

PLECOPTERA BURMEISTER, 1839

Perlidae: *Macrogynoplax pulchra*Perlidae: *Enderleina* sp.Gripopterygidae: *Tupiperla* sp.

Pitágoras da Conceição Bispo UNESP, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Assis, SP.  <https://orcid.org/0000-0002-7356-8882>

Cláudio Gilberto Froehlich *(in memoriam)*

Etimologia. Do grego *pleco* = entrelaçar, dobrar; *pteron* = asa. Refere-se ao lobo anal da asa posterior, dobrado em forma de leque sobre o abdômen, quando em repouso.

Diagnose. Hemimetábolos, anfibióticos, variando de 4 a 60 mm de comprimento. Olhos compostos e dois ou três ocelos. Aparelho bucal mastigador, reduzido nos adultos de alguns grupos. Antena longa, multiarticulada. Pernas cursoriais, simples. Tarsos trímicos. Dois pares de asas membranosas, o par posterior com lobo anal grande, dobrado quando em repouso. Cerco multiarticulado.

Introdução. Os plecópteros são insetos anfibióticos (imaturos aquáticos e adultos terrestres) e não possuem nome comum no Brasil. Eles ocorrem em todos os continentes (exceto no continente Antártico) e os registros fósseis mais antigos datam do Carbonífero Superior, cerca de 300 milhões de anos atrás (Béthoux *et al.* 2011). Os adultos geralmente têm cores pouco vistosas, variando do amarelo, passando pelo marrom, até o preto; raramente são esverdeados ou têm cores mais vivas. O comprimento, da cabeça à ponta das asas, varia de 4 a 60 mm.

Plecoptera é uma pequena ordem de insetos aquáticos com mais de 3.700 espécies descritas (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008; Dewalt & Ower 2019), distribuídas em 17 famílias (Zwick 2000; South *et al.* 2021). Atualmente, a taxa de descrição de novas espécies é alta (maior que 40 espécies/ano) (Dewalt & Ower 2019), principalmente na China e na América do Sul (aproximadamente 9 espécies/ano para cada uma destas regiões). Isto sugere que ainda estamos longe de conhecermos a diversidade real da ordem. Neste cenário, é difícil prever quando a curva de descrição de novas espécies se estabilizará (Dewalt & Ower 2019), dificultando uma estimativa confiável do número total de espécies de Plecoptera no mundo. Apesar disso, Dewalt & Ower (2019), ajustando um modelo matemático à curva de descrição de espécies, estimaram que aproximadamente 1500 espécies serão descritas até 2050 e mais de 2000 até 2100.

A região Neotropical (*sensu lato*, incluindo a região Andina e transições) abriga aproximadamente 600 espécies de Plecoptera em 6 famílias (Froehlich 2010; Pessacq *et al.* 2019). Destas, aproximadamente 520 espécies ocorrem no continente sul-americano. A alta taxa de descrição de espécies deste continente sugere que muitas espécies novas serão descritas nos próximos anos. Apesar do conhecimento sobre a fauna de Plecoptera da América do Sul estar consistentemente avançado, a maior parte das espécies tem sido descrita com base em poucos indivíduos. Adicionalmente, sabemos muito pouco sobre as ninfas, a biologia, a real distribuição geográfica e o relacionamento filogenético das espécies. Portanto, ainda falta um longo caminho para que possamos ter um conhecimento mais completo sobre a diversidade da ordem nesta região. Para os interessados na fauna de Plecoptera da América do Sul, temos as chaves para ninfas e adultos, tanto para famílias quanto para gêneros, publicadas por Froehlich (2009). Adicionalmente, para aqueles que pretendem aprofundar-se, Stark *et al.* (2009) resumiram toda a informação disponível até aquele momento.

Em relação ao Brasil, o conhecimento sobre a diversidade de Plecoptera evoluiu lentamente. Por exemplo, as primeiras espécies brasileiras foram descritas por Burmeister em 1839 e por Pictet em 1841 (Stark *et al.* 2009). No entanto, a primeira contribuição de um pesquisador brasileiro ocorreu apenas em 1969 (Froehlich 1969). Felizmente, nos últimos 20 anos, esta situação tem

Como citar: Bispo, P.C.; Froehlich, C.G. 2024. Cap. 18, Plecoptera Burmeister, 1839, pp. 249-253. *In:* Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B. de; Casari, S. & Constantino, R. (eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp. <https://doi.org/10.61818/56330464c18>

mudado. Atualmente, espécimes coletados em todas as regiões brasileiras têm sido estudados e, como resultado, novas espécies têm sido regularmente descritas e novas ocorrências têm sido documentadas (Froehlich 2002; Bispo & Froehlich 2011; Lecci & Froehlich 2011). Adicionalmente, ninfas de várias espécies têm sido descritas e notas biológicas têm sido levantadas (Bispo & Froehlich 2008; Bispo *et al.* 2012; Novaes *et al.* 2012; Almeida & Bispo 2020).

