Nogueira 481, Ipiranga 04263-000, São Paulo, SP, Brazil. e-mail: carvalho.angel@usp.br
² Laboratório de Biologia e Sistemática de Odonata, Departamento de Entomologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. e-mail: calopterygidae@br

Bulletin of American Odonatology 11(1): 11–16 (2009)

11

Pinto & Carvalho Dragonflies of Barcarena Municipality, Brazil

Figure 1. Map of northwestern South America showing published distribution records of *Acanthallagma* species.

Figure 2–4. *Acanthallagma luteum* adult males. 2, head in dorsal view; specimens from Loc. 10. 3, same of specimens from Loc. 120. 4, dorsal in lateral view; specimens from Loc. 120. 5, Pale area on compound eyes in 2 and 3 compared to triangular dissection of internal structures from the caudal lens.

variation in the color of the head in the type specimens and related it to adult maturation. The small rounded dark spot on the yellow stripe between mesepimeron and metepimeron is located on the level of the first lateral suture (intersegmental suture), not on the second lateral suture (metapleural suture) as stated by Williamson & Williamson (1924: 18). Besides the excellent description, they did not draw the head and the thorax. Therefore, to complement the original description, we offer photographs of these parts (Figs. 2–4).

Acanthallagma laevis is reported for the first time after its description; this is the first occurrence of the genus in Pará state. This record is more than 2000 km from the topotype locality, which underscores the very poor knowledge about the distributions of the Amazonian dragonflies. The fact that *A. laevis* was found in an open area occupied by agricultural pastures agrees with the earlier field observations of Williamson & Williamson (1924), and probably this species is not a forest dependent. Collecting expeditions must be made a priority to allow for advances in taxonomy, ecology and conservation of the northern Brazilian Odonata.

Additional taxonomic notes

Erythemis fusca (Rambur, 1842) (Red-faced Dragonlet). This widespread tropical species belongs to the confusing *constrata* group of *Erythemis* Burm. 1868. Paulson (2003) revised this group solving most of the persistent taxonomic questions. This species is commonly confused with the very similar *Erythemis notosticta* Börner, 1942 based on the red color of the face, and can be distinguished only by the smaller length of the distal segment of the wing venation (61.3 mm) and by the larger rounded basal spot on the hind wing (Börner 1942; Paulson 2003). Four male specimens were studied, two with primitivity on the abdomen (blue form) and two others without evident primitivity (red form). Concerning the blue specimens (blue-abdomen sensu Paulson 2003), one of them corresponds perfectly to the Paulson's diagnosis, with primitivity between the transverse carina of segment 3 (S3) tegrite and the posterior portion of S7 tegrite. The other blue specimen is unusual, with distinctive primitivity only on S3–S4; this variation has not been previously reported. The red-abdomen male (sensu Paulson 2003) seemingly possess a very thin layer of wax on S3–S7 similar to that found on S3–S7 of the second blue specimen mentioned. All the specimens do not have a true red abdomen, being rather dark brown to black in color. This fact could be explained in part by postmolt color changes. Paulson (2003) suggests that the two forms do not occur in the same area and that those with a red abdomen are represented by two geographically isolated populations, one occurring from southern Pacific coast of Costa Rica to western Ecuador and the other in southern Brazil. Com-

parisons with red-abdomen specimens from Rio de Janeiro state deposited in DZRJ did not show significant differences with the Barcarena specimens. Furthermore, we examined characteristic specimens of the two morphs taken simultaneously in several municipalities in that state (e.g., Anga dos Reis, Mayá, Maricá and Rio de Janeiro). Thus, allopatric distribution of the two morphs suggested by Paulson (2003) is not confirmed.

Gynostemis pumila (Karsch, 1890). The genus *Gynostemis* Calvert in Rio, 1909 was recently redefined by Garrison and von Ellenrieder (2006); it is comprised of four species. In that new diagnosis the authors emphasized the difficulty in separating female specimens from those of *Macrothemis* Hagen, 1868 which can be placed in the proper genus only after specific identification. The three females we studied are small hind wing length less than 21 mm (19.5–20.5 mm) with a large yellow basal spot in both wings; thorax with well-defined yellow stripes; pretarsus with claws subequal in size; abdomen length less than 17 mm (15.0–16.5 mm) and with yellow longitudinal stripes. Although there are some *Macrothemis* species with similar small size (e.g., *M. bellata* Belle, 1987), the combined features convinced us these specimens belong to *Gynostemis*. Garrison and von Ellenrieder (2006: 273) cited *Gynostemis crenipunctata* Calvert in Rio, 1909 as the only species with a basal wing spot. Despite the presence of this feature in our specimens, the subequal tarsal claws, well-defined yellow stripes on thorax, and comparison with females from other localities taken with males indicate they are *G. pumila*. The two other possible species, *G. antea* Geijskes, 1972 and *G. crenipunctata*, have the inferior tarsal claw smaller than the superior, and the thorax is uniformly colored in the latter species, without pale stripes. The subgenital plate is very similar to the figure of *G. crenipunctata* furnished by Garrison and von Ellenrieder (2006: 283).

Orthemis ferruginea (Fabricius, 1775) (Russet Skimmer). This specific name has been applied indiscriminately to few sibling species of the genus for a long time. The status of *Orthemis discolor* (Burmester, 1859), mainly in relation to *O. ferruginea*, is uncertain. A solution to differentiate these two "species" was proposed primarily by De Marmels (1988) considering the coloration of thorax and abdomen. The northern populations are assumed to constitute mainly *O. ferruginea*, while the southern (including north portion of South America) *O. discolor*, with a large sympatric distribution in Central America and southern Mexico (cf. De Marmels 1988; Donnelly 1995; Paulson 1998a,b). However, the populations in South America are very heterogeneous and probably the two "species" are in sympatry in a large area of this region. *Orthemis ferruginea* has been recorded in the southeastern and southern states of Brazil (Santos 2004; Costa & Oldini 2005). Based especially on the characteristic dark marks on the thorax, we identified our specimens as

O. ferruginea. Therefore, this ascription concurs with Santos (2004) on the occurrence of *O. ferruginea* in Brazil, at least in the northern states. On the other hand, it is possible that our specimens are representatives of an eastern morph of *O. subpallens* Hagen, 1868 (J.J. Daigle pers. comm.). This species was described based only on the female holotype which appears to be lost (Santos 2004). The controversy thus far remains unresolved; indeed, this group requires revision (Garrison et al. 2006).

Zenithoptera laevis Santos, 1941. The wing color variation in *Zenithoptera* Bates in Selys, 1869 was extensively studied and ten morphological patterns were proposed based on the disposition of the pale spots (Pujol-Luz 1991; Pujol-Luz & Fonseca 1997). Nevertheless, four of our five specimens of *Z. laevis* do not agree exactly with any of the described patterns. All the specimens have the general wing coloration similar to pattern six. One male differs from this pattern by the reduced subapical spot (SS) on distal portion of the hind wing and by a vestigial costal spot on both wings. Another male and one female present just a weak trace of SS in one or both hind wings. Finally, the two other males do not present SS spot on the hind wing, composing a pattern of coloration very distinct from those proposed by Pujol-Luz (1991).

Acknowledgements

We are indebted to professors J. Nesimian and N. Ferreira Jr. (DZRJ) for the opportunity to study this material. We would like to thank the following Odonatologists: D.R. Paulson (University of Puget Sound, Tacoma), K.J. Tennent (Waconia, Wisconsin) and R.W. Garrison (California Department of Food and Agriculture, Sacramento) for data about the geographic distribution on *Acanthallagma* and for critical reading of the initial manuscript. We thank J.J. Daigle (Tallahassee, Florida), T.W. Donnelly (State University of New York, Binghamton), and J.M. Costa and T.C. Santos (Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro) for sharing information on the *Orthemis ferruginea* group. This study was partially sponsored by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) processes: E-26/170.644/2004 and E-26/17.280/2006.

Literature Cited

Anjos-Santos, D. and J.M. Costa. 2006. A revised checklist of Odonata (Insecta) from Marambaia, Rio de Janeiro, Brazil with eight new records. *Zootaxa* 1300: 37–50.
Börner, D.J. 1942. A revision of Libellulidae genus *Erythemis* (Odonata). The Ohio State University Press, Columbus, 286 pp. (Graduate School Studies, Contributions in Zoology and Entomology, n. 4, Bios-

logical Series).
Carvalho, A.L. 1999. Odonata, p. 73–79. In: Brandão, C.R.F. and E.M. Cancellato (eds). Invertebrados terrestres, vol. 5 – Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. FAPESP, São Paulo, 273 pp.
Carvalho, A.L. and J.L. Nesimian. 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: habitats e hábitos das larvas, p. 3–28. In: Nesimian, J.L. and A.L. Carvalho (eds). Ecologia de Insetos Aquáticos. Oecologia Brasileira vol. V. Programa de Pós-Graduação em Ecologia (UFRRJ), Rio de Janeiro, 309 pp.
Costa, J.M., A.B.M. Machado, F.A.A. Lencioni, and T.C. Santos. 2000. Diversidade e Distribuição das Odonata (Insecta) no Estado de São Paulo, Brasil. Parte 1 – Lista das Espécies e registros bibliográficos. *Publ. Avul. Mus. Nac., Rio de Janeiro* 80: 1–27.
Costa, J.M. and B.B. Oldini. 2005. Diversidade e Distribuição das Odonata (Insecta) no Estado do Espírito Santo, Brasil. *Publ. Avul. Mus. Nac., Rio de Janeiro* 107: 1–15.
Davies, D.A.I. and F. Tobin. 1984. The dragonflies of the world: a systematic list of the extant species of Odonata. Vol.1 Zygoptera, Anisoptera. Societas Internationalis Odonatologica Rapid Communication (Supplement) 3: 1–125.
De Marmels, J. 1988. Odonata del Estado de Táchira. *Rev. Cient. Univ.* 203: 91–118.
De Marmels, J. 1990. An update list of the Odonata of Venezuela. *Odonatologica* 19(4): 333–345.
Donnelly, T. 1995. *Orthemis ferruginea*—An adventure in Caribbean biogeography. *ARGIA* 7(4): 9–22.
Garrison, R.W. and N. von Ellenrieder. 2006. Generic diagnoses within a closely related group of genera: *Brachymeria*, *Gynostemis*, *Macrothemis*, and *Scapanus* (Odonata: Libellulidae). *Can. Entomol.* 138: 269–284.
Garrison, R.W., N. von Ellenrieder, and J.A. Leuten. 2006. Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Anisoptera. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 368 pp.
Gassmann, D. 2005. The phylogeny of Southeast Asian and Indo-Pacific Calicneminiinae (Odonata, Platyzetemiidae). *Bonner zoologische Beiträge* 53(1–2): 37–49.
Kalkman, V.J., V. Clausenier, K.B. Dijkstra, A.G. Orr, D.R. Paulson, and J. van Tol. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 351–363.
Machado, A.B.M. 1998. Insetos, p. 493–561. In: Machado, A.B.M., G.A.B. Fonseca, R.B. Machado, L.M.S. Aguiar, and L. Lima (eds.). Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 665 pp.
Paulson, D.R. 1998a. *Orthemis discolor* (Orange-bellied Skimmer), a new species for U.S. ARGIA 10(1): 7.

Paulson, D.R. 1998b. The distribution and relative abundance of the sibling species *Orthemis ferruginea* (Fabricius, 1775) and *O. discolor* (Burmester, 1859) in North and Middle America (Anisoptera: Libellulidae). *International Journal of Odonatology* 1(1): 89–93.
Paulson, D.R. 2003. Comments on the *Erythemis constrata* (Burmester, 1859) group, with the elevation of *E. fusca* (Rambur, 1842), *E. notosticta* (Rambur, 1842), and *E. basiflava* (Calvert, 1895) to full species (Anisoptera: Libellulidae). *Bulletin of American Odonatology* 6(4): 101–110.
Paulson, D.R. 2004. Critical species of Odonata in the Neotropics. *International Journal of Odonatology* 7(2): 163–188.
Pujol-Luz, J.R. 1991. Revisão do gênero *Zenithoptera* Bates, in Selys Longchamps, 1869 (Odonata, Libellulidae). Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, UFRJ, Rio de Janeiro, 118 p. (unpublished thesis).

Pujol-Luz, J.R. and R.R. Fonseca. 1997. Variação de coloração das asas e distribuição geográfica do gênero *Zenithoptera* Bates, in Selys (Odonata, Libellulidae). *Rev. Univ. Rural, Ser. Ciênc.* 16: 13–26.
Rehn, A.C. 2003. Phylogenetic analysis of higher-level relationships of Odonata. *Syst. Entomol.* 28(2): 181–239.
Santos, T.C. 2004. Revisão de *Orthemis* Hagen, 1861 (Insecta, Odonata, Libellulidae). Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, UFRJ, Rio de Janeiro, 147 pp. (unpublished thesis).
Tennent, K. 1996. *Escapade in Ecuador*, Part 2. "Going Loose in Yanaia". *ARGIA* 8(2): 14–16.
von Ellenrieder, N. and J. Muzón. 2008. An updated checklist of the Odonata from Argentina. *Odonatologica* 37(1): 55–68.
Williamson, E.B. and J.H. Williamson. 1924. A remarkable new genus of Coragoplistidae from Brazil, with descriptions of three new species (Odonata). *Ocaso, Pap. Mus. Zool. Univ. Mich.* 154: 1–22.

2. ZOOTAXA [ISSN 1175-5326] – 2010

Zootaxa 2425: 45–68 (2010)
www.mapress.com/zootaxa/
Copyright © 2010 · Magnolia Press

Article

ISSN 1175-5326 (print edition)
ZOOTAXA
ISSN 1175-5334 (online edition)

A new species of *Lauromacromia* (Odonata: Corduliidae) from Southeastern Brazil, with a cladistic analysis of the genus and comments on Neotropical dragonfly biogeography

ÂNGELO PARISE PINTO^{1,2} & ALCIMAR DO LAGO CARVALHO³

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) – USP, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, Av. Navegantes, 10, Jd. Ipiranga 04263-000, São Paulo, SP, BRAZIL. E-mail: angelop@icm.usp.br
²Laboratório de Biologia e Sistemática de Odonata, Departamento de Entomologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, BRAZIL. E-mail: alagoc@acd.ufrj.br

Abstract

Lauromacromia melanica sp. nov. from Conceição da Barra municipality, Espírito Santo State, Brazil, is described and illustrated based on two males (both in MNRI n° 135). The new species is similar to *L. picinguaba* differing from it mainly by the absence of pale spots on S3–6 and by the ellipsoid shape of metepisternal pale stripe. A key for males of all species of the genus is provided. A cladistic analysis encompassing 43 external morphological male characters carried out in two distinct procedures, the first with all characters unordered and the second with two or three state characters ordered. The unordered analysis generated only one most-parsimonious tree (66 steps of length, CI = 0.69, RI = 0.62). The hypothesis of monophyly of *Lauromacromia* is supported and includes three groups, one formed by the Atlantic Forest species (*L. melanica* sp. nov. + *L. picinguaba*), and another by the Cerrado species (*L. flaviae* + *L. bedei* + *L. hismoengi*), and *L. dubitalis*, positioned in polytomy with these two groups. The ordered analysis also generated only one most-parsimonious tree (68 steps of length, CI = 0.70, RI = 0.67), which maintained the monophyly of *Lauromacromia* but *L. dubitalis* positioned basally as sister-group to the Atlantic Forest + Cerrado species groups. The geographic distribution of *Lauromacromia* is updated with a new record of *L. hismoengi* based on one adult male (Brazil: Mato Grosso do Sul State) and probable first Brazilian records for *L. dubitalis* (Amazonas and Pará States) based on two larvae. A vicariance hypothesis is proposed to explain spatial evolution of *Lauromacromia*, and based on current biogeographical classifications we consider *Lauromacromia* and *Rialia* apart from Neotropical biota. Some aspects of biology and ecology of *Lauromacromia* are also discussed.

Key words: Atlantic Forest, Gomphomacromiinae, *Lauromacromia melanica* sp. nov., morphology, phylogeny, taxonomy

Resumo

Lauromacromia melanica sp. nov. do município de Conceição da Barra, estado do Espírito Santo, Brasil, é descrita e ilustrada a partir de dois machos (ambos no MNRI n° 135). A nova espécie é similar a *L. picinguaba* da qual difere principalmente pela ausência de manchas claras nos S3–6 e pelo formato elipsoidal da mancha metepisternal. Uma chave para machos de todas as espécies do gênero é apresentada. Uma análise cladística com 43 caracteres da morfologia externa dos machos foi efetuada em duas etapas distintas, a primeira com todos os caracteres não ordenados e a segunda com os caracteres com dois ou três estados ordenados. A análise não-ordenada gerou uma única árvore mais parcimoniosa (66 passos de comprimento, IC = 0.69, IR = 0.62). A hipótese do monofiletismo de *Lauromacromia* é suportada e incluiu três grupos, um formado pelas espécies da Mata Atlântica (*L. melanica* sp. nov. + *L. picinguaba*), outro pelas espécies do Cerrado (*L. flaviae* + *L. bedei* + *L. hismoengi*) e *L. dubitalis*, posicionada em politomia com esses dois grupos. A análise ordenada também gerou apenas uma árvore (68 passos de comprimento, IC = 0.70, IR = 0.67) mantendo o monofiletismo de *Lauromacromia*, entretanto com *L. dubitalis* posicionada basalmente como grupo-irmão dos grupos de espécies da Mata Atlântica + Cerrado. A distribuição geográfica das espécies de *Lauromacromia* é atualizada com um novo registro para *L. hismoengi* baseado em um macho adulto (Brasil: estado do Mato Grosso do Sul) e os primeiros prováveis registros para *L. dubitalis* no Brasil (estados do Amazonas e Pará), baseado em duas larvas.

Accepted by R. Garrison: 1 Mar. 2010; published: 13 Apr. 2010

45

Nomenclature of general skeletal morphology follows Ashina (1954) and Garrison *et al.* (2006); wing venation terminology follows Rick & Kukulová-Peck (1984) with additions as summarized by Fleck *et al.* (2003). In spite of the difficulties in identifying structures of the vesica spermalis the nomenclature proposed by Pfau (2005) was followed. The vesica spermalis of a specimen of *L. hismoengi* was extracted together with the S3 sternite after relaxing the specimen with some drops of 10% ammonia solution on the venter of S2–3. After it was immersed in 10% KOH for few hours under room temperature and subsequently rinsed in water for fifteen minutes. Material was afterward stored in a vial with glycerin, except the vesica spermalis of the new species paratype that was maintained as previously preserved in an alcohol-glycerin mixture. Specimens were photographed with a stereomicroscope equipped with a camera, and source images combined using Combinc25. All measurements and illustrations were made with the aid of a stereomicroscope equipped with a camera lucida. Illustrations of the vesica spermalis of *L. dubitalis* were kindly made by Dr. Jing De Marmels based on a specimen deposited in the Museu do Instituto de Zoologia Agrícola, Maracay, Venezuela (MIZA n° 14798). Illustrations are not in scale. Our description of the new species is largely based on that of *L. picinguaba* (Carvalho *et al.* 2004).

The following abbreviations were used in the text: Ax for antenodal crossveins; b for Bremer support; bs for Bootstrap; ch for character; CI for ensemble consistency index; cl for consistency index of a specific character; Fw for fore wing; Hw for hind wing; MP1(s) for most parsimonious tree(s); Px for postnodal crossveins; pt for pterostigma; RI for ensemble retention index; ri for retention index to specific character; S1–10 for abdominal segments; TC for transverse carina; VS for vesica spermalis; V1–V4 for segments of vesica spermalis.

The distribution map was based on the literature records (Fraser 1939; Santos 1967; Geijskes 1970; De Marmels 1985; Machet 1991; Machado 2002, 2005b; Fleck 2002; Ferreira-Petrucci & Fonseca-Gessner 2003; Carvalho *et al.* 2004, 2008; Araújo & Beserra 2007) and voucher specimens, and was generated using ArcView 3.2 (ESRI 1999). Geographic coordinates not provided on collection labels or references were acquired from digital databases (BGE 2007; Falling Rain Genomics Inc. 2007).

Cladistic Analysis. A simultaneous analysis of maximum parsimony (unconstrained) was performed and character polarity was determined after rooting (Nixon & Carpenter 1993). Two taxa were chosen as outgroups: *Gomphomacromia paradoxa* Brauer, 1864 and *Neocordulia setifera* (Hagen in Selys, 1871). Traditionally *Gomphomacromia*, *Lauromacromia* and *Neocordulia* are considered the only American representatives of Gomphomacromiinae (Davies & Tobin 1985). Morphological data of *G. paradoxa* were obtained primarily from von Ellenrieder & Garrison (2005), those of *L. flaviae* and *L. bedei* from original descriptions (Machado 2002, 2005b respectively), both supplemented with additional information by the authors.

Characters were treated as unordered (Fitch 1971) and with equal weight for determining the primary hypothesis of relationship. Alternative to Fitch (1971) approach, we ran a second analysis with the characters ordered (Wagner criterion, Farris 1970). This “mixed-parsimony” approach was implemented to increase resolution on internal nodes, with the characters of up to three states treated as ordered, hence only linear transformation was accepted (Sliwinski 1993). Linear transformation is the only hypothesis for three-state characters, but for four-state characters there is 0.25 likelihood of presenting branching transformations and thus ordering of four-state characters should be avoided (Sliwinski 1993). Missing characters were represented with “?” and non-applicable data with “–”. Polymorphism was treated as uncertain (Mxtax = uncertain in PAUP command). Retention and consistency indexes are presented for the entire tree and for all characters (cf. Farris 1989). Autapomorphies were included in the data matrix as results of cladistic investigation (Yeates 1992), but not computed for the calculation of ensemble value of consistency index (CI) as proposed by Bryant (1995). Relative stability of individual branches was evaluated with Bremer support (Bremer 1994) and Bootstrap (Felsenstein 1985) indexes. All procedures were carried out using PAUP* version 4.0 beta 10 (Swofford 1998).

Most parsimonious trees (MPTs) and Bremer (b) support index were obtained using exhaustive search command AllTrees. Bootstrap index (bs) was calculated using heuristic search (Hsearch) with the following parameters: random addition of taxa (AddSeq = Random), thousand replicates (Nreps = 1,000), ten trees

Uma hipótese de vicariância é proposta para explicar a evolução espacial de *Lauromacromia* e, baseado em classificações biogeográficas atuais, consideramos *Gomphomacromia* e *Rialia* à parte da biota Neotropical. Alguns aspectos da biologia e ecologia de *Lauromacromia* são também discutidos.

Palavras-chave: Mata Atlântica, Gomphomacromiinae, *Lauromacromia melanica* sp. nov., morfologia, filogenia, taxonomia

Introduction

Corduliids are a minor component of the dragonfly fauna of the Neotropical region (*sensu* Morrone 2001, see below), representing ca. 13 % of world family species (Garrison *et al.* 2006). About 38 species distributed in six or seven genera (including *Schizocordulia* Machado, 2005) are recognized from the Neotropics. Several authors (e.g. Geijskes 1970; Machado & Costa 1995; Machado 2005a) have discussed their apparent rarity in this region, which is reflected by scarcity of collections and resulting limited information about their biology.

“Corduliidae” comprises a paraphyletic or polyphyletic group (Jezewski & Nel 1996; Pfau 2005; Ware *et al.* 2007; Bybee *et al.* 2008), which has sometimes been considered a family (e.g. Davies & Tobin 1985; Watson *et al.* 1991), or, according to North America tradition, a subfamily of Libellulidae (e.g. Needham *et al.* 2000; Garrison *et al.* 2006). The disagreement on “Corduliidae” taxonomic status is due to the absence of comprehensive and robust analyses which could allow for an updated classification. The group needs to be revised in order to establish phylogenetic relationships among the genera and, especially, with those of Macromiinae and Libellulidae (Garrison *et al.* 2006).

The genus *Lauromacromia* Geijskes, 1970 was erected to include *Gomphomacromia dubitalis* Fraser, 1939 (Geijskes 1970), unfortunately Geijskes (1970) overlooked the description of a new species by Santos (1967) which he tentatively assigned to *Neocordulia* Selys, 1882 (i.e. “*Neocordulia hismoengi*” Santos, 1967). Santos (1967) discussed the assignment of Fraser’s species to *Gomphomacromia* Brauer, 1868, considered by him under the same doubtful taxonomic status that his new species. Twenty-one years after Geijskes (1970), May (1991) finally transferred *N. hismoengi* to *Lauromacromia* and redefined the genus. In the last decade three more new species from Brazil were described, two from the Cerrado biome in Minas Gerais State (i.e. *Lauromacromia flaviae* Machado, 2002 and *Lauromacromia bedei* Machado, 2005), and one from the Atlantic Forest in São Paulo State (*Lauromacromia picinguaba* Carvalho, Salgado & Werneck-de-Carvalho, 2004). Phylogenetic relationships of *Lauromacromia* with other cordulid genera are poorly understood, however Fleck & Legrand (2006) considered the genus the sister-group of the Afrotropical lineage *Idomacromia* Karsch, 1896 + *Nesocordulia* McLachlan, 1882.

Lauromacromia is one of the rarest dragonfly genera from South America. Four of five species have not been subsequently recorded since their descriptions and the Cerrado species (*L. bedei*, *L. hismoengi* and *L. flaviae*) are known only from the male holotypes (Machado 2005b). Despite their rareness, *L. dubitalis* and *L. picinguaba* have had their ultimate larval stadium described (Fleck 2002; Carvalho *et al.* 2008; respectively). In addition, larvae of *L. dubitalis* were recorded as part of the alimentary diet of the indigenous tribe Yekwana, habitants of the region of “Alto Orinoco” in Venezuelan Amazon Forest (Araújo & Beserra 2007).

In the present study we describe a new species of *Lauromacromia* from Atlantic Forest, provide a key for males, and perform the first phylogenetic analysis of the genus. We also update its geographic distribution and discuss biogeographical and ecological aspects of the genus.

Material and methods

Specimens examined are deposited in the following Brazilian institutions, with the respective acronyms and curators: Coleção Entomológica Prof. José Alfredo Pinheiro Dutra, Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (DEZ); Nelson dos Santos, Departamento de Entomologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRI); Janira Martins Costa and Serviço de Invertebrados, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo (MZSP); Carlos Lamas and Sonia Casari).

46 · Zootaxa 2425 © 2010 Magnolia Press

PINTO & CARVALHO

retained by replicate (Hold = 10), swap by tree bisection and reconnection (TBR), ten thousand pseudoreplicates (Bootstrap NReps = 10,000) and MrTrees command active. In all procedures only strictly supported trees were investigated, thus spurious nodes with minimum length equal to zero were collapsed on all trees (Nixon & Carpenter 1996). WINCLADA version 1.0.0.08 was used to optimize characters (Nixon 2002), via both accelerated (ACTRAN) and delay transformations (DELTRAN) (Swofford & Maddison 1987).

Description

Lauromacromia melanica sp. nov.

Figures 1; 5; 7; 12; 13a–c; 14; 17a–b; 21; 22

Type specimens: Holotype (1 ♂, [BRAZIL], E[sprito] Santo [State]: Conceição da Barra, Sítio de José Campista (mata), 1–6.XII.1969, Elias leg. (MNRI n°135); Paratype (1 ♂, same data as holotype (MNRI n°135) [recently emerged specimen].

Male holotype description (variations present in the paratype in parentheses).

Head. Labium ochreous; body of palpi darkened on distal margins of internal and distal borders (uniformly ochre), covered by dark brown, sparsely distributed setae; those at posterior margins longer and yellowish. Labrum orange-ochre, with dark brown, sparsely distributed setae, which become longer and yellowish posteriorly. Clypeus olive-ochreous; anteclypeus with two dark subtriangular spots linked at their bases near limit with postclypeus; central area between spots lighter, without setae. Frons dark olive-ochreous, deeply bilobed, with median ocellus completely exposed in anterior view; anterior surface irregular, covered with anteriorly directed long dark hair-like setae, and with numerous setae laterally. Vertex brown, slightly bilobed dorsally; apex of lobes rounded; setae more numerous on anterior region (setae equally distributed). Occipital triangle brown, chordate; latero-dorsal borders higher than eyes; setae similar to those of vertex, lighter and numerous on posterior border; rear of head black. Posterior margin of eye with a reduced yellow stripe restricted to ommatidia of ocular lobe (yellow stripe wider, occupying at least eleven rows of ommatidia beyond ocular lobe).

Thorax. Pronotum yellowish, lateral extremities black; posterior lobe enlarged basally, brown, bearing on superior border short dark setae and on anterior surface long and yellowish setae. Pterothorax (Fig. 1) brown with iridescent metallic green and blue and purple reflections, mainly laterally, covered uniformly with long brown and yellowish setae (most setae yellowish); metepisternal stripe whitish-yellow, ellipsoid, wider at level of metathoracic spiracle; upper portion of that stripe longer, not reaching dorsal limit of sclerite and inferior portion limited by interpleural suture including spiracle (Fig. 1); mesinfrapostepimeron close to mesepisternum and mesepimeron pale brown; posterior border of interalar sclerite and adjacent membranes brown; metepimeral pale stripe narrow in lateral view, extending from ventral anterior limit of sclerite to level of anterior portion of metapostepimeron; posterior region of metepimeron above metapostepimeron with a pale spot (Fig. 5); metapostepimeron pale (Fig. 1), darker on its external borders. Legs black, coxa and trochanters lighter (legs almost entirely brown, darker on articulations between femur/tibia and tibia/tarsus); coxa, trochanter and femur of first pair with a pale postero-dorsal stripe; claws black to brown towards apex; tibial keels ochreous, occupying 0.46 (0.48) of first, 0.50 (0.43) of second and 0.80 (0.83) of third pairs; apex of keels acutely projected but not exceeding distal limit of respective tibiae.

Wings. Membrane almost hyaline (slightly yellowish); base darkened at maximum 0.25 of space to first Ax in Fw and 0.50 in Hw; venation black (brown); pt brown (ochreous), with sides not parallel, distal most oblique; membranal area enlarged, whitish-ochreous (ochreous), lighter basally. Venation as follows: Ax in Fw 11 (10–12), some not perfectly aligned, in Hw 7; costal row of Px in Fw 6 (7), in Hw 7–8; subcostal row of Px in Fw 4–5 (4), in Hw 5 (4); bridge crossvein rising on RP2, beyond of subnodus and closer of oblique vein; RP3–4 undulate in Fw under costal nodus level; Rsp1 weakly distinct, with one cell row; arculus between Ax1 and Ax2, but closer to Ax2 in four wings; sectors of arculus in Hw stalked (not stalked), origin located on basal 0.25 of arculus. Discoidal triangles, supratrangles and subtriangles not crossed in four wings; Hw triangle

distally of arculus; space between CuP-crossing and proximal side of discoidal triangle, not crossed in Fw and, with one crossvein in Hw; MA in Fw undulated under costal nodus following that one of RP3-4; MP in Fw regularly curved; discoidal field in Fw slightly narrowed from base to level of costal nodus, with one cell row at level of costal nodus, widening posteriorly in four cells (six cells), with Msp1 indistinct; anal loop sac-like, not surpassing level of distal angle of discoidal triangle, with 7 cells, without a central cell; anal triangle with two cells, crossed near anal angle; space between proximal vein of anal loop and anal triangle with one cell at base; space between anal loop and posterior border of wing with 2 cell rows; PsA reaching proximal angle of triangle (near proximal angle).

FIGURES 1-6. 1-4, Color pattern of pterothorax of males of *Lauromacromia* species in lateral view. (1) *L. melanica* sp. nov. (holotype); (2) *L. pictinguaba* (holotype); (3) *L. laismoojeni* (holotype); (4) *L. laismoojeni* (Brazil, MS: Três Lagoas). 5-6, Color pattern of metepimeron of males of *Lauromacromia* species in ventral view. (5) *L. melanica* sp. nov. (holotype); (6) *L. laismoojeni* (Brazil, MS: Três Lagoas).

NEW BRAZILIAN LAUROMACROMIA

Zootaxa 2425 © 2010 Magnolia Press · 49

bordering auricle; 3) a larger and wider subtriangular between auricle and border of genital fossae; 4) a rounded on posterior limit of tergite at base of genital lobe; S7 with a small rounded dorso-lateral spot posterior to transverse carina; ventral border of S7 and S8 with yellow stripe over posterior 0.50 and 0.75, respectively. Sternum of S1 with a transversal fold, with setae directed posteriorly, S2 with anterior ventral angles poorly projected, with a tuft of rigid short dark setae (pale setae). Auricles ca 0.33 of segment's height in lateral view, enlarged basally and inflated in upper portion; internal surface with numerous medially directed denticles, partially visible in lateral view. S1-3 with long yellowish setae concentrated on pale spots, scattered setae on S4-6; area between TC of S7 and posterior limit of S9 covered with numerous setae, yellowish on pale spot of S7 (all setae yellowish). S8 with keel-shaped sternal process on basal half, posteriorly acute, ca. 0.40 of segment's length (Fig. 7). Dorsal keel of S10 with a triangular mesal expansion on rectangular base, in lateral view specially projected on middle of segment (Figs. 12; 13c). Cerci (Figs. 13a-c; 14) conical, horn-shaped, slightly longer than segments 9 + 10 in lateral view, covered with elongate scattered setae, longer ventrally; apices acutely pointed, directed posteriorly and weakly convergent in dorsal view; basal carina forming a poorly developed latero-basal expansion delimited ventrally by a depressed and smooth area; an oblique granulose crest near 0.33 basal of appendage length continuous with latero-basal expansion, positioned ventrally, resembling a tubercle in lateral view. Epiproct inflated, with numerous setae ventrally; apex obtuse curved upwards; lateral borders flattened close to base; length ca 0.66 of cercus.

FIGURE 13. Male caudal appendages and S10 of *Lauromacromia melanica* sp. nov. (holotype). (a) dorsal view; (b) ventral view; (c) lateral view.

Genital fossa. Anterior lamina furrowed longitudinally, with inflated lateral portions bearing scattered setae. A weakly distinct simple laminar projection with inflated portions projected intero-posteriorly. Posterior hamules globose, with internal and external lobes poorly defined; apically with ventral keel raised and forming a nipple-like apex; apices of pair converging in ventral view; internal and apex surfaces with numerous interlacing setae. Genital lobes triangular well developed and robust, posteriorly extending half of length of posterior field of S2 in lateral view; apex rounded, nipple-like, converging ventrally; distal borders and internal surface with numerous strong interlacing setae between the branches. Vesica spermalis (based on paratype, Figs. 17a-b) with first two segments similar to other libelluloids; presumed articulation between V2 and V3 (J v2-v3?) distal to filling-pore of sperm-reservoir (P1) and partially enclosed by V2 due to slight compression in that area; ventral area of V3 membranous with distal portion with a distinct proximal pump-sclerite (p-ps); dorso-distal portion of V3 with a pair of strong proximal horns (ph); V4 with a strong dorso-ventral sclerotized plate followed by ventral membranes and two distal long flagella (d-fl); sclerotized plate

NEW BRAZILIAN LAUROMACROMIA

Zootaxa 2425 © 2010 Magnolia Press · 51

FIGURES 7-9. Sternal process of S8 of males of *Lauromacromia* species in lateral view. (7) *L. melanica* sp. nov. (holotype); (8) *L. laismoojeni* (holotype); (9) *L. laismoojeni* (Brazil, MS: Três Lagoas).

FIGURES 10-12. Male caudal appendages (above) and detail of mesal process on S10 (below) of *Lauromacromia* species in lateral view. (10) *L. laismoojeni* (holotype); (11) *L. laismoojeni* (Brazil, MS: Três Lagoas); (12) *L. melanica* sp. nov. (holotype).

Abdomen. Cylindrical; S7-10 expanded Ground color black, lighter on S1 and basal half of S2; ventral border of S1-8 with a discontinuous pale yellowish stripe, on S3 wider basally; on S7-8 very narrowed at base and enlarged on distal half; S9-10 almost completely black. Pattern of pale yellowish spots: S1 with a transversal small spot at postero-lateral border; S2 with four pairs of following spots, 1) the most dorsal on second half, not reaching superior limit of auricle; 2) a lateral just above auricle, elongated downwards,

50 · Zootaxa 2425 © 2010 Magnolia Press

PINTO & CARVALHO

projected distally into approximate parallel blades with membranes and flagella inserted at their tips; ventrally the sclerite is connected forming a ring-like process around inflatable membranes and laterally into two triangular blades, membranes folded in layers and corresponding to distal balloon (dba), basal portion of pair of long flagella seemingly forming channels that narrow distally, forming a thin twisted filament. Complex of structures of V4 probably movable dorsally, with membrane unfolded into a distinct balloon when completely inflated, as observed in *L. laismoojeni* (Fig. 16).

FIGURES 14-15. Detail of left cercus of males of *Lauromacromia* species in ventral view. (14) *L. melanica* sp. nov. (holotype); (15) *L. laismoojeni* (Brazil, MS: Três Lagoas). BC, basal Carina; TB, tubercle.

Measurements (holotype / paratype, in mm). Total length (incl. caudal appendages) 51.9 / 50.2; maximum width of head 7.5 / 7.6; eyes seam length 1.2 / 1.2; length of metepisternal stripe 4.4 / 4.0; width of superior end of metepisternal stripe 0.3 / 0.3; width of medial portion of metepisternal stripe (just upper of spiracle) 0.6 / 0.6; width of inferior end of metepisternal stripe 0.1 / 0.3; length of left Fw 33.2 / 32.7; maximum width of left Fw 9.5 / 9.5; Fw postnodal space ratio 0.45 / 0.47 (*sensu* May 1991); length of left Fw pt 2.5 / 2.5; length of left Hw 32.2 / 30.3; maximum width of left Hw 10.7 / 10.2; length of left Hw pt 2.4 / 2.2; length of hind femur 7.5 / 8.0; length of hind tibia 7.9 / 7.7; total length of abdomen (excl. caudal appendages) 34.6 / 33.8; ventral projection of genital lobe 1.5 / 1.4; width of base of genital lobe 1.3 / 1.4; length of cercus 3.8 / 3.5; length of epiproct 2.4 / 2.6.

Female and larva unknown.

52 · Zootaxa 2425 © 2010 Magnolia Press

PINTO & CARVALHO

FIGURES 16-18. Vesica spermatis of *Lauromacromia* species: (16) *L. lauromojoi* (Brazil, MS: Três Lagoas), partially inflated in lateral view; (17) *L. melanica* sp. nov. (paratype), (a) lateral view, (b) dorsal view; (18) *L. dubitalis* (Venezuela, Terr. Amazonas: Culebra; MIZA n°14798), (a) lateral view, (b) dorsal view. AP1–AP2, apodemes; dba, distal balloon; d-fl, distal flagellum; d-m, dorsal membrane of V1; H, dorso-apical hump of V2; J v3–v4, joint of sternum of S3 and V1; J v2–v3 and J v3–v4, joints between segments of vesica spermatis; m, caudal V1-membrane; P1, filling-pore of the sperm-reservoir; ph, proximal horn; p-ps, proximal pump-sclerite; V1–V2, segments of vesica spermatis.

Etymology. Specific epithet from the Greek word *melaina* (f., adjective *melanica*, black colored), referring to almost entirely black color pattern of abdominal segments S4–10. The name was written on one collection label by the late Brazilian odonatologist Dr. Newton Dias dos Santos for a potential melanic subspecies of *L. lauromojoi* (see remarks).

Remarks. Holotype with abdomen broken between S5–6, posterior fragment (S6–10) separated into glassine envelope, right cercus partially detached; detached portions of right Fw discoidal field broken, and in separate glassine envelope. Paratype with some parts of exoskeleton crushed, and sternum of S3 removed with vesica spermatis separated.

The types of *L. melanica* were within a cellophane envelope containing a card printed with same collecting data as the holotype of *L. lauromojoi* in the Odonata type collection of MNRJ. The back of this card was pasted the following handwritten field collection data: “Conceição da Barra, E. Santo, Sítio de José

Campista (Mata) Elias col. 1 a 6.XII.1969”. Two other notations handwritten by Dr. Newton Dias dos Santos, according to Dr. Janira M. Costa (pers. comm.), state “*Neocordulia lauromojoi*” + “*pénis extraído*”. After our description was completed, we studied the vesica spermatis of the paratype specimen in the MNRJ. Unlike Santos’ pasted label in the cellophane envelope containing the two specimens of *L. melanica*, the vial with glycerin alcohol had a label with the following determination “*Neocordulia lauromojoi melanica* paratype” + “*pénis*”, in Santos’ handwriting.

Taxonomic discussion

The VS must be used for accurate specific identification for some New World libelluloid genera (e.g. *Erythrodiplax* Brauer, 1868). However, the structures of VS probably provides few reliable characters to distinguish among species of *Lauromacromia*, as also seems to be true for the aeschnid genera *Gynacantha* Rambur, 1842 and *Neuraeschna* Hagen, 1867 (Dijkstra 2005 and Belle 1989, respectively). Despite advances in evolutionary understanding of VS of Anisoptera, there has been no comprehensive work on “Cordulidae” and therefore the primary homology (*sensu* De Pinna 1991) among genera are not fully understood. Conflicting interpretations of homology coupled with different terminologies (Miller 1991 and Pfau 2005) have also significantly hampered comparative studies.

Machado & Costa (1995) examined the VS the most species of *Neocordulia* Machado & Costa, 1995, one of the larger Neotropical cordulid genera, and detected only two morphological types. Although this organ provides valuable taxonomic information for *Neocordulia*, differentiations among some species are not clear (cf. May 1991). Concerning to *Lauromacromia*, Machado (2002, 2005b) did not describe the VS for species he described. We observed little difference in morphology of the VS in *L. melanica*, *L. dubitalis* and *L. lauromojoi* (Figs. 16–18). Based on label data (see under remarks), Santos examined the VS of the paratype of *L. melanica* and apparently did not consider it different from his holotype of *L. lauromojoi*. This may have led him to consider the specimens we describe as new as conspecific with his *L. lauromojoi*. We could not find the VS of the holotype of *L. lauromojoi* and believe it lost precluding any further study. A detailed comparative study of the VS of all species of the genus specially based in fresh specimens may determine their taxonomic-phylogenetic value.

Lauromacromia comprises three well-defined species groups based on the caudal appendages: (1) *dubitalis* or Amazonian group, contains only *L. dubitalis* – cercus approximately as long as S10; basal carina (shelf-like lateral expansion *sensu* May 1991) almost restricted to latero-basal portion, not extended to ventral surface; apex of cerci divergent in dorsal view; (2) *lauromojoi* or Cerrado group (Machado 2002, 2005a), includes *L. lauromojoi*, *L. bedei* and *L. flaviae* – cercus approximately 1.5 times longer than S10; basal carina extending latero-ventrally at least to 0.40 of cercus length, with distinct formation of a separate knob-like process (tubercle) on the ventral surface; apex of cercus bluntly pointed; (3) *pinguiba* or Atlantic Forest group, includes *L. melanica* and *L. pinguiba* – cercus approximately 2 times or longer than S10; basal carina extending latero-ventrally but restricted to 0.33 basal of cercus, with a oblique granulose crest connected with basal carina, without a true tubercle; apex of cercus acutely pointed. Additional information is given in the identification key and in the cladistic analysis.

Lauromacromia melanica can only be confused with *L. pinguiba*, however they are easily distinguished by color pattern of thorax and abdomen. The pale spots anterior of TC in *L. pinguiba* are present on S3–6 and posterior to TC in S7 (Fig. 23), while in *L. melanica* only posterior to TC on S7, these being small and rounded (Fig. 22); the metepisternal pale stripe is smaller in *L. melanica* and not enlarged on its superior portion (Fig. 1), as in *L. pinguiba* (Figs. 2; 22). The shape of the mesal expansion on dorsal keel of S10 is similar to that of *L. pinguiba*, although this structure suffered postmortem distortion when dried and the anterior part of S10 is partially enclosed by S9 in the male holotype of the latter, a laboratory-reared specimen, obscuring this structure (cf. Carvalho *et al.* 2004: Fig. 6). Postmortem distortion also occurred in the sternite of S8, rendering the sternal process not completely visible. However, Carvalho *et al.* (2004: 5) observed in the living specimen that S8 had a keel-shaped, posteriorly truncate sternal projection and is therefore similar to *L. melanica* (Fig. 7).

We examined an adult male of *L. lauromojoi* (in MZSP) from Três Lagoas municipality, Mato Grosso do Sul State, Brazil which we compared with the holotype of *L. lauromojoi* and both agree in all aspects except for its smaller size (e.g. length of Fw 31.0 vs. 33.1 mm in the holotype) and some features of wing venation (e.g. 5 P₁ in Fw vs. 6–7; anal loop composed by 6 vs. 8 cells). The pale costal margin, first observed by Machado (2002), confirms it as unique for this species. We identified two larvae as probable *L. dubitalis* from Brazil, one F-1 stadium from Manaus municipality, Amazonas State, and an early stadium from Barcarena municipality, Pará State (both in DZJR). The F-1 larva agrees in all aspects with the possible larva described and assigned to *L. dubitalis* by Fleck (2002), whose identity was later confirmed by emergence of both sexes (G. Fleck, pers. comm.).

Identification key for males of *Lauromacromia*

This key is based on males, but in some cases should allow identification of females according to color pattern. Due to fewness of specimens coupled with possible underestimation of intraspecific variation and probable discovery of new species, this key should be used with caution.

- Apexes of cerci divergent in dorsal view; mesal expansion on dorsal keel of S10 triangular in lateral view, acute, with dorsal angle between anterior and posterior margins less than 60°; Amazonian species, Venezuela, French Guyana to Amazonas and Pará States in Brazil. *L. dubitalis*
- Apexes of cerci approximately parallel in dorsal view; mesal expansion on dorsal keel of S10 obtuse in lateral view (Figs. 10–11), or, if triangular, with dorsal angle between anterior and posterior margins approximately 90° (Fig. 12, 13b). *L. lauromojoi*
- Medial ventral surface of cercus with a tubercle (Fig. 15); S5–6 with pale spots posterior to transverse carina (TC) (Figs. 24–25); Cerrado species *L. flaviae*
- Medial ventral surface of cercus lacking a true tubercle (Fig. 14); S5–6 lacking pale spots posterior to TC (Figs. 22–23); Atlantic Forest species *L. pinguiba*
- Fw costal margin pale (Figs. 24–25); mesal expansion on dorsal keel of S10 obtuse in lateral view (Figs. 10–11); Distrito Federal and Mato Grosso do Sul State, Brazil *L. lauromojoi*
- Fw costal margin dark (Figs. 22–23); mesal expansion on dorsal keel of S10 triangular in lateral view (as in Fig. 12, 13b). *L. melanica*
- S4 with a pale spot posterior to TC; S7 without pale spots anterior to TC; metepisternal pale stripe sinuous; Minas Gerais State, Brazil *L. bedei*
- S4 without pale spots posterior to TC; S7 with pale spots anterior to TC; metepisternal pale stripe almost straight; Minas Gerais State, Brazil *L. lauromojoi*
- S3–4 with pale spots anterior to TC (Fig. 23); metepisternal pale stripe sinuous with superior portion enlarged (Fig. 2); São Paulo State, Brazil *L. pinguiba*
- S3–6 uniformly black (Fig. 22); metepisternal pale stripe ellipsoid with superior portion narrowed (Fig. 1); Espírito Santo State, Brazil *L. melanica*

Cladistic analysis

Characters List. Forty-three external morphological characters of adult males were selected for the analysis of which 17 were informative when all characters states were unordered and 19 when characters up to three states were ordered. The character fit metrics, i.e. number of steps, consistency and retention indexes, are provided only based on the tree generated with all characters unordered (Fitch optimization) and full coding data (matrix) is given in Appendix 1.

- Number of crossveins in the space between oblique vein and origin of IR2. Steps = 1, ci = 1, ri = 1. (0) two bridge crossveins located before the RP1–2 fork; (1) one bridge crossvein under RP1–2 fork or at RP2.
- Level of maximum extension of the anal loop. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) reaching the distal level of triangle, with undefined Cuspl (without midrib); (1) reaching approximately the level of RP-midfork, with defined Cuspl (midrib present).

- Color of costal margin of the wing (CA&CP&ScA). Steps = 2, ci = 0.50, ri = 0. (0) brown to black (Figs. 22–23); (1) yellowish (Figs. 24–25).
- Number of cell rows on Fw discoidal field. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) one near to costal nodus level; (1) two near to costal nodus level.
- Shape of the distal portion of Fw discoidal field. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) widened (MA and MP divergent); (1) parallel sided (MA and MP parallel).
- Curvature of MA and RP3–4 in Fw. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) irregular, undulate at level of costal nodus; (1) regular, without undulation at level of costal nodus.
- Color pattern of dorsal surface of antealar sinus. Steps = 1, ci = 1, ri = 0. (0) brown to black in major area (Figs. 1–2); (1) completely yellowish (Figs. 3–4).
- Color pattern of mesepisternum. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) uniformly colored (Figs. 1–4; 22–25); (1) composed by pale spots.
- Color pattern of mesepimeron. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) uniformly colored (Figs. 1–4; 24–25); (1) composed by pale spots.
- Color pattern of metepisternum. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) uniformly colored; (1) with two discontinuous pale spots; (2) with a continuous pale stripe (Figs. 1–4; 22–25).
- Inclusion of spiracle by the pale area (stripe) of metepisternum. Steps = 3, ci = 0.67, ri = 0.50. (0) none; (1) partial; (2) complete (Figs. 1–4; 22–25).
- Shape of dorsal portion of the metepisternal pale spot in comparison with midheight length. Steps = 3, ci = 1, ri = -. (0) narrowed (Fig. 1); (1) similar; (2) expanded (Figs. 2–4; 23–25); (3) greatly expanded.
- Ventral surface of mesothoracic tibia. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) not projected; (1) projected, forming a tibial keel.
- Ventral margins of S1. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) projected into a denticulate process; (1) rounded, not projected.
- Posterior margin of anterior lamina. Steps = 2, ci = 1, ri = -. (0) weakly expanded; (1) expanded, forming one lamina (laminar projection *sensu* von Ellenrieder & Garrison 2005); (2) expanded but lacking a distinct laminar-projection.
- Ventral surface of S2. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) almost straight, not expanded in a genital lobe; (1) expanded in a genital lobe.
- Shape of genital lobe. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) subquadrangular; (1) subtriangular (Figs. 22–25).
- Shape of posterior hamule. Steps = 2, ci = 1, ri = -. (0) bifid; (1) not bifid with a finger-like process; (2) not bifid with a nipple-like process.
- Height of genital lobe relative to posterior hamule. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) higher; (1) approximately subequal.
- Internal surface of auricles. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) smooth, without denticles; (1) with numerous denticles.
- Color pattern of dorso-lateral area anterior to TC on S3–4. Steps = 2, ci = 0.50, ri = 0.0. (0) uniform, without a pale spot (Fig. 22); (1) with a pale spot (Figs. 23–25).
- Color pattern of area anterior to TC on S5–6. Steps = 3, ci = 0.33, ri = 0.0. (0) uniform, without pale spots (Figs. 22); (1) with a pale spot (Figs. 23–25).
- Color pattern of dorso-lateral area anterior to TC on S7. Steps = 2, ci = 0.50, ri = 0.50. (0) uniform, without pale spots (Figs. 22–23); (1) with a pale spot (Figs. 24–25).
- Color pattern of the dorso-lateral area posterior to TC on S4. Steps = 2, ci = 0.50, ri = 0.0. (0) uniform, without pale spots (Figs. 22–25); (1) with a pale spot.
- Color pattern of the dorso-lateral area posterior to TC on S5–6. Steps = 2, ci = 0.50, ri = 0.67. (0) uniform, without pale spots (Figs. 22–23); (1) with a pale spot (Figs. 24–25).
- Color pattern of the dorso-lateral area posterior to transverse carina on S7. Steps = 1, ci = 1, ri = -. (0) uniform, without pale spots; (1) with a pale spot (Figs. 22–25).
- Color pattern of the dorso-lateral area on S8. Steps = 3, ci = 0.33, ri = 0.33. (0) uniform, without a pale spot (Figs. 22); (1) with a pale spot (Figs. 23–25).

28. Size of dorso-lateral pale spot on S8. Steps = 3, ci = 1, ri = -, (0) small, reduced a minute rounded anterior spot; (1) small, reduced an elongated anterior spot (Figs. 23); (2) large, occupying at least 0.25 of the tergite length (Figs. 24-25); (3) very large, occupying almost entire area of tergite.
29. Surface of sternum of S8. Steps = 1, ci = 1, ri = -, (0) projected, with basal process (Figs. 7-9; 22; 24-25); (1) smooth, without process.
30. Shape of apex of the sternal process of S8. Steps = 1, ci = 1, ri = -, (0) apex two-pointed, biconical; (1) apex one-pointed, conical (Figs. 7-9).
31. Shape of the sternal process of S8, in lateral view. Steps = 1, ci = 1, ri = 1, (0) curved posteriorly, with posterior margin concave (Figs. 8-9); (1) not curved, with posterior margin truncate (Fig. 7).
32. Shape of epiproct. Steps = 1, ci = 1, ri = -, (0) quadrangular; (1) triangular (Figs. 13a-c).
33. Extension of basal carina of cercus (Shelf-like expansion *sensu* May 1991). Steps = 2, ci = 1, ri = 1, (0) restricted to extreme basal area; (1) elongate only laterally; (2) elongate latero-ventrally (Figs. 13a-c; 14-15).
34. Level of posterior reaching of ventral elongation of basal carina of cercus. Steps = 1, ci = 1, ri = 1, (0) less than 0.33 of cercus total length, without a distinct tubercle (Figs. 13a-c; 14); (1) about 0.50 of cercus total length, with a distinct tubercle (Fig. 15).
35. Internal surface of cercus. Steps = 1, ci = 1, ri = -, (0) without a process (Figs. 13b-c; 14-15); (1) with a broad process (medial tooth *sensu* May 1991).
36. Ventral-subbasal surface of cercus. Steps = 1, ci = 1, ri = -, (0) without a tooth-like process (Figs. 13b-c; 14-15); (1) with a ventrobasal tooth (*sensu* May 1991).
37. General shape of cercus. Steps = 1, ci = 1, ri = 1, (0) subcylindrical; (1) conical (Figs. 13a-c).
38. Shape of cercus apex in dorsal view. Steps = 2, ci = 1, ri = 1, (0) blunt; (1) acuminate, but not acute; (2) acuminate, acutely pointed (Figs. 13a-c).
39. Apexes of cerci. Steps = 2, ci = 1, ri = 1, (0) convergent; (1) divergent; (2) approximately parallel.
40. Cercus length versus S10 maximum length in lateral view (cercus/S10 length ratio). Steps = 2, ci = 1, ri = 1, (0) shorter than 1.5; (1) larger than 1.5 and shorter than 2.0; (2) larger than 2.0 (Figs. 13a-b).
41. Dorsal surface of S10. Steps = 1, ci = 1, ri = -, (0) almost linear, without a distinct keel-shaped process; (1) irregular, with a distinct keel-shaped process.
42. Shape of mesal expansion on dorsal keel of S10 in lateral view. Steps = 3, ci = 1, ri = -, (0) approximately straight; (1) obtuse, anterior and posterior margins meeting at greater than 90° (Figs. 10-11); (2) bluntly triangular, anterior and posterior margins meeting at approximately 90° (Figs. 12); (3) acutely triangular, anterior and posterior margins meeting at less than 60°.
43. Disposition of setae on cercus apex. Steps = 1, ci = 1, ri = -, (0) regularly distributed; (1) concentrated to form a tuft of prominent, long setae.

Results and discussion. The parsimony analysis with all characters states unordered (first analysis) generated only one MPT, with 66 steps of length, CI = 0.69 and RI = 0.62 (Fig. 19). The ACCTRAN and DELTRAN criteria of character state evolution diverged only with regard to optimization of character 28 (Fig. 19). The hypothesis on monophyly of *Lauromacromia* is supported by eleven character states, however the branch showed low values of *b* (1) and *bs* (<50) (Fig. 19, node A). This unexpected low branch stability might partially be explained by the effect of non-applicable states codified for one or both of outgroups (Appendix 1). These non-applicable states, in addition with the missing entries, affected the optimization on the entire tree and in some cases lead to an ambiguous synapomorphy determination. Inapplicable data ("–"), though distinct from missing data ("?"), are computationally treated as the same and introduce severe difficulties under parsimony criterion resulting in a decrease of resolution of the MPT or loss of significance to *bs* (cf. Kitching *et al.* 1998; Egan 2006).

The following character states (respective numbers and states in parentheses) support monophyly of *Lauromacromia* with respect to outgroups: one bridge crossvein located under RP2 clearly distal to RP1–RP2 fork (ch. 1, state 1); metepisternal pale stripe partially enclosing spiracle (ch. 11, state 1) but with a homoplastic transformation to stripe completely enclosing spiracle (state 2) at nodes of Atlantic species and *L.*

luismojei; posterior margin of anterior lamina weakly expanded (ch. 15, state 1); genital lobe subtriangular (ch. 17, 1); posterior hamule not bifid and with a nipple-like process (ch. 18, state 2); apex of the sternal process on S8 one-pointed, conical (ch. 30, state 1); basal carina of cercus elongate latero-ventrally (ch. 33, state 2) but with a transformation to elongate only laterally in *L. dubitalis* (state 1); cercus conical (ch. 37, state 1); apex of cercus in dorsal view acuminate and acutely pointed (ch. 38, state 2), but with transformation to acuminate at node of Cerrado species (state 1); apex of cerci approximately parallel sided in dorsal view (ch. 39, state 2), but with transformation to divergent in *L. dubitalis* (state 1); mesal process on keel of S10 triangular with anterior and posterior margins forming an angle of approximately 90° in lateral view (ch. 42, state 2), but with transformation to very acute in *L. dubitalis* (state 3) and obtuse in *L. luismojei* (state 1).

We consider characters states 1.1, 17.1, 18.2, 30.1 and 33.2 most relevant in our analyses and probably represent synapomorphies of *Lauromacromia* independently of taxa chosen as outgroups. Some of these character states, though optimized on the tree as unique for the genus, have been considered as shared with other Neotropical "Corduliidae" or previously overlooked. The presence of just one bridge crossvein (*L. luismojei* holotype has two bridge crossveins in left Fw) distally to RP1–RP2 division (ch. 1, state 1) is found in *Navicordulia* and *Helocordulia* Needham, 1901 among New World "Corduliidae" (Garrison *et al.* 2006). Further examination of this aspect is necessary as most probably none of these genera are closely related to *Lauromacromia* but are probably "Corduliidae" *sensu stricto* (Fraser 1957; Ware *et al.* 2007). The triangular shape of genital lobe (ch. 17, state 1) in *Paracordulia* Martin, 1907 is superficially the same as in *Lauromacromia* but in *Paracordulia* it is thin, strongly directed posteriorly and covered with scattered setae (Garrison *et al.* 2006); in *Lauromacromia* it is robust with lateral surface distinctly convex, weakly directed posteriorly, and their internal surfaces are covered with rows of strong setae. The posterior hamule in *Lauromacromia* has a "nipple-like" process (ch. 18, state 2) unique condition among New World cordulids, but its presence in Old World genera is unknown. We consider the shape of the apex of sternal process of S8 (ch. 30, state 1) unique to *Lauromacromia*, although Garrison *et al.* (2006) assumed it to be shared with the subgenus *Neocordulia*. The apex of S8 process in *Lauromacromia* is one-pointed (conical), while in subgenus *Neocordulia* it is two-pointed (biconical), as indicated by May (1991). Machado (2005c) stated that *N. (Neocordulia) matsumura* Machado, 2005 has a conical process on S8 but his Figure 1 probably represents a condition distinct from that found in *Lauromacromia*. The distinct basal carina of *Lauromacromia* forms a lateral basal expansion which encloses a concave central area and seems to be a unique feature of this genus (ch. 33, state 2). The basal carina has been described for all the species of *Lauromacromia* under different names, i.e. lateral keel-like expansion (Fraser 1939; Geijskes 1970), external lateral margin thick (Santos 1967), shelf-like lateral expansion (May 1991), lateral carina (Machado 2002, 2005b) and latero-basal expansion (Carvalho *et al.* 2004). The surface of basal carina is micro-punctate and differs from the remaining of cercus.

The Cerrado and the Atlantic Forest groups were justified as monophyletic, while *L. dubitalis* forms a polytomy with these two groups. The branch of *L. dubitalis* is supported by four character states (Fig. 19): basal carina expansion elongate only laterally (ch. 33, state 1); apex of cerci divergent (ch. 39, state 1); cercus short, less of 1.5 of S10 length (ch. 40, state 0); mesal expansion on dorsal keel of S10 very acute, with dorsal angle between anterior and posterior margins less than 60° (ch. 42, state 3).

The Atlantic forest group (*L. melnica* + *L. picinguaba*) monophyly showed no significant values of *b* and *bs* (Fig. 19, node B) and is supported by three character states of which only one (cercus more than 2 times of S10, ch. 40, state 2) is unambiguously optimized. The character state dorso-lateral pale spot small and elongated on anterior of S8 (ch. 28, state 1) is present only in *L. picinguaba* resulting in different optimizations under ACCTRAN and DELTRAN. Only the latter criterion (DELTRAN) should be accepted as a possible transformation since the dorso-lateral spot on S8 is absent in *L. melnica*.

The monophyly of Cerrado species group (*L. bedei* + *L. flaviae* + *L. luismojei*) is supported by three character states: sternal process of S8 strongly curved with the posterior margin concave (ch. 31, state 0), cercus basal carina reaching posteriorly 0.50 of cercus length with a formation of a central tubercle ventrally (ch. 34, state 1), cercus apex acuminate but not sharply acute (ch. 38, state 1) (Fig. 19, node C). The two first character states provide the strongest evidence of monophyly for this group, possibly are unique among

all "Corduliidae" species. The most remarkable character state is the presence of a tubercle on the middle of cercus which differs from the other species within the genus. We consider this character as non-comparable for outgroups and *L. dubitalis* because the basal carina of cercus is not directed ventrally. In *L. dubitalis* the basal carina is restricted to the lateral surface of cercus (De Marmels *pers. comm.*), whereas in the Atlantic and Cerrado groups it is directed ventrally and surrounds a distinct concave area. The tubercle of the Cerrado species apparently is an isolated posterior part of the ventral extension of basal carina, since the surface of both show characteristic micro-punctures (Fig. 15). Besides, the Atlantic group shows a process-like projection connected with the carina that looks like a tubercle in lateral view (Figs. 13c; 14). The sister-group relationship between *L. bedei* and *L. luismojei* is supported by just one character state: dorsal area of antecular sinus completely yellowish (ch. 7, state 1). Despite a weak support, this branch is the only one not collapsed in the Bootstrap majority rule consensus with 60 of *bs*.

The analysis with the characters of up to three states ordered (second analysis) generated only one MPT with 68 steps of length, CI = 0.70 and RI = 0.67. The relationships and character states optimization under ACCTRAN and DELTRAN are presented in Figs. 20a–b. In this hypothesis the monophyly of *Lauromacromia* is supported by twelve characters under ACCTRAN and eleven under DELTRAN (Figs. 20a–b, node A), similar to those of the first analysis, however with higher values of branch stability (*b* = 6 and *bs* = 86). These values approximate the expected for a branch with several character state transformations. This can have occurred due to the increasing the number of informative characters and corresponding reduction of the influence of missing entries on the analysis. The basal polytomy observed in the unordered analysis is resolved with *L. dubitalis* as the sister-group of the Atlantic + Cerrado groups (Figs. 20a–b, node E), but the sister-group relationship between Atlantic and Cerrado is not strongly supported (*b* = 1 and *bs* = 64). Despite the low values of support, monophyly of Atlantic group (Figs. 20a–b, node B; *b* = 2 and *bs* = 75) and Cerrado group (Figs. 20a–b, node C; *b* = 2 and *bs* = 62) endorses the hypothesis obtained with all characters unordered. The same was presented in relation to the monophyly of *L. bedei* + *L. luismojei*, which was also supported by low values (Figs. 20a–b, node D; *b* = 3 and *bs* = 79). Though the linear transformation applied to characters in the second analysis (ordered) is feasible, the result should be considered an alternative hypothesis to the one obtained from unordered analysis, and likely more robust results will await discovery of females and larvae.

The phylogenetic relationships of *Lauromacromia* to other genera of Gomphomacromiinae are not clear. Adults share morphological features mainly with *Gomphomacromia* and *Neocordulia* in the New World, but the larva does not resemble either of these two genera (cf. Fleck 2002; Fleck & Legrand 2006; Carvalho *et al.* 2008). Carvalho *et al.* (2008) found some uncommon characteristics for South American "Corduliidae" in the larva of *L. picinguaba*, such as lateral spines on S4–7, shared only with *Ridula* Navás, 1915. This feature may not have a true phylogenetic signal, since these genera probably are not closely related. Based mainly on larval morphology, Fleck & Legrand (2006) proposed *Lauromacromia* as a sister-group of *Idomacromia* + *Neocordulia*. These authors rejected the hypothesis of a sister-group relationship between *Lauromacromia* and *Neocordulia* since several of the shared characters were considered convergent based possibly on similar life-styles. They also suggested a close relationship between *Neocordulia* and the European *Oxygastra* Selys, 1870. However the Fleck-Legrand hypothesis was not generated using an explicit congruence test of characters and caution should be used in interpreting their result. The character polarization was determined *a priori* (Homnigian criterion), which turns the condition of characters absolute (e.g. plesiomorphic/apomorphic), i.e. the apomorphic states of characters are not exclusively dependent on a phylogenetic hypothesis of relationship. This aspect was extensively discussed under the context of primary and secondary homology by De Pinna (1991: 372). Despite the use of methodological constraints the Fleck-Legrand hypothesis yields important insights and partially agrees with the classification presented by Fraser (1957), who considered *Lauromacromia* (still included in *Gomphomacromia*) and *Neocordulia* under Gomphomacromiinae and *Idomacromia* a highly specialized member of this subfamily, suggesting a close relationship among these genera. A recent molecular phylogenetic study with an extensive sample of Libelluloidea (Ware *et al.* 2007) revealed Gomphomacromiinae as paraphyletic with respect to "Corduliidae" *sensu stricto*, but unfortunately no species of *Lauromacromia*, *Neocordulia*, *Neocordulia* and *Idomacromia* were included, therefore their placements waiting to be assessed.

FIGURES 19–20. Most-parsimonious cladograms depicting phylogenetic relationship between *Lauromacromia* species. (19) cladogram obtained from characters unordered and with equal weight (66 steps, CI = 0.69 and RI = 0.62); (20) cladogram obtained from characters until three states ordered and with equal weight (68 steps, CI = 0.70 and RI = 0.67). (a) ACCTRAN optimization, (b) DELTRAN optimization. Black rectangles non homoplastic characters; white rectangles, characters with homoplastic transformation; partially black rectangle, unique character state with different optimization under DELTRAN. A–E nodes (see text for branch stability indexes).

FIGURE 21. Map of South America with distribution records of species of the genus *Lauromacromia*. Shaded area corresponds to original extension of Cerrado Biome in Brazil. Abbreviations of Brazilian States: AM, Amazonas; DF, Distrito Federal; ES, Espírito Santo; MG, Minas Gerais; MS, Mato Grosso do Sul; PA, Pará; SP, São Paulo.

