



AUGUSTO FREDERICO HUBER

**Descrição de novas espécies de *Parastacus* Huxley, 1879
(Crustacea, Decapoda, Parastacidae) para o sul do Brasil**

Orientador: Prof^ª. Dr^ª Paula Beatriz de Araujo

Co-orientador: Prof. Dr. Felipe Bezerra Ribeiro

Porto Alegre

2018



AUGUSTO FREDERICO HUBER

**Descrição de novas espécies de *Parastacus* Huxley, 1879
(Crustacea, Decapoda, Parastacidae) para o sul Brasil**

Trabalho apresentado ao instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Paula Beatriz de Araujo

Co-orientador: Dr. Felipe Bezerra Ribeiro

Porto Alegre

2018

Descrição de novas espécies de *Parastacus* Huxley, 1879 (Crustacea, Decapoda,
Parastacidae) para o sul do Brasil

AUGUSTO FREDERICO HUBER

Este trabalho de conclusão será apresentado na forma de artigo científico de acordo com as normas para submissão da revista Nauplius.

Trabalho apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em 17 de Janeiro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Professora Dra. Kelly Martinez Gomes

Professor Dr. Filipe Michels Bianchi – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Professora Dra. Paula Beatriz de Araujo – Universidade Federal do Rio Grande do Sul



*"Eu posso não ter ido para onde eu pretendia
ir, mas eu acho que acabei terminando onde
eu pretendia estar."* **Douglas Adams**

AGRADECIMENTOS

Dizem que nada nessa vida é por acaso, e eu acredito muito nisso, não é a toa que estou aqui escrevendo esse Trabalho de Conclusão de Curso com lagostins de água doce, crustáceos os quais eu nem sabia da existência até um fatídico dia em Agosto de 2014, quando resolvi me aventurar a ser bolsista voluntário no Laboratório de Carcinologia da UFRGS. Desde aquele dia a minha vida acadêmica e pessoal mudaram muito e a vida como pesquisador teve início.

Primeiro tenho de agradecer muito toda a minha família pelo apoio que recebi desde que entrei na faculdade. Em especial agradeço aos meus pais, Roberto e Sheyla, que sempre me auxiliaram da melhor maneira possível, buscando me apoiar e orientar durante o decorrer da vida acadêmica, escutando desde as alegrias das saídas de campo até os finais caóticos de semestre. Amo muito vocês e agradeço por me ajudarem a ser quem eu sou hoje, sempre serão meus exemplos. Também agradeço do fundo do coração a minha namorada Verônica, que está do meu lado em praticamente toda a minha graduação, dividindo comigo bons momentos, noites viradas estudando para as provas e todas as coisas boas que a Biologia nos proporcionou. Ela sempre foi meu porto seguro quando as coisas pareciam não ter mais solução e os trabalhos e provas serem inesgotáveis. Tenho muita sorte de tê-la como minha melhor amiga e como parceira, obrigado por toda a paciência e amor.

Outra pessoa que muito importante pra mim é meu grande amigo, colega e co-orientador Felipe, que desde o meu primeiro dia no laboratório sempre teve muita paciência para me ensinar tudo que fosse necessário, mostrar o taxonomista que existia dentro de mim e acreditar em mim e no meu potencial. E espero levar a amizade e a parceria na pesquisa por muitos anos ainda. À Kelly, que nunca me negou ajuda não importa o que fosse, me ensinou a metodologia e a alegria/diversão que existe num campo para coletar lagostins (fora um

POUCO de barro que a gente se suja) e sempre trouxe bom humor para o laboratório com a sua presença. A Prof. Paula, que sempre me ajudou e guiou em qualquer dúvida ou problema que eu tivesse durante esses anos que estou no laboratório, mostrando ser um exemplo de pessoa e profissional.

Não posso deixar de citar os companheiros de laboratório que tive nesses três anos e que se tornaram a minha segunda família, sendo aquelas pessoas que estavam e estão ali para me ajudar ou para apenas rir e me divertir sempre que necessário: Amanda, Ana, Artur, Camila, Diego, Giovanna, Ivan, Kimberly, Mariana, Pedro, Tainã entre tantos outros.

Aos professores Dr. Filipe Michels Bianchi e Dra. Kelly Martinez Gomes por terem aceitado participar da banca e pelas sugestões neste trabalho.

Agradeço também ao CNPq pela minha bolsa, ao Instituto de Biociências pela verba disponibilizada para execução deste trabalho e ao Laboratório de Carcinologia do Departamento de Zoologia da UFRGS por me possibilitar os materiais e a oportunidade de desenvolver pesquisa científica dentro da universidade.

SUMÁRIO

RESUMO	8
INTRODUÇÃO GERAL	9
<i>Diversidade e Distribuição</i>	9
<i>Filogenia</i>	11
<i>Biogeografia</i>	12
<i>Habitat e Hábitos Escavadores</i>	12
<i>Conservação</i>	14
<i>Figuras</i>	16
<i>Referências</i>	22
 Capítulo I: New endemic species of freshwater crayfish <i>Parastacus</i> Huxley, 1879 (Crustacea: Decapoda: Parastacidae) from the Atlantic forest , southern Brazil.....	28

RESUMO

Os lagostins de água doce nativos do Brasil estão incluídos no gênero *Parastacus* Huxley, 1879. Atualmente existem 11 espécies descritas, estas distribuídas no sul da América do Sul, sendo nove registradas no Brasil (duas endêmicas de Santa Catarina e três endêmicas do Rio Grande do Sul). Este trabalho tem como objetivo descrever duas novas espécies de *Parastacus* para o sul do Brasil, além de determinar o estado de conservação (EC) das mesmas. Os espécimes analisados são provenientes de lotes depositados na Coleção de Crustáceos do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Para as descrições foram feitas 17 ilustrações científicas de cada uma das espécies, utilizando esteromicroscópio com câmara clara acoplada. Além disso, foram realizadas 31 medidas morfométricas em cada espécime. Os habitats também foram analisados e descritos. A análise de conservação foi feita a partir da análise de risco de extinção seguindo o subcritério B1 da IUCN, o qual leva em consideração a estimativa da área de extensão de ocorrência (AEO). *Parastacus* sp. nov. 1, proveniente do Arroio Carvão, localizado na Reserva Biológica da Serra Geral, município de Maquiné – RS, distingue-se pelos quelípodos globosos com dedos parcialmente cobertos por setas na porção proximal e télson com porção terminal de formato triangular. A AEO foi estimada em 301,885km² e o EC da espécie foi classificado como EM PERIGO. *Parastacus* sp. nov. 2 é proveniente de um riacho de primeira ordem, na cabeceira do rio Manoel Alves na cidade de Morro Grande - SC. Esta espécie distingue-se principalmente pela presença de tufo de setas longas e simples na porção distal dos carpos. A AEO foi estimada em 1.037,123 km² e o EC classificado como EM PERIGO. A descrição de novas espécies de lagostins de água doce contribui para o aumento do conhecimento na riqueza específica do grupo na América do Sul.

Palavras-chave: Taxonomia, Conservação, Lagostins Escavadores, América do Sul

INTRODUