

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a),
o texto completo desta tese será disponibilizado
somente a partir de 02/03/2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Botucatu
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
Pós-Graduação em Ciências Biológicas – AC: Zoologia

TESE DE DOUTORADO

**Estudo sobre os decápodes anomúros *Aegla castro* Schmitt, 1942
(Crustacea: Aeglidae) nas bacias do Paranapanema e Tibagi: trata-se
de um táxon amplamente distribuído ou um complexo de espécies
crípticas?**

Beneficiária: Milena Regina Wolf

Orientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho

Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Luiz de Siqueira Bueno

Botucatu

2018

Estudo sobre os decápodes anomúros *Aegla castro* Schmitt, 1942 (Crustacea: Aeglidae) nas bacias do Paranapanema e Tibagi: trata-se de um táxon amplamente distribuído ou um complexo de espécies crípticas?

MILENA REGINA WOLF

Orientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho

Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Luiz de Siqueira Bueno

Tese apresentada ao curso de Pós Graduação em Ciências Biológicas - Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – Unesp – *Campus* de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas – Área de concentração: Zoologia.

BOTUCATU – SP

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Wolf, Milena Regina.

Estudo sobre os decápodes anomúros *Aegla castro* Schmitti, 1942 (Crustacea: Aeglidae) nas bacias do Paranapanema e Tibagi : trata-se de um táxon amplamente distribuído ou um complexo de espécies crípticas? / Milena Regina Wolf. - Botucatu, 2018

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu
Orientador: Antonio Leão Castilho
Coorientador: Sérgio Luiz de Siqueira Bueno
Capes: 20400004

1. Conservação biológica. 2. Decápode (Crustáceo). 3. Espermatozóides. 4. Biologia - Classificação. 5. Microscopia eletrônica. 6. Crustáceo - Distribuição geográfica.

Palavras-chave: Conservação; Espécies ameaçadas;
Espermiotaxonomia; Microscopia eletrônica; Taxonomia.

“There are no freshwater Crustacea
at all like *Aegla* anywhere else in the world.”

Waldo Schmitt (1942)

*Dedico essa tese a minha
família.*

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer a Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências – Campus de Botucatu e ao Departamento de Zoologia pela vaga no programa de pós-graduação.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa regular de mestrado e doutorado concedida e pela bolsa de doutorado sanduíche no exterior (PDSE) a qual foi possível fazer o intercâmbio para a American University em Washington D.C.

Os meus agradecimentos à American University por me aceitar e tornar o doutorado sanduíche possível. Agradeço em especial a Ms Wanda Young, Ms Laura Pev and Ms Kelsi Schagunn pelo apoio e direcionamento no início e professor (prof.) Dr. Daniel Fong pelas inúmeras discussões científicas e conselhos.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pelo projeto regular “O ANOMÚRO *Aegla Castro schmitt*, 1942 (PLEOCYEMATA: Aeglidae) das bacias do Paranapanema e Tibagi: um táxon amplamente distribuído ou um complexo de espécies crípticas? Sob coordenação do prof. Dr. Antonio Leão Castilho, processo:16/20177-0.

Ao ministério do Meio Ambiente - IBAMA - (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis) por conceder a licença para coletar o material biológico na região estudada.

Meus agradecimentos às instituições às quais visitei ou fiquei realizando umas das partes do meu doutorado: Universidade de São Paulo (Usp), Museu de Zoologia da Usp (MZUSP), Smithsonian Institution National Museum of Natural History, Laboratório Central de Microscopia eletrônica de Jaboticabal e ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental (Cepta).

Ao meu orientador professor Dr. Antonio Leão Castilho que eu conheço há 9 anos desde a minha formação na graduação até meu doutorado. Agradeço pela confiança e amizade e por me aceitar como aluna durante todo esse período. Agradeço por toda ajuda que deu no nosso início em Botucatu! Toda a ajuda e ensinamentos durante todos esses anos, e não foram poucos! Muita admiração por ver toda a sua dedicação ao longo desses anos e poder presenciar suas conquistas! Fico muito feliz por isso e sigo você como um exemplo de vida!

Ao meu co-orientador prof. Sérgio Luiz de Siqueira Bueno, pela confiança, pela ajuda na elaboração desse projeto e tese, pelas inúmeras discussões científicas e por todo apoio, incluindo coletas e muitas aulas sobre os eglídeos. Admiro o amor que o prof. Sérgio tem

Ao prof. Dr. Fernando José Zara por toda a parte de microscopia eletrônica de transmissão! Muita admiração por todo o seu empenho e dedicação e principalmente amor pelo que faz, isso foi essencial para que esse trabalho desse certo e eu finalmente tivesse resultados para fazer o doutorado sanduíche. Nós e todos do seu laboratório sabemos o quanto foi difícil eu sou muito grata por toda sua ajuda!

Ao prof. Dr. George Yasui por todo suporte durante as análises que estamos realizando de citometria de fluxo em Pirassununga e por todas as discussões científicas e ideias relacionados aos nossos resultados que não são de fácil interpretação. Em especial ao Msc. Nivaldo F. do Nascimento por ajudar durante o procedimento e por nos ensinar a realizar as análises. Agradeço também ao prof. Dr. José A. Senhorini por todo o suporte.

Ao prof. Dr. Christopher Tudge que aceitou me receber como sua aluna durante o doutorado sanduíche, pelas inúmeras discussões científicas, pelo apoio durante a minha estadia no exterior! Sou muito feliz que tenha encontrado além de um professor um grande amigo, que tem muito amor pelo que faz e que estimulou ainda mais todo o meu

lado científico! I really appreciate all support you gave me professor! All of your advices were very important in make decisions! I am very happy for this opportunity, I do not know if you have the dimension that how this meant for me, how was important and how changed all my personal and professional life! I am very grateful because you accepted me! Thank you very much!

Meus agradecimentos à Dra. Juliana Bertacini de Moraes que foi essencial para a realização dessa tese. Muito obrigada por toda a ajuda seja por e-mail, por mensagem, fotos etc. e todas as discussões sobre a morfologia desses animais a qual não é fácil. Muita admiração pela pesquisa de qualidade que Dra. Juliana vem realizado, com muita dedicação e principalmente amor. Sua tese vem sendo um importante guia para a identificação de Aeglidae. Obrigada Ju, sempre atenciosa e disposta a me ajudar!

Ao prof. Dr. Gustavo Teixeira que nos ajudou com informações de alguns pontos de coleta do que seria *A. castro*. Por todas as discussões científicas e por todo esse grupo científico que se inicia.

Meus agradecimentos à prof. Dra. Virginia Sanches Uieda e sua equipe por me deixar participar das suas coletas e conseqüentemente coletar *Aegla* sp. Além de aprender convivendo com outro grupo de pesquisa é uma grande honra poder trabalhar ao lado de uma profissional tão admirada.

Ao prof. Dr. Marcos Tavares que é curador de Crustacea do MZUSP e ao prof. Dr. Rafael Lemaitre curador do Smithsonian, por todo suporte enquanto estive visitando as coleções. Assim como às técnicas do MZUSP Joanna D'Arc de Jesus Pinto e do Smithsonian Karen Reed. Em especial à técnica Karen Reed que foi sempre atenciosa, me aconselhou e ajudou durante as adversidades que enfrentei.

Meus agradecimentos à Dra. Graziela Romagnoli Castilho, pelas análises de citometria que foram iniciadas em Botucatu.

Agradeço aos técnicos que auxiliaram durante essa pesquisa, Marcia Mataqueiro do Invertebrate Morphology Laboratory (Jaboticabal) por toda a ajuda com a parte de microscopia eletrônica de transmissão, todos os conselhos e dicas, por toda a sua dedicação e profissionalismo. À Dra. Claudia Fiorillo do Laboratório Central de Microscopia eletrônica (Jaboticabal), pelo auxílio durante o uso do microscópio.

Meus agradecimentos à todas as pessoas que participaram de alguma forma das minhas coletas ou ajudaram na preparação, e em especial aos que foram nas coletas do Canion Guartelá, pois não foi fácil. Portanto, em especial ao Prof. Dr. Thiago Davanso e à Msc. Isabela Moraes. Agradeço à Msc. Geslaine Gonçalves, Msc. Alexandre R. da Silva e Dra. Mariana Antunes pela ajuda no cultivo e ao Ms. Gilson Stanski pela carona a Jaboticabal e ida a Itatinga para buscar água para o cultivo.

Agradeço aos técnicos do Departamento de Zoologia Hamilton A. Rodrigues (Comandante) e Dr. Silvio C. Almeida pelo apoio durante esse projeto inclusive buscar água e ir coletar. Agradeço por todas as discussões científicas e ideias sobre meu projeto.

Meus agradecimentos aos guias de turismo Juliano J. Roberto e Manuel Sirino (in memoriam), por nos ajudar durante as coletas e principalmente encontrar os lugares característicos que vivem os eglídeos, foi um grande aprendizado e literalmente desbravamos as regiões de Castro. Agradeço ao Juliano por todo o apoio e todas as discussões científicas, por todo o seu entusiasmo!!! Ao Manuel, desejo muita paz!

Agradeço aos donos das fazendas as quais precisamos entrar para fazer as coletas aos donos da Fazenda Pinheirinho e a dona Herta proprietária da Fazenda São Damásio.

Agradeço ao professor Dr. Adilson Fransozo por todo apoio durante minha pós-graduação. Agradeço com muito amor à professora Dra. Maria Lucia Negreiros-Fransozo que tem nos ajudado na pesquisa e tem sido uma segunda mãe para nós! Por todas as ideias e discussões científicas, por me ajudar no uso da lupa e microscópio. É uma grande

felicidade poder conviver com uma pessoa tão maravilhosa, mas acima de tudo uma profissional muito admirada.

Agradeço aos técnicos do meu Departamento de Zoologia pelo profissionalismo e por todo o auxílio assim como todos os profissionais da minha pós-graduação. Em especial à Juliana Ramos e Davi Muller por todo apoio e direcionamento e a dona Maria por toda a ajuda na organização da minha sala e laboratórios.

Especial as famílias que me acolheram e às segundas mães Maria do Carmo, Karen Mudar, Rosy Camargo, Neusa Rocha. Agradeço a Ms Heather Berthoud e Ms Windeth Berthoud por me aceitarem como housemate nos Estados Unidos e por todo suporte.

Agradeço em especial a minha família! Meus pais que me ajudaram a chegar até onde cheguei! Que são meu porto seguro, meu exemplo, minha base meu tudo! Agradeço a família Pimpão, em especial ao Felipe (futuro doutorando) que sempre me apoiou e fez o possível e impossível para que desse certo e hoje estou aqui, ele tem participação em cada área da minha vida, participou de congresso, coletas, ajudou no cultivo enfim, é um dos maiores colaboradores dessa pesquisa e com certeza uma pessoa muito especial para mim! Ao sr. Domingos, que sempre me apoiou inclusive emprestando sua chácara para ser nosso ponto de apoio durante as coletas. Amo vocês!

O número de pessoas que fizeram parte da minha vida aumentou muito durante meu doutorado o que me deixa muito feliz e agradecida! Foram cinco páginas de agradecimento apenas às pessoas que claro foram muito importantes à minha vida pessoal, mas tiveram algo diretamente relacionado a essa pesquisa. Por isso deixo aqui um agradecimento geral, pois são muitos e muitos nomes que significam muito para mim. Portanto, você que esteve junto comigo e fez parte dessa jornada, seja no âmbito pessoal ou profissional, saiba o quanto eu te valorizo e o quanto sou agradecida! Desejo que todos possam ter sempre a oportunidade de conhecer pessoas especiais e que vão trazer algo de bom nas suas vidas! Assim como eu tive a grande alegria em encontrar vocês!