Biogeography

Comments on the Neotropical dragonfly biota. The Neotropical Odonata fauna is one of the most diverse of the World with more than 1600 species (Garrison *et al.* 2006; Kalkman *et al.* 2008). However, this number should be revised since current checklists present all South America as a unique biotic unity, overlooking the composite nature of this continent. Temperate southern South America and the Andean mountain chain from northern of Argentina to Colombia and Venezuela should not be considered as part of the Neotropical region, since they are more close related with other endemic areas from outside of the continent (cf. Crisci *et al.* 1991; Amorin & Tozoni 1994; Amorin & Pires 1996; Morrone & Urtubey 1997; Humphries & Paranti 1999; Katinas *et al.* 1999; Morrone 2001, 2002, 2004a–b, 2006). Morrone (2006) proposed that South America should be composed of three major biogeographical units (areas of endemism): Neotropical region, South American transition zone and Andean region. Remarkably the dragonfly fauna occurring in the Andean region and South American transition zone is characterized by several endemic taxa that probably are not closely related with those of the tropical portion of South America such as anisopteran representatives of Aeshnidae (*Allopetalia* Selys, 1873 and most of *Rhionaeschna* Förster, 1909), Austropetaliidae (*Hypopetalia* McLachlan, 1870 and *Phyllopetalia* Selys, 1858), Gomphidae (*Neogomphus* Selys, 1858), Libellulidae (some species of *Sympetrum* Newman, 1833), Petalidae (*Phenes* Rambur, 1842) and Neopetalidae (*Neopetalia* Cowley, 1934), as well as zygopteran genera of Megapodagrionidae (*Tetrapodagrion* De Marmels, 2001) and

Coenagrionidae (*Andagrion* Bulla, 1973, *Mesamphigrion* Kennedy, 1920 and *Oreialagma* von Ellenrieder & Garrison, 2008) (Muzón 1997; De Marmels 2000, 2001; von Ellenrieder 2003; Garrison *et al.* 2006; Grehan 2006; von Ellenrieder & Muzón 2006; von Ellenrieder & Garrison 2008). Although the region limits are based on biotic elements (evidence of genealogical hierarchy), their delimitation is not static and must represent as much as possible our current understanding on biotic evolution and spatial relationships. Thus, if historical biogeographical aspects are considered, the “Cordillidae” genera *Rialia* (one species) and *Gomphomacromia* (four species) should be excluded from the Neotropical dragonfly fauna, since they present coincident distributions with the Andean region or at maximum with the South America transition zone. Therefore among the forty species listed by Carvalho *et al.* (2008) and with recent descriptions of the new species the “Cordillidae”, Neotropical fauna under strict sense are reduced to only 38 species in six or seven genera (including *Schizocordulia*).

Lauromacromia biogeography. Based on the 14 known adult specimens of *Lauromacromia* and the reported occurrence of few larvae of *L. dubitalis* (Fleck 2002; Araújo & Beserra 2007) and of one unidentified species from São Paulo State in Brazil (Ferreira-Peruquetti & Fonseca-Gessner 2003), the genus are distributed on three major biomes of the Neotropics: Atlantic Forest, Cerrado and Amazon Forest (Fig. 21). Unfortunately the scarcity of distributional records does not allow the use of any method for identification of primary spatial homology (e.g. Panbiogeography and PAE). In spite of such limitations, superimposing our hypotheses of relationship of *Lauromacromia* species on the map of their distribution allow comparisons with existing hypotheses of interrelationships among the Neotropical subregions. Morrone (2006) partitioned the Neotropical region into four subregions: Amazonian, Caribbean, Chacoan and Paraná, which are subdivided into forty-four provinces. *Lauromacromia dubitalis* is widespread in the Amazonian subregion from Guianas to Varzea and Pará provinces; *L. melanicus* and *L. pinguaba* are restricted to Brazilian Atlantic Forest province in Paraná subregion and *L. bedei*, *L. luismojei* and *L. flaviae* are recorded from Cerrado province in Chacoan subregion. Nihel & Carvalho (2007), using Brooks Parsimony Analysis performed with *Polietina* Schnabl & Dziedziński (Diptera: Muscidae), hypothesized that the Chacoan subregion is closely related to Paraná subregion, and that the Amazonian subregion comprises a parapatric area, basal to the two formers. This pattern is congruent with our cladogram, and the possible cladogenetic events identified for *Lauromacromia* notably correspond to the major South America vicariant events as proposed by Amorin & Pires (1996) and revised and updated by Nihel & Carvalho (2004). The separation of the continent between a Northwest and a Southwest portions, along Amazonas, Madeira and Mamoré rivers in the Late Cretaceous, could have occasioned the first cladogenetic event with isolation of *L. dubitalis* lineage; the second event, with the isolation of the two other lineages, could be related with the elevations of Serra da Mantiqueira and Serra do Mar mountain chains during the Oligocene. This geological event could have acted as an efficient geographic barrier resulting in a split in *Lauromacromia* components from the Cerrado and Atlantic groups, as hypothesized for freshwater fishes (Ingenito & Buckup 2007).

Nevertheless, the scenario proposed above to *Lauromacromia* is somewhat speculative, and requires further studies applying methods of Historical Biogeography for finding a general pattern to corroborate it. Further, the identity of the sister-group of the genus should help provide a feasible hypothesis on spatial evolution and inferring their causal processes.

Ecology and conservation

Lauromacromia could be classified as forest-dependent dragonflies, breeding at sites near or within of forests. Although the Cerrado is composed mainly by savanna-like vegetation not by forest in its strict sense (cf. Oliveira-Filho & Ratter 2002), but Cerrado species were collected along rivers bordered by remnants of gallery forest (Machado 2005b). One the other hand the larva of *L. dubitalis* from Barcarena was collected in an open area (cf. Pinto & Carvalho 2009).

Machado (2005b) discussed *Lauromacromia* conservation and proposed including Cerrado group in IUCN category Data Deficient (DD) based on limited information. Species in this category are not targeted for conservation action although their needs might be very great (IUCN 2008 p.7). However, IUCN (2008

p.62) warns against an unrestricted adoption of a DD category: “It is important to recognize that taxa that are poorly known can often be assigned a threat category on the basis of background information concerning the deterioration of their habitat and/or other causal factors; therefore the liberal use of Data Deficient is discouraged”. We consider correct the interpretation of IUCN criteria made by Machado, but the Brazilian species (Cerrado and Atlantic groups) could be included under some level of threat, according to the few known records and in respect the rapid deforestation in their areas of occurrence. Excluding *L. dubitalis*, the species are distributed in two of the five richest and most threatened areas of South America (hotspots, Myers *et al.* 2000). The Cerrado biome corresponds to 22% of total area of Brazil and have undergone accelerate losses of biodiversity. More than 55 % of their natural landscape is used for economic activities, mainly by artificial pastures (Klink & Machado 2005). The two records of *L. luismojei* are date from 1960’s and that of *L. flaviae* from 1970’s; only *L. bedei* was collected in the current decade. Priority areas for Cerrado conservation on the basis of several biological-social criteria were recently suggested, and included the occurrence areas of *Lauromacromia* Cerrado group (cf. Cavalcanti & Joly 2002). In addition, the Atlantic Forest is under the most intense population pressures in Brazil and today is reduced only to seven percent of their original area (Morrellato & Haddad 2000).

evaluation with some degree of precision of the status of these species. Therefore, just increasing the available information on their biology and assessing their threat category will promote the preservation of their habitats and consequently of their populations.

Additional material examined

Lauromacromia cf. *dubitalis*. (2 larvae). BRAZIL. Amazonas State: Manaus, PDBFF ZF3, Km 21, [Azena] Esteio, Igarapé (R.P. Eva M. continua), 02°26’05”S, 59°54’27”W, 12.II.2001, Nessimian, J. leg., 1 F-I larva (DZJR); Pará State: Barcarena, Loc. 070, Igarapé Açu, 01°35’49.25”S, 48°45’11.14”W, IX-X.2006, Ferreira-Jr., N. & Nessimian, J. leg., 1 early stadium larva (DZJR).

Lauromacromia luismojei. (2 ♀). BRAZIL. Distrito Federal: Brasília, Rio [São] Bartolomeu, 26.XI.1963, Santos, N.D.; Machado, J.P.; Borges, C. & Mojeia, L. leg., holotype ♀ (MNRJ n° 775); Mato Grosso do Sul State: Três Lagoas [boundary with Castilho municipality in São Paulo State], X.1964[?], 1 ♂ (MZSP).

Lauromacromia pinguaba. (1 ♂ and 1 ♀). BRAZIL. São Paulo State: Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Pinguaba, 12.X.2001 [adult’s emergence data], Carvalho, A.L. & Salgado, L.G.V. leg., holotype ♂ (MNRJ); same data of holotype but 24.XI.2001 [adult’s emergence data], 1 paratype ♀ (DZJR).

Neocordulia setifera. (2 ♀). BRAZIL. Rio de Janeiro State: Itatiaia, Parque Nacional de Itatiaia (IT 52), 12.IV.2007, Ferreira-Jr., N. leg., 1 ♂ (DZJR); Serra do Subaio, Teresópolis, 30-31.III.1996, Carvalho, A.L. & Equipe do Laboratório de Entomologia leg. 1 ♂ (DZJR).

Acknowledgements

We are in debt with all curators of the collections studied. We especially thank: Dr. Angelo B. M. Machado (UFMG, Brazil) for reprints, valuable information about the specimens deposited in his collection and critical revision of the manuscript; Dr. Jürg De Marmels (MIZA, Venezuela) for reprints, information and original illustrations of the male specimen of *L. dubitalis* deposited in MIZA; Dr. Günther Fleck (MDHN, France) for reprints and comments on *Lauromacromia* phylogeny; Dr. Janira Martins Costa and Dr. Tatiana C. Santos (MNRJ, Brazil) for information on collecting labels and for kindly permitting the study of material deposited in MNRJ; Dr. Hans K. Pfau (Aarbergen, Germany) for corrections on vesica spermalis terminology; Dr. Natalia von Ellenrieder (Universidad Nacional de Salta, Argentina) for information on *G. paradoxus*; Dr. Rosser W. Garrison (CDEA, U.S.A.) for kindly sending high quality photographs of *G. dubitalis* holotype; Dr. Nelson Ferreira-Jr. and Dr. Jorge L. Nessimian (DZJR) for collecting and permitting us to study larval *L. dubitalis*; Paula Parise Pinto for facilities in São Paulo city during our visit to MZSP. Thanks are due Dr. Jessica L. Ware and another anonymous reviewer for the useful suggestions in the final version of the manuscript. This study was partially financed by Brazilian government agencies: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, fellowship to first author) and Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ processes numbers E-26/170.644/2004 and E-26/171.281/2006).

References

- Amorin, D.S. & Pires, M.R.S. (1996) Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation. In: Bicudo, C.E.M. & Menezes, N.A. (Eds.), *Biodiversity in Brazil: a first approach*. CNPq, São Paulo, pp. 183–219.
- Amorin, D.S. & Tozoni, S.H.S. (1994) Phylogenetic and biogeographic analysis of the Anisopodidae (Diptera, Bibionomorpha), with an area cladogram for intercontinental relationships. *Revista Brasileira de Entomologia*, 38, 517–543.
- Araújo, Y. & Beserra, P. (2007) Diversidade de insetos coletores consumidos por las enías Yanomami y Yekuma del Alto Orinoco, Venezuela. *Interciencia*, 32, 318–323.

FIGURES 22–25. Adult males of *Lauromacromia* species in lateral view. (22) *L. melanicus* sp. nov. (holotype); (23) *L. pinguaba* (holotype); (24) *L. luismojei* (holotype); (4) *L. luismojei* (Brazil, MS: Três Lagoas).

Considering the progressive deterioration of their habitat and limited amount of individuals in collections, extensive collecting expeditions to determine the range of distribution of *Lauromacromia* species and their ecological requirements must be undertaken. These actions should be made as priority efforts for enabling the

Ashina, S. (1954) *A morphological study of a relic dragonfly Epitriptops superstes Selys (Odonata, Anisoptera)*. The Japan Society for Promotion of Science, Tokyo, lxxi + 153 pp.

Belle, J. (1989) A revision of the New World genus *Neuraeschna* Hagen, 1867 (Odonata: Aeshnidae). *Tijdschrift voor Entomologie*, 132, 259–294.

Bremser, K. (1994) Branch support and tree stability. *Cladistics*, 10, 295–304.

Bryant, H.N. (1995) Why autapomorphies should be removed: a reply to Yeates. *Cladistics*, 11, 381–384.

Bybee, S.M., Ogden, T.H., Branham, M.A. & Whiting, M.F. (2008) Molecules, morphology and fossils: a comprehensive approach to odonate phylogeny and the evolution of the odonate wing. *Cladistics*, 23, 1–38.

Carvalho, A.L., Salgado, L.G.V. & Fleck, G. (2008) Description of the larva of *Lauromacromia picinguaba* Carvalho, Salgado & Werneck-de-Carvalho 2004, with key to the genera of Corduliidae larvae occurring in South America. *Zootaxa*, 1848, 57–65.

Carvalho, A.L., Salgado, L.G.V. & Werneck-de-Carvalho, P.C. (2004) Description of a new species of *Lauromacromia* Geijskes, 1970 (Odonata: Corduliidae) from Southeastern Brazil. *Zootaxa*, 666, 1–11.

Cavalcanti, R.B. & Joly, C.A. (2002) Biodiversity and conservation priorities in the cerrado region. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (Eds.), *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, pp. 351–367.

Crisci, J.V., Cigliano, M.M., Morrone, J.J. & Roig-Juñent, S. (1991) Historical Biogeography of Southern South America. *Systematic Zoology*, 40, 152–171.

Davies, D.A.L. & Tobin, P. (1985) The dragonflies of the world: a systematic list of the extant species of Odonata. vol. 2. Anisoptera. *Societas Internationalis Odonatologica, Rapid Communications, (Supplement)*, 5, 1–151.

De Marmels, J. (1985) Hallazgo de Odonata nuevos para Venezuela o pocos conocidos. 4. *Boletín de Entomología Venezolana* N.º. 4, 85–91.

De Marmels, J. (2000) The larva of *Alloptilia pautoluosa* Selys, 1873 (Anisoptera: Aeshnidae), with notes on aeshnoid evolution and biogeography. *Odonatologica*, 29, 113–128.

De Marmels, J. (2001) Revision of *Megapodagrion* Selys, 1886 (Insecta, Odonata, Megapodagrionidae). Ph.D. Thesis, Universität Zürich, 220 pp.

De Pinna, M.C.C. (1991) Concepts and tests of homology in the cladistic paradigm. *Cladistics*, 7, 367–394.

Dijkstra, K.D.B. (2005) Taxonomy and identification of the continental African *Oynacantha* and *Heliaeschna* species (Odonata: Aeshnidae). *International Journal of Odonatology*, 8, 1–32.

Egan, M.G. (2006) Support versus corroboration. *Journal of Biomedical Informatics*, 39, 72–85.

ESRI (1999). *ArcView/IGIS 3.2a*. Environmental Systems Research Institute Inc., New York.

Falling Rain Genomics Inc. (2007) Global Gazetteer versão 2.1. Available from <http://www.fallingrain.com> (accessed July 2007) [Copyright 1996–2006].

Farris, J. (1970) Methods for Computing Wagner Trees. *Systematic Zoology*, 19, 83–92.

Farris, J. (1989) The retention index and the rescaled consistency index. *Cladistics*, 5, 374–385.

Felsenstein, J. (1985) Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 39, 783–791.

Ferreira-Penquetti, P.S. & Fonseca-Gessner, A.A. (2003) Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20, 219–224.

Fitch, W.M. (1971) Toward defining the code of evolution: minimum change for a specific tree topology. *Systematic Zoology*, 20, 406–416.

Fleck, G. (2002) Une larve d'Odonate remarquable de la Guyane française, probablement *Lauromacromia dubitalis* (Fraser, 1939) (Odonata, Anisoptera, Corduliidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 107, 223–230.

Fleck, G. & Legrand, J. (2006) La larve du genre *Nesocordulia* McLachlan, 1882, conséquences phylogénétiques (Odonata, Anisoptera, Corduliidae). *Revue Française d'Entomologie (Nouvelle-Série)*, 32, 31–40.

Fleck, G., Bebbly, G., Martinez-Delbe, X., Jarzembowski, E., Coram, R. & Nel, A. (2003) Phylogeny and classification of the Stenophlebiptera (Odonata: Epiroptophora). *Annales de la Société entomologique de France*, 39, 55–93.

Fraser, F.C. (1939) Additions to the family Corduliidae including descriptions of two new species and a new genus (Order – Odonata). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London (B)*, 8, 91–95.

Fraser, F.C. (1957) *Reclassification of the order Odonata*. Royal Zoological Society of New South Wales, Sydney, 133 pp.

Garrison, R.W., von Ellenrieder, N. & Louton, J.A. (2006) *Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Anisoptera*. The John Hopkins University Press, Baltimore, xiv + 368 pp.

Geijskes, D.C. (1970) Generic characters of the South American Corduliidae, with descriptions of the species found in the Guianas. *Studies on the Fauna of Suriname and other Outanex*, 12, 1–42.

Orehun, J. (2006) A brief look at Pacific biogeography: the trans-oceanic travels of *Microseris* (Angiosperms: Asteraceae). In: Ebach, M. & Tangney, R. (Eds.), *Biogeography in a Changing World*. Systematic associations special volume 70, Taylor & Francis, Boca Raton, pp. 83–92.

Humphries, C.J. & Parenti, L.R. (1999) *Cladistic biogeography second edition: interpreting patterns of plant and animal distributions*. Oxford University press, Oxford, xi + 187 pp.

Ingenito, L.F.S. & Backup, P.A. (2007) The Serra da Mantiqueira, south-eastern Brazil, as a biogeographical barrier for fishes. *Journal of Biogeography*, 34, 1173–1182.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2007) *Malha municipal digital do Brasil - 2005*. Available from http://www.ibge.gov.br/servidor/arquivos_geo/ (accessed 2007).

IUCN (2008) Standards and Petitions Working Group. 2008. *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 7.0*. Available from <http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedListRedListGuidelines.pdf/> (Accessed 30 January 2009).

Jarzembowski, E.A. & Nel, A. (1996) New fossil dragonflies from the Lower Cretaceous of SE England and the phylogeny of the superfamily Libelluloidea (Insecta: Odonata). *Cretaceous Research*, 17, 67–85.

Kalkman, V.J., Clausenitzer, V., Dijkstra, K.D.B., Orr, A.G., Paulson, D.R. & van Tol, J. (2008) Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 351–363.

Katimas, L., Morrone, J.J. & Crisci, J. (1999) Track analysis reveals the composite nature of the Andean Biota. *Australian Journal of Botany*, 47, 111–130.

Kitching, J.J., Forey, P.L., Humphries, C.J. & Williams, D. (1998) *Cladistics: The theory and practice of parsimony analysis*. 2ed. Systematic Association Publication 11, Oxford University Press, Oxford, xii + 728 pp.

Klink, C.A. & Machado, R.B. (2005) Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, 19, 707–713.

Machado, A.B.M. (2002) Description of *Lauromacromia flavias* spec. nov., with notes on the holotype of *L. luismozeni* (Santos) (Anisoptera: Corduliidae). *Odonatologica*, 31, 313–318.

Machado, A.B.M. (2005a) *Schizocordulia* gen. nov. related to *Aeschnosoma* Selys with description of the female and additional data on the male *Schizocordulia rusticus* (Selys) comb. nov. (Odonata, Corduliidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 775–779.

Machado, A.B.M. (2005b) *Lauromacromia bedei* sp. nov. do Estado de Minas Gerais, Brasil (Odonata, Corduliidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 49, 453–456.

Machado, A.B.M. (2005c) *Nesocordulia matinsensis* spec. nov. from Brazil (Anisoptera: Corduliidae). *Odonatologica*, 34, 299–302.

Machado, A.B.M. & Costa, J.M. (1995) *Naricordulia* gen. nov., a new genus of Neotropical Corduliidae, with descriptions of seven new species (Anisoptera: Corduliidae). *Odonatologica*, 24, 187–218.

Machet, P. (1991) Contribution à l'étude des odonates de la Guyane Française 2. Anisoptera. Aeshnidae, Gomphidae, Corduliidae. *Opuscula Zoologica Flaminiana*, 61, 1–16.

May, M. (1991) A review of the genus *Nesocordulia*, with a description of *Mesocordulia* subgen. nov. and of *Nesocordulia griffiths* spec. nov. from Central America, and a note on *Lauromacromia* (Odonata: Corduliidae). *Folia Entomologica Mexicana*, 92, 17–67.

Miller, P.L. (1991) The structure and function of the genitalia in the Libellulidae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 102, 43–73.

Morrellato, L.P.C. & Haddad, C.F.B. (2000) Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 32, 786–792.

Morrone, J.J. (2001) *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. M&T-Manuales & Tesis SEA, vol. 3, Zaragoza, 148 pp.

Morrone, J.J. (2002) Biogeographical regions under track and cladistic scrutiny. *Journal of Biogeography*, 29, 149–152.

Morrone, J.J. (2004a) Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48, 149–162.

Morrone, J.J. (2004b) La zona de transición sudamericana: caracterización y relevancia evolutiva. *Acta Entomológica Chilena*, 28, 41–50.

Morrone, J.J. (2006) Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology*, 51, 467–94.

Morrone, J.J. & Urubay, E. (1997) Historical biogeography of the northern Andes: a cladistic analysis based on five genera of Rhytirhynchini (Coleoptera: Curculionidae) and *Banandiera* (Asteraceae). *Biogeographica*, 73, 115–121.

Muñoz, J. (1997) Odonata (Insecta) from Patagonia: species richness and distributional patterns. *Biogeographica*, 73, 123–133.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C., Fonseca, G.A.B. & Kentand, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.

Needham, J.G., Westfall JR., M.J. & May, M.L. (2000) *Dragonflies of North America*. Scientific Publishers, Florida Gainesville, xxxiii + 829 pp.

Needham, J.G. & Urubay, E. (1997) Historical biogeography of *Coenoglossa* Malloch (Diptera, Anthomyiidae) and its significance to the evolution of anthomyiids in the Neotropics. *Systematic Entomology*, 29, 260–275.

Nihei, S.S. & Carvalho, C.J.B. (2007) Systematics and biogeography of *Polietina* Schnabl & Dziedziński (Diptera: Muscidae): Neotropical areas relationships and Amazonia as composite area. *Systematic Entomology*, 32, 477–501.

Appendix 1. Data matrix for eight terminal taxa and 43 characters used in the cladistic analysis. Ingroup taxa with bold font. Characters states with inapplicable data“-” and unknown data “?”; Taxa with more than one state (polymorphism) code as a word, A = {1,2}.

Taxa/Characters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<i>Nesocordulia setifera</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	-	-	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Gomphomacromia paradoxus</i>	0	0	1	0	0	1	0	1	A	0	3	0	0	1	0	-	1	-	1	1	1	1
<i>Lauromacromia bedei</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	1	1	2	1	1	2	0	1	1	0	1
<i>Lauromacromia flavias</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	2	1	1	2	0	1	1	0	1
<i>Lauromacromia luismozeni</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	2	2	2	1	1	2	1	1	2	0	1	1	1	1
<i>Lauromacromia dubitalis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	2	1	1	2	0	1	1	0	1	1
<i>Lauromacromia picinguaba</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	2	1	1	2	0	1	1	0	1	1
<i>Lauromacromia melanicus</i> sp. nov.	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	1	2	1	1	2	0	1	0	1	0
continued.																						
Taxa/Characters	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	
<i>Nesocordulia setifera</i>	0	0	0	0	0	-	0	0	1	1	0	-	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Gomphomacromia paradoxus</i>	1	1	1	1	1	3	1	-	-	0	0	-	0	0	0	0	0	1	0	-	0	
<i>Lauromacromia bedei</i>	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	2	1	0	0	1	1	2	1	1	2	0	
<i>Lauromacromia flavias</i>	0	1	1	1	0	-	0	1	0	1	2	1	0	0	1	1	2	1	1	2	0	
<i>Lauromacromia luismozeni</i>	1	0	1	1	2	0	1	0	1	2	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	0	
<i>Lauromacromia dubitalis</i>	0	0	0	1	0	-	0	1	1	1	1	-	0	0	1	2	1	0	1	3	0	
<i>Lauromacromia picinguaba</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	2	0	0	0	1	2	2	1	2	1	2	
<i>Lauromacromia melanicus</i> sp. nov.	0	0	0	1	0	-	0	1	1	1	2	0	0	0	1	2	2	2	1	2	0	

3. REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA [ISSN 0085-5626] – 2010

Navicordulia aemulatrix sp. nov. (Odonata, Corduliidae) from northeastern Santa Catarina State, Brazil

Ângelo Parise Pinto^{1,2} & Carlos José Eimicker Lamas¹

¹Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, Av. Naclur 481, Júpiter 04263-600 São Paulo-SP, Brazil; ²odonta.angelopinto@hotmail.com; eimicker@usp.br
³Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brazil; Collaborator
 pesquisador in the Laboratório de Biologia e Sistemática de Odonatos, Departamento de Entomologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de
 Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brazil.

ABSTRACT. *Navicordulia aemulatrix* sp. nov. (Odonata, Corduliidae) from northeastern Santa Catarina State, Brazil. *Navicordulia aemulatrix* sp. nov. (holotype male deposited in MZSP, Brazil, estado de Santa Catarina, Juncão do Sul municipality, 26°14'38"S, 49°22'59"W [railroad station] Rio Vermelho, II 1952) is described and illustrated based on three males. The long cercus (2.6 x 1.2 mm) places this species in the longicauda-group together with *N. knauti*, *N. longicauda* and *N. nitens* but it differs from them mainly by the shape of cercus, with carinated part occupying 0.33 of cercus total length, and also by dorsal, ventro-medial and ventro-lateral tubercles developed. An unusual process on tergal portion of prothorax is reported for the first time in *Navicordulia*. The rate of description of new species of South American Corduliidae is discussed. A map with records of Atlantic Forest *Navicordulia* species and a list of Brazilian cordulids by state are also presented.

KEYWORDS. Anisoptera; Corduliidae; dragonfly; morphology; taxonomy

RESUMO. *Navicordulia aemulatrix* sp. nov. (Odonata, Corduliidae) do nordeste do estado de Santa Catarina, Brasil. *Navicordulia aemulatrix* sp. nov. (holotipo macho depositado no MZSP, Brasil, estado de Santa Catarina, Juncão do Sul município, 26°14'38"S, 49°22'59"W [estação ferroviária] Rio Vermelho, II 1952) é descrita e ilustrada com base em três machos. O cercus longo (2,6 x 1,2 mm), posiciona esta espécie no grupo longicauda juntamente com *N. knauti*, *N. longicauda* e *N. nitens*, mas difere deles principalmente pelo formato do cercus, com a parte carinada ocupando 0,33 do comprimento total e também pelos tubérculos dorsal, ventro-medial e ventro-lateral desenvolvidos. Um processo incomum na porção tergal do pronoto é mencionado pela primeira vez em *Navicordulia*. Além disso, a taxa de descrição de novas espécies Sul-Americanas de Corduliidae é discutida. Um mapa com os registros das espécies de *Navicordulia* da Mata Atlântica e uma lista por estado dos cordulídeos brasileiros são também apresentados.

PALAVRAS-CHAVE. Anisoptera; Corduliidae; libélula; morfologia; taxonomia.

Navicordulia Machado & Costa, 1995 is the second most rich Corduliidae genus occurring in the Neotropical region with ten species: *N. amazonica* Machado & Costa, 1995; *N. atlantica* Machado & Costa, 1995; *N. errans* (Calvert, 1909); *N. knauti* Machado & Costa, 1995; *N. leptostyla* Machado & Costa, 1995; *N. longicauda* Machado & Costa, 1995; *N. micra* Machado & Costa, 1995; *N. nitens* Machado & Costa, 1995; *N. nitens* (De Meijere, 1911), and *N. vagans* (De Meijere, 1911). Machado & Costa (1995) established *Navicordulia* to include three outstanding South American species ascribed to *Eurocordulia* Needham, 1901 (*E. errans*, *E. nitens* and *E. vagans*), thus solving the biogeographical problem raised by Calvert (1909) with the presence of a strictly Neartic genus in South America. These authors also described seven new species in that paper, all from Brazil.

These metallic greenish dragonflies are distributed in the three major South American biomes: Amazonian Forest (in Brazil and Venezuela), Brazilian Cerrado, and Atlantic Forest, all within the interior of forested open areas (Santos 1988a, De Meijere 1989, 1991; Machado & Costa 1995). The genus can be diagnosed by the following characters: males with the posterior inner margin of hind wing with a accentuated excavation distal to anal triangle, and with a pilose complex

on sternite of S7 composed of hair-like setae on a medio-longitudinal and one or two transverse carinae plus a pair of hair-like setal patches on posterior portion of ventral carina of tergite S7; female subgenital plate boat shaped, posteriorly projected beyond S10, and with a supralanal process (sternite S9) also projected posteriorly into spium, disk or tongue-shaped structure (Machado & Costa 1995; Garrison *et al.* 2006). The only ultimate larval stadium described is that of *N. nitens*, based on the exuvia of the holotype (De Meijere 1911). As with other Neotropical Corduliidae, there is little information on the biology and distribution of *Navicordulia*. Machado & Costa (1995) provided the most extensive account on spatial and altitudinal distribution, and general ecology.

The phylogenetic relationships among representatives of the paraphyletic or polyphyletic taxon Corduliidae are far from being agreed upon. Although definitions of monophyletic groups still await further study, some recent efforts at elucidating the hierarchical relationships of Corduliidae both at higher and lower taxonomic levels (e.g. Fleck & Legrand 2006; Ware *et al.* 2007, 2009; Dybe *et al.* 2008; Pinto & Carvalho 2010) have been presented, but no species of *Navicordulia* was included.

Navicordulia aemulatrix sp. nov. (Odonata, Corduliidae) from northeastern Santa Catarina State, Brazil

609

Navicordulia aemulatrix sp. nov.
(Figs. 1–2, 4–5, 7–13)

Holotype male. BRAZIL, Santa Catarina State, (São Bento do Sul municipality, 26°14'38"S, 49°22'59"W) [railway station] Rio Vermelho, II 1952, [Richard von Drings(hofen)] leg. (MZSP). Paratypes 2 males, same data as the holotype, except II 1952 (MZSP) and I 1953 (MNRJ).

Diagnosis. Medium-sized cordulid, predominantly brown with metallic green reflections (Fig. 1), accentuated excavation posterior to anal triangle of Hw, posterior humule unbranched, directed posteriorly with a recurved apex, and with pilose complex on sternite of S7 (Figs. 4–5), typical of genus. The long cercus, distinctly longer than epiproct places this species in the longicauda-group, together with *N. knauti*, *N. longicauda*, and *N. nitens*. The following unique combination of characters will separate it from all other species: postfemur with metallic blue reflections, differing from the largely metallic green thorax (Fig. 1); maximum width of abdomen (S7-8) from 2.85:2.9; a single transverse carina at the pilose complex on sternite of S7 (Fig. 5); dorsal, ventro-lateral and ventro medial tubercles of cercus developed, cercus length 2.9:3.2, the largest within the genus; ratio between epiproct length and that of cercus 0.58:0.62; carinated part of cercus distinctly shorter than non-carinated (ratio of carinated part / total length of cercus = 0.33) (Figs. 7–9).

Description of male holotype. Head (Fig. 1) Face in anterior view four banded, intercalated with dark and pale transverse stripes, covered with dark brown setae, except for yellow setae on labium and free margins of postclypeus. Labium light orange, median lobe with an ill-defined longitudinal dark line centrally; posterior margin with very narrow dark line extended laterally to 0.4 of palpal length. Labrum orange; cyclopalatal suture with three small dark spots, a central and a pair on each side. Clypeus brownish-orange, central portion of postclypeus irregularly spotted with orange. Frons with a deep furrow; ventral half of antefrons orange without metallic reflections, darkening to brown dorsally with metallic blue reflections; postfemur brownish with metallic blue reflections above, lateral parts brownish-orange. Vertex brown, with metallic blue reflections; antero-dorsal area between the barely developed tubercles with a suboval orange spot. Antenna with flagellum broken, scapus brown, pedicel dark brown to black. Occipital tubercle brown, rear of head orange with irregular dark areas.

Thorax (Figs. 1–2). Pronotum with anterior margin of anterior lobe pale yellow; dorsal part of anterior lobe and anterior-lateral margin of middle lobe brownish-orange; dorsal-lateral portion of middle lobe orange; central portion of middle lobe and posterior lobe brown, suture between middle and posterior lobes with a small cylindrical yellowish process directed dorsally (Fig. 2). Propleura anteriorly yellowish, posteriorly brownish. Symphysis brown with metallic green reflections; ventral surface, antalar sinus, interalar sclerite

Navicordulia aemulatrix sp. nov. (Odonata, Corduliidae) from northeastern Santa Catarina State, Brazil

611

Figs. 10–12. *Navicordulia aemulatrix* sp. nov. (MNRJ paratype male). 10, lateral view of V1-V4, 11, dorsal view of V2-V4, 12, ventral view of V1-V4, dorsal half of wing; 10, lateral view of V1-V4, 11, dorsal view of V2-V4, 12, ventral view of V1-V4, ventral half of wing; 10, lateral view of V1-V4, 11, dorsal view of V2-V4, 12, ventral view of V1-V4, ventral half of wing. Scale bars = 1 mm.

and metapostepimeron brown without metallic reflections; entire surface covered with yellowish hair-like setae, except analar sinus with short brown setae. Legs dark brown to black; coxa, postero-ventral surface of prothoracic trochanter and femur, and dorsal surface of metathoracic leg lighter; tarsal claws brown. Tibial keels pale brown, occupying 0.26 of pro, 0.15 of meso and 0.79 of metathoracic tibia; apex of keels acutely projected.