Informações em bases eletrônicas sobre a ordem podem ser encontradas em DeWalt *et al.* (2022) e, especificamente para a fauna brasileira, em Lecci & Duarte (2022).

Morfologia (adultos). Cabeça distintamente prognata (Fig. 18.3). Antena longa, filiforme, inserida lateralmente na cabeça, perto da inserção da mandíbula. Olho composto bem desenvolvido, presença de dois ou três ocelos. Peças bucais mastigadoras (Figs 18.4–7), reduzidas nos adultos de Perlidae e funcionais em Gripopterygidae. Palpo maxilar com cinco artículos (Fig. 18.6), palpo labial com três (Fig. 18.7). Os três segmentos do tórax livres; protórax bem desenvolvido; pronoto com escudo simples, de oval a quadrangular. Dois pares de asas membranosas, sempre mais longas que o abdômen nas espécies brasileiras (Fig. 18.3). Em outras regiões, encontram-se formas ápteras ou braquípteras. Asa anterior estreita (Fig. 18.8). Asa posterior com lobo anal grande (Fig. 18.9), dobrado quando em repouso. Venação bem desenvolvida (Figs 18.8–9). Pernas cursoriais, tarsos trímeros, distalmente com um par de garras fortes e um empódio globoso. Espiráculos meso e metatorácicos presentes. Abdômen longo, com 10 segmentos. Tergos e esternos distintos, na maioria das espécies com metasterno fundido ao esterno I. Esterno X formando anel completo, ao menos nas fêmeas. Espiráculos nos segmentos I ao VIII do abdômen, na parte lateral dos tergos. No fim do abdômen, um par de cercos multiarticulados, ligado ao tergo X; um par de paraproctos látero-ventrais e um epiprocto dorsal. Abertura genital da fêmea geralmente atrás do esterno VIII; a do macho, atrás do esterno IX. No macho, o pênis é formado por eversão da câmara genital, a qual é totalmente membranosa em Gripopterygidae e possui estruturas esclerosadas em Perlidae. Fêmea sem ovipositor formado por valvas.

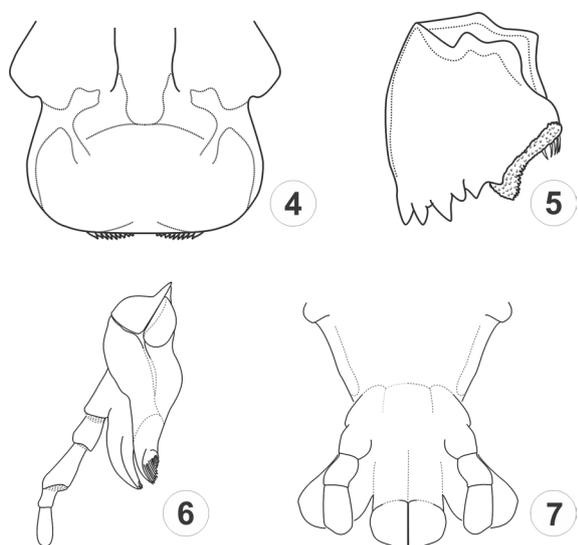
Imaturos. Os ovos variam muito quanto à forma e à ornamentação do córion. Nas espécies do Brasil, os ovos de Perlidae têm forma oval simples e córion liso. São depositados em cordões, com os ovos presos entre si por secreção do oviduto. Os ovos de Gripopterygidae variam de hemisféricos a elipsoidais e são lisos ou envolvidos por restos de células foliculares. As ninfas (Figs 18.1, 2) são aquáticas e, no Brasil, ocorrem principalmente em águas correntes limpas e bem oxigenadas. Como a taxonomia de Plecoptera é baseada na morfologia dos adultos machos, a descrição das ninfas é feita depois da associação com os adultos. Nos últimos anos, esta associação tem sido facilitada pelo uso de ferramentas moleculares (Avelino-Capistrano *et al.* 2014; Almeida *et al.* 2019; Almeida & Bispo 2020). As ninfas de Perlidae (Fig. 18.1) são predadoras; as de Gripopterygidae, detritívoras ou raspadoras. O número de instares é elevado, superior a dez. Ninfas de Perlidae têm brânquias torácicas, podendo também ter brânquias nos paraproctos. As ninfas de Gripopterygidae têm um tufo de brânquias anais. Para a muda final, deixam a água (Fig. 18.2).