SUMÁRIO

Considerações iniciais.....	1
Diversificação biológica.....	2
A escolha do modelo: <i>Aegla</i>	3
Implicações ambientais.....	4
Referências bibliográficas.....	6
Capítulo I: Morphological comparison between <i>Aegla castro</i> Schmitt, 1942 (Decapoda, Anomura, Aeglidae) populations as an important source of information for conservation status	
Abstract.....	11
Introduction.....	12
Material & Methods.....	14
Results.....	15
Taxonomic review of the <i>Aegla castro</i> Schmitt, 1942 holotype.....	15
Comparison among the “ <i>A. castro</i> ” species.....	19
4. Discussion.....	32
References.....	34
Capítulo II: Ultrastructure of spermatozoa of <i>Aegla sp.</i> (Crustacea, Decapoda, Aeglidae): description of morphological patterns, comparison of the potential cryptic taxon <i>Aegla castro</i> Schmitt, 1942 and information for conservation	
Abstract.....	40
1 Introduction.....	41
2 Material & Methods.....	44
2.1 Sampling.....	45
2.2 Transmission Electron Microscopy (TEM).....	45
3 Results.....	46
3.1 Spermatozoa of <i>Aegla castro</i> Ponta Grossa (state of Paraná).....	46

3.2 Spermatozoa of <i>Aegla castro</i> Mauá da Serra (state of Paraná).....	51
3.3 Spermatozoa of <i>Aegla castro</i> Itatinga (state of São Paulo).....	53
3.4 Spermatozoa of <i>Aegla parana</i> Schmitt, 1942 União da Vitória (state of Paraná).....	55
3.5 Spermatozoa of <i>Aegla sp.</i> Tibagi (state of Paraná).....	64
3.6 Spermatozoa of <i>Aegla sp.</i> Tibagi– Fazenda Pinheirinho (state of Paraná).....	63
3.7 Spermatozoa of <i>Aegla sp.</i> Tibagi – Puxa Nervos (state of Paraná).....	65
Discussion	66
References	72
Conclusion	79

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A família Aeglidae Dana, 1852 possui o único gênero na fauna atual *Aegla* Leach, 1820 com mais de 80 espécies descritas (Bueno et al., 2016), e dois gêneros fósseis *Haumuriaegla* (Feldmann, 1984) e *Protaegla* (Feldmann et al., 1998).

Os eglídeos têm sido identificados em maior parte por caracteres morfológicos e no geral possuem semelhança morfológica muito próxima (morfotipo geral conservador), sendo que alguns autores ressaltam a possibilidade da existência de espécies crípticas ou irmãs (Jara et al., 2003). Espécies crípticas fazem parte de um mesmo gênero e são morfológicamente similares ou indistinguíveis, porém geneticamente distintas (Mayr, 1963). Atualmente, as investigações sobre tal questão vêm utilizando a análise genética como ferramenta (Russello et al., 2010), assim como estudos tradicionais que usam a morfologia para fins comparativos. Alguns trabalhos obtiveram informações relevantes sobre diferenças morfológicas pela análise de morfometria geométrica em comparações entre populações de eglídeos residentes ao meio epígeo e hipógeo (Fernandes & Bichuette, 2013) e entre populações isoladas de uma mesma espécie (Trevisan & Masunari, 2010). Para a morfologia, não apenas as informações dos adultos podem ser utilizadas, como também das formas jovens, com o potencial de originar novas perspectivas e potenciais linhas de investigação para os estudos comparativos e a relação evolutiva desse grupo (Moraes & Bueno, 2013). De fato, a existência de um complexo de espécies crípticas já foi evidenciada para *Aegla longirostris* Bond-Buckup & Buckup, 1994 com a genética (Bartholomei-Santos et al., 2011) e morfometria geométrica (Marchiori et al., 2014) genética e taxonomia (Moraes et al., 2016).

Bartholomei-Santos et al. (2011) consideram que espécies com ampla distribuição geográfica, incluindo ambientes heterogêneos ou isolados geograficamente, podem abrigar espécies crípticas. Ademais, essa problemática também vem sendo observada na literatura em

estudos com camarões tanto de águas continentais (Carvalho et al., 2013) quanto marinhos (Terossi & Mantelatto, 2012). Apesar da existência do estudo filogenético realizado por Pérez-Losada et al. (2004) com as espécies do gênero *Aegla*, incluindo *Aegla castro* Schmitt, 1942, não é possível inferir sobre as relações intraespecíficas existentes em uma população. Vale ressaltar que, há problemas taxonômicos relacionados à *A. castro* e indícios de que na verdade constitua um complexo de espécies crípticas (Sérgio Bueno, comunicação pessoal). Portanto, é importante investigar com detalhe espécies que apresentam dúvidas em relação ao seu status taxonômico.

Diversificação biológica

As características morfológicas são utilizadas tradicionalmente como as principais informações empregadas na delimitação e reconhecimento das espécies, por serem consideradas de fácil obtenção, uma vez que não há necessidade do uso de ferramentas que demandam alto custo (Carvalho et al., 2013). No entanto, devemos considerar que os organismos pertencentes a uma mesma espécie podem apresentar variações intraespecíficas, como resultado da variação no comportamento ou nas características morfológicas (fenótipo), que são determinados pelo genótipo em diferentes condições ambientais, ou seja, a plasticidade fenotípica (West-Eberhard, 1989).

De acordo com West-Eberhard (2005), se o fenótipo é o objeto da seleção exposto a uma variação ambiental significativa, essa seleção pode prosseguir para as próximas gerações sem alteração genética e sem efeito evolutivo. Com o passar do tempo, a variação genética que afeta essas características surge como resultado da mutação ou recombinação genética, e a partir desse ponto há imediatamente um efeito evolutivo. Detectar processos como a especiação (evolução do isolamento reprodutivo) (Ridley, 2005) e verificar se há separação das espécies é algo complexo e exige investigações aprofundadas.

Portanto, há duas situações a serem consideradas: de indivíduos pertencentes à mesma espécie, porém, devido à plasticidade fenotípica apresentam algumas diferenças (morfológicas ou comportamentais); ou dos indivíduos já terem passado por esses processos, já estarem em processo de especiação, mas ainda possuem semelhança morfológica considerável a ponto de não ser possível sua separação com base na observação macroscópica.

A escolha do modelo: Aegla

Várias características tornam os eglídeos um grupo peculiar, principalmente em relação a sua história evolutiva, por ser a única família dentro de Anomura restrita à região Neotropical do Sul da América e aos ambientes de águas continentais. Várias das espécies conhecidas estão ameaçadas de extinção (Pérez-Losada et al., 2004) e atualmente muitas espécies de *Aegla* estão sendo descritas, portanto ainda há carência de estudos à fim de elucidar a riqueza de espécies do grupo (Santos et al., 2013).

Recentemente foi proposta a definição de uma superfamília específica para Aeglidae, chamada de Aegloidea (McLaughlin et al. (2007) por comparações morfológicas, sendo que a mesma foi anteriormente inserida à superfamília Galattheoidea. O primeiro trabalho a questionar a inclusão de Aeglidae dentro de Galattheoidea foi de Martin & Abele (1986), que consideraram a existências de características morfológicas distintas entre os grupos, além das demais famílias de Galattheoidea estarem restritas ao ambiente marinho. Tudge & Scheltinga (2002) verificaram que a morfologia dos espermatozoides de *A. longirostri* é única em comparação a outros grupos de Anomura sugerindo, portanto, uma linhagem independente e basal para Aeglidae. Estudos moleculares e morfológicos reforçaram a ideia de retirar Aeglidae de Galattheoidea (Ahyong & O'Meally, 2004; Pérez-Losada et al., 2002b).

Portanto, faz-se necessário solucionar ou esclarecer questões taxonômicas pendentes aos eglídeos como o presente projeto com *A. castro*, que corroborará se a mesma é um caso de complexo de espécies crípticas.

Implicações ambientais

A existência de um complexo de espécies crípticas pode revelar uma biodiversidade oculta e ter implicações na conservação da diversidade biológica (Bickford et al., 2007). Aspectos importantes ao separar corretamente essas espécies estão relacionadas ao conhecimento da efetiva distribuição geográfica das mesmas, grau de endemidade e, assim, seu real estado de conservação (Bartholomei-Santos et al., 2011).