Wings. Membrane thinly tinged of smoky yellow, darker at extreme distal and wing margins; venation dark-brown to black, costal triangle pale-brown; pt brown, paler than adjacent veins, slightly trapezoidal; distal side most oblique; membrana with extreme antero-distal base and after fusion of ant veins whitish, remainder brown to dark-brown. Venation as follows: 8-10 Ax in Fw, 5 Ax in Hw; 4-5 Px in Fw, 6-7 Px in Hw; 3 postsubnodals in Fw, 4 in Hw; bridge crossvein arising on RP2, beyond subnodals and closer to oblique vein; are between Ax1-2, but closer to Ax2, close to Ax2 0.28:0.30 of the distance between Ax1-2 in Fw and 0.4 in Hw; sectors of arc not stalked, origin located on basal 0.30 of arc in Fw, 0.28 in Hw; RP1-4 not undulate in four wings; Rpl distinct, with one cell row, composed by 5 cells in Fw, 6 in Hw; discoidal triangles, supratrangles and subtrangles not crossed in four wings; subtrangles with a vestige of crossvein in both Fw; hind wing triangle base arising distally proximal to ax; space between Cu1-crossing and proximal side of discoidal triangle, not crossed in all wings; Fw discoidal field slightly convergent, with two rows of cells over its entire length, increased to three cells at wing margins; Fw MA meets the wing margin at level of second cell of Rpl, Fw MP meets the wing margin at origin of Rpl. Hw discoidal field divergent, with 3-5 rows of 2 cells, 1-2 of 3 cells, 1-2

of 4 cells and 7-8 cells in the wing margin; Hw MA meets the wing margin between first and second cells of Rpl, Hw MP meets the wing margins near to level of costal nodus; Mpl indistinct in Fw (weakly defined with 4 cells) and Hw (weakly defined with 5 cells); anal loop elongated with distinct midrib, reaching distally near the RP-midfork level; total of cells in anal loop 12-13 (proximal row 6 cells, distal 6-7); apex of anal loop slightly distated; anal triangle with two cells, crossed 0.34 posterior, anterior side 0.34 of the distal side length; space between AA1b and AA2b with one cell at base; space between anal loop and posterior border of wing with 2 cell rows; Fw PkA ends near the proximal angle of triangle or distinctly posterior MP fork.

Abdomen (Figs. 1, 4). Cylindrical, posterior segments expanded; S1 to anterior 0.33 of S3 slightly swollen dorsally; posterior 0.66 of S3 to S5 cylindrical; S6 up to joint of S7-8 swelling; after narrowing to S10, S1-4 and S9 without LC, barely distinct after TC in S5 and distinct in S6-S8, dorsal keel poor defined on anterior half of S10. Ground color brown to black; S1 and S2 anterior to TC and its ventral half brownish; dorsal half of S2 to S3-9 with metallic green reflections; posterior half of S7 to S8-9 with cupreous reflections; ventral carina of S3-8 yellowish, in S9 brown; ventro-tergal areas of S3-5 with metallic green reflection like as the dorsal part; in S6-9 dark brown, paler distally in S7-8; sternites dark brown to black. Pilose complex on the sternite of S7 not completely visible, but indicating a single transverse carina; pilose complex on S8 covered by brownish setae on 0.66 anterior, after yellowish. Anticles rounded, in lateral view 0.35 of S2 height, internal surface smooth, without denticles. Cerci (Figs. 7-8) dark brown, cylindrical, in lateral view 0.14 proportionally longer than S9-10, covered with

610

Pinto & Lamas

Figs. 1–9. 1–2, 4, 7–8, *Navicordulia aemulatrix* sp. nov. holotype male, 5 and 9, same but paratype male in MZSP; 3, *Navicordulia nitens* male (Brazil, RJ, Terapiópolis); 6, *Navicordulia errans* male (Brazil, GO, Itatia). 1, scanned image of holotype specimen; 2–3, dorsal of prothorax in lateral view; 4, S2-3 in lateral view; 5–6, S7 in ventral view; 7–8, caudal appendages in lateral (7), ventral (8) and dorsal views (9); SLC = sternite longitudinal carina, STC = sternite transverse carina. Scale bars = 1 mm.

Revista Brasileira de Entomologia 54(4): 608–617, dezembro 2010

Revista Brasileira de Entomologia 54(4): 608–617, dezembro 2010

(Odonata: Cordulidae) from Southeastern Brazil. *Zootaxa* 666: 1–11.

Chamizter, V. V., J. Kalkman, M. Ram, B. Collins, J. E. M. Baillie, M. Budajic, W. R. T. Darwall, K. D. B. Dijkstra, B. Dow, J. Hawking, H. Krambe, E. Mallova, D. Paulson, K. Schult, F. Salting, R. J. Villanueva, N. von Ellenrieder & K. Wilson. 2009. Odonata enter the biodiversity crisis debate: The first global assessment of an insect group. *Biological Conservation* 142: 1864–1869.

Costa, C., S. Ide, G. H. Rosado-Neto, M. H. M. Gálvez, C. R. V. Fonseca, R. M. Valente & M. A. Moure. 2000. Diagnóstico del conocimiento de las principales colecciones brasileñas de Coleoptera, p. 115–136. In: Martins-Piera, F., J. J. Morrone & A. Melis (eds.), *Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Biotropica*. PIREB 2000, vol. 1, Zaragoza, Mesoprints. Tecn. Molesta, 326 p.

Costa, J. M. & A. B. M. Machado. 2007. Two new species of *Nesocordulia* Setys, 1882 from southern Brazil (Anisoptera: Cordulidae). *Landiana* 8: 143–146.

Costa, J. M., A. B. M. Machado, F. A. A. Lucinski & T. C. Santos. 2000. Diversidade e Distribuição dos Odonata (Insecta) no Estado de São Paulo, Brasil: Parte 1-Lata das Espécies e registros bibliográficos. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 90: 1–27.

Costa, J. M. & B. J. A. Mascarenhas. 1998. Catálogo do material-tipo de Odonata (Insecta) do Museu Nacional. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 76: 1–30.

Costa, J. M. & A. B. Oldini. 2005. Diversidade e Distribuição dos Odonata (Insecta) no Estado do Espírito Santo, Brasil. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 107: 1–15.

Costa, J. M., C. T. Rasmello & O. M. Souza-Francis. 2008. Description of a new species of *Nesocordulia* Setys, 1882 (Odonata: Libellulidae, Cordulinae) from southern Brazil. *Zootaxa* 1704: 64–68.

Costa, J. M. & T. C. Santos. 1992. *Saurata marshalli* gen. nov., spec. nov. A new genus and species of Cordulinae from Brazil (Anisoptera: Cordulidae). *Odonatologica* 29: 95–111.

Costa, J. M. & T. C. Santos. 2009a. Two new species of *Saurata* Costa & Santos, 1992, with a description of five new cordulinid larvae (Anisoptera: Cordulidae). *Odonatologica* 29: 95–111.

Costa, J. M. & T. C. Santos. 2009b. *Nesocordulia marshallensis* spec. nov., new dragonfly from Rio de Janeiro Brazil. *Odonatologica* 29: 247–253.

Cowley, J. 1934. Note on Odonata (Cordulidae) of the neotropical region. *Stylus* 3: 91–95.

De Marco, P. 1998. The Amazonian cupwing dragonfly Assemblage: Patterns in microhabitat use and behavior in foraging habitat (Anisoptera). *Odonatologica* 27: 239–248.

De Marco, P. & D. M. Yaman. 2005. Distribuição do esforço de coleta de Odonata no Brasil - subsídios para escolha de áreas prioritárias para levantamentos biológicos. *Landiana* 6(supplement): 13–26.

De Meirelles, J. 1989. Odonata or dragonflies from Cerro de la Neblina and the adjacent lowland between the Rio Betá, the Casiquiare and the Rio Negro (Venezuela). I. Adults. *Boletín de la Academia de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales* 25: 11–74.

De Meirelles, J. 1991. *Nesocordulia nitens* sp. n., ein neues Sturmgliblähe aus Venezuela (Odonata: Cordulidae). *Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Ined* 41: 106–111.

ESRI. 1999. *ArcView/IGIS 3.2a*. New York: Environmental Systems Research Institute Inc.

Fleck, G., G. Bockly, N. Martinez-Delgado, H. Jazmowski, L. Coran & A. Nel. 2003. Phylogeny and classification of the Stenophlebiptera (Odonata: Euphydryinae). *Annales de la Société Entomologique de France (Newville series)* 29: 55–93.

Fleck, G., N. Hamada & A. L. Carvalho. 2009. A remarkable new genus and species of dragonfly (Odonata: Anisoptera: Libellulidae) from Brazil and notes on its biometrics and phylogenetic affinities. *Annales de la Société Entomologique de France (Newville series)* 42: 275–284.

Fleck, G. & J. Leprieux. 2006. La larve du genre *Nesocordulia* McLachlan, 1882, conséquences phylogénétiques (Odonata: Anisoptera: Cordulidae). *Revue Française d'Entomologie (Newville Series)* 28: 31–40.

Garrison, K. W. 1991[2009]. *A systematic list of the New World Odonata*. *Argia* 3: 1–36. [Updated version available at: <http://www.odonatacentral.org/view.php?NWCOL.pdf> (accessed in 1 August 2009)]

Garrison, K. W., N. von Ellenrieder & J. A. Lamas. 2006. *Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Anisoptera*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, xiv+568 p.

Geijsels, D. C. 1970. Generic characters of the South American Cordulidae, with descriptions of the species found in the Guyanas. *Studies on the Fauna of Suriname and other Guianas* 12: 1–42, pls. 1-61.

Hickman, C. W. 2006. *Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata - Anisoptera. Illustrated keys to known families, genera, and species in South America*. Dordrecht, Springer, viii+725.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007. *Malha municipal digital do Brasil - 2005*, available at: http://www.ibge.gov.br/brasil/brasil/arquivos_geo/ (accessed in 10 October 2007).

Kalkman, V. J., V. Chamizter, K. D. B. Dijkstra, A. G. Orr, D. R. Paulson & J. van Tol. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in Freshwater. *Hydrobiologia* 595: 351–363.

Longfield, C. 1929. A list of Odonata of the state of Mato Grosso, Brazil. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 77: 125–139.

Machado, A. B. M. 2002. Description of *Leucomacromia flavus* spec. nov., with notes on the holotype of *L. latamoioi* (Santos) (Anisoptera: Cordulidae). *Odonatologica* 31: 513–518.

Machado, A. B. M. 2005a. *Nesocordulia* gen. nov. related to *Archimacromia* Setys with description of the female and additional data on the male *Nesocordulia rufus* (Setys) comb. nov. (Odonata, Cordulidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 757–779.

Machado, A. B. M. 2005b. *Leucomacromia lodesi* sp. nov. do Estado de Minas Gerais, Brasil (Odonata, Cordulidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 49: 453–456.

Machado, A. B. M. 2005c. *Nesocordulia montana* spec. nov. from Brazil (Anisoptera: Cordulidae). *Odonatologica* 34: 299–302.

Machado, A. B. M. & J. M. Costa. 1995. *Nesocordulia* gen. nov. a new genus of Neotropical Cordulidae, with descriptions of seven new species (Anisoptera: Cordulidae). *Odonatologica* 24: 187–218.

Martin, R. 1906. *Cordulines*. In: *Catalogue Systématique et Descriptif des Collections Zoologiques Du Baron Edmond de Setys Longchamps*, Fasc. 17, Bruxelles, Hayez, Impr. Des Académies, 94 p., pls. 1–111.

May, M. 1991. A review of the genus *Nesocordulia*, with a description of *Nesocordulia subgen. nov.* and of *Nesocordulia gophus* spec. nov. from Central America, and a note on *Leucomacromia* (Odonata, Cordulidae). *Folia Entomologica Mexicana* 82: 17–67.

Morone, J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology* 51: 167–194.

Pfau, H. K. 2005. Structure, function and evolution of the "glass" of the anisopteran vesica opercularis (Odonata). *International Journal of Odonatology* 8: 259–310.

Pinto, A. P. & A. L. Carvalho. 2010. A new species of *Leucomacromia* (Odonata: Cordulidae) from Southeastern Brazil, with a cladistic analysis of the genus and comments on Neotropical dragonfly biogeography. *Zootaxa* 2425: 45–68.

Ride, E. F. & J. J. Cokendavich-Peck. 1984. A new interpretation of dragonfly wing venation based upon Early Upper Carboniferous fossils from Argentina (Insecta: Odonatoptera) and basic character states in pterygote wings. *Canadian Journal of Zoology* 62: 1150–1156.

Santos, N. D. 1966. Odonatas do rio de São Paulo de São Paulo, Minas Gerais. *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro* 18: 63–69.

Santos, N. D. 1967a. <<*Nesocordulia liss-essigae*>> sp. n. (Odonata, Cordulidae). *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro* 11: 113–115.

Santos, N. D. 1967b. Odonatas de Poços de Caldas MG. - <<*Nesocordulia carlo-chagasi*>> sp. n. (Odonata, Cordulidae). *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro* 11: 81–82.

Santos, N. D. 1968a. Nota sobre <<*Dorsocordulia erana*>> Calvert, 1969 (Odonata, Cordulidae). *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro* 11: 201–202.

Santos, N. D. 1968b. Nota sobre <<*Nesocordulia androgynus*>> Gahan.

1871) (Odonata, Cordulidae). *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro* 11: 147–148.

Santos, N. D. 1970. Odonatas de Itatiaia (Estado do Rio de Janeiro) da Coleção Zikim, do Instituto Oswaldo Cruz. *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro* 13: 203–205.

Santos, N. D. 1981. A new species of *Archimacromia* Setys, 1871 from Brazil, with new distributional records and notes. *A. Jeneipala* Setys, 1871 (Cordulidae). *Odonatologica* 10: 43–47.

Vidi, G. S. & D. G. Chelmsick. 2001. A preliminary report on the odonate fauna of Chapéu Açu, a nature reserve in the Atlantic coast forest of Brazil. *Opuscula Zoologica Fennica* 200: 1–11.

von Ellenrieder, N. 2009. Databasing dragonflies: state of knowledge in the

Neotropical region. *Argem* 13: 58–72.

von Ellenrieder, N. & R. W. Garrison. 2008. The genus *Oligoneura* in Argentina, with description of *O. rubrocaudata* sp. nov. (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology* 11: 249–260.

Ware, J. L., M. May & K. Eger. 2007. Phylogeny of the higher Libellulidae (Anisoptera: Odonata): an exploration of the most speciose superfamily of dragonflies. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 45: 289–310.

Ware, J. L., J. P. Simaika & M. J. Samways. 2009. Biogeography and divergence time estimation of the relict Cape dragonfly genus *Saundersia*: global significance and implications for conservation. *Zootaxa* 2216: 22–36.

Received 14/2010; accepted 25/10/2010
Editor: Daniela Machi Takaya

4. Argia [ISSN 1061-8503] – 2010

ISSN 1061-8503

ARGIA

The News Journal of the Dragonfly Society of the Americas

Volume 22

18 June 2010

Number 2

R. Duncan Cuyler, 1929–2010

Published by the Dragonfly Society of the Americas
http://www.DragonflySocietyAmericas.org/

als I saw in the lagoons, just one was *O. discolor*; all others were a distinct species that appears to be very common in that region. I only caught two specimens, fortunately a pair in copula. Within the first moments in the field, I remembered two photographs of Brazilian specimens Dr. Dennis Paulson sent me from Bahia state; they were identified as *O. schmidt*.

I sent photographs of the collected specimens to the "Orthemis discussion group" composed of J. Daigle, D. Paulson and T. Donnelly among other active collaborators. The consensus was that the Ceara's specimens were not *O. ferruginea* (Rosette Skinner), although the female presented similar "H-shape" pale stripes on the mesepimeron. Back in the laboratory, I was able to examine these specimens more carefully and realized that they were very similar to those from Pará state, also in Brazil, identified by Pinto & Carvalho (2009) as *O. ferruginea*, which was suggested by an eastern morph of *O. sulphurata* by Jerrell Daigle. Unfortunately the female holotype of this species is lost (Santos, 2004).

I compared the Ceara's specimens with the original description of *O. schmidt* by Buchholz (1950) using a translated version kindly furnished by Natalia von Ellenrieder with additional notes made by Paulson (2000). My conclu-

sion was that they were not *O. schmidt*. The male has a black lateral carinae on all segments; they do not possess the dark longitudinal stripes on the ventral portion of the abdominal tergites (red after S4 in *O. schmidt*), and they have a distinctive pruinosity on the ventral portion of the abdominal tergites (absent in *O. schmidt*). Along the dorsal surface there is a very thin layer of pruinosity that is nearly absent (Fig. 2a). I also compared them with a few specimens I had determined as *O. schmidt* from Maranhão and Pará states in Brazil, and from Suriname; they were significantly different.

The female (Fig. 2b), however, agreed with Donnelly's (2001) description of *O. sulphurata*. The female had a marked thorax with distinctive antehumeral stripes, which are absent in Buchholz's holotype of *O. schmidt* (p. 80 "thorax dunkel rotbraun, kein antehumeralstreifen..."). However this character is known to be variable and has been observed in *O. ambigua* (N. von Ellenrieder pers. comm.). The only character cited by Hagen (1868) and Donnelly (2001), that was unclear, is the yellow color (sulphurea?) of the legs, just the prothoracic femur is yellow.

Based on the female characters, I am secure in following J. Daigle's opinion and determined them as *O. sulphurata*. I also examined the other specimens from distinct locali-

ARGIA 22(2), 2010

13

A Sertanejo's Trip: Occurrence of *Orthemis sulphurata* Hagen in Northeastern Brazil?

Angelo Parise Pinto, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, SP, Brazil <odonata_angelo@hotmail.com>

At the end of 2009 I traveled with my family to the Ceará state in the northeast region of Brazil, during the holidays of New Year's Eve. We moved away from our home approximately 2,000 km from Rio de Janeiro. The state houses some of the most famous and beautiful beaches in the country, including Canoa Quebrada (discovered by a hippies' community in the 1970s), and Jericoacoara (known by its great rock with a big hole in the center, where in July the sun hits the center during sunset). In the southern portion of the state, you can find the Crato Formation in the Chapada do Araripe, a region well known for its amazing cretaceous fossil deposits (e.g. Martill et al., 2007). The northeast states as a whole are the poorest of Brazil and excluding the coastal portions of the region, possess a very dry climate, with phytometric indexes similar to deserts. The local people living in this unfriendly region are known by the Brazilian Portuguese name Sertanejo.

My Aunt Silete and cousin André met us in the Fortaleza airport. About one and a half hours later, we arrived in the village of Barragem Nova, located in the Cascavel municipality, about 70 km from the capital city Fortaleza. Although it was a vacation town, like other students of entomology, I am always attracted to flying insects that may be around. During this period I was able to "escape" for a total of three hours, on two different days (31 December and 1 January), and I headed in the direction of some coastal lagoons among sand dunes close to my family's house. The majority of these water bodies are temporary, and many will dry completely during periods of low precipitation. The lagoons are muddy with the absence of emergent aquatic plants, and the sand terrain around them is covered with grassy vegetation and palm trees called "Buriti" (Fig. 1).

On my first day hunting dragonflies, I was accompanied by André who helped me search for the red ones. We were "armed" just with our net, some triangular envelopes made with a newspaper of the last day and dressed with Bermuda shorts and flip-flop shoes, which turned out to be a very bad choice. We saw several snails in the water and began wondering if they might be infected with *Salmonella muenchen*; we became scared of the possibilities of contracting schistosomiasis. Under this context, I avoided entering the water, restricting my efforts to the lagoons borders. Adding to our misfortune, all the margins were inhabited by armies of voracious, but very small (2 mm) ants. They would bite our unprotected feet incessantly. Thus, I was able to collect just 19 specimens belonging

to ten species, and due the temporary characteristic of these lagoons, the dragonfly assemblage was composed almost exclusively of migrant and long dispersal species, i.e. *Leptocryptus* (Rainspool Spreadwing), *Ischnura capensis*, *I. flaccidifolia*, *Libellula* (Tawny Pennant), *Erythemis versicolor* (Great Pondhawk), *Erythemis peruviana*, *E. undulata* (Band-winged Dragonlet) and an unidentified female of *Macromia*. This specimen was separated in three parts when the net hit it. The abdomen stayed in the net, the head disappeared, and the thorax continued flying alone for a few seconds! In addition to the collected specimens, a male of *Erythemis peruviana* (Flame-tailed Pondhawk), some individuals of *Candacia lateralis* and *Tanasea abdominalis* (Vermilion Saddlebag), and specimens of two unidentified species, one a large pruinose blue *Erythemis* and a medium-size quicker red libellid (probably a *Planiplex*) were observed.

Orthemis ferruginea group, a continuing debate

Undoubtedly, the most interesting aspect of the species we saw was the presence of several individuals of *Orthemis* that were observed flying over every body of water. The most common complex of species in this widespread genus, the *ferruginea*-group, has been intensively investigated in the last few years (e.g. Donnelly, 1995, 2001; Paulson, 2001; Santos, 2004; Moury & Daigle, 2007; von Ellenrieder, 2009). These studies began with De Meillon (1988) re-evaluating the status of *O. discolor* (Germine Skinner). Part of the intricate taxonomic questions involving this species complex have been solved, but several nomenclatural/taxonomic problems persist. Among the several individu-

12

ARGIA 22(2), 2010

ties in Brazil and determined that all *O. ferruginea*-like specimens from Brazil use the same species from Ceará, probably *O. sulphurata* or another very close "species", still undescribed. The specimens from Bahia (photographs sent by Dennis) are also very likely *O. sulphurata* from Ceará. I was also able to identify specimens from Maranhão, Pará, Paraíba (Figs. 2c-d) and Rio de Janeiro states. These determinations follow the opinions of Dennis Paulson and Thomas Donnelly; both think it is unlikely that *O. ferruginea* occurs in Brazil. If these assertions are correct, *O. sulphurata* is a coastal species in Brazil, while *O. schmidt* is more abundant in the inland.

In spite of everything, I sent some of these specimens to J. Daigle to be included in his molecular/morphological studies; based on his replies, we can expect a solution to the majority of the questions concerning this group in the near future.

Acknowledgements

I wish to express my sincere thanks to all odonatologists that contributed e-mails to the "Orthemis discussion group", sharing their unpublished information on this genus. In particular, D. Paulson, J. Daigle, T. Donnelly, R. Garrison, and N. von Ellenrieder. I also wish to thank A. L. Carvalho for help in subjects relative to odontology.

Literature cited

- Buchholz, K.F. 1950. Zwei neue *Orthemis*-Arten (Odonata, Libellulinae). Bonner Zoologische Beiträge 1: 79–82.
De Meillon, J. 1988. Odonata del Estado de Táchira. Revista Científica Uner 2(1): 91–111.

Coming Soon: Damselfly Genera of the New World: An Illustrated and Annotated Key to the Zygoptera, by Roser W. Garrison, Natalia von Ellenrieder, and Jerry A. Lounsbury

In this companion volume to *Dragonfly Genera of the New World*, Roser W. Garrison, Natalia von Ellenrieder, and Jerry A. Lounsbury provide a comprehensive, fully illustrated guide to the damselfly genera of North, Central, and South America.

This illustrated reference contains original, up-to-date keys to the 125 genera of Zygoptera in North, Central, and South America; descriptive text for each genus; distribution maps; and highly detailed diagnostic illustrations. Each account lists all known species and generic synonyms, information on the status of classification, and references to larval descriptions.

Featuring more than 2,500 illustrations and based on the authors' personal observations, *Damselfly Genera of the New World* is an indispensable resource for entomologists, limnologists, and naturalists.

Expected publication is fall 2010. See <http://tinyurl.com/Zauhpca> for details.

14

ARGIA 22(2), 2010

5. International Journal of Odonatology [ISSN 1388-7890] – 2011

International Journal of Odonatology
Vol. 14, No. 4, December 2011, 291–303

292 Â.P. Pinto and C.J.E. Lamas

Oligoclada mortis sp. nov. from Rondônia State, Brazil, and distributional records of other species of the genus (Odonata: Libellulidae)

Ângelo P. Pinto^{a,b,c,*} and Carlos J. E. Lamas^{a,d}

^aMuseu de Zoologia, Universidade de São Paulo, Av. Nazaré 481, Ipiranga 04263-000, São Paulo, SP, Brazil; ^bPrograma de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), IB - USP, São Paulo, SP, Brazil; ^cLaboratório de Biologia e Sistemática de Odonata, Departamento de Entomologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil; ^dConselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) fellowship

(Received 22 July 2011; final version received 3 October 2011)

Oligoclada mortis sp. nov. (holotype male deposited in MZSP, Brazil, Rondônia State, Porto Velho municipality, "Transect 5-21, segment 12" 09°35'19"S, 65°02'50"W, 106 m asl, 13 v 2010, leg. Nogueira & Mendes) is described and illustrated based on two males. The new species fits within Borror's Group III, differing from all other described species in the genus by the combination of an entirely black labium, a large posterior hamule, sickle-shaped and ventrally longer than the genital lobe, and long cerci, with the ratio between apical and cercal less than 0.67. A key to males of the seven species of Group III and distributional records based on the specimens deposited in the DZB and MZSP Brazilian collections are also presented. The new species is the eighth species of *Oligoclada* reported from Rondônia, this being the richest Brazilian State for this genus.

Keywords: Dragonfly; Libellulidae; *Oligoclada*; new species; taxonomy; Rondônia State; Amazonia Forest

Introduction

Oligoclada Karsch, 1890 comprises a group of small, bluish libellulids, mainly distributed in South America, with its greatest richness in the Amazonian region (Borror, 1931, with additions). Indeed, just two species have been recorded outside the continent, i.e. *O. umbrycola* Borror, 1931 in Costa Rica (Ramírez et al., 2000), Guatemala (Paulson, 1982) and Nicaragua (Daigle, 2002), and *O. heliophila* Borror, 1931 in Panama (Borror, 1931). Due to the uniform pattern of coloration with black and whitish-blue pruinosity of male adults, species are virtually undistinguishable in the field, some of them even from other genera with similar species such as *Erythrodiplax* Brauer, 1868 (cf. Santos, 1945b).

*Corresponding author. Email: odonata_angelo@hotmail.com

ISSN 1388-7890 print/ISSN 2159-6719 online
© 2011 WorldWide Dragonfly Association
http://dx.doi.org/10.1080/13887890.2011.629942
http://www.tandfonline.com

Figure 1. *Oligoclada mortis* sp. nov.: (a) scan image of male holotype in lateral view; (b) type locality at "Transect 5-21, segment 12" (09°35'19'S, 65°02'50'W, 106 m asl), small stream (upright) in Brazilian Amazonia, Porto Velho municipality, Rondônia State; (c) aspect of forested adjacent area; (d) general view of Rio Madeira river and the slope of type locality. Photos (c) and (d) Rogério R. Silva 2010; (b) Odonata & ARCADIS Therapies S.A. working group.

KOH solution for few hours at room temperature and subsequently rinsed in water. Generally, VS inflates after this process probably due to osmotic pressures (cf. Santos, 1945a), but unfortunately this was not achieved with the only specimen examined, which precludes accurate identification of its structures. Material was later stored in a microvial with glycerin and stored with the specimen. The following abbreviations were used in the text: AX = antennal crossveins; FW = forewing; HW = hind wing; PX = postnodal crossveins; pt = pterostigma; S1–10 = abdominal segments; VS = vesica spermalis; V1–V4 = vesica spermalis segments.

Oligoclada mortis sp. nov.

(Figures 1a, 2a–k)

Etymology

From the Latin *mors* (f. genitive *mortis*), personification of death, in reference to the sickle shape of posterior hamule recalling the tool used by the mythological entity to reap the life of the living beings.

Specimens studied

Holotype ♂: Brazil, Rondônia State, Porto Velho municipality, "Transect 5-21, segment 12" (09°35'19'S, 65°02'50'W, 106 m asl), 13 v 2010, leg. Nogueira & Mendes (MZSP); 1 ♂ paratype: same data as holotype but "Abunã area, Transect 10-P2 segment 4" (c.09°35'43.70'S, 65°20'55.70'W, 108 m asl), 17 v 2010, leg. Nogueira & Mendes (MZSP). The specimens

Borror's (1931) revision was a milestone in the taxonomy of the genus, with his clear illustrations, diagnoses and keys, an aspect repeatedly highlighted in recent works (Garrison et al., 2006; Rehn, 2003; von Ellenrieder & Garrison, 2008). However, Borror (1931) dealt with just 14 of the currently 24 described species (von Ellenrieder & Garrison, 2008). After 1931 nine new species were described, one from Ecuador (Rehn, 2003), two each from Argentina (Fraser, 1947; von Ellenrieder & Garrison, 2008) and Brazil (Santos, 1945b, 1951), and four from Venezuela (De Marmels, 1989, 1992, 2008). Furthermore *Podothemis nemesis* Ris, 1909 was transferred to *Oligoclada* (Santos, 1945a), *O. raineyi* Ris, 1911 was synonymized with *O. abbreviata* (Ram-bur, 1942), and *O. risi* Geijskes, 1984 was proposed as a new name for *O. abbreviata sensu* Borror (Geijskes, 1984). Finally, a new subspecies, *Oligoclada abbreviata immophila* Machado & Machado, 1993 was described (Machado & Machado, 1993). These changes render Borror's key out-of-date, making it necessary to compare specimens with primary descriptions for secure identification (Garrison et al., 2006).

Recently Heckman (2006) presented an updated version of Borror's key containing 22 species. In spite of containing a higher number of species than in Borror's work, this key was entirely compiled from the literature, and as was also observed for other genera (e.g. Carvalho et al., 2009; Pinto & Lamas, 2010), accumulated several imprecisions and thus cannot guarantee secure identifications. This is exemplified by the incomprehensible confusion between *O. abbreviata* and *O. risi* (cf. Heckman, 2006, p. 24, 107, 302–304). On the other hand, the three Argentinian species were accurately revised, diagnosed and included in a key of their own by von Ellenrieder & Garrison (2008).

Oligoclada species have been generally recognized as inhabitants of lotic habitats (e.g. Borror, 1931; Machado & Machado, 1993). However, descriptions of ultimate larval stadia (Pleck, 2003; Souza et al., 2002) and notes on biology in taxonomic descriptive studies of adults (De Marmels, 1989; Machado, 1954; Rehn, 2003; Santos, 1951; von Ellenrieder & Garrison, 2008) challenge this statement, as all larvae were collected in typical lentic habitats, although some of these water bodies were associated with river systems. Thus the breeding sites are probably variable among the species, with a trend to lentic environments.

During recent expeditions for an environmental impact assessment required for installation of hydroelectric power station under construction on the Rio Madeira, Rondônia State, in Brazilian Amazonia, we identified a striking new species of *Oligoclada*, which is described, illustrated and diagnosed in this paper. The number of species of the genus now known from that state has thus reached the impressive total of eight (Borror, 1931; Dunkle, 1989; Garrison, 1989).

Material and methods

Specimens studied are deposited in Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo (MZSP), São Paulo, and Coleção Entomológica Prof. José Alfredo Pinheiro Dutra, Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (DZJR), Rio de Janeiro, both in Brazil.

Descriptions, illustrations, and measurements were made with the aid of a stereoscopic microscope equipped with a camera lucida. For measurements greater than 10 mm a manual caliper was used. All measurements are in millimeters.

Terminology for wing venation follows Riek & Kukulova-Peck (1984) with additions summarized by Pleck et al. (2003). For description of the structures of the vesica spermalis (VS) the nomenclature proposed by Miller (1991), which is essentially the same system used by Kennedy (1922) and Borror (1931), was adopted, in preference to Pfu's (2005) terminology in order to facilitate comparisons among the species, since all descriptions of *Oligoclada* employed the Kennedy–Borror system. The VS was extracted, together with sternite S3, after relaxing the specimen with drops of 10% ammonia solution on the S2–3 venter. The VS was immersed in a 10%

294 Â.P. Pinto and C.J.E. Lamas

Figure 2. Adult male of *Oligoclada mortis* sp. nov.: (b–f, i–k) Holotype; (a, g–h) Paratype – (b) wings; (c) occiput, dorsal view; (d) metathoracic-tergite clasp, lateral view; (e–f) genital fossa; (g) lateral view; (h) ventral view; (i) ventral view of vesica spermalis; (j) lateral view of second to fourth abdominal segments; (k) caudal appendages; (l) dorsal; (m) ventral; (n) lateral view. Scale lines (b, e–k) 1 mm; (c) 0.5 mm; (d) 2 mm. AL: apical lobe; C: connex; H: dosoptical hump; LL: lateral lobe; MP: medial process; P1: sperm filling pore.

were collected under IBAMA 02001.006797/2008-30 and CGFAP 260/2010 licenses. Paratype with the left genital lobe lost and apex of right posterior hamule broken. Left pair of wings detached and mounted in clear plastic. Both specimens with the head and thorax slightly smashed.

Male holotype

Head. Labium shining black. Labrum ivory, a narrow black spot at center of ventral margin narrowing laterally; base of mandibles ivory, irregularly spotted with brown to black. Clypeus and narrow ventral stripe of antefrons ivory; remainder of frons and vertex blue, with metallic reflections. Frons smashed, precluding precise measurement of width of ivory stripe on antefrons. Antennae dark brown to black. Occipital triangle blackish brown with pair of ill-defined rounded orange spots on each side (Figure 2b); rear of head black. Postfrons with wide-shallow medial furrow; vertex rounded; posterior margin of occipital triangle slightly convex without any differentiated process (Figure 2b).

Thorax. Prothorax black, except for brown spot lateral to middle lobe, narrowed dorsally; margin of posterior lobe with long, white, hair-like setae. Synthorax (Figure 1a) brown to black, irregularly covered with whitish-blue pruinosity; mesepisternum black dorsally, lightening to dark brown towards mesepimeron; metapleura brown with irregular dark areas, without distinct pattern of pale and dark areas. Legs black, covered with whitish-blue pruinosity on ventral surface; ventral surface of prothoracic trochanter ivory; anteroventral surface of metafemora armed with 21 short spines followed distally by one spine, 6.2 times longer than proximal ones (Figure 2d); anteroventral surface of metathoracic tibia with 12 spines, longer than intervening spaces; metathoracic pretarsal claws with distinct acute supplementary inferior tooth at $c.0.75$ (outer claw) and 0.66 (inner claw) of their length (Figure 2e).