Figuras 18.1–3. *Macrogygnoplax* sp. (Perlidae). 1, ninfa; 2, muda ninfa-adulto; 3, adulto. Fotos: J.A. Rafael.

Biologia. As ninfas de Plecoptera podem ser encontradas em diferentes ambientes aquáticos, no entanto, são mais comuns em riachos com águas limpas e bem oxigenadas, em áreas preservadas. Elas podem ser predadoras, raspadoras ou detritívoras. As ninfas podem ter mudança ontogenética da dieta, por exemplo, em alguns grupos predadores, os primeiros instares são detritívoros. Os adultos voam pouco e são encontrados próximos aos ambientes aquáticos onde vivem as ninfas. Os adultos de Perlidae possuem peças bucais reduzidas, quando muito, ingerem líquidos, enquanto os adultos de Gripopterygidae alimentam-se de flora epifítica, epilítica ou detritos (Froehlich 1969). O macho é, em geral, menor que a fêmea. Na cópula, fica sobre a fêmea e encurva o abdômen para baixo, para atingir sua abertura genital. Machos de Perlidae frequentemente batem no substrato (“drumming”) em ritmo específico, sendo respondidos de modo semelhante pelas fêmeas virgens.

Classificação. A classificação de Zwick (2000), adotada aqui, divide os plecópteros em duas subordens. A Subordem Antarcotoperlaria ocorre na região Australiana e no sul da América do Sul e compreende duas superfamílias, Eusthenioidea e Gripopterygoidea. A Subordem Arctotoperlaria ocorre principalmente na Região Holártica e compreende duas infraordens, Euholognatha, cujos adultos têm peças bucais funcionais, e Systellognatha, com peças bucais atrofiadas nos adultos. Entre os Arctotoperlaria, as famílias Perlidae (Systellognatha) e Notonemouridae (Euholognatha) também ocorrem no hemisfério sul. No Brasil, ocorrem



Figuras 18.4–7. Peças bucais de *Gripopteryx* sp. (Gripopterygidae), adultos. 4, labro, vd; 5, mandíbula direita, vv; 6, maxila direita, vl; 7, lábio, vv.

duas famílias: 1) Gripopterygidae (Antarctoperlaria) que ocorre do sul e sudeste até regiões montanhosas do nordeste e da parte central do Brasil; e 2) Perlidae (Arctoperlaria) que ocorre em todo o território brasileiro. A seguir, é apresentada uma lista com as famílias conhecidas e, entre parênteses, o número de espécies registrado para as duas famílias que ocorrem no Brasil.

Subordem Antarctoperlaria

Eusthenioidea

Eustheniidae
Diamphipnoidae

Gripopterygoidea

Austroperlidae
Gripopterygidae (59)

Subordem Arctoperlaria

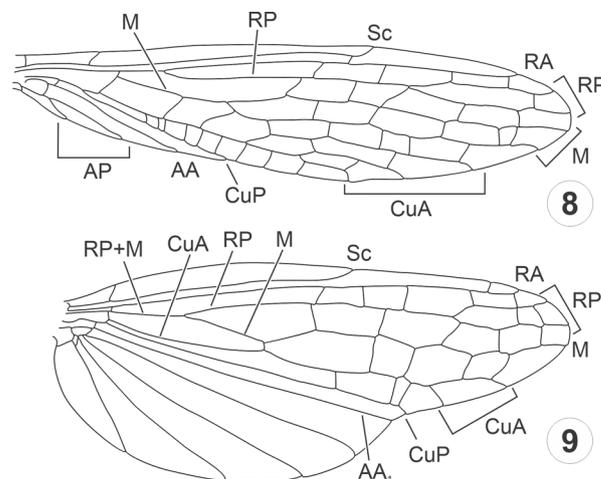
Infraordem Euholognatha

Capniidae
Leuctridae
Nemouridae
Notonemouridae
Scopuridae
Taeniopterygidae

Infraordem Systellognatha

Chloroperlidae
Kathroperlidae
Perlidae (144)
Perlodidae
Peltoperlidae
Pteronarcyidae
Styloperlidae