Existem três trabalhos realizados de âmbito populacional com *A. castro* (Swiech-Ayoub & Masunari, 2001ab; Fransozo et al., 2003), sendo a espécie distribuída no sul do estado de São Paulo e no norte e nordeste do estado do Paraná (Bond-Bockup & Bockup, 1994) com ocorrência registrada em duas bacias hidrográficas pertencentes ao Alto Paraná (bacias do Médio Paranapanema e do Tibagi), compostas por rios de várias ordens e portadoras de um valioso abrigo florestal (Mata Atlântica), formando ricos ecossistemas aquáticos. Porém, a maioria desses ecossistemas está ameaçado pela destruição das matas ciliares (urbanização e agricultura) e consequente assoreamento das fontes de água, pela introdução de espécies exóticas, poluição da água e pela construção de represas sem um planejamento que vise à conservação desses ambientes (Pérez-Losada et al., 2002a; Bond-Bockup et al., 2010).

A bacia do Tibagi vem sofrendo com a ação antrópica desde 1875 com a ocupação por povos não indígenas (SEMA, 2010). Desde então, as florestas vêm dando lugar principalmente a agricultura, pastagem, reflorestamento e a ocupação humana. Ademais, a área possui grandes polos industriais, com o município de Telemaco Borba contendo uma das maiores indústrias de celulose do país. Com essas atividades, restam apenas 3,8% de sua vegetação original, da qual

uma pequena parte está protegida em reservas como o Parque Estadual Mata dos Godoy e o Parque Estadual de Vila Velha (Soares & Madri, 2002; SEMA, 2010).

A bacia do Médio Paranapanema encontra-se também alterada por uma ampla gama de atividades humanas: usinas hidrelétricas construídas desde meados do século XX (Jorcin & Nogueira, 2008), áreas de pastagens que contabilizam 54,9% do uso do solo, áreas de culturas temporárias (14,8%), áreas de culturas semi-perenes (13,6%), cobertura vegetal natural de apenas 6,2%, área de reflorestamento (4,8%), áreas de culturas perenes (2,2%), áreas urbanas (1,0%) e outros usos (2,5%) (SERHS, 2005).

Portanto, atualmente observa-se que algumas espécies de Aeglidae não são mais encontradas em localidades registradas anteriormente como resultado da rápida degradação da qualidade da água (Bond-Buckup et al., 2010). Por ser indicadora da qualidade ambiental, essas espécies são encontradas apenas em locais com água limpa e bem oxigenada, sendo qualquer alteração no seu habitat desfavorável ao seu estabelecimento (Bond-Buckup, 2003). Alguns estudos já foram realizados no Chile com enfoque conservacionista, priorizando alertar sobre a preocupante situação dos eglídeos, uma vez que várias das espécies chilenas estão ameaçadas ou já extintas (Pérez-Losada et al., 2002a; Pérez-Losada et al., 2009). Para as espécies brasileiras, trabalhos sobre a estimativa do tamanho populacional (Cohen et al., 2013; Bueno et al., 2014) e com espécies pouco estudadas até o momento (Grabowski et al., 2013) vêm sendo realizados a fim de fornecer informações relevantes sobre essas populações. Fica clara, portanto, a necessidade de uma investigação sobre *A. castro* na sua faixa de distribuição diante da carência de trabalhos com a espécie em questão, de sua ampla distribuição geográfica sendo possível a existência de um complexo de espécies, e da degradação ambiental dos rios pela ação humana. Essas informações serão de grande validade para a conservação da espécie ou do complexo de espécies crípticas em questão.

Referências

- Ahyong, Shane T. & Denis O'Meally. 2004. Phylogeny of the Decapoda Reptantia: resolution using three molecular loci and morphology. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 52 (2): 673-693.
- Bartholomei-Santos, M. L., Roratto, P. A. & Santos, S. 2011. High genetic differentiation of *Aegla longirostri* (Crustacea, Decapoda, Anomura) populations in southern Brazil revealed by multi-loci microsatellite analysis. *Genetics and Molecular Research*, 10(4): 4133-4146.
- Bickford, D., Lohman, D. J., Sodhi, N. S., Ng, P. K., Meier, R., Winker, Ingram, K. K. & Das, I. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 22(3): 148-155.
- Bond-Buckup, G. & Buckup, L. 1994. A família Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Arquivos de Zoologia*, 32 (4): 159-346.
- Bond-Buckup, G.; Buckup, L., Bueno, A. A. P., Pérez-Losada, M. & Crandall, K. 2010. Description of a new species of Aeglidae, and new records of related species from river basins in Argentina (Crustacea: Anomura). *Zootaxa*, 2343: 18-30.
- Bond-Buckup, G. 2003. Família Aeglidae. In: Melo, G. A. S (Ed.). *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda, de água doce do Brasil*. São Paulo: Editora Loyola, p. 21-116.
- Bueno, S.L.S., Shimizu, R.M. & Moraes, J.C.B. (2016) A Remarkable Anomuran: The taxon *Aegla* Leach, 1820. Taxonomic remarks, distribution, biology, diversity and conservation. In: Kawai, T. & Cumberlidge, N. (Eds.), *A Global Overview of the Conservation of Freshwater Decapod Crustaceans*. Springer International Publishing AG, Cham, pp. 23-64.

- Bueno, L. S., Takano, B. F., Cohen, F. P. A., Moraes, J. C. B., Chiquetto-Machado, P. I., Vieira, L. C. & Shimizu, R. M. 2014. Fluctuations in the population size of the highly endemic *Aegla perobae* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) caused by a disturbance event. *Journal of Crustacean Biology*, 34(2): 165-173.
- Carvalho, F. L., Pileggi, L. G. & Mantelatto, F. 2013. Molecular data raise the possibility of cryptic species in the Brazilian endemic prawn *Macrobrachium potiuna* (Decapoda, Palaemonidae). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(4): 707-717.
- Cohen, F. P. A., Takano, B. F., Shimizu, R. M. & Bueno, S. L. S. 2013. Population size of *Aegla paulensis* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(4): 746-752.
- Feldmann, R. M. 1984. *Haumuriaegla glaessneri* n. gen. and sp. (Decapoda; Anomura; Aeglidae) from Haumurian (Late Cretaceous) rocks near Cheviot, New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*. 27: 379-385.
- Feldmann, R. M., Vega, F. J., Applegate, S. P. & Bishop, G. A. 1998. Early Cretaceous arthropods from the Tlayúa formation at Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. *Journal of Paleontology*. 72: 79-90.
- Fernandes, C. S. & Bichuette, M. E. 2013. Shape variation of *Aegla schmitti* (Crustacea, Decapoda, Aeglidae) associated to superficial and subterranean stream reaches. *Subterranean Biology*, 10: 17-24.
- Fransozo, A., Costa, R. C., Reigada, A. L. D. & Nakagaki, J. M. (2003). Population structure of *Aegla castro* Schmitt, 1942 (Crustacea: Anomura: Aeglidae) from Itatinga (SP), Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 15(2): 13-20.
- Grabowski, R. C., Santos, S. & Castilho, A. L. 2013. Reproductive ecology and size of sexual maturity in the anomuran crab *Aegla parana* (Decapoda: Aeglidae). *Journal of Crustacean Biology*, 33(3): 332-338.

- Jara, C. G., Pérez-Losada, M. & Crandall, K. A. 2003. A new species of freshwater anomuran crab of the genus *Aegla* Leach, 1821 (Crustacea: Decapoda: Aegliidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 116(4): 933-942.
- Jorcin, A. & Nogueira, M. G. 2008. Benthic macroinvertebrates in the Paranapanema reservoir cascade (southeast Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 68(4): 1013-1024.
- Marchiori, A. B., Bartholomei-Santos, M. L. & Santos, S. 2014. Intraspecific variation in *Aegla longirostri* (Crustacea: Decapoda: Anomura) revealed by geometric morphometrics: evidence for ongoing speciation? *Biological Journal of the Linnean Society*, 112(1): 31-39.
- Martin, J. W. & Abele, L. G. 1986. Phylogenetic relationships of the genus *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aegliidae), with comments on Anomuran Phylogeny. *Journal of Crustacean Biology*, 6(3): 576-616.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge.
- McLaughlin, P. A., Lemaitre, R. & Sorhannus, U. 2007. Hermit crab phylogeny: a reappraisal and its “fall-out”. *Journal of Crustacean Biology*, 27 (1): 97-115.
- Moraes, J. C. B. & Bueno, S. L. S. 2013. Description of the newly-hatched juvenile of *Aegla paulensis* (Decapoda, Anomura, Aegliidae). *Zootaxa*, 3635(5): 501-519.
- Moraes, J.C.B., Terossi, M., Buranelli, R.C., Tavares, M., Mantelatto, F.L., Bueno, S.L.S. (2016). Morphological and molecular data reveal the cryptic diversity among populations of *Aegla paulensis* (Decapoda, Anomura, Aegliidae), with descriptions of four new species and comments on dispersal routes and conservation status. *Zootaxa*, 4193, 1-48.
- Pérez-Losada, M., Jara, C. G., Bond-Buckup, G. & Crandall, K. A. 2002a. Conservation phylogenetics of Chilean freshwater crabs *Aegla* (Anomura, Aegliidae): assigning priorities for aquatic habitat protection. *Biological Conservation*, 105(3): 345-353.