Wings. Membrane hyaline; venation black; pt pale brown, contrasting with black of surrounding veins, rectangular, membranula small, anterodistal base whitish, remainder brown to dark brown. Venation as follows: 9–10 Ax in Fw (distal one incomplete); 7 Ax in Hw; 7–9 Px in Fw, 8 Px in Hw; 7 postsubnodals in Fw, 7–8 in Hw; one fine crossvein arising proximal to RP2 in all wings; arc between Ax1 and 2, closer to Ax2; sectors of arc (MA+RP) stalked, their common origin located $c.0.30$ distance from posterior to anterior end of arc in all wings; Rspl with one cell row, composed of 5 cells in Fw, 4 in Hw; discoidal triangles, supratrangles and subtriangles not crossed in four wings; Hw triangle base arising obliquely to arc; space between CuP-crossing and proximal side of discoidal triangle not crossed in Fw, with an additional crossvein in both Hw; Fw discoidal field with two rows of cells up to level of nodus, increasing to 6–7 cells at wing margin; Hw discoidal field divergent, with 4 rows of one cell followed by 1–3 double cells, then broadening to 9–10 cells towards wing margin; Msp1 indistinct in all wings; anal loop elongated with distinct midrib, with well-developed toe, foot-shaped, reaching distally to level of RP-midfork; total cells in anal loop 17–18 (proximal row 8 cells, distal 9–10); two paranal cells in Hw; anal field with 2–3 cells rows posterior to anal loop (2 cell rows at triangle level).

Abdomen. Almost black, covered with whitish-blue pruinosity on S1–4 and ventral portions of SS–8; S2–3 paler, brownish orange with black carinae; dorsal center of S4–7 with ill-defined brownish-orange stripe, not reaching anterior and posterior margins of respective segment; ventrotergal portion of S9 with a small, indistinct, brownish rounded spot in posterior half; transverse carina of S4 barely distinguishable, suture-like in shape. Secondary genitalia: anterior surface of anterior lamina without spines, in ventral view (Figure 2f) with posterior margin concave, abruptly accentuated medially, in lateral view lower than posterior hamule and genital lobe (Figure 2e); posterior hamule unbranched, sickle-shaped, distinctly higher than genital lobe, apex acute, directed posterodorsally in lateral view (Figure 2e) and outwards with apex diverging from opposite hamule in ventral view (Figure 2f); inner surface between base and apex of hook seemingly membranous; angle of curvature formed by the hamular ridge distinctly obtuse and of about 70° ; ridge strongly pronounced at base and gradually disappearing toward apex in lateral view (Figure 2e); genital

indistinct, typical of the genus. The combination of uncrossed triangles, discoidal field beginning with two rows of cells in Fw, foot-shaped anal loop, anal field with 2–3 three rows of cells (Figure 2a), transverse carina on S4 barely indicated, tarsal claws with a definite tooth on 0.66 – 0.75 of their length (Figure 2c), and VS with long filiform cornua reaching distinctly beyond apex of lateral lobes and medial process (Figure 2g–h), separate *O. mortis* sp. nov. from all species positioned in Groups I–II, IV–VI of Borror (1931) also including *O. calverti* Santos, 1951, *O. garrisoni* De Marmels, 2008, *O. haywardi* Fraser, 1947, *O. nemesis*, *O. rubribasalis* von Ellenrieder and Garrison, 2008 and *O. teretidentis* Rehn, 2003 not considered in Borror's revision. Within Group III, in which we also include *O. amphinome* Ris, 1919, *O. crocogaster* Borror, 1931, *O. borrori* Santos, 1945, *O. leucotaenia* De Marmels, 1989 (see discussion), *O. hypophane* De Marmels, 1989 and *O. waikimae* De Marmels, 1992, the new species can easily be distinguished from all other species by following unique combination of characters: labium entirely black, posterior hamule sickle-shaped, more than two times as long as anterior lamina and 1.6 times as long as genital lobe, proportionally the largest observed in the genus; hamular basal length 0.33 of its total length; ventral edge of genital lobe rounded (Figure 2e); epiproct ≤ 0.66 total length of cercus, ending posteriorly anterior to the last spine of cercus (Figure 2k); venter of S7–9 almost black with a small indistinct brownish rounded spot on tergite of S9; cercus widest at $c.0.66$ posterior of its length; ventral set of 6–7 teeth arranged in ridge-like process; apexes of cerci convergent in dorsal view (Figure 2i–k).

Biological and ecological data

Rondônia State, especially the region of its capital Porto Velho, with its eight recorded species presents the highest richness of *Oligoclada* among the nine Brazilian States covered by the Amazonian biome. However, all other Amazonian States probably have a similar or even higher number of species of this genus. The huge Brazilian Amazonia is very poorly investigated, with no extensive and systematic collecting expeditions, thus several areas are virtually terra incognita. Furthermore the few existing collections are understudied.

The gently sloping locality where the holotype of *O. mortis* was collected (Figure 1d) harbors a small partially shaded stream (igarapé) of second order with abundant leaf litter, and with its bed composed of a mixture of predominantly dark clay, plus sand and small rocks (Figure 1b). Neighboring areas include forest with partially open canopy, ferns and young palms in the under-story, superior strata with trees and lianas (Figure 1c). Without identification of its larva, it is impossible to characterize this species as lotic or lentic, since the breeding site could be lotic, for example a stagnant portion of the igarapé, in spite of the latter being running water. The paratype was collected in a similar environment, albeit with denser vegetation.

These sites are located in the area of influence of Jirau hydroelectric plant on Rio Madeira (Figure 1d), which represents one of the large scale projects for energy production of the Brazilian government in Amazonia.

Discussion

Borror's (1931) division of *Oligoclada* into six 'natural' groups based on VS (penis) morphology is practical, in spite of his conflicting nomenclature. Differently from his work on *Erythrodiplox* (Borror, 1942), the distinction of lobes of fourth segment is unclear, especially between inner lobes (internal lobes *sensu* Borror) and the apical lobe (posterior lobe *sensu* Borror). In some species he identified the most dorsal lobe as the apical lobe with inner lobes located immediately ventral to it (e.g. *O. crocogaster*), while in others species the most dorsal lobe was identified as the inner lobe with the apical lobe ventrally (e.g. *O. monosticha* Borror, 1931). Borror (1931) did

lobe rounded with anterior and posterior margins similar, 1.25 longer than wide (Figure 2e). For VS description see paratype. Cerci (Figure 2i–k) black, in lateral view regularly smoothly curved, slightly constricted at anterior 0.2 to 0.3 , then gradually expanding posteriorly; apex tapering into a thumb-like process directed obliquely dorsad; posterior margin obliquely truncated; ventral margin with row of 6–7 spines on a ridge-like process from anterior 0.46 to posterior 0.79 of cercus length (Figure 2k); in dorsal view, cerci converging along anterior 0.5 of cercus length, then slightly diverging with somewhat flattened converging apexes (Figure 2i). Epiproct slightly bifid at tip, extending to 0.64 length of cerci (Figure 2j).

Measurements. Total length (including caudal appendages) 26.5 ; abdomen length (excluding caudal appendages) 15.5 ; head maximum width 4.2 ; Fw length 20 ; Hw length 19 ; Hw width 6.6 (proximal to costal nodus); pt length 1.5 in Fw, 1.9 in Hw; length of metathoracic femur 5.6 ; metathoracic tibia 6.3 ; length of genital lobe 0.5 ; width of base of genital lobe 0.4 ; length of hamule in lateral view 0.8 ; length of anterior lamina in lateral view 0.5 ; length of S9+10 in lateral view 1.3 ; total length of cercus in lateral view 1.4 ; length of epiproct in lateral view 0.9 .

Variation in the paratype

Head. Base of mandibles ivory. Pair of rounded orange spots on occipital triangle clearly defined.

Thorax. Prothorax black. Synthorax brown to black, pruinose areas more extensive; anteroventral surface of metafemora armed with 19 short spines followed distally by one longer distal one (apex broken in both legs); anteroventral surface of metathoracic tibia with 12–13 long spines, tarsal supplementary inferior tooth at $c.0.75$ of their length in both claws. Wing (Figure 2a) venation as follows: 8 Ax in Hw; 9–10 Px in Fw (distal Ax on right wing not reaching the costal margin), 8 Px in Hw; 6–7 postsubnodals in Fw, 6–7 in Hw; Rspl with one cell row, composed of 4–5 cells in Fw; space between CuP-crossing and proximal side of discoidal triangle with an additional crossvein only in left Hw; Hw discoidal field with 4–5 rows of one cell; total of cells in anal loop 15–16 (proximal row 7 cells, distal 8–9).

Abdomen. Dorsal center of S5–7 each with ill-defined brownish-orange stripe, not reaching anterior and posterior margins of segments; ventrotergal portion of S9 with large brownish rounded spot on posterior half; cerci black with internal posterior surface brown. Secondary genitalia: VS with pair of very long, filiform cornua extending distinctly beyond apex of subtriangular lateral lobes and ventrally beyond hood (Figure 2g); medial process with ventrally directed lobe, strongly sclerotized internally and surrounded by membranous (probably inflatable) structures (Figure 2g–h); apex of apical lobe tongue-shaped, covered by minute spines (Figure 2g); inner lobes not discernible.

Measurements. Total length (including caudal appendages) 25.3 ; abdomen length (excluding caudal appendages) 15.3 ; head maximum width 4.1 ; Fw length 20.9 ; Hw length 19.5 ; Hw width 6.3 (proximal to costal nodus); pt 1.7 – 1.8 in Hw; length of metathoracic femur 5.8 ; metathoracic tibia 6.1 ; length of S9+10 in lateral view 1.4 .

Female and larva. Unknown.

Diagnosis

Small-sized libellulid, predominantly blackish brown covered with whitish-blue pruinosity, postfrons blue with metallic reflections, wings hyaline with sectors of arc stalked and Msp1

not provide an explanation, at least in detail, for calling the dorsal lobe sometimes the apical lobe and at other times the inner lobe. This inconsistency renders comparison complex and unreliable, since identification of lobes is ambiguous and consequently errors of interpretation could be common. The problem was highlighted by Santos (1945a, p. 3) who studied VS structures under full inflation and considered the single most dorsal lobe, labeled as the inner lobe in some species by Borror (1931, pl. VI), as actually the apical lobe. Santos' opinion appears to be most consistent with VS morphology of other libellulids and is followed here.

Based on detailed studies by Piau (1971, 2005) the filling pore (P1) is positioned in the second segment. However, in Miller's (1991) system it is positioned in the third segment. Indeed a distinct borderline, due to different levels of sclerotization, is observed between the large proximal part of V2 which ends in the dorsopical hump (the point at which the ligula engages to VS, named as dorsodistal peg in Miller's terminology) and a small distal portion largely in contact with V3 (Figure 2g). Current terminologies are largely contradictory, and certainly the highly variable VS of Libellulidae species represent a great challenge for proposition of a general system. In *Oligoclada* a comprehensive study must be undertaken for unambiguous correspondence in the distal lobes among all species.

In spite of these problems, based on morphology of its VS (observed only in the decompressed state) *O. mortis* can be placed in Group III together with *O. amphinome*, *O. crocogaster*, *O. borrori*, *O. leucotaenia* (see below), *O. hypophane* and *O. waikimae*. This group is characterized mainly by the presence of a pair of filiform cornua, much longer than inner lobes, extending considerably beyond the apex of lateral lobes; lateral lobes usually triangular, not narrowed basally; and medial process 0.33 as long as cornua or less. In Borror's (1931) work just two species (i.e. *O. crocogaster* and *O. amphinome*) were included in this group, thus we provide a key to males of the seven species currently involved.

De Marmels (1989, p. 51) considered *O. leucotaenia* related to *O. crocogaster* and *O. amphinome*, both species of Group III. In spite of structural characters indicating a correct placement, the author did not describe the VS and the only illustration provided for this organ (p. 77) depicts the cornua as apparently absent. The probable absence of this structure was later validated by De Marmels (1992, p. 45) "En *O. leucotaenia* (serie tipo) ... el pene carece de cornua". We provisionally keep *O. leucotaenia* in Group III of Borror (1931), following De Marmels' (1989, 1992) opinion, but probably the group should be reevaluated since this species does not show the main diagnostic character for the group, i.e. the shape and relative length of cornua. Phylogenetic analyses of the genus should be undertaken in order to identify the relationships among species and test the validity of Borror's groups. Furthermore, Heckman (2006, p. 299) questioned the validity of this species without presenting any reasons supporting his opinion. Based on the description and illustrations provided by De Marmels (1989) and contrary to Heckman's statement we believe *O. leucotaenia* is a valid species, especially considering the shape of posterior hamule and already cited absence of a long cornua in VS.

The sickle shape of the posterior hamules of *O. mortis* shows great similarity to *O. stenoptera* Borror, 1931 and especially to the Venezuelan *O. garrisoni*, although both species belong to Group II. In addition to the larger hamule and distinct morphology of the caudal appendages of *O. mortis*, these two species differ from *O. mortis* in presenting a less developed anal loop, without a distinct heel and sole (not foot shaped), the anal field with just one cell row and the cornua distinctly less developed, being either absent (*O. garrisoni*) or only as long as lateral lobes (*O. stenoptera*).

Key to males of Borror (1931) species Group III of *Oligoclada*

This key was based on information available in the literature and examination of specimens of *O. amphinome*, *O. borrori*, *O. crocogaster* and *O. mortis* of Group III, besides species of other

Figure 3. Diagrammatic representation of posterior hamule of species of Group III of *Oligoclada* in lateral view, depicting the measurement of angles of curvature of hamular ridges. (a-b) proximal and distal ridges meeting in a distinctive endpoint (vertex) (c) proximal and distal ridges lacking clear distinction, with a central point used as endpoint.

groups listed in the appendix. Therefore the key should be used with caution, and for correct determination illustrations from primary descriptions (Borror, 1931; De Marmels, 1989, 1992; Santos, 1945b) must be consulted. The angle of curvature of hamular ridges corresponds to the angle formed between posterior apices of hamule and intersection of the proximal and distal ridges (Figure 3a-c). In *O. amphionome* and *O. crocogaster* the proximal and distal ridges meet in a distinctive point (Figure 3a-b, see also Borror 1931: figures 20-21). However, in another extreme in *O. leucotaenia* (De Marmels, 1989, figure 207) and *O. moritis* (Figures 2e, 3c) there is no clear distinction between proximal and distal ridges and a central point was used as endpoint for determination of its angle of curvature (Figure 3c). Dr. N. von Ellenrieder (NvE; pers. comm., 2011) observed specimens in the Rosser W Garrison collection with features distinct from those stated in the key. These differences are provided in square brackets, since they were not examined by us.

1. Cornua of VS greatly developed in a long filiform structure, extending distally considerably beyond apex of lateral lobes, markedly curved, ventrally surpassing the margin of the hood (except *O. leucotaenia*); eight or more Ax in Fw; discoidal triangles one-celled; subtriangles one-celled (rarely two-celled in one Fw); discoidal field beginning with two rows of cells in Fw, tooth-shaped anal loop, anal field with two or three rows of cells; tarsal claws with definite tooth at 0.66-0.75 of its length (Group III)..... 2
- 1' Character combinations differing from those above..... 2
- 2(3) VS without distinct cornua; labium with an extensive black spot covering at maximum 0.5 of palp width and prolonged over the anterior margin; labrum entirely black; costal side of pt in Fw 1.7 mm..... *O. leucotaenia*
- 2' VS with long filiform cornua; labium with black spot covering less than 0.33 of palp width and not prolonged over anterior margin, or labium entirely black; labrum whitish yellow with a black median spot covering at most ventral 0.66 of its height; costal side of pt usually less than 1.7 mm, or about 2.5 mm..... 3
- 3(2'). Epiproct almost as long as cerci (ratio of epiproct/cerci 0.91-0.92)..... 4
- 3'. Epiproct distinctly shorter than cerci (ratio of epiproct/cerci 0.64-0.85)..... 5
- 4'. Anal loop composed of 17-20 cells; posterior hamule as high as genital lobe; hamular proximal ridge meets distal one almost in an acute point, forming angle of curvature of less than 35° (34); cerci constricted at posterior 0.66, with 4-6 ventral spines located along posterior 0.6-0.75 of cercus; length of costal side of pt in Fw 1.5 mm..... *O. amphionome*

300 Â.P. Pinto and C.J.E. Lamas

4. Anal loop composed of 13-14 cells [NvE, one specimen from Bolívar State, Venezuela with 16-18 cells]; posterior hamule slightly higher than genital lobe; hamular proximal ridge meets distal one in regular rounded curve, forming angle of curvature of more than 35° (40); cerci regularly curved with, 5 ventral spines located along posterior 0.5-0.66 of cercus; length of costal side of pt in Fw 1.2 mm [same specimen from Bolívar has pt in FW with 1.7 mm]..... *O. hypophane*
- 5(3'). Length of costal side of pt in Fw c. 2.5 mm; apex of wings with a brownish spot; anal loop composed usually of 13-16 cells; anterior lamina as long as 0.66 of genital lobe in lateral view..... *O. borrori*
5. Length of costal side of pt in Fw at most 1.8 mm; apex of wings hyaline; anal loop composed usually of 15-19 cells [NvE, one specimen from Rondônia State, Brazil, has 13-14 cells]; anterior lamina at least 0.72 as long as genital lobe in lateral view..... 6
- 6(5'). Labium entirely black; venter of S7-9 almost black with an ill-defined pale spot on posterior 0.5 of S9; posterior hamule distinctly higher than genital lobe; hamular ridge semicircular, forming an angle of curvature of c. 70°; ventral margin of genital lobe rounded; ratio between epiproct and cerci length in lateral view less than 0.67; apices of cerci converging in dorsal view; cercus with 6-7 ventral spines on a ridge-like process..... 7
- *O. moritis* sp. nov.
- 6'. Labium with a black spot covering at most 0.33 of palp width; venter of S7-9 reddish orange to red; posterior hamule no longer than genital lobe; hamular proximal and distal ridges forming angle of curvature less than 50°; ventral margin of genital lobe somewhat truncated; ratio between epiproct and cerci length greater than 0.75 in lateral view; apices of cerci parallel to slightly divergent in dorsal view; cercus with 4-6 ventral spines not on a distinct ridge-like process..... 7
- 7(6'). Labrum with black spot covering ventral 0.25-0.5; hamular proximal ridge meeting distal one in acute point (less acute in Pará specimens), forming angle of curvature of at most 28°; cornua of VS greatly developed, extending distally considerably beyond apex of medial process; lateral lobes distinctly rounded..... *O. crocogaster*
- 7'. Labrum whitish yellow without black spots; hamular proximal ridge meeting distal one in regular rounded curve, forming angle of curvature more than 30° (35); cornua of VS less developed extending distally approximately level of apex of medial process; lateral lobes subtriangular..... *O. waitkininae*

Acknowledgements

We are indebted to Dr. Sônia A. Casari, curator of the aquatic insects collection in MZSP, and Dr. Nelson Ferreira Jr and Jorge L. Nessimian, curators of DZJR, special thanks are due to Dr. Rogério R. Silva (MZSP) for sending this impressive material for description and for gently providing additional information on the collecting locality; Dr. Akimair L. Carvalho (MNRJ, Brazil) for allowing APP to use his laboratory and also access to his personal ornithological library; Dr. Angelo B. M. Machado (UMG, Brazil) for his generosity in donating rare specimens of *Oligoclada*, allowing confident companions; Dr. Dennis Paulson (University of Papua New Guinea, USA) for help with Nicaragua records; Dr. Jürg De Marmels (MIZA, Venezuela) for graciously reviewing the manuscript and improving the text significantly. This study was partially supported by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, PDJ fellowship to the first author), ARCADIS Tetraplan S.A. and Energia Sustentável do Brasil. Finally we thank the reviewers Natalia von Ellenrieder and Jim Johnson, as well as the editor Michael L. May for their insightful suggestions.

References

- Borror, D.J. (1931). The genus *Oligoclada* (Donaia). *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*, 2, 1-42, pls. 1-VII.
- Borror, D.J. (1942). A revision of *Libellulinae* genus *Erythrodiplax* (Donaia). *Columbus, The Ohio State University. Graduate School Studies, Contributions in Zoology and Entomology* n. 4. Biological Series.

Oligoclada moritis sp. nov. 301

- Carvalho, A.L., Pinto, A.P., & Ferreira Jr, N. (2009). *Costomachous corbeia* sp. nov. from Floresta Nacional de Carajás, Pará state, Brazil (Donaia: Aeshnidae). *International Journal of Odonatology*, 12, 337-346, pl. VI.
- Daigle, J.J. (2002). Nick at night. *Episodic II*. *Argus*, 14, 14-15.
- De Marmels, J. (1989). Odonata or dragonflies from Cerro de la Neblina and the adjacent lowland between the Rio Baria, the Casiquiare and the Rio Negro (Venezuela). 1. Adults. *Boletín de la Academia de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, 25, 11-78.
- De Marmels, J. (1992). Odonata del Cerro Guapiquim (Elso, Bolívar) y zonas adyacentes. *Boletín de Entomología Venezolana*, 7, 37-47.
- De Marmels, J. (2008). Two new libellulid dragonflies from southern Venezuela, with new records of other species (Donaia: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 11, 1-13.
- Dinkler, S.W. (1989). Brazil. *Rondonia State, Argus*, 1 (Season Summary Supplement), 1-2.
- Fleck, G. (2003). Contribution à la connaissance des Odonates de Guyane française. Les larves des genres *Argyresthia* Ris, 1911 et *Oligoclada* Karsch, 1890 (Insecta, Odonata, Libellulidae). *Annales des Naturalistes Historiens Maracay in Wm. Serra B. Par Island and Zoologie*, 194, 341-352.
- Fleck, G., Bechly, G., Martínez Delclós, X., Jazenski, E., Coran, R., & Nel, A. (2003). Phylogeny and classification of the Skopelophoridae (Donaia: Ephemeroptera). *Annales de la Société Entomologique de France (Nouvelle série)*, 39, 55-65.
- Fraser, F.C. (1947). The Odonata of the Argentine Republic. I. *Acta Zoologica Lilloana*, 4, 427-462.
- Garrison, R.W. (1989). Brazil. *Rondonia State, Argus*, 1 (Season Summary Supplement), 2-4.
- Garrison, R.W., von Ellenrieder, N., & Louton, J.A. (2006). *Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to Anisoptera*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Geijskes, D.C. (1984). What is *Oligoclada abbreviata* (Rambur, 1942)? (Donaia: Libellulidae). *Zoologische Mededelingen*, 58, 175-185.
- Heckman, C.W. (2006). *Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata - Anisoptera. Illustrated keys to known families, genera, and species in South America*. Dordrecht: Springer.
- Kennedy, C.H. (1922). The morphology of the penis in the genus *Libellula* (Donaia). *Entomological News*, 33, 23-40, pls. II-III.
- Machado, A.B.M. (1954). Descrição do "allotypus" (fêmea) e notas sobre o "homotypus" de *Oligoclada calverti* Santos, 1951 (Donaia: Libellulidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 2, 139-144.
- Machado, A.B.M., & Machado, P.A.R. (1993). *Oligoclada abbreviata* *immaculata* sp. nov., with notes on its ecology and distribution (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 22, 479-486.
- Miller, P.L. (1991). The structure and function of the genitalia in the Libellulidae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 102, 45-73.
- Paulson, D.R. (1982). Odonata. In: H.H. Hurlbert & A. Villalobos-Figueroa (Eds.), *Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies* (pp. 249-277). San Diego: San Diego State University.
- Plat, H.K. (1971). Struktur und Funktion des sekundären Kryptotegumentes der Odonaten (Insecta, Palaeoptera), ihre Wandlung in der Stammesgeschichte und Bedeutung für die adaptive Einföhrung der Ordnung. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 70, 281-371.
- Pinto, A.P., & Lamas, C.J.E. (2010). *Neovivianella armulatrix* sp. nov. (Donaia, Cordulidae) from northeastern Santa Catarina State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54, 608-617.
- Ramírez, A., Paulson, D.R., & Esquivel, C. (2000). Odonata of Costa Rica: Diversity and Checklist of species. *Revista de Biología Tropical*, 48, 247-254.
- Rehn, A.C. (2003). *Oligoclada teretidentis* sp. nov. from eastern Ecuador (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 32, 171-175.
- Riek, E.R., & Kulakov-Peck, J. (1984). A new interpretation of dragonfly wing venation based upon Early Upper Carboniferous fossils from Argentina (Insecta: Odonatoides) and basic character states in pterygote wings. *Canadian Journal of Zoology*, 62, 1150-1166.
- Santos, N.D. (1945a). *Oligoclada nemesis* (Ris, 1911), nova combinação e notas sobre outras espécies (Donaia: Libellulidae). *Boletim do Museu Nacional*, 46, 1-4.
- Santos, N.D. (1945b). Contribuição ao conhecimento da fauna de Pirassununga, estado de São Paulo. 2 - Descrição de *Oligoclada borrori* n. sp. (Donaia: Libellulidae). *Boletim do Museu Nacional*, 47, 1-5.
- Santos, N.D. (1951). *Oligoclada calverti*, n. sp. (Donaia: Libellulidae). *Entomological News*, 62, 135-137.
- Souza, L.O.I., Costa, J.M., & Espinola, L.A. (2002). Description of the last instar larva of *Oligoclada lerma* Ris, 1911 and comparison with other Libellulidae (Anisoptera). *Odonatologica*, 31, 403-407.
- von Ellenrieder, N., & Garrison, R. (2008). The genus *Oligoclada* in Argentina, with description of *O. rubra* sp. nov. (Donaia: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 11, 249-260.

302 Â.P. Pinto and C.J.E. Lamas

Appendix. List of *Oligoclada* held in MZSP and DZJR Brazilian collections

We examined and properly curated all 80 specimens held today in these collections. They belong to 14 nominal species (three distinct species could not be correctly identified) which corresponds to more than half the total number of species included in *Oligoclada*.

- O. abbreviata abbreviata* (Rambur, 1842). [SURNAME] 1♂ [Sipalwini District], Apetina, 23 iii 1952, leg. G. [D.C. Geijskes] (MZSP); BRAZIL: 1♂ Pará State, [Pangantungan municipality] Coraci - 15 Km NW [of Indian station] Canaã, Rio Gurupi, iv 1963, leg. H. [Rogério] Maltz (MZSP); 4♂ Batavia municipality, xii 1963, leg. [Richard von Diringshofen] (MZSP); 1♂ same data but Rio Tapajoz [sic. Tapajós] (MZSP); 3♂ same data but Rio Tapajoz [sic. Rio Tapajós], Santarém (Rio Tereza Community of Santarém), vii 1962 (MZSP); 3♂, 1♀, Almatina municipality, Rio Iriti Camp ca. 100 Km [South] of Almatina 09°59'S, 52°40'W [154 m a.s.l.], 17 x 1986, leg. P. Spangler & O. Platt (MZSP); 1♂ same data but 18 x 1986, 1♂ Mato Grosso State, [Santa Tereza] municipality, Rio Tapajoz, [locality of] Porto Velho [10°42'27.94"S, 51°01'26.69"W, 181 m a.s.l.], iv 1964, leg. R.T. Lima (MZSP); 1♂ Barra do Garças/Nova Xavantina municipalities, Rio Pindaba, Farolândia Vera Cruz (RPPN), 14°56'56.56"S, 52°04'17.07"W, 286 m a.s.l., 10 x 2005, leg. J.D. Batista & L.A. Castro (DZJR 753) [Ex-UPG collection].
- O. amphionome* Ris, 1919. [SURNAME] 1♂ [Pará District], Powsaká, 12 x 1962, leg. G. [D.C. Geijskes] (MZSP).
- O. borrori* Santos, 1945. BRAZIL: 1♂ Minas Gerais State, [Jatobacutus] municipality, Serra do Cipó, iv 1964, leg. A.B.M. Machado (MZSP) [ex-ABMM collection].
- O. calverti* Santos, 1951. BRAZIL: 1♂ Minas Gerais State, Florestal municipality, Ribeirão do Ourm, 19 iv 1986, leg. A.B.M. Machado (MZSP) [ex-ABMM collection].
- O. crocogaster* Borror, 1931. BRAZIL: 3♂ Rondonia State, Porto Velho municipality, 16 xi 1962, leg. A.B.M. Machado (MZSP) [ex-ABMM collection]; 1♂ Pará State, Marapanim municipality, Azeite 15 Km, 09 ix 1965, [Expedição] Departamento del Zoología da USP (MZSP); 1♂ Itacarambaia municipality, Iguaçu de Dourado, [Transição] [Barragem] 050 [01°23'57.93"S, 48°44'48.24"W, 14 m a.s.l.], north sector, area of construction of the [Electricity] [Transmission] [Unit], viii or x 2006, leg. N. Ferreira Jr & J.L. Nessimian (DZJR 1044).
- O. laetitia* Ris, 1911. BRAZIL: 2♂ Rio Grande do Sul State, Viçosa municipality, Chácara Nossa Senhora das Graças [Instituto de Educação Marista Nossa Senhora das Graças], 30°04'37.08"S, 51°03'10.65"W, 76 m a.s.l., 05 iii 2005, leg. APP & J.G. Da Silva (DZJR 841-842).
- O. monosticha* Borror, 1931. BRAZIL: 1♂ Pará State, Almatina municipality, Rio Xingu Camp, c. 60 Km [South] of Almatina 03°39'S, 52°22'W, [110 m a.s.l.], 13 x 1986, leg. P. Spangler & O. Platt (MZSP).
- O. moritis* Pinto & Lamas. BRAZIL: Holotype ♂, Rondonia State, Porto Velho municipality, [Transição] 5.21, segment 12" (09°35'19"S, 65°02'50"W, 106 m a.s.l.), 13 x 2010, leg. Nogueira & Mendes (MZSP); 1♂ Paratyape: same data as holotype but "Abani" area, [Transição] 10-P2 segment 4" (c.09°35'43.70"S, 65°20'55.70"W, 108 m a.s.l.), 17 x 2010, leg. Nogueira & Mendes (MZSP).
- O. nemesis* Ris, 1909. BRAZIL: 1♂ Minas Gerais State, São João del Rei municipality, xii 1956, leg. A.B.M. Machado (MZSP) [ex-ABMM collection].
- O. pachystigma* Karsch, 1890. BRAZIL: 2♂ Pará State, Parauapebas municipality, Área de Proteção Ambiental (APA) do Igarapé Gelado, "cela 7", 05°57'56.00"S, 50°19'02.27"W, 235 m a.s.l., 03 iv 2008, leg. N. Ferreira Jr & A. Santos (DZJR 1041-1042); 2♂ Pangantungan municipality, Santarém do Capim, Rio Capim river, 16 i 2002, leg. N. Ferreira Jr (DZJR 1047-1048); 1♂ Mato Grosso State, Riberião Cascalheira municipality, Rio São João Grande (RISJO), 12°46'29"S, 51°06'36"W, [212 m a.s.l.], 15 vii 2003, leg. J.D. Batista & L.A. Castro (DZJR 754) [ex-UPG collection]; 2♂ Cocalinho municipality [sic. coordinates on Nova Xavantina municipality], Córrego Ananias/Lagoa Ronco (LRO), 14°35'38"S, 52°12'07"W, 268 m a.s.l., 31 vii 2005, without collector (DZJR 755) [Ex-UPG collection]; 1♂ Mato Grosso [do Sul] State, Riacho do Herval, Rio Parana, iv 1952, B. Pohl [leg. [Ex-Richard von Diringshofen collection] (MZSP); 2♂, 3♂ Goiás State, Ananias municipality, v 1960, leg. [Richard von Diringshofen] (MZSP); 1♂ same data but Rio Xingu, x 1963 (MZSP).
- O. risi* Geijskes, 1984. BRAZIL: 1♂ Roraima State, Igarapé caminho Cipó, Otindó[?], vii 1960, leg. A.B.M. Machado (MZSP) [ex-ABMM collection]; 1♂ Pará State, Almatina municipality, ix 1963, leg. [Richard von Diringshofen] (MZSP); 1♂ same data but Rio Xingu, x 1963 (MZSP).
- O. sylvia* Kirby, 1889. BRAZIL: 1♂ Amazonas State, Rio Nharmúdi or Rio Abacaxis rivers, [probably in the locality of] Passinho 04°28'48"S, 58°34'24"W, 20 m a.s.l., boundary between Borá and Nova Olinda do Norte municipalities, DMT pers. comm.), 14 v to 06 vi 2008, leg. D.M. Takaya (DZJR 1046); 1♂ Barcelos municipality, 15-20 x 2005, leg.

L.M. Pessôa (DZRJ 1117) [These specimens differs from Borror's (1931) description by the distinctive teeth on ventral surface of their cerci].

***O. walkeri* Geijskes, 1931.** BRAZIL: 1♂ Pará State, [Paragominas municipality], Corcú – 15 KmNW [of Indian station] Canidelo, Rio Gurupi, iv 1963, leg. [Borys] Malkin (MZSP); 1♂ [Marabá municipality, Rio] Itacajissina, Lot 571, [coord. ca. 05°34'50.27"S, 49°47'15.59"W, 130 m a.s.l.], 11 vii [19]86, leg. [R.B. Francini] (MZSP); 3♂ same but I[ot] 576, 18 vii [19]86 (MZSP); 1♂ Parauapebas municipality, FLONA de Carajás, "posto mais abaixo do Barizal I", 06°6'14.08"S, 50°8'13.01"W, 569 m a.s.l., 16 ix 2006, leg. N. Ferreira Jr. & L.L. Dumas (DZRJ 1039); 1♂ same data but 28 ix 2007, leg. N. Ferreira Jr. & V. Alceim (DZRJ 1040); 1♂ Pará State, Altamira municipality, Rio Xingu Camp, c.60 Km S[outh] of Altamira 03°39'S, 52°22'W, [110 m a.s.l.], Iguaçu N[orth] of camp, trail 4, 13 x 1986, leg. P. Spangler & O. Flint (MZSP); 1♂ Maranhão State, [probably Centro Novo do Maranhão municipality], Iguaçu Group-Uma, Aldeia Amça, 50 Km E[ast] of [Indian station] Canidelo, v 1963, leg. [Borys] Malkin; 1♂ Acre State, Sena Madureira municipality, Monte Rico, Rio Macaú, 05 xi 1997, leg. J.L. Nessimian (DZRJ 1043).

***O. xanthopleura* Borror, 1931.** BRAZIL: 3♀ Pará State, Óbidos municipality, Praia de Carum, 01°52'20.7"S, 55°31'03.6"W, 84 m a.s.l., 19 ix 2010, Expedição Mocoronga MZUSP (MZSP); 1♀, [Santarém municipality, Village of] Alter do Chão, 18 ix 1969, leg. [Expedição] Permanente a] Amazonia MZUSP (MZSP); 1♂ Altamira municipality, Rio Itari Camp, c.100 Km S[outh] of Altamira 03°59'S, 52°40'W [134 m a.s.l.], 17 x 1986, leg. P. Spangler & O. Flint (MZSP); 1♂ Parauapebas municipality, FLONA de Carajás, "ETA" 06°04'55.49"-06°05'12.72"S, 50°09'06.10"-50°08'49.84"W, 664-680 m a.s.l., iii 2005, leg. N. Ferreira Jr. (DZRJ 1053); 2♂, 4♀ Mato Grosso State, [Santa Terezinha municipality], Rio Tapiapé, [locality of] Porto Velho [10°45'27.94"S, 51°01'26.60"W, 181 m a.s.l.], iv 1964, leg. R.T. Lima (MZSP); 1♀ Barra do Tapiracá, 02.16.1.1966, leg. [Borys] Malkin (MZSP); 1♂ Ribeirão Cacalheira municipality, Lago do Mateiro (LGMT), Point 10, 12°25'53"S, 50°59'52"W, [203 m a.s.l.], 23 v 2004, leg. J.D. Batista & L.A. Castro (DZRJ 756) [ex-UFG collection]; 1♂ same data but Centro Manoel Timmo (COMAT), Point 10, 12°40'16"S, 50°59'25"W, 15 vii 2003 (DZRJ 757) [ex-UFG collection]; 1♂ [Novo Santo Antônio municipality?], Córrego sucupira (acesso road, COSUE), 25 v 2004, leg. J.D. Batista & L.A. Castro (DZRJ 758) [ex-UFG collection].

***Oligoclada* sp.A.** BRAZIL: 1♂ [Roraima State], Porto Velho municipality, Rio Madeira, i 1944, leg. B. Pohl [Ex-Richard von Düningshofen collection] (MZSP).

***Oligoclada* sp.B.** BRAZIL: 1♂, 1♀, Amazonas State, Barcelos municipality, 15-20 ix 2005, leg. L.M. Pessôa (DZRJ 1118) [badly preserved specimens, male similar to *O. stenoptera* but differs by shape of hamuli and cerci; female is in the same paper envelope but has an unusual three-celled triangle and complete last antennodal in both Fw; thus it may correspond to another species].

***Oligoclada* sp.C.** BRAZIL: 1♀ Amazonas State, [Mauas municipality], Lago Paraquequara, 01 xi 1969, leg. [Expedição] Permanente a] Amazonia MZUSP (MZSP) [likely a female of *O. stenoptera*].

6. Argia [ISSN 1061-8503] – 2011

ISSN 1061-8503

ARGIA

The News Journal of the Dragonfly Society of the Americas

Volume 23

17 March 2011

Number 1

Published by the Dragonfly Society of the Americas
http://www.DragonflySocietyAmericas.org/

Unending Mistake on the Distribution of the South American Emerald *Neocordulia* (*Mesocordulia*) *batesi batesi* (Selys, 1871)

Ângelo Parise Pinto, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) IB – USP, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, SP, Brazil; odonata_angelo@hotmail.com and Alcimar L. Carvalho, Laboratório de Biologia e Sistemática de Odonata, Departamento de Entomologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, alcarvalop@ufrj.br

Recently Pinto & Lamas (2010: 614) presented a table summarizing the records of Brazilian Cordulidae species based exclusively in the odontological works published from the 20th Century. In that table *Neocordulia* (*Mesocordulia*) *batesi batesi* (Selys, 1871) was cited from São Paulo State in Brazil. Despite the authors' intention to be faithful to the published records, a distinct odontologist can be led to an erroneous conclusion about the occurrence of this species in that state, and hence in the Brazilian biomes Atlantic Forest or Cerrado. Therefore an emendation is required to avoid misunderstanding.

Selys (1871: 312–313) described *Gomphomacromia batesi* in his Synopsis based in one male specimen. The only information on the topotype locality was "Parie: Le haut Amazonie a St. Paul, par M. [Henry Walter] Bates. (Coll. Selys)". Following Selys' quotation there is no doubt that the collecting region of this specimen is in Brazilian Amazonia in a place called "São Paulo". Martin (1907: 54) in the Catalogue of Selys excluded the expression "St. Paul", referring just to "Haut-Amazonie" and made a new record to Ecuador.

Cabert (1909) described the first Central American cordulid, i.e. *Neocordulia longipalpis*, from Costa Rica, and did not mention *N. batesi*. However in a post-scriptum of that paper, Williamson (1909: 412) highlighted the similarity of Cabert's species with *N. batesi*. May (1991) revised the genus, recognizing *N. longipalpis* as a subspecies of *N. batesi*. In addition, he recorded *N. batesi batesi* from Brazil (with doubt), Colombia, Ecuador and Peru, and *N. batesi longipalpis* from Costa Rica, Mexico, Nicaragua and Panama. In the same paper, May (1991) erected a new subspecies (*Mesocordulia*) to include these two subspecies, *N. griphus* May, 1991 and *N. campana* May & Knapp, 1988. *N. caudata* De Marmels, 2008 from Venezuela (De Marmels, 2008) also should be included in this subspecies, which thus includes four species. These four species are distributed from northwestern South America to Mexico.

Apart from these aspects Costa et al. (2000: 8, 14) recorded *N. batesi* (probably referring to *Neocordulia batesi batesi*) from São Paulo State in the Southeastern Brazil, citing the Martin (1914) record in the Genera Insectorum. That record was followed by Heckman (2006) and in the table presented by Pinto & Lamas (2010). Martin (1914: 13)

cited *N. batesi* to Goyaz [Goiás State] and São Paulo in Brazil. However, as stated by Selys (1871), São Paulo is an Amazonian locality, and correctly presumed by May (1991), should be the municipality of São Paulo de Olivença located in the west region of Amazonas State in Brazil, a locality visited by Bates on 10 September of 1856. He resided there for the subsequent five months (Papavero, 1973: 261). Apparently May (et. May, 1991; May & Knapp, 1988) did not consult the Genera Insectorum and neither examined the specimen of *N. batesi* from Goiás (if it still exists), making it impossible at the moment to confirm the authenticity of the Martin record.

Therefore the record from São Paulo State in Costa et al. (2000), repeated by Heckman (2006) and Pinto & Lamas (2010), is misleading, due the confusion between the municipality of São Paulo de Olivença, in the Brazilian Amazonia, and São Paulo State, which encompasses part of the Atlantic Forest and Cerrado biomes. The correct number of cordulids recorded from that state must be six species: *Cordulia trinitatis machadoi* (Costa & Santos, 2000); *Laurocordulia pitzingeri* Carvalho, Salgado & Werneck de Carvalho, 2004; *Neocordulia errans* (Cabert, 1909); *Neocordulia andrzejewski* (Selys, 1871); *N. caribbeensis* Santos, 1967, and *N. setifera* (Hagen in Selys, 1871).

Furthermore, the newly described species *Neocordulia pedris* Costa, Carrico & Santos, 2010, based on just one reared male specimen from Atlantic Forest (Espirito Santo State, southeast Brazil), considered by the authors as a *Mesocordulia* representative (due the absence of a biconical sternal process in SR, as well as the acute small ventrobasal tooth in the cerci), must have its status reconsidered. This newly emerged specimen, apparently crumpled, does not present any of the characteristic conditions of *Mesocordulia* in its P-O curve. So, based on larval characters it is improbable that this species pertains to this subgenus (Pinto et al. in prep.).

We hope to have solved the problem of the erroneous record of *Neocordulia batesi batesi* from São Paulo state in Brazil, avoiding the repetition of that mistake in upcoming studies. The occurrence of that species in Goiás State needs additional investigation, but probably is a case of misidentification.

ARGIA	Vol. 23, No. 1, 17 March 2011
In This Issue	1
Calendar of Events	1
2011 DSA Southeast Regional Meeting in Clayton, Georgia, by Giff Beaton and Marion Dobbs	1
It's Election Time	2
CalOdes/DSA California Dragonfly Blitz, by Kathy Biggs	2
Missing 2010 Maine Annual Meeting Attendees, by Jerrell Daigle	3
2011 Northeast Regional DSA Meeting on Delmarva Peninsula, 14–17 July, by Hal White	3
Sydney Asilina 1913–2010, by T.W. Donnelly	4
The Seasonal Parents of a West Texas Dragonfly Enthusiast, by Jerry K. Hatfield	6
A Call for Papers for BAO	6
Unending Mistake on the Distribution of the South American Emerald <i>Neocordulia</i> (<i>Mesocordulia</i>) <i>batesi batesi</i> (Selys, 1871), by Ângelo Parise Pinto and Alcimar L. Carvalho	7
1937–2010: Odonata Associated with the Muddy River Watershed in Clark County, Nevada, by Bruce Lund and Alan Myrnp	8
Photon Needed	13
River Jewelling, <i>Colepteryx argus</i> Say, New to Northwest Territories, by Paul Catling, Brenda Kostlik, and Douglas Tate	13
Dragonflies of Ives Road Fen Preserve, by Burton C. Cebulski and Chelsey J. Cebulski	14
Wetland Mitigation Sites Can Provide Excellent Odonate Habitat, by Cary Kerst	15
A Visit to the Prairie Potholes of Western Minnesota: MOSP Gathering 23–25 July 2010, by Scott King	17
DSA is on Facebook	19
New Species for Nebraska, by Fred C. Sibley	20
<i>Ophiogomphus amabilis</i> , Extra-striped Snaketail, a New Species for Nova Scotia, by John Klymko	21
Announcing Damselflies of Texas: A Field Guide, by John Abbott	22
Announcing Book on the Odonata of the Delmarva Peninsula, by Hal White	22

Front cover: A pair of Variegated Meadowhawks (*Symptetrus corruptus*) flying in tandem through the Holcim Wetlands in Fremont Co., Colorado. Photographed by Tony Leukering.

Acknowledgements

We wish to express our sincere thanks to Dr. Jessica L. Ware (at least for her attempt) and M. Sc. Danielle Anjos dos Santos for helped with the René Martin reference. Mike May kindly reviewed this note.

Literature Cited

Cabert, P.P. 1909. The first Central American cordulid. *Entomological News* 20: 409–412. [post-scriptum by E.B. Williamson on p. 412].
Costa, J.M., A.B.M. Machado, F.A.A. Lencioni, and T.C. Santos. 2010. Diversidade e Distribuição dos Odonata (Insecta) no Estado de São Paulo, Brasil. Parte I: Lista das Espécies e registros bibliográficos. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 80: 1–27.
Costa, J.M., C. Carrico, and T.C. Santos. 2010. *Neocordulia pedris* sp. nov. (Odonata: Cordulidae) from southeastern Brazil. *Zootaxa* 2685: 51–56.
De Marmels, J. 2008. *Neocordulia caudata* sp. nov. from the Coastal Cordillera, Venezuela (Odonata: Cordulidae). *International Journal of Odonatology* 11(1): 15–20.
Heckman, C.W. 2006. Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata – Anisoptera. Illustrated keys to known families, genera, and species in South America. Dordrecht: Springer. viii + 725.

May, M. 1991. A review of the genus *Neocordulia*, with a description of *Mesocordulia* subgen. nov. and of *Neocordulia griphus* sp. nov. from Central America, and a note on *Laurocordulia* (Odonata: Cordulidae). *Folia Entomologica Mexicana* 82: 17–67.
May, M. and K.W. Knapp. 1988. *Neocordulia campana* sp. nov., a new species of dragonfly from Panama (Anisoptera: Cordulidae). *Odonatologica* 17(1): 33–44.
Martin, R. 1906 [1907]. Cordulines. In: *Catalogue Systématique et Descriptif des Collections Zoologiques Du Baron Edmond de Selys Longchamps*. Fasc. 17. Bruxelles. Hayez, Impe. Des Académies. 94 p., pls. 1–111.
Martin, R. 1914. Odonata, Fam. Libellulidae, Subfam. Cordulinae. *Genera Insectorum* 185: 1–32, pls. 1–111.
Papavero, N. 1973. Essays on the history of Neotropical dipterology, with special reference to collection (1750–1950). Vol. 11. São Paulo: Museu de Zoologia Universidade de São Paulo, 446 pp.
Pinto, A.P. and C.J.E. Lamas. 2010. *Neocordulia acutalpis* sp. nov. (Odonata: Cordulidae) from northeastern Santa Catarina State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54(4): 698–617.
Selys-Longchamps, E. de. 1871. Synopsis des Cordulines. *Bulletins de l'Académie Royale Des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique* (2) 31: 238–316; 519–565.

1937–2010: Odonata Associated with the Muddy River Watershed in Clark County, Nevada

Bruce Lund, PO Box 697, Moapa, NV 89025 <blund@unr.edu> and Alan Myrnp, 914 South 1635 West, Orem, Utah 84058 <alanmyrnp@comcast.net>

Long term surveys combined with short term intensive surveys where daily observations are repeated over a few seasons at the same sites, reveal species diversity and trends that cannot be observed any other way. Indeed, as one expert commented, "... after decades of study in Broome County, NY ... I can probably find no more than 80% of the total species in a single given year" (Donnelly, 2004). In the Muddy River watershed, Dr. Richard Baumann of BYU-Provo and students have conducted surveys on a few days each month from March through October from 1984 to 2009 and Bruce Lund has been doing daily surveys in all months, but mainly from May through November from 2008 to 2010. As a result, the Muddy River watershed has the most surveyed and best documented Odonata fauna in Clark County, Nevada and this paper provides an up-to-date report. Of the forty-eight species listed in the Odonata Central Clark County list,

thirty-nine have been documented in the Muddy River watershed with two new species added.

The Muddy River Ecosystem and Odonata Survey Sites

The Muddy River ecosystem is unique for a number of reasons: 1) it originates from and is sustained by more than 20 warm (37°C) headwater and river-side springs; 2) the groundwater springs sustain a consistent 36,000 acre-foot year-round flow as the river meanders for 32 river miles from its headwaters starting at 550 m elevation to its mouth at Lake Mead at 385 m; 3) while flowing through Mojave Desert that is the hottest and driest of the North American deserts with a 10 cm average annual precipitation, this river ecosystem includes warm spring, stream, river, marsh, pond, adjacent field and woodland habitats that support a relatively high concentration and diversity

0.7. Neotropical Entomology [ISSN 1519-566X] – 2011

SYSTEMATICS, MORPHOLOGY AND PHYSIOLOGY

Description of the Female of *Navicordulia aemulatrix* Pinto & Lamas and Additional Notes on the Male (Odonata: Corduliidae)

AP PINTO^{1,2}, CIE LAMAS³

¹Museu de Zoologia, Univ. de São Paulo, São Paulo, SP, Brazil
²Univ. de Ciências Biológicas (Zoologia), Instituto de Biociências, Univ. de São Paulo, SP, Brazil. Collaborating researcher at the Lab de Biologia e Sistemática de Odonata, Depto de Entomologia, Museu Nacional, Univ. Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

Keywords
Anisoptera, Corduliidae, dragonfly, morphology, taxonomy

Correspondence
Ângelo P. Pinto, Museu de Zoologia, Univ. de São Paulo, Av. Nações 481, Piranga, 04263-000, São Paulo, SP, Brazil; odonata_angelo@hotmail.com

Edited by Roberto A. Zucchi – ISAU/USP
Received 17 May 2011 and accepted 30 July 2011

Introduction

South American representatives of Corduliidae, commonly known as emerald dragonflies, due to their secretive habits are rare in collections, and general aspects on their biology, ecology and behavior are virtually unknown (Geijskes 1970, Machado & Costa 1995, Garrison et al. 2006, Pinto & Carvalho 2010). Previous phylogenetic analyses suggested that the group comprises at least three distinct lineages: 1a. Corduliinae sensu stricto, GSI-group (Gomphomacrinae, Synthemistinae and Idionyctinae), and Macromiidae, thus Corduliidae, in its most traditional sense, is considered paraphyletic in relation to Libellulidae (Ware et al. 2007, 2009, Bybee et al. 2008). In South America, there are nine genera and 44 species of cordulids recognized, with 11 species in *Navicordulia* Machado & Costa, making it the second largest genus of the continent (Pinto & Lamas 2010). Species of *Navicordulia* can be distinguished from all other cordulids occurring in the New World by the presence of an aciculated excavation distal to Hw

anal triangle, by a pilose complex on male sternite S7, and by female subgenital plate boat-shaped, projected posteriorly beyond S10, with a supralaminal process projected posteriorly beyond apex of cerci (Machado & Costa 1995, Garrison et al. 2006). Furthermore, the presence of a cylindrical tergal process in the prothorax of two species, *Navicordulia aemulatrix* Pinto & Lamas and *Navicordulia errans* (Calvert), character apparently shared only with *Navicordulia setifera* (Hagen in Selys), was also reported by Pinto & Lamas (2010). *Navicordulia aemulatrix* was recently described based on three males. The specimens were collected in the locality of a deactivated railway station named Rio Vermelho in the municipality of São Bento do Sul, state of Santa Catarina, southern Brazil (Pinto & Lamas 2010). All of them are from the collection of Richard von Dringshöfen, an amateur German-Brazilian entomologist, whose collection was inherited by the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo in the year of 1987 after his death (cf. Costa et al. 2000). This large material, which lacks any sort of systematic organization, is still being

The Female of *Navicordulia aemulatrix* Pinto & Lamas

Fig. 2 Diagrammatic representation of proximal half of left hind wing of female specimen of *Navicordulia aemulatrix* (MZSP, Brazil). SC: São Bento do Sul; shaded area depicts number of rows of cells in the anal field.

State of Santa Catarina, (São Bento do Sul municipality; 26°45'S-52°59'W, 855 m a.s.l.), (railway station) Rio Vermelho, 11.1952, (Richard von Dringshöfen) leg.; additional material with same data as the types, but 1 ♂ and 1 ♀, 29.1.1952; same data, but 1 ♂, 10.11.1952; 1 ♂ [apparently under pre-reproductive period], Timbó municipality (26°49'22.80"S, 49°16'19.20"W, 69 m a.s.l.), 1954. All in MZSP.

Description of female

Head (Fig. 1a). Face in anterior view four banded, with alternating dark and pale transverse stripes; covered with dark brown setae, except for yellow setae on labium and free margins of postclypeus. Labium light orange. Labrum orange, with a pair of small dark spots on each side and an irregular brown line on the clypeal suture. Clypeus brownish-orange; central portion of postclypeus irregularly spotted with orange. Pronotum with deep brown; anterior orange with not metallic reflections, following to brownish-orange laterally; posterior brownish-orange with faint metallic blue-green reflections above, lateral parts brownish-orange. Vertex brown, with indistinct metallic reflections; dorsal area with a suboval orange spot. Antenna with scapus and pedicel dark brown to black; flagellum brown lighter distally (scapal triangle) brown; rear of head orange with irregular dark brown areas.

Thorax (Fig. 1a-b). Pronotum with anterior margin of anterior lobe pale yellow; rest of proscutum color varying from brownish-orange to greenish-brown; suture between middle and posterior lobes with a small cylindrical yellowish-orange process directed dorsally (Fig. 1b), similar to that of holotype. Synsacra brown with metallic green reflections; ventral surface, anterior sinus, interalar sclerite and metapostepimeron brown without metallic reflections; ventral surface covered with yellow hair-like setae, except anterior sinus with short brown setae. Legs dark brown to black; coxa, postero-ventral portion of procoxae trochanter, and femur lighter.

carpal claws brown.

Wings (Fig. 1a, 2). Membrane with ca. proximal 0.66 (up to distal 1/3) hyaline; distal 0.33 tinged with an oblique large brown spot covering total width of wing, center of some cells paler; spot fades distally and becomes hyaline apically (Fig. 1a); veins darker brown; costal triangle pale brown; p1 brown, paler at anal angle; veins, slightly trapezoidal; distal side mustochiae; membrana brown with a small white spot on extreme antero-distal base. Venation as follows: 5-9 acm Pw, 6-8 cm Hw, 5-7 cm Pw, 7 Pm Hw, 4 postsubnodal in Pw, 4-5 in Hw; bridge crossvein arising on R7+2 before subnodal in Pw and under subnodal in Hw; left Hw with an additional bridge crossvein anterior to oblique vein; arc between Acl+2, but closer to Acl+2; not stalked; origin located ca. of basal 0.30 in all wings; RPS 4 not undulate; Rsp1 distinct, with one cell row of six cells in Pw, 6-7 in Hw; discoidal triangles and isopostmarginal not crossed in all wings; subnodals with one crossvein in both Pw; the orange base arising distinctly proximal to arc; space between Cu1-crossvein and proximal side of discoidal triangle not crossed in all wings (Fig. 2). Pw discoidal field convergent, with two rows of cells over its entire length; the discoidal field divergent, with four rows of two cells, three of three cells, two of four cells and eight cells in the wing margin; Rsp1 indistinct in Pw (possibly defined with 1-4 cells), undefined in Hw; anal loop (Fig. 2) elongated with distinct margin, reaching distally near the R7-midfork level; total of cells in anal loop 15 (postoral row seven cells, distal eight), apex of anal loop slightly dilated with two cells, quadrangular three parallel in Hw; space between anal loop and posterior border of wing with two cells and one row with three cells to triangle level (Fig. 2); Pw Pm ends near the proximal angle of triangle.

Abdomen (Fig. 1a, c-f). Cylindrical, S1 to anterior 0.33 of S3 slightly swollen dorsally; regularly cylindrical posteriorly; S1-2 and S10 without LC. Ground color brown to black; latero-ventral surface of S1-2 and part of S3 orange-brown; dorsal of S2-3 and S4-10 with dull metallic green reflections; ventral carina of S3-8 yellowish-brown; ventro-tergal areas in all segments paler than dorsal, without distinct metallic reflections; sternites dark brown to black. Shape of S8-10 typical of females of the genus; supralaminal process distal-angled, posterior margin covered by stiff brown setae (Fig. 1c, f), which, similar to that of subgenital plate in dorsal view, gonapophyses of S9 black, cylindrical, with their surfaces covered by micropunctures (Fig. 1c); subgenital plate dark brown to black, projected posteriorly 0.5 mm beyond supralaminal process (Fig. 1c-d, f). Epiproct (Fig. 1c) dark brown to black; triangular apex rounded; cerci black, cylindrical, slightly directed slightly upwards in lateral view (Fig. 1c).

Measurements (mm). Total length (incl. subgenital plate) 47.5; abdomen length (excluding subgenital plate)

Pinto & Lamas

incorporated into the main collection, so progress on its curatorial work has been very slow. As a result, some months after the manuscript describing *N. aemulatrix* was accepted for publication, we located four additional specimens, including a female, previously unknown. These specimens are described here, complementing the original description.

Material and Methods

Specimens examined are deposited in the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo – MZSP. The terminology used here, is the same adopted by Pinto & Lamas (2010). Measurements (in mm) were made with the aid of a stereomicroscope equipped with a camera lucida. Specimens were photographed with

The Female of *Navicordulia aemulatrix* Pinto & Lamas

a Leica MZ16 stereomicroscope equipped with a Leica DFC420 camera, and source images combined using Auto-montage® software by The SynGene Group. The following abbreviations were used along the text: Ac = areonodal crossvein; Pw = forewing; Hw = hindwing; LC = lateral abdominal carina; Pz = postnodal crossvein; pt = poststigma; S1-10 = abdominal segments; TC = transverse abdominal carina.

Geographic coordinates not provided in the collection labels were acquired from a digital database (IBGE 2007).

Navicordulia aemulatrix Pinto & Lamas (Figs 1a, 4, 2)

Material examined

Total 5 ♂ and 1 ♀, Holotype ♂ and 1 ♀ paratype, BRAZIL.

Fig. 1a-f Female specimen of *Navicordulia aemulatrix* (MZSP, Brazil). SC: São Bento do Sul; a) ventral view of entire specimen; b) detail of prothorax in lateral view; c) detail of gonapophyses in lateral view; d) subgenital plate in ventral view; e) detail of caudal appendage in lateral view showing the left gonapophysis of S9 (black structure with micropunctures); f) detail of caudal appendage to shape dorsal view showing the distal third of apophyseal process and part of the boat-shaped integument plate. M: middle and PL, posterior lobes of prothorax, respectively.

Pinto & Lamas

35.5; maximum width of head 6.6; eyes seam length 0.9; length of Pw 31, Hw 30; width of wing (proximal to costal nodus) 8.5 in Pw, 11 in Hw; length of distal part of base-nodus 18 in Pw, 14 in Hw; ratio between base-nodus distance / total length of wing 0.58 in Pw, 0.47 in Hw; pt length 2.7 in Pw, 2.6 in Hw; length of poststigma space (sensu May 1992) 0.49 in Pw, 0.43 in Hw; length of metathoracic femur 7.1; of metathoracic tibia 6.9; length of cercus in lateral view 0.95; of epiproct in lateral view 0.8; length of subgenital plate (below lamina sensu Machado & Costa 1995) in lateral view 2.5; ratio between total length (from S8 posterior margin) of supralaminal process and total length of subgenital plate 0.8.

Remarks

The abdomen is crushed on S2-S4 (Fig. 1a), and was broken in three pieces, which we joined using a water soluble glue. Afterwards it was transferred to a cellophane envelope.

Additional notes on the male

The three specimens are very similar to the type-series and only the differences are reported here.

Head. Two specimens with orange color of face fading, obscuring the transverse four-banded pattern observed in the type-series. Metallic reflections on postfronts greenish-blue. Vertex with metallic reflections ill-defined; two specimens with antero-dorsal area between barely developed tubercles regularly brown, without a suboval orange spot.

Thorax. Small cylindrical yellowish process on the suture between middle and posterior lobes of pronotum present in all specimens, but reduced as observed in the paratypes.

Wings. Pt pale brown and membrana grayish-brown (specimen from Timbó). Venation as follows: 4-5 postsubnodal in Pw and Hw; Rsp1 composed by 5-7 cells in Hw; one specimen from type locality with subtriangle in left Pw not crossed, with a vestige of crossvein, while right Pw has three cells; discoidal triangle in left Hw crossed with two cells (specimen from Timbó).

Abdomen. Ratio of carinated portion / total length of cercus 0.29-0.33, smaller than type-series; one specimen from type locality with ratio between cerci and epiproct total length in lateral view of 0.55, outside the range observed in the type series of 0.58-0.62.

Measurements. Length of Pw 32, Hw 31 (specimen from Timbó); pt length 2.2 in two specimens, 2.1 in Hw in one specimen from type locality; length of postnodal space (sensu May 1992) 0.47-0.49 in Pw, 0.41-0.45 in Hw; length of metathoracic femur 7.2-7.3; metathoracic tibia 7.0-7.1; maximum width of abdomen (between S7-8) in one specimen from type locality 3.2.

The Female of *Navicordulia aemulatrix* Pinto & Lamas

Remarks
The specimen from Timbó represents a new locality record from Santa Catarina and was found fragmented in a big paper envelope with several specimens of *Orthetum discolor* (Burnmeister) and some unidentified *Macromia*. The two specimens from the type locality were located in a drawer holding well-curated papered specimens belonging to many families and different localities. The specimens of *N. aemulatrix* were identified, likely by Richard von Dringshöfen, with "124 Libellulif"; similar handwriting label was found in the paratype formerly pinned (see Pinto & Lamas 2010). Studying Dringshöfen's collection we realize that he maintained the finest preserved specimens of dragonflies in a distinct drawer with some kind of determination and chose one of them to be pinned. Curiously, Dringshöfen was able to correctly associate these males to the same species, as we observed for several other specimens of distinct species designated with numbers or another sort of determination by him.

Discussion

Females of *Navicordulia* are poorly known. From the total of 11 species, just seven have the female described (including the probable *Navicordulia nitens* De Meernis; see below). Machado & Costa (1995) presented 41 female specimens in their synopsis, of which 92% belong to *N. errans* and *N. leptocephala* Machado & Costa, with 19 and 15 specimens each, respectively. Furthermore, Machado & Costa (1995: 197) included *N. nitens* in their females' key, based in the Venezuelan specimens illustrated by Rácenis (1970: 37, fig. 7) as *Paracordulia seneca* (Selys), which was carefully studied by De Meernis (1983) under the provisional name "*Paracordulia* sp.1". However, as correctly highlighted by the same authors (Machado & Costa 1995: 188, 195), this specimen must be considered probably as *N. nitens* in agreement with De Meernis (1991: 109) opinion: "...[Rácenis specimen] ist zweifellos eine weibliche *Cordacordulia* [Navicordulia]...lässt sie sich aus dem Weibchen von *N. nitens* [N. nitens] oder einer *thraustestendend* auf handeln". For this reason the actual identity of *N. nitens* female remains still uncertain and caution should be taken when identifying females when not associated with the corresponding males.

The female of *N. aemulatrix* keys out between

Navicordulia longipennis Machado & Costa and *Navicordulia miekeri* Machado & Costa using the key provided by Machado & Costa (1995). A modification in couplet 6 will allow separating it from that of the two mentioned species.

A supralaminal process spoon-shaped with apices upturned and bearing a tuft of hair-like setae *N. longipennis*

The Female of *Navicordulia aemulatrix* Pinto & Lamas

- 6'. Supralaminar process cup or dish-shaped with apex almost parallel to abdominal axis, if bearing a tuft of hair-like setae then not spoon-shaped 7
7. Supralaminar process shaped like a small cup and not provided with a tuft of hair-like setae; ratio between total length (from S8 posterior margin) of supralaminar process and total length of subgenital plate ca 0.66 *N. mielsi*
- 7'. Supralaminar process dish-shaped and apex bearing a tuft of hair-like setae; ratio between total length (from S8 posterior margin) of supralaminar process and total length of subgenital plate 0.9 *N. aemulatrix*

The dish-like shape of the supralaminar process is undoubtedly similar to that of *N. miersi* Machado & Costa and *N. mielsi* (Machado & Costa 1995, figs 29-30). *Navicordulia aemulatrix* and *N. mielsi* can be distinguished by the characters in the key. *Navicordulia miersi* is known only from the female holotype from Joinville municipality, also in the state of Santa Catarina. This specimen is the only one of the genus with an additional crossvein to the Cu₁-crossing in Hw, and seems to be the unique distinction between these two species. The presence of an additional crossvein in the cubito-anal space may be a reliable parameter for specific distinction in *Navicordulia*, but the number of crossveins in this sector is particularly variable in other dragonfly species, such as in the Libellulidae genus *Onca* Rambur (Costa & Santos 1997). Furthermore, it is relatively common to find additional crossveins in unexpected sectors of the wings, for example a pinned male specimen of *Dasythemis minckleyi* Karsch in the Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS - MCTP has both Hw with one additional crossvein between Cu₁-crossing and proximal side of discoidal triangle, an uncommon feature among species of this genus. Probably, the number of cell rows in the anal field represents a more consistent character, since *N. aemulatrix* has two rows of cells and just one row with three cells (Fig. 2), while *N. miersi* has three rows of cells for a distance of 3-4 cells. In addition, *N. miersi* has supralaminar process wider than subgenital plate in dorsal view (supralaminar process with same width of subgenital plate in *N. aemulatrix*) and ratio between total length of supralaminar process and total length of subgenital plate 0.66 (0.8 in *N. aemulatrix*). However, due the fact that both females are known from only one specimen, it is not possible to securely separate these two species without direct comparison.

The knowledge of females of Atlantic Forest species of *Navicordulia* is still far to be satisfactory. Considering the five species (*N. aemulatrix*, *N. atlantica* Machado & Costa, *N. assuta* Machado & Costa, *N. mielsi* and *N. miersi*), three of them have the females described (*N. miersi*, *N. mielsi*, and now *N. aemulatrix*). The fact that *N. miersi* is known only by its female holotype turns the situation worse, since *N. atlantica*, described from only one male collected

in the same locality (municipality of Joinville, state of Santa Catarina, Brazil), are badly preserved, with some parts lost, including the anal area of Hw (Machado & Costa 1995: 205), precluding the observation of the presence of an additional crossvein to Cu₁-crossing. Odontologists have avoided describing new species based in female specimens, as females, in general, are less informative for species recognition. Indeed, in some cases, females are virtually undistinguishable, such as some species of the New World Calopterygidae (Garrison 2006).

Based in venational features and vesica spermalis morphology, *Navicordulia* most probably belongs to Cordulidae sensu stricto (cf. Ware et al 2007). Pfau (2005) considered p-pa sclerite, which is present in the vesica spermalis of *Navicordulia*, as characteristic of the primitive corduloid glans mechanism. This sclerite is reduced or completely absent in the GSI-group and Libellulidae species. The long subgenital plate found in all species of *Navicordulia* is uncommon in 'Cordulidae', as stated by Machado & Costa (1995). These authors discussed the probable relationship with other 'Cordulidae' taxa such as *Gomphomacromia* Brauer (Andean), *Somatoclaria* Selys (Holarctic) and *Syrthemistinae* genera (Australasian). However, only *Somatoclaria* (Cordulidae s.s.) is likely to be closely related to *Navicordulia*. Furthermore, the subgenital plate of the Australasian genus *Menophya* Laidlaw possess a great similarity to that of *Navicordulia* (cf. Campion 1921: 66, Laidlaw 1913: 66, plate IV, Theischinger & Hawking 2006: 242) and investigations are required to establish what is the phylogenetic relationship between these two genera.