Relações filogenéticas. A posição filogenética da ordem entre os insetos ainda é controversa (Zwick 2009), no entanto, estudos moleculares recentes têm adicionado evidências que a ordem Plecoptera se posiciona nas primeiras cladogêneses de Polyneoptera (Misof *et al.* 2014; Song *et al.* 2016; Wipfler *et al.* 2019). A proposta mais recente de filogenia morfológica de Plecoptera é a de Zwick (2000) (Fig. 18.10). Segundo essa filogenia, a monofilia da ordem é sustentada por alguns caracteres da anatomia interna, entre os quais: 1) gônadas de machos e fêmeas com extremidades anteriores fundidas medialmente, formando alças; 2) nos machos, arranjo complexo das duas vesículas seminais sobrepostas, cada uma delas formando uma alça anterior; 3) nas ninfas, presença de fortes músculos intersegmentares oblíquos, ventrolongitudinais (Zwick 2000). Segundo essa filogenia, a ordem divergiu em dois grandes clados (Antarctoperlaria e Arctoperlaria). As sinapomorfias que sustentam Antarctoperlaria



Figuras 18.8–9. Asas de *Gripopteryx* sp. (Gripopterygidae). 8, asa anterior; 9, asa posterior. Venação baseada em Béthoux (2005).

são baseadas na anatomia interna (1. músculo depressor do trocânter anterior exclusivo; 2. geralmente músculo depressor tergal ausente; e 3. presença de células de cloreto floriformes) (Zwick 2000). A sinapomorfia que sustenta Arctoperlaria é o sistema de comunicação entre machos e fêmeas adultos por percussão do substrato ou vibração do abdômen (Zwick 2000). Estudos moleculares (McCulloch *et al.* 2016; Ding *et al.* 2019) também têm suportado Antarctoperlaria e Arctoperlaria, reforçando a proposta de Zwick (2000).

Segundo a visão biogeográfica de Zwick (2000), Antarctoperlaria possui origem gondwânica e Arctoperlaria possui origem na Laurásia. Entre os Arctoperlaria, as famílias Perlidae (Systellognatha) e Notonemouridae (Euholognatha) colonizaram com sucesso o hemisfério sul. No entanto, em estudo recente, Letsch *et al.* (2021), baseados em uma filogenia datada combinando transcriptomas e sequências de nucleotídeos, contestam a visão biogeográfica de Zwick (2000) e adicionam evidências que Plecoptera se diversificou em três linhagens independentes (Antarctoperlaria, Euholognatha e Systellognatha) ainda na Pangeia, em sua parte norte. Segundo essa visão, Antarctoperlaria migrou para o sul, se diversificando na Gondwana e se extinguindo na Laurásia; posteriormente, Perlidae (Systellognatha) e Notonemouridae (Euholognatha) também migraram para o sul. Letsch *et al.* (2021) sugerem que a dispersão por longa distância, mais do que a vicariância, teve um importante papel na biogeografia de Plecoptera. Nos próximos anos, os novos dados permitirão avaliar a robustez das hipóteses levantadas por Letsch *et al.* (2021) e entender melhor os processos que resultaram no padrão de distribuição global de Plecoptera.

Importância. Os plecópteros têm grande importância ecológica, principalmente em riachos com águas limpas e bem oxigenadas, onde podem ter biomassa significativa. Eles ocupam diferentes níveis tróficos, uma vez que são principalmente predadores, raspadores ou detritívoros. Eles servem de hospedeiros de parasitos como ácaros e diversos parasitos internos, como fungos, protozoários, nematódeos e outros. Larvas de Chironomidae (Diptera), ciliados peritríquios e *Temnocephala epioicos* são encontrados sobre ninfas de Perlidae (Dorvillé *et al.* 2000; Avelino-Capistrano *et al.* 2009; Avelino-Capistrano *et al.* 2013). Os plecópteros não possuem predadores específicos. As ninfas