- Pérez-Losada, M., Jara, C. G., Bond-Buckup, G. & Crandall, K. A. 2002b. Phylogenetic relationships among the species of *Aegla* (Anomura: Aeglidae) freshwater crabs from Chile. *Journal of Crustacean Biology*, 22: 304-313.
- Pérez-Losada, M., Jara, C. G., Bond-Buckup, G. & Crandall, K. A. 2004. Molecular systematics and biogeography of the southern South American freshwater “crabs” *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) using multiple heuristic tree search approaches. *Systematic Biology*, 53: 767-780.
- Pérez-Losada, M., Bond-Buckup, G., Jara, C. G. & Crandall, K. A. 2009. Conservation assessment of Southern South American freshwater ecoregions on the basis of the distribution and genetic diversity of crabs from the genus *Aegla*. *Conservation Biology*, 23 (3): 692-702.
- Ridley, M. 2006. *Evolução*. 3^a ed. Porto Alegre, Artmed.
- Santos, S., Jara, C. G., Bartholomei-Santos, M. L., Pérez-Losada, M. & Crandall, K. A. 2013. New species and records of the genus *Aegla* Leach, 1820 (Crustacea, Anomura, Aeglidae) from the West-Central region of Rio Grande do Sul, Brazil. *Nauplius*, 21(2): 211-223.
- Schmitt, W. L. 1942. The species of *Aegla*, endemic South-American fresh-water crustaceans. *Proceedings of the United States National Museum*, 91 (3132): 431-520.
- Soares, F. S. & Medri, M. E. 2002. Alguns aspectos da colonização da bacia do rio Tibagi. In: Medri, M. E., Bianchini, E., Shibatta, O. A. & Pimenta, J. A. (Eds.). *A Bacia do rio Tibagi*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, p. 103-107.
- Swiech-Ayoub, B. D. P. & Masunari, S. 2001a. Biologia reprodutiva de *Aegla castro* Schmitt (Crustacea, Anomura, Aeglidae) no Buraco do Padre, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(3): 1019-1030.

- Swiech-Ayoub, B. D. P. & Masunari, S. 2001b. Flutuações temporal e espacial de abundância e composição de tamanho de *Aegla castro* Schmitt (Crustacea, Anomura, Aeglidae) no Buraco do Padre, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(3): 1003-1017.
- Terossi, M. & Mantelatto, L. F. 2012. Morphological and genetic variability in *Hippolyte Obliquimanus* Dana, 1852 (Decapoda, Caridea, Hippolytidae) from Brazil and the Caribbean Sea. *Crustaceana*, 85(6): 685.
- Tudge, C. C. & Scheltinga, D. M. 2002. Spermatozoal morphology of the freshwater anomuran *Aegla longirostri* Bond-Buckup & Buckup, 1994 (Crustacea: Decapoda: Aeglidae) from South America. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 115(1): 118-128.
- West-Eberhard, M. J. 1989. Phenotypic plasticity and the origins of diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20: 249-278.
- West-Eberhard, M. J. 2005. Developmental plasticity and the origin of species differences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(1): 6543-6549.