In general *Navicordulia* can be considered highland forest-dependent dragonflies. The administrative center of Timbó is located in a valley at low altitude (69 m a.s.l.); however, based in the locality of the other specimens, we believe that it was probably collected in the adjacent mountains, with elevations little higher than 650 m a.s.l. The same interpretation could be applied to the known localities of *N. mielsi* and *N. miersi*, known from Joinville, whose administrative center is located at maximum 100 m a.s.l., but there are adjacent forested mountains with more than 900 m a.s.l.

The presence of a developed preanal process in the female of *N. aemulatrix* (Fig. 1b), similar to the one presented by its males (cf. Pinto & Lamas 2010), allowed us to reevaluate this structure. In the complete series of seven specimens only the holotype and the female have a fully developed process, and it is less conspicuous in the remaining specimens. Although Pinto & Lamas (2010) stated the possibility of *N. setifer* also presenting this structure, direct comparison revealed that it probably should not be considered homologous to the one of *Navicordulia*, which seems to be exclusive. In order to test this hypothesis, examination of a large sample

Pinto & Lamas

Pinto & Lamas

of species and even of other 'cordulid' genera will be necessary.

Acknowledgments

We thank Stela A. Casari (MZSP curator of Aquatic Insects collection), Dr. Alcimar L. Carvalho (MNR, Brazil) for allowing APP to use his laboratory equipment; personal odontological library, and for reviewing the manuscript; Dr. Ângelo B. M. Machado (UFMG, Brazil) for sending all the reprints of his Cordulidae papers and for sharing his knowledge on Odonata systematics. This study was partially supported by Brazilian government agencies, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, doctoral fellowship to the first author; CAPES PROAP-2011), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, fellowship to second author) and Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) process numbers E-26/170.644/2004 and E-26/171.281/2006.

References

Bybee SM, Ogden TH, Brasham MA, Whiting MJ (2008) Molecules, morphology and fossils: a comprehensive approach to odonate phylogeny and the evolution of the odonate wing. *Chadisia* 23: 1-38.

Campion H (1921) Odonata collected in New Caledonia by the late Mr. Paul D. Menegué. *Ann mag nat hist* 8, series 9: 33-67, pls. VII-X.

Costa C, Ide S, Rozado Neto GH, Galvão MBM, Fonseca CRV, Valente RM, Mouze MA (2009) Diagnóstico del conocimiento de las principales colecciones brasileñas de Coleoptera, p.115-136. In: Martín-Pérez F, Mermoz J, Melz A (eds) *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica*. PIIBES-2000, vol. 1, Zaragoza: Monografías Sever Minio, 326p.

Costa JM, Santos TC (1997) Intra- and interspecific variation in the genus *Onca* Rambur, 1842, with a key to the known species (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 26: 1-7.

De Martens J (1963) The Odonata of the region of mount Auyantepui and the Sierra de Lena, in Venezuelan Guyana. 3. Additions to the families Gomphidae, Aeshnidae and Cordulidae, with description of *Progomphus micrini* spec. nov. *Odonatologica* 12: 1-13.

De Marmels J (1991) *Dorcordulia nitens* sp. n., eine neue Sonarglibelle aus Venezuela (Odonata: Cordulidae). *Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft* Band 41: 186-111.

The Female of *Navicordulia aemulatrix* Pinto & Lamas

Garrison RW (2006) A synopsis of the genera *Mesurata* Cowley, *Bygodictyon* gen. nov., and *Oreomphala* gen. nov. (Odonata: Calopterygidae). *Goeblia* 506: 1-84.

Garrison RW, von Ellenrieder N, Leutoni JA (2006) Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Anisoptera. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 368p.

Geijsels DC (1970) Generic characters of the South American Cordulidae, with descriptions of the species found in the Guyanas. *Uitg Natuurwet Studielokring Suriname Ned Antillen* 60 (Studies on the Fauna of Suriname and other Guianas 44): 1-42, pls 1-51.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2007) *Malha municipal digital do Brasil - 2005*. Available at: [http://www.ibge.gov.br/servicos/geoquery.php? \(accessed in 18 October 2007\)](http://www.ibge.gov.br/servicos/geoquery.php?).

Laidlaw TF (1913) Contributions to a study of the Dragonfly fauna of Borneo - Part I. The Cordulidae: the genus *Amphioxys* the legion *Protemora*. *Proc Zool Soc Lond*: 63-80, pl. IV.

Machado ABM, Costa JM (1995) *Navicordulia* gen. nov. a new genus of Neotropical Cordulidae, with descriptions of seven new species (Anisoptera: Cordulidae). *Odonatologica* 24: 187-218.

May N (1991) [distribution data 1992]. A review of the genus *Navicordulia*, with a description of *Navicordulia talgai* gen. nov. and of *Navicordulia githuor* spec. nov. from Central America, and a note on *Laurocoronia* (Odonata: Cordulidae). *Folia Entomol Musciv* 17: 67.

Pfau HK (2005) Structure, function and evolution of the 'glans' of the anisopteran vesica spermalis (Odonata). *Int J Odonatol* 8: 259-310.

Pinto AP, Carvalho AL (2010) A new species of *Laurocoronia* (Odonata: Cordulidae) from Southeastern Brazil, with a cladistic analysis of the genus and comments on Neotropical dragonfly biogeography. *Zootaxa* 2425: 45-68.

Pinto AP, Lamas JLE (2010) *Navicordulia aemulatrix* sp. nov. (Odonata: Cordulidae) from northeastern Santa Catarina State, Brazil. *Rev Bras Entomol* 54: 606-617.

Racenis J (1970) Las odonatas de la región del Auyantepui y de La Sierra de Lena, en La Guayana Venezolana. 2. Las familias Gomphidae, Aeshnidae y Cordulidae. *Acta Biol Venez* 7: 23-29.

Theischinger G, Hawking J (2006) *The complete field guide to dragonflies of Australia*. Collingwood, CSIRO Publishing, 374p.

Ware JL, May M, Kerr K (2007) Phylogeny of the higher Libellulidae (Anisoptera: Odonata): An exploration of the root speciose superfamily of dragonflies. *Mol Phylogenet Evol* 45: 289-310.

Ware JL, Simaika JP, Samways MJ (2009) Biogeography and divergence time estimation of the relict Cape dragonfly genus *Syncordulia*: global significance and implications for conservation. *Zootaxa* 2216: 22-36.

8. Bulletin of Zoological Nomenclature [ISSN 0007-5167] – 2012

92 Bulletin of Zoological Nomenclature 69(2) June 2012

Case 3584

Erythemis Hagen, 1861: proposed precedence over *Lepthemis* Hagen, 1861 (Insecta, Odonata)

Ângelo Parise Pinto

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) IB – USP, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Ipiranga 04263-000, Av. Nazaré 481, São Paulo, SP, Brazil (e-mail: odonata_angelo@hotmail.com)

Rosser W. Garrison

California Department of Food & Agriculture, 3294 Meadowview Road, Sacramento, CA 95832-1448, U.S.A. (e-mail: rossegarrison@cdfa.ca.gov)

Dennis R. Paulson

Slater Museum of Natural History, University of Puget Sound, Tacoma, WA 98416, U.S.A. (e-mail: dennispaulson@comcast.net)

Thomas W. Donnelly

2091 Partridge Lane, Binghamton NY 13903, U.S.A. (e-mail: tdonnelly@binghamton.edu)

Michael L. May

Rutgers University, New Brunswick, NJ 08901, U.S.A. (e-mail: mmay@rci.rutgers.edu)

Abstract. The purpose of this application, under Articles 23.9.3 and 81.1 of the Code, is to conserve the widespread usage of the generic name *Erythemis* Hagen, 1861 for a group of common dragonflies from the New World over the simultaneously published nominal genus *Lepthemis* Hagen, 1861, selected to take precedence by the First Reviser action (Article 24.2), whenever these names are considered to be synonyms. This proposal seeks to achieve the least change in the nomenclature of the species currently placed in these two genera, in strict accordance with Principle 4 of the Code.

Keywords. Nomenclature; taxonomy; Insecta; Odonata; LIBELLULIDAE; *Erythemis*; *Lepthemis*; *Erythemis peruviana*; *Mesothemis*; dragonflies; New World.

1. Hagen (1861), in a work dealing with North American species, established three genera for the reception of several new and previously described species of New World dragonflies. The first, *Lepthemis* (p. 160) included three species, *Libellula vesiculosa* Fabricius, 1775, *Libellula haematogaster* Burmeister, 1839 and *Libellula verbenata* Hagen, 1861. The second, *Erythemis* (p. 168) included *Erythemis furcata* Hagen, 1861, *Libellula bicolor* Hoffmannsegg in Erichson, 1848 and *Erythemis*

longipes Hagen, 1861. The third, *Mesothemis* (p. 170) included *Libellula simplicicollis* Say, 1840, *Mesothemis collocata* Hagen, 1861, *Mesothemis corrupta* Hagen, 1861, *Mesothemis illota* Hagen, 1861, *Libellula attala* Selys in Sagra, 1857, *Libellula mithra* Selys in Sagra, 1857 and *Libellula longipennis* Burmeister, 1839 as valid species. He also listed *Libellula acuta* Say, 1840 as a synonym of *Lepthemis vesiculosa* (p. 161), *Libellula caeruleans* Rambur, 1842 and *Libellula maculiventris* Rambur, 1842 as synonyms of *Libellula simplicicollis* (p. 170). *Libellula annulata* Rambur, 1842 (partim, nec *Libellula annulata* Palisot de Beauvois, 1807) as a synonym of *Libellula mithra* Selys in Sagra, 1857 (p. 172), *Libellula socia* Rambur, 1842 and *Libellula truncatula* Rambur, 1842 as synonyms of *Libellula longipennis* (p. 173).

2. In that same work Hagen (1861), in his 'List of South American Neuroptera' (pp. 316–318), included fifteen more species in these three genera. Under the nominal genus *Lepthemis* (p. 316) five more species were cited, two already described species, *Libellula cardinalis* Erichson, 1848 and *Libellula attenuata* Erichson, 1848, and he introduced the following new species-group names: *Lepthemis picta* Hagen, 1861, *Lepthemis extensa* Hagen, 1861 and *Lepthemis cultriformis* Hagen, 1861, all of them as nomina nuda since they do not satisfy the provisions of Article 12 of the Code. For *Erythemis* (pp. 317–318) he included two more species-group names: *Libellula peruviana* Rambur, 1842 and *Libellula rubriventris* Blanchard, 1845, and added *Erythemis lavata* Hagen, 1861 (a nomen nudum). Finally for *Mesothemis* (p. 318) he included seven more species: *Libellula annulata* Palisot de Beauvois, 1807, *Libellula plebeja* Rambur, 1842, *Libellula comata* Burmeister, 1839, *Libellula communis* Rambur, 1842, *Libellula distinguenda* Rambur, 1842 and *Libellula abbreviata* Rambur, 1842, and again introduced a nomen nudum, *Mesothemis gilva* Hagen, 1861. All of these species-group names listed by Hagen (1861, pp. 160–173, 316–318) encompass originally included nominal species (Article 67.2.1), rendering each of the genera clearly heterogeneous groups. No type species were selected for any of these three genera.

3. Kirby (1889), by subsequent designation, fixed *Libellula vesiculosa* Fabricius, 1775 as type species for *Lepthemis* Hagen, 1861 (p. 302), *Libellula simplicicollis* Say, 1840 as type species for *Mesothemis* Hagen, 1861 (p. 303), and *Libellula peruviana* Rambur, 1842 as type species for *Erythemis* Hagen, 1861 (p. 305). Although it can be argued that *Libellula peruviana* was not a name originally included in the nominal genus *Erythemis*, which would render Kirby's type fixation invalid under Article 67.2.5 of the Code, Hagen (1861, p. 169), under *Erythemis bicolor* (Hoffmannsegg in Erichson, 1848, p. 583), suggested synonymy with *Libellula peruviana* Rambur, 1842 ('Is it different of *Libellula peruviana* Rambur?') although he (Selys, 1850, p. 398) earlier had considered both as synonyms ('Dans le Voyage de Schomburgk au Brésil et à la Guyane, M. Erichson a décrit sous le nom de *Lib. bicolor* la *Lib. peruviana*, dit M. Hagen...') [In the Voyage of Schomburgk in Brazil and Guyana, Mr Erichson described under the name of *Lib. bicolor*, *Lib. peruviana*, says Mr Hagen...]. In addition, Hagen (1861, p. 318) included in his List of South American Neuroptera *Libellula peruviana* in *Erythemis*, a species for which he had previously (p. 169) and again (p. 318) suggested synonymy with *Libellula bicolor* Hoffmannsegg in Erichson, 1848 ('Perhaps *E. bicolor*'). Even though *Libellula peruviana* Rambur, 1842 was provisionally cited by Hagen (1861, p. 169) under the nominal genus *Erythemis*, all nominal species listed by Hagen (1861, pp. 160–173, 316–318) in that same work

94 Bulletin of Zoological Nomenclature 69(2) June 2012

(excluding nomina nuda and those that do not satisfy the provisions of Article 67.2), even when appearing on different pages, should be considered as names originally included under provisions of the Article 67.2.1, and all are eligible for type species fixation. This validates Kirby's (1889, p. 305) act fixing *Libellula peruviana* Rambur, 1842 as type species of the nominal genus *Erythemis* Hagen, 1861. Kirby very likely followed Hagen's advice that *Libellula peruviana* was the same species as *L. bicolor* Hoffmannsegg in Erichson, 1848, and chose it as the type species.

4. Kirby (1890, p. 40), followed by Calvert (1906, p. 30), considered *Libellula bicolor* a junior synonym of *Libellula peruviana*. Calvert (1906, p. 30–31) established synonymy between *Erythemis* and *Mesothemis* and chose *Erythemis* as senior synonym based on page priority. Since Calvert (1906), *Mesothemis* as a genus-group name was rarely used, with most citations up to 1940 referring to its type species *Libellula simplicicollis* (e.g. Needham & Heywood, 1929, pp. 246–248; Hinman, 1933, p. 50; Ahrens, 1938, p. 14; Ferguson, 1942, p. 148). After 1940, *Mesothemis* has been listed as a junior synonym consistently except for two ecological studies where it was cited as a valid genus (Poleyn, 1994, p. 443), and a subgenus (Harrison & Lighton, 1998, p. 1739).

5. The number of names included under *Lepthemis* has fluctuated from the original eight (Hagen, 1861, pp. 160–162, 316), to five (Hagen, 1877, pp. 73–74), then to 11 (Brauer, 1868, p. 724), but these last two works simply listed species-group names. Calvert (1907, p. 339), followed by Ris (1911, pp. 594–608) in his monograph of the entire family, reduced this number to one, its type species *L. vesiculosa*, and this was the only name associated with the genus from 1907 to 1957.

6. The number of names included under *Erythemis* has fluctuated from the original six (Hagen, 1861, pp. 168–169, 317–318), to 11 (Brauer, 1868, p. 723), but the latter work again simply listed species-group names. Williamson (1923, pp. 8–10), in his review of the genus, reduced this number to nine, a number which remained stable until 1957.

7. *Lepthemis* Hagen, 1861 and *Erythemis* Hagen, 1861 were considered valid genera until Kennedy's (1923, p. 20) evaluation of members of these two genera. He suggested that *Erythemis* and *Lepthemis* (and the Old World *Rhodothemis* Ris, 1909) could be congeneric based on vesica spermalis (penis) morphology, but he did not formally synonymise them ('...The writer would be inclined to call the whole series of five or six groups *Lepthemis* and would consider the individual groups as subgenera...') and '...The comprehensive genus would have to be *Lepthemis* because of the [page] priority in the use of that name by Hagen...').

8. Racenis (1958, p. 217 [footnote]), following Kennedy's noncommittal opinion cited above, and acting as the First Reviser, formally synonymised *Erythemis* and *Lepthemis* and opted for *Lepthemis*, based apparently on page priority ('Según mi opinión, *Lepthemis* Hagen, 1861 y *Erythemis* Hagen, 1861 son congénéricos y merecen solamente el status de subgéneros. Para emplear el nombre *Lepthemis* para este género, véase también las opiniones de Kennedy (1923)' [In my opinion, *Lepthemis* Hagen 1861 and *Erythemis* Hagen 1861 are congeneric and merit subgeneric status only. To use the name *Lepthemis* for this genus, see also the opinions of Kennedy (1923)]).

9. Gloyd (1980, p. 104) discussed the dual use of the generic names *Lepthemis* (with one species) and *Erythemis* (with 11 [sic] species), noting that '...page priority is no

Bulletin of Zoological Nomenclature 69(2) June 2012

95

longer considered adamant in the choice of a name.' and 'If the species in these two genera are eventually proven to be congeneric, then retaining the name *Erythemis* would evoke less change.' She cautioned against a synonymy pending a thorough revision of a group, a similar opinion also expressed by Belle (1978, p. 5).

10. Usage of either name during the last 50 years (1960–2011) shows an inconsistency of use for the ten species presently constituting these two genera. Only six citations, Lutz & Pittman (1970, pp. 280–281, 283), Paulson (1977, p. 180; 1982, p. 266), Sherk (1977, p. 394; 1978, p. 62), and Fleck (2004, pp. 53–54) followed Racenis (1958, 1959) in using *Lepthemis* as senior synonym for all ten species; 25 citations consider *Erythemis* and *Lepthemis* as valid genera; and over 120 citations by at least 65 different authors consider *Erythemis* a senior synonym (full list of citations available from the authors). Current usage of *Erythemis* as senior synonym is overwhelmingly predominant in the literature. One common species from the Eastern United States, *Erythemis simplicicollis*, has been the subject of studies in age maturation (McVey, 1985), behavior (Belle & Whitcomb, 1961; Currie, 1963; Edwards, 1987; Sanborn, 1996), sexual selection and sperm competition (McVey & Smittle, 1984; Waage, 1986; McVey, 1988), physiology and parasitology (May, 1976, 1979; McVey, 1984; Harrison et al., 1994; Painter et al., 1996; Locklin & Vodopich, 2010), taxonomy (Donnelly, 2004a); it appeared in numerous illustrated odonate field guides and faunal lists (Dunkle, 1989; Abbott, 2001, 2005, 2006; Curry, 2001; Nikula et al., 2002, 2003; Legler et al., 2003; Manolis, 2003; Mead, 2003; Biggs, 2004; Beaton, 2007; Behrstock, 2008), and general accounts on Odonata (Arnett, 2000; Silsby, 2001; Corbet, 2004; Triplehorn & Johnson, 2005; Evans, 2007). There are also numerous taxonomic references, checklists, handbooks and textbooks where species placed under *Erythemis*, *Lepthemis* and *Mesothemis* have been included all together under *Erythemis* in South America (Rodríguez-Capítulo, 1992; Costa & Pujol-Luz, 1993; Carvalho & Nessimian, 1998; Costa et al., 2000; Heckman, 2006; von Ellenrieder & Muzón, 2008); Central America (Meseay, 1994; Boomsma & Dunkle, 1996; Ramírez, Paulson & Esquivel, 2000; Förster, 2001); North America (González-Soriano & Novelo-Gutiérrez, 1996; Dunkle, 2000; Needham et al., 2000; Donnelly, 2004b; Paulson, 2009), or the whole of the New World (Davies & Tobin, 1985; Garrison, 1991; Bridges, 1994; Steinmann, 1997; Garrison et al., 2006).

11. An unpublished Master's dissertation (Pinto, 2008), currently in the final stage for publication (Pinto & Carvalho, in prep.) shows all 10 species constituting *Erythemis* and *Lepthemis* to be congeneric, necessitating the choice of either *Lepthemis* or *Erythemis* as senior synonym. Setting aside the senior synonym *Lepthemis* in favor of the almost universally used *Erythemis* would cause the least change in nomenclature and would promote stability for this group of dragonflies, especially as several members of the latter genus are common widespread species, some of which have been the subject of studies in behavior and sexual selection. Applying the rule of First Reviser (Article 24.2.1 of the Code) would not promote stability of nomenclature (Principle 4 of the Code).

12. The International Commission on Zoological Nomenclature is accordingly asked:

(1) to use its plenary power to rule that the generic name *Erythemis* Hagen, 1861 be given precedence over *Lepthemis* Hagen, 1861, whenever the two are considered to be synonyms;

- (2) to place on the Official List of Generic Names in Zoology the name *Erythemis* Hagen, 1861 (gender: feminine), type species by subsequent designation by Kirby (1889) *Libellula peruviana* Rambur, 1842, with the endorsement that it is to be given precedence over *Lepthemis* Hagen, 1861, whenever these two names are considered synonyms;
- (3) to place on the Official List of Generic Names in Zoology the name *Lepthemis* Hagen, 1861 (gender: feminine), type species by subsequent designation by Kirby (1889) *Libellula vesiculosa* Fabricius, 1775, with the endorsement that it is not to be given priority over *Erythemis* Hagen, 1861, whenever these two names are considered synonyms;
- (4) to place on the Official List of Specific Names in Zoology the following names:
 - (a) *peruviana* Rambur, 1842, as published in the binomen *Libellula peruviana*, senior subjective synonym of *Libellula bicolor* Hoffmannsegg in Erichson, 1848, specific name of the type species of *Erythemis* Hagen, 1861;
 - (b) *vesiculosa* Fabricius, 1775, as published in the binomen *Libellula vesiculosa*, specific name of the type species of *Lepthemis* Hagen, 1861.

Acknowledgements

We thank Alcir L. Carvalho (*Museu Nacional, Rio de Janeiro*), Jürg De Marmels (*Universidad Central de Venezuela, Maracay*), Jan van Tol (*Naturalis, Leiden*), and Natalia von Ellenrieder (*California Department of Food & Agriculture, Sacramento*) for advice and help with this application, and the two Commissioners who reviewed the application.

References

- Abbott, J.C. 2001. Distribution of dragonflies and damselflies (Odonata) in Texas. *Transactions of the American Entomological Society*, 127(2): 199–228.
- Abbott, J.C. 2005. Dragonflies and damselflies of Texas and the south-central United States: Texas, Louisiana, Arkansas, Oklahoma, and New Mexico. vii, 344 pp. Princeton University Press, Princeton.
- Abbott, J.C. 2006. *Dragonflies and damselflies (Odonata) of Texas*. vol. 1. vii, 320 pp. Odonata Survey of Texas, Austin.
- Ahrens, C. 1938. A list of dragonflies (Odonata) taken in southern Alaska. *Entomological News*, 49: 225–227.
- Arnett, R.H. 2000. *American insects. A handbook of the insects of America north of Mexico*. Ed. 2. xvii, 1003 pp. CRC Press, Boca Raton.
- Beaton, G. 2007. *Dragonflies & damselflies of Georgia and the Southeast*. ix, 355 pp. The University of Georgia Press, Athens.
- Behrstock, R.A. 2008. *Dragonflies & damselflies of the Southwest*. 80 pp. Rio Nuevo Publishers, Tucson.
- Bell, R. & Whitcomb, W.H. 1961. *Erythemis simplicicollis* (Say), a dragonfly predator of the Bullworm Moth. *The Florida Entomologist*, 44(2): 95–97.
- Belle, J. 1978. Dragonfly records from Highlands County, Florida, United States. *Notulae Odontologicae*, 1(1): 4–5.
- Biggs, K. 2004. *Dragonflies of California and common dragonflies of the Southwest*. 160 pp. Azalea Creek Publishing, Sebastopol.
- Boomsma, T. & Dunkle, S.W. 1996. Odonata of Belize. *Odontologica*, 25(1): 17–29.
- Brauer, F. 1868. Verzeichniß der bis jetzt bekannten Neuropteren im Sinne Linne's. *Verhandlungen Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien*, 18: 359–416, 711–742.
- Bridges, C.A. 1994. *Catalogue of the family-group, genus-group and species-group names of the Odonata of the world* (Third Edition). xxi, 905 pp. Privately published, Urbana, Illinois.

- Burmeister, H. 1839. *Handbuch der Entomologie*, v. 2, part 2. Pp. 757–1050. Enslin, Berlin.
- Calvert, P.P. 1906. Nomenclature of certain North American Odonata. *Entomological News*, 17: 30–31.
- Calvert, P.P. 1907. Odonata. Pp. 17–420. In: Godman, F.D. & Salvin, O. (Eds.), *Biologia Centrali-Americana: Neuroptera*. v.50, 1892–1908. xxx, 420 pp. Porter & Dulau Co., London.
- Carvalho, A.L. & Pujol-Luz, J.R. 1992. On the odonate fauna of Ilha Grande and some other coastal islands of the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Notulae Odontologicae*, 3(10): 157–159.
- Carvalho, A.L. & Nessimian, J.L. 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: habitats e hábitos das larvas. Pp. 3–28. In: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (Eds.), *Ecologia de Insetos Aquáticos*. xiv, 1–161 pp. Series Oecologia Brasiliensis, vol. V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Corbet, P. 2004. *Dragonflies. Behavior and ecology of Odonata* (Third printing). xxxii, 829 pp. Comstock Publishing Associates, Ithaca.
- Costa, J.M., Machado, A.B.M., Lencioni, F.A.A. & Santos, T.C. 2000. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no estado de São Paulo, Brasil: Parte I – Lista das espécies e registros bibliográficos. *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, 80: 1–27.
- Costa, J.M. & Pujol-Luz, J.R. 1993. Descrição da larva de *Erythemis nithroides* (Brauer) e notas sobre as larvas conhecidas do gênero (Odonata, Libellulidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 10(3): 443–448.
- Currie, N. 1963. Mating behavior and local dispersal in *Erythemis simplicicollis*. *Proceedings North Central Branch, Entomological Society of America*, 18: 112–115.
- Curry, J.R. 2001. *Dragonflies of Indiana*. xiv, 303 pp. Indiana Academy of Science, Indianapolis.
- Davies, D.A.L. & Tobin, P. 1985. The dragonflies of the world: a systematic list of the extant species of Odonata. Vol. 2. Anisoptera. *Societas Internationalis Odontologica. Rapid Communications. Supplement*, 5: 1–151.
- Donnelly, T.W. 2004a. *Erythemis simplicicollis* and *collocata* - subspecies? *Argia*, 15(4): 11–13.
- Donnelly, T.W. 2004b. Distribution of North American Odonata. Part II: Macromiidae, Cordulidae and Libellulidae. *Bulletin of American Odontology*, 8(1): 11–32.
- Dunkle, S.W. 1989. *Dragonflies of the Florida Peninsula, Bermuda, and the Bahamas*. 154 pp. Scientific Publishers, Gainesville.
- Dunkle, S.W. 2000. *Dragonflies through binoculars*. viii, 266 pp. Oxford University Press, Oxford.
- Edwards, G.B. 1987. Predation by adult *Erythemis simplicicollis* (Say) on spiders (Anisoptera: Libellulidae). *Notulae Odontologicae*, 2(9): 153–154.
- Erichson, W.F. 1848. Insecten. Pp. 553–617. In: Schomburgk, R. *Reisen in British Guiana in den Jahren 1840–1844, versuch einer fauna und flora von British Guiana*. v.3, viii, Pp. 533–1261. Verlagshandlung von J.J. Weber, Leipzig.
- Evans, A.E. 2007. *Field guide to insects and spiders of North America*. 497 pp. Sterling Publishing Co., Inc., New York.
- Fabricius, J.C. 1775. *Systema Insectorum Classis, Ordines, Genera, Species, Adjectis, Synonymis, Locis, Descriptionibus, Observationibus*. xxx, 832 pp. Flensburg et Lipsiae in Officina Libraria, Kortii.
- Ferguson, A. 1942. Scattered records of Texas and Louisiana Odonata with additional notes on the Odonata of Dallas County. *Field and Laboratory*, 10(2): 145–149.
- Fleck, G. 2004. La larve du genre *Cyanothemis* Ris, 1915 (Odonata: Anisoptera: Libellulidae). Conséquences phylogénétiques. *Annales de la Société Entomologique de France*, 39(4): 51–58.
- Förster, S. 2001. *The Dragonflies of the Central America exclusive of Mexico and West Indies. A guide to their identification*. Second Edition. x, 141 pp. Gunter Rehfeldt, Wolfenbüttel, Germany.
- Garrison, R.W. 1991. Synonymic list of New World Odonata. *Argia*, 3(2): 1–30.
- Garrison, R.W., von Ellenrieder, N. & Louton, J.A. 2006. *Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to Anisoptera*. xiv, 368 pp. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

- Gloyd, L.K. 1980. The status of the generic names *Erythemis*, *Lepthemis*, and *Mesothemis* (Anisoptera: Libellulidae). *Notulae Odontologicae*, 1(6): 103–104.
- González-Soriano, E. & Nevelo-Gutiérrez, R. 1996. Odonata. Pp. 147–167. In: Llorente-Bousquets, J., García-Aldrete, A.N. & González-Soriano, E. (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. 660 pp. Universidad Autónoma de México, México D.F.
- Hagen, H.A. 1861. A synopsis of the Neuroptera of North America with a list of the South American species. *Smithsonian Institution Miscellaneous Collections*, 4: xx, 1–347.
- Hagen, H.A. '1875' [1877]. Synopsis of the Odonata of America. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, 18: 20–96.
- Harrison, J.F. & Lighton, J.R.B. 1998. Oxygen-sensitive flight metabolism in the dragonfly *Erythemis simplicicollis*. *The Journal of Experimental Biology*, 201: 1739–1744.
- Harrison, S.J., Platt, A.P. & Sanders S.P. 1994. An electrophoretic comparison of enzymes from *Anax junius* (Drury) and *Erythemis simplicicollis* (Say) (Anisoptera: Aeshnidae, Libellulidae). *Odontologica*, 23(4): 421–429.
- Heckman, C.W. 2006. *Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata – Anisoptera. Illustrated keys to known families, genera, and species in South America*. viii, 705 pp. Springer, Dordrecht.
- Hilman, F.H. 1933. Dragon-flies predaceous on *Tahana* spp. *Entomological News*, 44: 49–50.
- Kennedy, C.H. 1923. The phylogeny and the distribution of the genus *Erythemis* (Odonata). *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology University of Michigan*, 11: 19–21.
- Kirby, W.F. 1889. A revision of the subfamily Libellulinae, with descriptions of new genera and species. *Transactions of the Zoological Society of London*, 12(9): 249–348.
- Kirby, W.F. 1890. A synonymic catalogue of Neuroptera Odonata, or dragonflies, with an appendix of fossil species. ix, 202 pp. Garney & Jackson, London.
- Liegler, K., Liegler, D. & Westover, D. 2003. *Color guide to dragonflies of Wisconsin*. Ed. 4.0. 68 pp. Amberwing publishing, Sauk City.
- Locklin, J.L. & Volodich, D.S. 2010. Tagregarie paradigm of *Erythemis simplicicollis* (Say) at a constructed wetland: a fitness cost for females? (Anisoptera: Libellulidae). *Odontologica*, 39(4): 319–331.
- Lutz, P.E. & Pittman, A.R. 1970. Some ecological factors influencing a community of adult Odonata. *Ecology*, 51(2): 279–284.
- Manolis, T. 2003. *Dragonflies and damselflies of California*. x, 201pp. University of California Press, Berkeley.
- May, M.L. 1976. Thermoregulation and adaptation to temperature in dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Ecological Monographs*, 46(1): 1–32.
- May, M.L. 1979. Energy metabolism of dragonflies (Odonata: Anisoptera) at rest and during endothermic warm-up. *Journal of Experimental Biology*, 83: 79–94.
- Mead, K. 2003. *Dragonflies of the North Woods*. x, 203 pp. Kollath-Stensaus Publishing, Duluth.
- Mosey, G.J. 1994. Some Odonata from Belize, Central America. *Notulae Odontologicae*, 4(3): 40–46.
- McVey, M.E. 1984. Egg release rates with temperature and body size in libellid dragonflies (Anisoptera). *Odontologica*, 13(3): 377–385.
- McVey, M.E. 1985. Rates of color maturation in relation to age, diet, and temperature in male *Erythemis simplicicollis* (Say) (Anisoptera: Libellulidae). *Odontologica*, 14(2): 101–114.
- McVey, M.E. 1988. The opportunity for sexual selection in a territorial dragonfly, *Erythemis simplicicollis*. Pp. 44–58 in Clutton-Brock, T.H. (Ed.), *Reproductive success: studies of individual variation in contrasting breeding systems*. ix, 548 pp. University Chicago Press, Chicago.
- McVey, M.E. & Smittle, B.E. 1984. Sperm precedence in the dragonfly *Erythemis simplicicollis*. *Journal of Insect Physiology*, 30(8): 619–628.
- Needham, J.G. & Heywood, H.B. 1929. *A handbook of dragonflies of North America (Anisoptera)*. viii, 615 pp. Berkeley, University of California Press.
- Needham, J.G., Westfall Jr., M.J. & May, M.L. 2000. *Dragonflies of North America. Revised Edition*. xv, 939 pp. Scientific Publishers, Inc., Gainesville.