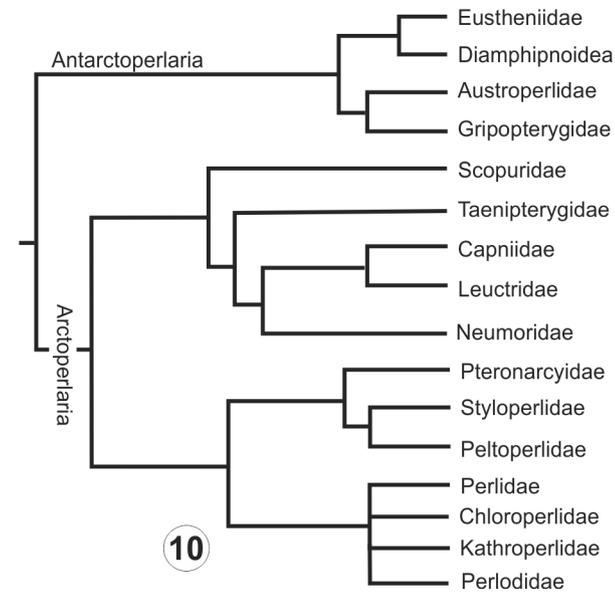


Figura 18.10. Cladograma representando as afinidades entre as famílias de Plecoptera. Fonte: Modificada de Zwick (2000).

servem de alimento para vários organismos (principalmente artrópodes predadores e peixes), conectando os recursos mais basais (detritos e algas) com níveis tróficos mais elevados. Os adultos conectam os ecossistemas aquáticos, onde as ninfas se desenvolvem, com os ecossistemas terrestres, uma vez que são predados por artrópodes terrestres, anuros, aves e morcegos.

Os plecópteros são altamente sensíveis às alterações ambientais, tanto do ambiente aquático quanto da bacia hidrográfica. Por isso, em geral, são encontrados apenas em águas limpas e em bacias com alta integridade ambiental. Em função disso, o monitoramento da sua fauna tem sido uma importante ferramenta de avaliação da qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos, principalmente no hemisfério norte. O monitoramento, em geral, também inclui outras duas ordens de insetos aquáticos, Ephemeroptera e Trichoptera, formando o Índice EPT (= Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera).

Coleta e fixação. As ninfas são coletadas principalmente em rios e riachos. Elas são coletadas em corredeiras, perturbando-se o substrato e levantando pedras a montante de uma rede ou, em remansos, examinando-se amostras de pacotes de folhas. Os adultos são encontrados próximos a rios e riachos, sobre a vegetação ou escondidos entre pedras ou folhas caídas. Em geral, eles são mais facilmente coletados em períodos quentes e úmidos, usando rede entomológica, guarda-chuva entomológico ou armadilhas (Malaise, de emergência, de luz, etc.). Como muitos adultos são atraídos por luz, as armadilhas com luz mista ou ultravioleta, em bandejas ou lençóis brancos, são eficientes métodos de coleta. Detalhes sobre métodos de coleta podem ser encontrados em Merritt *et al.* (1996). Em geral, tanto os adultos quanto as ninfas são conservados em álcool etílico a 80%. Nos últimos anos, vários pesquisadores passaram a usar o álcool 100%, já que nesta concentração, o DNA é mais facilmente preservado, o que é essencial para estudos moleculares.

Chave para as famílias

1. Adultos com mandíbulas e maxilas reduzidas; clipeo fundido com a fronte; vestígios de brânquias torácicas,

junto às coxas. Ninfas com brânquias torácicas; cercos mais longos que o abdômen (Fig. 18.1) **Perlidae**
 Adultos com mandíbulas e maxilas funcionais; clipeo distinto; vestígios de brânquias torácicas ausentes. Ninfas com tufo de brânquias anais; cercos mais curtos que o abdômen **Gripopterygidae**

A chave mais recente para os gêneros sul-americanos foi publicada por Froehlich (2009). Chave para os gêneros brasileiros, baseada nas ninfas, foi publicada por Olifiers *et al.* (2004). Abaixo, as famílias, os gêneros e o número de espécies que ocorrem no Brasil.

Gripopterygidae. É encontrada nas regiões Australiana e Neotropical. No Brasil, está representada por quatro gêneros. *Gripopteryx* Pictet (17 espécies) e *Tupiperla* Froehlich (25 espécies) ocorrem desde o sul passando pelo sudeste até áreas montanhosas do nordeste e do Brasil Central (Froehlich 1993, 1998, 2016; Bispo *et al.* 2002; Bispo & Lecci 2011; Lecci & Froehlich 2011; Duarte *et al.* 2014, 2019); *Paragripopteryx* Enderlein (14 espécies) possui distribuição similar àquela dos gêneros anteriores, porém não ocorre no Brasil Central (Froehlich 1994; Bispo & Lecci 2011; Duarte *et al.* 2022); *Guaranyperla* Froehlich (três espécies) ocorre em regiões montanhosas do sudeste do Brasil (Froehlich 2001, 2015).

Perlidae. Ocorre em todo o mundo, exceto na região Australiana. Os Acroneuriinae incluem os gêneros neotropicais e também são encontrados nas regiões Oriental e Neártica. No Brasil, é representada por quatro gêneros. *Anacroneuria* Klapálek (96 espécies) ocorre em todo o Brasil (Froehlich 2002; Stark *et al.* 2009); *Kempnyia* Illies (36 espécies) ocorre do sul, passando pelo sudeste até regiões montanhosas do Nordeste (Sul da Bahia) e do Brasil Central (Froehlich 1988; Bispo & Froehlich 2004); *Macrogynoplax* Enderlein (oito espécies) ocorre nas regiões sudeste, centro oeste e norte do Brasil (Froehlich 2003, Bispo *et al.* 2005); e *Enderleina* Jewett (quatro espécies) ocorre no norte do Brasil (Ribeiro-Ferreira & Rafael 2005; Hamada *et al.* 2016).

Referências bibliográficas

Almeida, L.H. & P.C. Bispo 2020. Perlidae (Plecoptera) from the Paranaíacaba Mountains, Atlantic Forest, Brazil: Diversity and implications of the integrative approach and teneral specimens on taxonomy. **Plos One** 15(12): e0243393.

Almeida, L.H.; M.C. Gonçalves; M.C. Novaes; R.C. Paresqui & P.C. Bispo 2018. *Anacroneuria flintorum* Froehlich 2002 (Plecoptera: Perlidae): notes, distribution, and life stages association using molecular tools. **Zootaxa** 4370: 409–420.

Avelino-Capistrano, F.S.; R.J.P. Dias; I.D. Silva-Neto & J.M. Costa 2009. Sítio de localização de protistas ciliados peritríquios (Ciliophora: Peritrichia) epibiontes sobre ninfas de *Kempnyia* Klapálek, 1914 (Insecta: Plecoptera: Perlidae). **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**: 1–3.

Avelino-Capistrano, F.; L.S. Barbosa & A.M. Cunha 2013. Occurrence of *Temnocephala* (Platyhelminthes: Temnocephalida) in Immatures of *Kempnyia reticulata* (Enderlein) (Insecta: Plecoptera: Perlidae). **EntomoBrasilis** 6 (1): 91–93.

Avelino-Capistrano, F.; J.L. Nessimian; J.R. Santos-Mallet & D.M. Takiya 2014. DNA-based identification and descriptions of immatures of *Kempnyia* Klapálek (Insecta: Plecoptera) from Macaé River Basin, Rio de Janeiro State, Brazil. **Freshwater Science** 331: 325–337.

Béthoux, O. 2005. Wing venation pattern of Plecoptera (Insecta: Neoptera). **Illiesia** 1(9): 52–81.

- Béthoux, O.; Y. Cui; B. Kondratieff; B. Stark & D. Ren 2011. At last, a Pennsylvanian stem-stonefly (Plecoptera) discovered. **BMC Evolutionary Biology** 11: 248.
- Bispo, P.C. & C.C. Froehlich 2004. The first records of *Kempnyia* (Plecoptera: Perlidae) from Central Brazil, with descriptions of new species. **Zootaxa** 530: 1–7.
- Bispo, P.C. & C.G. Froehlich 2008. Description of the larva and redescription of the adult of *Kempnyia neotropica* Jacobsen & Bianchi (Plecoptera: Perlidae) with biological notes. **Aquatic Insects** 30: 61–67.
- Bispo, P.C.; C.G. Froehlich & L.G. Oliveira 2002. Stonefly (Plecoptera) fauna in a mountainous area of Central Brazil: composition and adult phenology. **Revista Brasileira de Zoologia** 19 (suplemento 1): 317–323.
- Bispo, P.C. & L.S. Lecci 2011. Gripopterygidae (Plecoptera) from Paranaipacaba mountains, southeastern Brazil. **Annales de Limnologie** 47: 373–385.
- Bispo, P.C.; R.C. Leite & L.S. Lecci 2012. Description of the larva of *Kempnyia colossica* (Navás) (Plecoptera: Perlidae) with biological notes. **Aquatic Insects** 34: 217–221.
- Bispo, P.C.; C.O. Neves & C.G. Froehlich 2005. Two new species of Perlidae (Plecoptera) from Mato Grosso State, western Brazil. **Zootaxa** 795: 1–6.
- DeWalt, R.E.; M.D. Maehr; H. Hopkins; U. Neu-Becker & G. Stueber 2022. **Plecoptera Species File Online**. Version 5.0/5.0. <http://Plecoptera.SpeciesFile.org>. Acesso: 26.02.2022.
- DeWalt, R.E. & G.D. Ower 2016. Ecosystem services, global diversity, and rate of stonefly species descriptions (Insecta: Plecoptera). **Insects** 10 (4), 99: 1–13.
- Ding, S; W. Li; Y. Wang; S.L. Cameron; D. Murányi & D. Yang 2016. The phylogeny and evolutionary timescale of stoneflies (Insecta: Plecoptera) inferred from mitochondrial genomes. **Molecular and Phylogenetics Evolution** 135: 123–135.
- Dorvillé, L.E.M.; J.L. Nessimian & A.M. Sanseverino 2000. First record of symphoresy between nymphs of the stonefly *Kempnyia tijucana*, and chironomid larvae, *Nanocladius (Plecopteracoluthus)* sp., in the Neotropics. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 35: 109–114.
- Duarte, T.; P.C. Bispo & A.R. Calor 2014. A new of *Tupiperla* Froehlich, 1969 (Plecoptera: Gripopterygidae) from Serra da Jiboia, Bahia, Brazil. **Zootaxa** 3835: 140–144.
- Duarte, T.; M.C. Novaes & P.C. Bispo 2019. Five new species of *Tupiperla* Froehlich, 1969 (Plecoptera: Gripopterygidae). **Zootaxa** 4671 (4): 511–526.
- Duarte, T.; A.R. Calor & P.C. Bispo 2022. Systematic revision and phylogeny of *Paragripopteryx* Enderlein, 1909 (Plecoptera: Gripopterygidae). **PLoS ONE** 17(3): e0264264.
- Fochetti, R. & J.M. Tierno De Figueroa 2008. Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. **Hydrobiologia** 595: 365–377
- Froehlich, C.G. 1969. Studies on Brazilian Plecoptera 1. Some Gripopterygidae from the Biological Station at Paranaipacaba, State of São Paulo. **Beiträge zur Neotropischen Fauna** 6: 17–39.
- Froehlich, C.G. 1988. Brazilian Plecoptera 5. Old and new species of *Kempnyia* (Perlidae). **Aquatic Insects** 10: 153–170.
- Froehlich, C.G. 1993. Brazilian Plecoptera 7. Old and new species of *Gripopteryx* (Gripopterygidae). **Aquatic Insects** 15: 21–38.
- Froehlich, C.G. 1994. Brazilian Plecoptera 8. On *Paragripopteryx* (Gripopterygidae). **Aquatic Insects** 16: 227–239.
- Froehlich, C.G. 1998. Seven new species of *Tupiperla* (Plecoptera: Gripopterygidae) from Brazil, with a revision of the genus. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 33: 19–36.
- Froehlich, C.G. 2001. *Guaranyperla*, a new genus in the Gripopterygidae (Plecoptera), pp. 377–383. In: E. Domínguez (ed.). **Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera**. Nova York, Kluwer Academic/Plenum, 490 pp.
- Froehlich, C.G. 2002. *Anacroneuria* mainly from southern Brazil and northeastern Argentina (Plecoptera: Perlidae). **Proceedings of the Biological Society of Washington** 115: 75–107.
- Froehlich, C.G. 2003. Stoneflies (Plecoptera: Perlidae) from the Brazilian Amazonia with the description of three new species and a key to *Macrogynoplax*. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 38: 129–134.
- Froehlich, C.G. 2009. Plecoptera, pp. 93–109. In: E. Domínguez & H.R. Fernández (eds). **Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología**. Tucumán, Fundación Miguel Lillo, 654 pp.
- Froehlich, C.G. 2010. Catalogue of Neotropical Plecoptera. **Illiesia** 6(12):118–205.
- Froehlich, C.G. 2015. Taxonomic notes on *Guaranyperla* (Plecoptera: Gripopterygidae). **Illiesia** 11: 175–178.
- Froehlich, C.G. 2016. *Tupiperla* (Plecoptera: Gripopterygidae) from southwestern Minas Gerais State, Brazil, with the description of *Tupiperla amorimi* n.sp.. **Zootaxa** 4103: 174–176.
- Hamada, N.; J.O. Silva & M.K. Pedroza 2016. A new species of *Enderleina* Jewett (Plecoptera, Perlidae) from Amazonas State, Brazil. **Zootaxa** 4098 (2): 392–400
- Lecci, L.S. & T. Duarte. 2022. Plecoptera in **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. JBRJ. <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/304> Acesso: 26/fev/2022.
- Lecci, L.S. & C.G. Froehlich 2011. Taxonomic revision of *Gripopteryx* (Pictet, 1841) (Plecoptera: Gripopterygidae). **Zootaxa** 2792: 1–21.
- Letsch, H.; S. Simon; P.B. Frandsen *et al.* 2021. Combining molecular datasets with strongly heterogeneous taxon coverage enlightens the peculiar biogeographic history of stoneflies (Insecta: Plecoptera). **Systematic Entomology** 46: 952–967.
- McCulloch, G.A.; G.P. Wallis & J.M. Waters 2016. A time-calibrated phylogeny of southern hemisphere stoneflies: testing for Gondwanan origins. **Molecular and Phylogenetics Evolution** 96: 150–160.
- Merritt, R.W.; V.H. Resh & K.M. Cummins 1996. Design of aquatic insects studies: collecting, sampling and rearing procedures, pp. 12–28. In: R.W. Merritt & K.W. Cummins (eds). **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3^a ed. Dubuque, Kendall/Hunt.
- Misof, B.; S. Liu; K. Meusemann *et al.* 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. **Science** 346(6210): 763–767.
- Novaes, M. C.; P.C. Bispo & J. Higuti 2012. A description of the nymph of *Anacroneuria ofaye* (Plecoptera: Perlidae) and a rearing apparatus for rearing Neotropical stonefly species. **Zootaxa** 3547: 71–77.
- Olifiers, M.H.; L.F.M. Dorvillé & J.L. Nessimian 2004. A key to Brazilian genera of Plecoptera (Insecta) based on nymphs. **Zootaxa** 651: 1–15.
- Pessacq, P.; M.D.C. Zúñiga & T. Duarte 2019. An updated checklist of Neotropical Plecoptera. **Zoosymposia** 16: 182–209.
- Ribeiro-Ferreira, J.M. & J.A. Rafael 2005. A key to adult Amazonian stonefly genera with new geographical records of *Enderleina* Jewett for Brazil and first description of the *E. froehlichii* Ribeiro-Ferreira female (Insecta: Plecoptera). **Zootaxa** 1096: 61–67.
- Song, N.; H. Li; F. Song & W. Cai 2016. Molecular phylogeny of Polyneoptera (Insecta) inferred from expanded mitogenomic data. **Scientific Reports** 6, 36175.
- South, E.J.; R.K. Skinner; R.E. DeWalt *et al.* 2021. A new family of stoneflies (Insecta: Plecoptera), Kathroperlidae, fam. n., with a phylogenomic analysis of the Paraperlinae (Plecoptera: Chloroperlidae). **Insect Systematics and Diversity** 5 (4): 1–27.
- Stark, B.P.; C.G. Froehlich & M.C. Zúñiga 2009. **South American Stoneflies (Plecoptera)**. Aquatic Biodiversity in Latin America. Sofia & Moscow, Pensoft, v.5, 154 pp.
- Wipfler B.; H. Letsch; P.B. Frandsen; P. Kapli *et al.* 2016. Evolutionary history of Polyneoptera and its implications for our understanding of early winged insects. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States** 116: 3024–3029
- Zwick, P. 2000. Phylogenetic system and zoogeography of the Plecoptera. **Annual Review of Entomology** 45: 709–746.
- Zwick, P. 2009. The Plecoptera - who are they? The problematic placement of stoneflies in the phylogenetic system of insects. **Aquatic Insects** 31(Supplement 1):181–194.