- Nikula, B., Sones, J., Stokes, D. & Stokes, L. 2002. *Stokes beginner's guide to dragonflies and damselflies*. 159 pp. Little, Brown & Company, Boston.
- Nikula, B., Loose, J. & Burns, M.R. 2003. *A field guide to the Dragonflies and Damselflies of Massachusetts*. vii, 197 pp. Massachusetts Division of Fisheries & Wildlife, Natural Heritage & Endangered Species Program, Boston.
- Painter, M.K., Temmesen, K.J. & Richardson, T.D. 1996. Effects of repeated applications of insecticides on the immature stages of the mosquito predator *Erythemis simplicicollis* (Odonata: Libellulidae) from hatching to final instar. *Environmental Entomology*, 25(1): 184–191.
- Paulson, D.R. 1977. Odonata. Pp. 170–184 in Hurlbert, S.H. (Ed.), *Biota Acustica de Sudamerica Austral*. San Diego State University, San Diego.
- Paulson, D.R. 1982. Odonata. Pp. 249–277. In: Hurlbert, S.H. & Villalobos-Figueroa, A. (Eds.), *Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies*. San Diego State University, San Diego.
- Paulson, D.R. 2009. *Dragonflies of the West*. 535 pp. Princeton University Press, Princeton.
- Pinto, A.P. 2008. *Análise cladística de Erythemis Hagen, 1861 com avaliação de seu posicionamento filogenético em Symptetrinae (Insecta, Odonata, Libellulidae)* [Cladistic Analysis of *Erythemis* Hagen, 1861 with assessment of its phylogenetic placement in Symptetrinae]. xiv, 144 pp. UFRJ / MN, Rio de Janeiro. [Dissertation presented in the post-graduate program in Biological Sciences (Zoology)/UFRJ, as requirement for degree of Master of Science].
- Pinto, A.P. & Carvalho, A.L. [in preparation]. A morphological cladistic analysis of *Erythemis* Hagen, 1861 and the significance of congruence test of characters for homology statements of wing venation in Anisoptera (Odonata).
- Polya, D.M. 1994. Thermoregulation during summer activity in Mojave Desert dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Functional Ecology*, 8: 441–449.
- Rácenis, J. 1958. Los Odonatos Neotropicales en la colección de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, 2(19): 179–226.
- Rácenis, J. 1959. Lista de los Odonata del Perú. *Acta Biologica Venezuelica*, 2(34): 467–522.
- Rambur, P. 1842. *Histoire naturelle des insectes. Neuroptères*. i–xviii, 534 pp. Librairie Encyclopédique de Roret, Paris.
- Ramirez, A., Paulson, D.R. & Esquivel, C. 2000. Odonata of Costa Rica: diversity and checklist of species. *Revista de Biología Tropical*, 48(1): 247–254.
- Ris, F. 1911. Libellulinae 2. Libellulinae 5. In: *Catalogue Systématique et Descriptif des Collections Zoologique Du Baron Edmond Selys de Longchamps*, 13: 529–700.
- Rodriguez Capitulo, A. 1992. Los Odonata de la república Argentina. *Fauna de agua dulce de la República Argentina*, 34(1): 1–91.
- Saunborn, A.F. 1996. The cicada *Diceroprocta delicata* (Homoptera: Cicadidae) as prey for the dragonfly *Erythemis simplicicollis* (Anisoptera: Libellulidae). *Florida Entomologist*, 79(1): 69–70.
- Say, T. '1839' [1840]. Descriptions of new North American neuropterous insects, and observations on some already described. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 8(1): 9–46.
- Selys-Longchamps, Edm. de. 1850. Revue des Odonates ou Libellules d'Europe. *Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège*, 6: i–xxii, 1–408.
- Selys-Longchamps, Edm. de. 1857. Odonates de Cuba. Pp. 436–472. In: Sagra, R. de la (Ed.), *Histoire Physique, Politique et Naturelle de l'île de Cuba. Animaux articulés. tome 7*: 35–473. Arthus Bertrand Éditeur, Paris.
- Sherk, T.E. 1977. Development of the compound eyes of dragonflies (Odonata). I. Larval compound eyes. *Journal of Experimental Zoology*, 201(3): 391–416.
- Sherk, T.E. 1978. Development of the compound eyes of dragonflies (odonata). II. Adult compound eyes. *Journal of Experimental Zoology*, 203(1): 61–79.
- Shibata, J.D. 2001. *Dragonflies of the World*. vii, 216 pp. CSIRO Publishing, Collingwood.
- Steinmann, H. 1997. *World catalogue of Odonata, Volume II Anisoptera*. xiv, 636 pp. Walter de Gruyter, Berlin.

- Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. 2005. *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. Ed. 7. x, 864 pp. Thomson Brooks/Cole, Belmont.
- von Ellenrieder, N. & Muñoz, J. 2008. An updated checklist of the Odonata from Argentina. *Odonatologica*, 37(1): 55–68.
- Waage, J.K. 1986. Sperm displacement by two libellulid dragonflies with disparate copulation durations (Anisoptera). *Odonatologica*, 15(4): 429–444.
- Williamson, E.B. 1923. Notes on the genus *Erythemis* with a description of a new species (Odonata). *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology University of Michigan*, 11: 1–18.

Acknowledgement of receipt of this application was published in BZN 69: 83.

Comments on this case are invited for publication (subject to editing) in the *Bulletin*; they should be sent to the Executive Secretary, I.C.Z.N., c/o Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, U.K. (e-mail: iczn@nhm.ac.uk).

Figures 1–6. Male of *Telebasis pallida* Machado, 2010 (Brazil, MT: Rondonópolis). 1–2, Head in dorsal (1) and ventral (2) views; 3, Synthorax in dorsal view; 4–6, Cercus in lateral (4), dorsal (5) and mediolateral (6) views. Scale bars = 1 mm.

Head. Labium, genae, base of mandibles whitish-yellow, labrum yellowish-orange to orange; antclypeus and postclypeus light greenish-brown, the latter olivaceous in paler specimens, light brown with a pair of anterolateral orange suboval spots in darker specimens; antefrons brownish-yellow to light brown; postfronts, epicranium and occiput light greenish-brown with ill-defined orange spot on postfronts just anterior to median ocellus, and ill-defined orange occipital bar along entire width of head, which is wider laterally and posteriorly and connected with paler area of rear of head, in darker specimens, color dark brown with orange spot and occipital bar more defined; antennae brownish-orange to brown, apex with an orange ring; scape and pedicel light brownish-orange to light brown; flagellum brown to dark brown; rear of head whitish-yellow to yellow.

Thorax. Prothorax dull orange with some ill-defined greenish areas; synthorax almost uniformly orange; middorsal carina light-orange, paler than adjacent areas, in darker specimens dark orange; mesepisternum light-orange to orange, a few specimens with a black narrow longitudinal stripe adjacent to middorsal carina and another wider stripe running parallel to mesopleural suture, the latter covering 0.40 of mesepisternum width and interrupted ca. 0.2 anterior to anterior crest; anterior crest dull orange to brown; pleural sutures brown, each one with a small, dark brown spot on its respective fossa, that of interpleural suture slightly elongated ventrally; remainder of synthorax varying from light orange on mesepisternum to whitish-yellow on mesepisternum, on venter and legs; armature of legs, apex of distal tarsomere and tarsal claws dark brown to black. Wings hyaline, P₁ in Fw 9–11; Hw 8–9; R₂ originating near to P₁ x 5 in Fw, slightly proximal to P₁ x 4 until P₁ x 5 in

Hw; pt light brownish-orange, rhomboidal, surmounting just over one cell.

Abdomen. S1–2 yellowish to reddish-orange dorsally, paler lateroventrally; S3–7 reddish-orange to red dorsally, yellowish-orange lateroventrally; S8–10 orange-red to brownish-red. Genital ligula (as in Figs 8–10) with laterodistal portion of flexure projected distally beyond median region, appearing tri-lobed in ectal view; L2 with a semialyral membranous expansion (lobe) at proximal 0.33 after flexure in lateral view (Fig. 9); at 0.66 distal with a large, rounded proximal and distal lateral lobe in lateral view; distal apex (tip of lig) forming a square-shaped blade (Fig. 8); internal fold present, ca. 0.6 of L2 total length; no sclerotized tubercle at GL flexure. Cercus (Figs 4–6) reddish-brown, black on ventroapical tooth; gently curved ventrally, reaching posteriorly the level of tip of paraproct or slightly posterior in lateral view (Fig. 4); tip of cercus blunt, in dorsal view with lateral margin almost straight, and with internal margin concave medially (Fig. 5); less so in mediolateral view (Fig. 6); at 0.8–0.9 posterior of cercus length with a black tooth on medial margin. Paraproct yellow-orange, blunt with dorsal surface concave (Figs 5–6).

Female and larva unknown.

Remarks. Machado (2010) described *T. pallida* based on a unique damaged male from Xavantina municipality, Mato Grosso State, Brazil. The holotype lacked S3–7 and GL, precluding a description of that organ, which presents valuable diagnostic characters for species recognition in this genus (Garrison 2009). However, the pale color of head and thorax and the shape of cercus made it possible to identify the species unequivocally. Based on the three new localities (Rondo-

Figures 7–13. Male of *Telebasis pallida* Machado, 2010 (Brazil, MT: Rondonópolis). 11–13, Male of *Telebasis racenisi* Bick & Bick, 1995 (Brazil, MT: Campo Novo do Parecis/Sapezal). 7, Left pair of wings; 8–13, Genital ligula in ectal (8, 11), lateral (9, 12) and lateral views with second segment flexed (10, 13). Abbreviations: dl – distal lateral lobe; f – flexure; ff – inner fold; L1–L2 – first and second segment of genital ligula; ml – membranous proximal lobe; pl – proximal lateral lobe; tf – terminal fold; t – tip of lig. Scale bars 8–13, 0.5 mm.

nópolis and Chapada dos Guimarães in Mato Grosso, and Santa Rita do Araguaia in Goiás, Fig. 29). *T. pallida* does not seem to be rare in that region of central Brazil. Machado (2010) modified couplet 2 of Garrison's (2009) "Key to males of *Telebasis*" to include *T. pallida*. Here, we propose a modification to Garrison's key, "based primarily on structure of ligula" for

the proper inclusion of this species. Due to the unique shape of the structures of GL, *T. pallida* does not agree perfectly with that key and runs to couplet "2", but the inner fold is intermediate in length. Garrison's key to groups can be slightly modified to accept *T. pallida* as follows (changes in bold type):

2. Inner fold well developed, extending to 0.60 of apical segment (L2) or beyond **Key Ma-2**
2'. Inner fold vestigial, small, or poorly developed, extending at most to 0.50 of apical segment (L2) **3**

Garrison (2009) was cautious in choosing primarily a large interval (<0.5 and >0.7) concerning to the length of the internal fold, but we are secure in reduce this range, since in the other species the inner fold reaches at most 0.50, and in almost all the inner

fold extends only 0.33 of L2 (see plates 12–15 in Garrison 2009).

Telebasis pallida keys out in the couplet 6' of Ma-2 key as *T. melleri* Garrison, 1997; a modification of couplet 6 will allow the determination of *T. pallida*:

6. Rear of head black (as in Fig. 24); Colombia, Ecuador, and Bolivia **6.5**
6'. Rear of head pale (as in Fig. 2) **6.5'**
6.5. Proximal lateral lobe of GL narrow (ratio between maximum width/total length less than 0.50) and elongated distally beyond apex of distal lateral lobe in lateral view (Fig. 14) in Garrison (2009); head and mesepisternum in dorsal view with spots and dark streaks **T. melleri**
6.5'. Proximal lateral lobe of GL wide (ratio between maximum width/total length higher than 0.70), reaching distally as far as apex of distal lateral lobe in lateral view (Figs 9–10); head and mesepisternum in dorsal view entirely pale (Figs 1, 3), Mato Grosso and Goiás States, Brazil (Fig. 29) **T. pallida**

Telebasis paracensis Machado, 1956

Material examined. (1 male, 3 females). BRAZIL: Minas Gerais State: 1 male (and its respective P-0 larva), Mariana municipality, Parque Estadual do Rio Doce, Lagoa Preta, Colletting Point PERD-9 (19°40'26.23" S, 47°31'20.52" W, 254 m a.s.l.), laguna with muddy bottom, emergent vegetation *Paracaria* and *Salvinia* sp. (03/08/2009, 10:00–11:00, 04/08/2009) (date of its P-0 larva, which emerged at 06/12/2011), leg. A.P. Pinto & J.G. da Silva (MZSP).

Remarks. The P-0 larva was collected in a shaded area of the Lagoa Preta under tree roots, without caudal lamellae (gills), hampering a description of its ultimate larval stadium. No adult specimens were seen, only adults of *T. filiola* were also collected at the same point, as well as larvae and adults of *Acanthopneuste gracile* (Rambur, 1842), *Anisota januaria* Rees, 1911; *Erythemis neiloides* Brauer in Thorese, 1900, *Mutillaria* sp. (*M. dydima* group) and *Nephepeltia phryne phryne* (Perty, 1834).

Telebasis racenisi Bick & Bick, 1995

Figures 11–29

Material examined. (10 males, 5 females). BRAZIL: Mato Grosso State: 2 females, (Campo Novo do Parecis/Sapezal municipalities, Indian Territory) Utiariti (coordinates of waterfalls São Utiariti, 17°01'33.99" S, 58°16'40.87" W, 377 m a.s.l.), 02/03/1966, leg. [Karol] Lenko & Pereira, 5 males, 1 female, same date but 03/03/1966, 1 female, same date but 03/03/1966, 4 males, same date but 07/03/1966, 1 male, 1 female, same date but 26/03/1966. All in MZSP. **Additional material examined.** (10 females) Goiás State: 12 females, (Município municipal), Fátima Oito D'água (17°50' S, 52°39' W, 661 m a.s.l.), subsite of Parque Nacional das Emas, collected 11, 11/11/1962, leg. NDI Santos, L.F. Nave & Dácio (MNRJ); 16 females, same date but collected 17 (MNRJ); 2 females, same date but collected 17 (MNRJ).

Evaluation of the *Telebasis racenisi* "complex" of species

Telebasis racenisi Bick & Bick, 1995: 15 (holotype male, Utiariti, Amazonas State: Buenos Aires-Venturi, 19/01/1957, leg. I. Racenisi, allotype female, Utiariti-Ayupatari, 27/01/1956, leg. Racenisi, both in MZMA). Garrison, 2009 (descriptions of male and female, illustrations of cerci of male paratype, pronotum and mesoepisternum plates of female paratype and wings and genital li-

gula of male specimens from Peru; species diagnosis, keys and illustrations with new records from Peru (Madre de Dios Department) and Brazil (Mato Grosso and Goiás States).

Telebasis lenko Machado, 2010: 57 (holotype male and allotype female, 3 males, 3 females, Brazil, Mato Grosso State, Utiariti, 13°42' S, 58°17' W, 400 m, VII/1961, leg. K. Lenko in ABMM). *Telebasis paracensis* Machado, 2010: 60 (holotype male, allotype female, Brazil, Mato Grosso State, Utiariti, 13°42' S, 58°17' W, 400 m, VII/1961, leg. K. Lenko in ABMM). *s.p.n.*

Remarks. *Telebasis racenisi* was described from a series of seven males and four females from Amazonas and Bolívar States, Venezuela (Bick & Bick 1995). The species was fairly well characterized but the GL was not described and the only illustration provided was a simple outline of caudal appendages in lateral view. Bick & Bick (1995: 36) acknowledged variation in mesepisternum color among the six male paratypes, two having the dorsal carina pale and one having whole mesepisternum pale, distinct from the black middorsal carina and mesepisternum of the holotype and remaining paratypes. Garrison (2009) redescribed and diagnosed the male and female of *T. racenisi*, and also provided the first description and illustrations of the GL, female pronotum and mesoepisternum plates and illustrated in detail the male caudal appendages in three distinct views, all of them based on paratypes. He also depicted a map with the known geographic distribution and added new records to Peru (Madre de Dios Department) and Brazil (Mato Grosso and Goiás States). The Brazilian specimens were not examined by him and their actual identity was questioned by Machado (2010: 58), who also stated that they were possibly deposited in MNRJ. We examined these latter specimens in MNRJ and we found 30 females from one of the localities cited by Machado (2010), Fazenda Olho D'água in Goiás State. All of them agree with *T. racenisi*. The male specimen from Mato Grosso cited by Machado (2010) was not found, however there is a correspondence dated from 2009 indicating that it was donated and is now in the private collection of F. A. A. Lenconi. Thus, since it was not examined by us, its identity remains doubtful (Fig. 29).

Machado (2010) described two new species, *T. lenko* (based on four males and four females) and *T. paracensis*

Figures 14–28. *Telebasis racenisi* Bick & Bick, 1995 (Brazil, MT: Campo Novo do Parecis/Sapezal, Utiariti). 14–17, 19–22, 24–27, Males; 18, 23, 28, Female. 14, 18–19, 24, Head in dorsal and ventral views; 15–17, 20–22, 25–27, Abdominal segments S8–10 and caudal appendages in dorsal (15, 20, 25), mediolateral (16, 21, 26), and lateral (17, 22, 27) views; 23, 28, Prothorax and anterior part of synthorax in dorsal (23) and oblique dorsal (28) views. Scale bars, 1 mm.

(based on holotype and allotype), both series having been collected in July of 1961 by Karol Lenko in the Indian Territory of Utiariti, which encompasses part of Campo Novo do Parecis and Sapezal municipalities, Mato Grosso State, Brazil. These species are very similar to *T. racenisi* and the three taxa together were recognized as a unique complex of species by Machado (2010: 61). This "complex" includes some of the most distinctive species of the genus, being the only ones with CuP-crossing positioned distal to the level of branching of the anal veins (wing stalked proximal to CuP-crossing), the male cercus long, with a ventrobasal tooth and notched posterior apex; females with poster-

ior lobe of prothorax tripartite, with lateral parts upright, lacking horns.

We studied a series of 15 specimens from Utiariti in MZSP collection, Karol Lenko was one of the collectors but in November of 1966. All male and female specimens of this series have a pale mesepisternum and agree fairly well with the descriptions of *T. racenisi* of Bick & Bick (1995) and Garrison (2009). These data allowed us to reevaluate the status of both *T. lenko* and *T. paracensis* by examining this fine preserved material from the same locality.

Machado (2010) diagnosed both *T. lenko* and *T. paracensis* from *T. racenisi* by modifying couplet 2 of "Key M4-4"

Figures 29. Map of north and central South America with the distribution records of *Telesbia pallida* Machado, 2010 and *Telesbia racenisi* Bick & Bick, 1995 complex (see under *T. racenisi*). Abbreviations for Brazilian States: (MT) Mato Grosso, and (GO) Goiás States.

of Garrison (2009) and using the following characters (1) "Apical portion of S9, all of S10 about 2x as wide as remainder of abdomen", (2) "labrum orange or light orange" and (3) "rear of head mostly pale with an isolated large black spot lateral to occipital foramen". In the opposing couplet for *Telesbia racenisi* he stated: "Apical portion of S9 about as wide as remainder of abdomen, labrum blue and rear of head mostly black at least on upper half". We found character (1) unreliable, since abdominal segments commonly suffer some kind of postmortem effect, changing its width, which appears to have occurred in this case (see Figs 15, 20 for different widths); the expression "large black spots" in character (3), coupled with citation of figure 1c of Garrison's (2009) synopsis, generates doubts, since Garrison (2009) referred exclusively to his figure citing "Rear of head pale except for small lateral black spot" (p. 27). Thus, just character (2), color of labrum (blue in *T. racenisi* and orange in *T. lenkoi* and *T. parvici*) is suitable for distinction between Machado's species and *T. racenisi*. Although color pattern can be important in differentiating among large clusters of species (Garrison 2009) or can be diagnostic at the species level (Tennessen 2002) in some, such as *T. insulata*, the color can change dramatically during adult life (Bick &

1995; Garrison 2009; also photos by Johnson 2010), rendering this character less reliable unless used with other morphological features. Labral color also showed to be variable in species of the closely related genus *Aeolagrion* Williamson, 1917 (von Ellenrieder & Garrison 2007; Tennessen 2009). Actually, the shape of caudal appendages and structures of GL offers more reliable characters for species recognition in *Telesbia* (Garrison 2009). Both caudal appendages and GL of the three species of the *T. racenisi* complex are extremely similar, and the illustrations given by different authors (i.e. Bick & Bick 1995; Garrison 2009; Machado 2010) are a little confusing, since they show slight differences, making correct association difficult. Bick & Bick's (1995: Fig. 2) illustration of the cercus of the holotype of *T. racenisi* in lateral view show a visible ventrobasal tooth, and the apex of the ventral margin slightly directed obliquely ventrad, both features very similar to those of the holotype of *T. parvici* provided by Machado (2010: Fig. 18). Garrison's (2009: Fig. 22c) illustration of a paratype of *T. racenisi* in lateral view shows the ventrobasal tooth as not visible, and the ventral margin as almost linear, similar to figure 15 of the holotype of *T. lenkoi* in Machado's (2010) work. Machado (2010) diagnosed *T. parvici* as follows: "Cercus in lateral

view with outer ventral margin strongly concave, medial ventral margin with a basal tooth and ventral branch of apex directed ventrally, while for *T. lenkoi* "Cercus in lateral view with the ventral margin linear, no ventrobasal tooth, and ventral branch of apex directed posteriorly". Based on the material examined we realize that all these small differences in the illustrations can be due to possible rotation of the cercus and/or skill of the illustrators, and cannot be used in discriminating these species as exemplified by our Figs 15–17, 20–22, 25–27 of males from Utiruti, identified by us as *T. racenisi*, which undoubtedly are conspecific.

The females from the same locality agree perfectly with *T. racenisi*, since all have a greenish-blue labrum (Fig. 18) and the distinctly tripartite posterior prothoracic lobe (Figs 23, 28). Machado (2010: 58) distinguished females of *T. lenkoi* from *T. racenisi* exclusively based on the already cited characters of the rear of head mostly pale and orange labrum. On the other hand, Machado (2010: 61) did not diagnose *T. parvici* and stated in the "Remarks" section that "Males Keys to M-4 and females to F-5 in Garrison (2009), and are diagnosed under *T. lenkoi*". However, there is no mention of the allotype female of *T. parvici* under *T. lenkoi*. The illustration of the female of *T. parvici* depicts a considerably different hind prothoracic lobe from both *T. racenisi* and *T. lenkoi*, as stated by Machado (2010: 61) "Hind prothoracic lobe (Fig. 4) with median lobe on line with the lateral lobes", which we believe cannot represent the same species as the holotype. Considering all of this, the female of *Telesbia pallida* is the only another species that has a pale mesepisternum and has a known distribution close to Utiruti (Fig. 29), so it would not be surprising that the allotype of *T. parvici* represents the female of *T. pallida*. On the other hand, the allotype of *T. parvici* has Cup-crossing positioned distal to level of branching of anal veins, distinct from all known specimens of *T. pallida*.

In short, the series deposited in MZSP from Utiruti assembles all the variation concerning the shape of caudal appendages used as diagnostic features for the recognition of the species under *T. racenisi* complex. For the reasons above we consider *Telesbia parvici* Machado, 2010 (Machado 2010: 60) a subjective junior synonym of *Telesbia lenkoi* Machado, 2010 (Machado, 2010: 57) following the criterion of "First Review" (ICZN 1999, Article 24.2) in deciding the precedence between these two simultaneously proposed names. Although we have not examined the holotypes, based on the characters and examination of specimens from the type locality, we are sure that *T. lenkoi* and *T. parvici* are conspecific. Furthermore A.B.M. Machado kindly compared our illustrations, accompanied along with justification of the types of both species deposited in his collection and agreed with our opinion.

We provisionally refrain from synonymizing *T. lenkoi* with *T. racenisi* based on the orange color of the labrum, the apparently more extensive pale area of the rear

of the head, and the linear lateral margin of GL distal to flexure in ectal view (*T. racenisi* presents a small concavity closely distal to the flexure in ectal view, Figure 11). However, all males and females of *T. racenisi* complex from Utiruti examined by us have labrum greenish-blue and rear of head with two large spots, as shown in figure 1f of Garrison (2009), thus further investigation through closer inspection of all types involved will be required for a definitive position.

In spite of this discussion about the *T. racenisi* complex, some questions are still open, including whether the allotype female of *T. parvici* is conspecific to the male holotype and, if so, is it conspecific to the typical females of *T. racenisi*?

Post scriptum. When the manuscript had already been accepted for publication we found in MNRJ five additional specimens (3 males and 2 females) from Utiruti, donated by A.B.M. Machado several years ago. The provenance data correspond exactly with the type series in which Machado (2010) based his descriptions, except by the mention to "Rio Papagaio" river. The shape of the males' caudal appendages agrees perfectly with the specimens determined by us as *T. racenisi*, as well as the shape of posterior lobe of prothorax of the females. The color pattern of these specimens is far poorly preserved than those in MZSP; however the rear of head presents large dark spots such as in the Figure 24, the color of labrum is faded, with original color almost indiscernible and clearly suffered some kind of deterioration, but in few specimens bluish shades are observable, otherwise are brownish. Further, one male has the same proportions of abdominal width depicted by Machado. The examination of GL showed it identical to other specimens of *T. racenisi* and thus also presents a small concavity closely distal to the flexure in ectal view. All of these data provide additional evidences that *T. racenisi* "complex" in fact representing just one species.

Telesbia sanguinalis Calvert, 1909

Material examined. (5 males). BRAZIL, Mato Grosso State: 4 males, Rondonópolis municipality [16°21'5.67" S, 53°18'9.60" W, 245 m a.s.l.] XI 1980, leg. [R. von] Dittmer[offen]; 1 male, same data but 20 XI 1980, all in MZSP.

Remarks. The color of rear of head is changed in the complex 5 of the Key M-3 of Garrison (2009: 14) with the subsequent species, since *T. sanguinalis* has the rear of the head mostly pale (Tennessen 2002; Garrison 2009: 95) and not with the dorsal 0-50 black as mentioned.

Telesbia simulata Tennessen, 2002

Material examined. (17 males, 1 female). BRAZIL, Pará State: 7 males, Altamira municipality [03°12'10.80" S, 52°12'21.60" W, 99 m a.s.l.] Rio Xingu, IX 1983, [leg. R. von] Dittmer[offen]; 10 males, 1 female, same data but XI 1983. All in MZSP.

Remarks. Almost all the specimens are recently emerged, hence they do not exhibit the fully developed color pattern, and only through consideration of shape of cercus, associated with the few mature specimens, was it possible to determine their identity.

Telesbia theodori (Navás, 1934)

Material examined. (8 males). BRAZIL, Santa Catarina State: 3 males, [São Bento do Sul municipality, 28°17'58" S, 49°22'59" W, 85 m a.s.l., rubber station] Rio Vernehia, XII 1950, leg. [R. von] Dittmer[offen]; (MZSP); 1 male, same data but 1 1951, 1 male, same data but XII 1951, leg. B. Pohl [Ex-Richard von Dittmerhofen collection] (MZSP); 1 male, [Itauna municipality, Nova Teutônia [27°09'38.69" S, 52°24'58.45" W, 151 m a.s.l.], III 1952, leg. B. Pohl [Ex-Richard von Dittmerhofen collection] (MZSP); Rio Grande do Sul State: 1 male, Santa Rosa municipality, Bauro Balaio, Loente's smallholding [27°50'45.92" S, 51°27'41.77" W, 298 m a.s.l.], small pond, poorly covered with vegetation, muddy bottom, 11.IX.2007, leg. A.P. Pinto (DZRI 85); 1 male, Cotriguaçu municipality, Picolo Refúgio Ins., small sandy pond poorly covered with vegetation, [29°00'35.10" S, 51°21'15.86" W, 557 m a.s.l.], 07.II.2011, leg. A.P. Pinto & J.G. da Silva (MZSP).

Telesbia williamsi Garrison, 2009

Material examined. (1 male). VENEZUELA, Zulia State: 1 male paratype, [Catacorao municipality], Encarnación [09°03'31" N, 72°13'55" W, 13 m a.s.l.], 25.IV.1920, leg. J.H. Williamson; E.B. Williamson & W.H. Dittler (DZRI 1142) [ex-RVG] collected.

Telesbia willkii Fraser, 1948

Material examined. (7 males, 1 female). BRASIL, Rio Grande do Sul State: 1 male, Vianópolis municipality, Chácara Nova Senhora das Graças [Instituto de Educação Maria Nova Senhora das Graças, 30°04'37.88" S, 51°05'10.65" W, 76 m a.s.l.], pond for fish production (equally with midland clay bottom and abundant *Elodea crassipes* as vegetation, 21.II.2005, leg. A.P. Pinto & J.G. da Silva (MZSP); 2 males, 1 female, same data but 05.III.2005 (DZRI 1119; MZSP); 4 males, same data but 20.II.2006 (DZRI 1120–1121; MZSP).

Acknowledgements

We are grateful to the curator of MNRJ (Dr. Jazim M. Costa), MZSP (Dr. Sonia A. Casati) and DZRI (Dr. Nelson Ferreira Jr. and Jorge L. Nogueira) collections, in special to Dr. Carlos J. E. Lamas for their unconditional help during APP studies of MZSP collection. Thanks are due to Dr. Angelo B. M. Machado (UFMG, Brazil) and to Dr. Renner Garrison (CIPA, U.S.A.) for revising the initial draft of the manuscript and help with taxonomic and distributional data on *Telesbia*; M.Sc. Sathya Maria Pereira for her assistance in APP examination of the MNRJ collection. This study was partially supported by Brazilian governmental agencies, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, PI. D. Fellowship to the first author) and Fundação Caldas Chagas Filla de Américo e Preciosa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ process number E-26/171.248/ 2008). Specimens collected by APP under CMBR/ISSRO Licenses numbers 14591–5 and 2504–1. We also thank the Instituto Estadual de Floresta de Minas Gerais State, from permission (License n° IFMG 010/11) to collect in Parque Estadual do Rio Doce (PERD), as well as the manager of unit Marcos V. de Freitas and Giovanni and Manchinho for support in APP exploration. Finally we also would like

thank the reviewers Róg de Marmels (MIZA, Venezuela) and Michael I. May (Rutgers University, U.S.A.) for their suggestions.

References

- Bick, G. H. & Bick, J. C. 1995. A review of the genus *Telesbia*, with descriptions of eight new species (Zygoptera: Coenagrionidae). – *Odonatologica* 21 (1): 11–11.
- Bick, G. H. & Bick, J. C. 1998. Females of the genus *Telesbia*, with a description of *T. bartramiae* sp. nov. from Venezuela (Zygoptera: Coenagrionidae). – *Odonatologica* 25 (1): 1–12.
- Daigle, I. J. 2002. *Telesbia gigantea* sp. nov. from Bolivia (Zygoptera: Coenagrionidae). – *Odonatologica* 31 (1): 73–76.
- De Meunier, J. 2002. A study of *Chloragrion* Neudörf, 1903, *Hesperagrion* Calvert, 1902, and *Zonagrion* Kennedy, 1917: three monotypic North American damselfly genera with uncertain generic relationships (Zygoptera: Coenagrionidae). – *Odonatologica* 31 (2): 139–150.
- ESRI. 1999. ArcView/MapGIS 3.2a. Environmental Systems Research Institute Inc, New York.
- Hack, G., Bechtel, O., Martinez-Delicio, X., Jaramowski, E., Corran, R. & Nel, A. 2003. Phylogeny and classification of the Silesophlebotomus (Odonata: Epigynophlebotomus). – *Annales de la Société Entomologique de France (Nouvelle série)* 39: 55–95.
- Garrison, R. W. 2009. A synopsis of the genus *Telesbia* (Odonata: Coenagrionidae). – *International Journal of Odonatology* 12 (1): 1–121, pls I–II.
- Garrison, R. W., von Ellenrieder N. & Lounis, J. A. 2010. Damselfly genera of the New World: An illustrated and annotated key to the Zygoptera. The John Hopkins University Press, Baltimore.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007. Malha municipal digital do Brasil – 2005. Available at: <http://www.ibge.gov.br/home/geodados/geocidades.shtml> [Accessed 2007].
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2007. Carta Internacional do Milionário. Available at: <http://www.ibge.gov.br/home/geodados/geocidades.shtml> [Accessed 2007].
- International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN). 1999. International Code of Zoological Nomenclature (Odonata). Fourth Edition. Available at: <http://www.icn.nyu.edu/online/onlinecode/> [Accessed 15.VIII.2011].
- Jelkszo, J. 2010. Bick cover. – *Argia* 22 (2): 18.
- Leucis, F. 2010. *Telesbia lenkoi* sp. nov. from Brazil (Zygoptera: Coenagrionidae). – *Odonatologica* 39 (1): 71–74.
- Machado, A. B. M. 2010. Seven new species of *Telesbia* from Brazil (Odonata: Coenagrionidae). – *Zootaxa* 2301: 51–66.
- Machado, A. B. M. & Costa, J. M. 1990. Odonata. Newborn Dias dos Santos. – *Odonatologica* 19 (3): 267–308.
- Platz, H. K. 1971. Struktural und Funktion des sekundären Krepulationsapparates der Odonaten (Insecta, Palaeoptera), ihre Wurzeln in der Stammesgeschichte und Bedeutung für die adaptive Entfaltung der Ordnung. – *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 70: 281–371.
- Pinto, A. P. & Lamas, C. J. E. 2010. *Nitidulobella acuminata* sp. nov. (Odonata, Corduliae) from northeastern Santa Catarina State, Brazil. – *Revista Brasileira de Entomologia* 54 (4): 608–617.
- Pinto, A. P. & Lamas, C. J. E. 2011. Description of the female of *Nitidulobella acuminata* Pinto & Lamas and Additional Notes on the Male (Odonata: Corduliae). – *Neotropical Entomology* 40: 688–703.
- Reemer, M. 2010. A second survey of Surtaria Syrphidae (Diptera): introduction and Synthesis. – *Tijdschrift voor Entomologie* 153 (2): 183–196.
- Rick, E. F. & Kikkawa-Peck, T. 1984. A new interpretation of dragonfly wing venation based upon Early Upper Carboniferous fossils from Argentina (Insecta: Odonata) and basic character states in pterygote wings. – *Canadian Journal of Zoology* 62: 1150–1116.
- Schore, M. & Padoa, D. 2011. World Odonata List. Available at: <http://www.pugwash.on.ca/~schore/wodonata-researchers/wodonata-list/> [Accessed 29.VI.2011].
- Tennessen, K. J. 2002. *Telesbia simulata* sp. nov. from South America, previously confused with *T. sanguinalis* Calvert (Zygoptera: Coenagrionidae). – *Odonatologica* 31 (2): 201–207.
- Tennessen, K. 2009. *Aeolagrion philipi* sp. nov. from Bolivia and a review of the genus *Aeolagrion* (Odonata: Coenagrionidae). – *International Journal of Odonatology* 12 (2): 309–322.
- von Ellenrieder, N. 2009. Dating the origin of the Neotropical region. – *Agraria* 13 (2): 58–72.
- von Ellenrieder, N. 2010. Odonata biodiversity of the Argentine Chaco biome. – *International Journal of Odonatology* 13 (1): 1–25.
- von Ellenrieder, N. & Garrison, R. W. 2007. Unraveling some taxonomic riddles on damselfly genera (Zygoptera) from the neotropical region. – *IDP-Report* 11: 1–34.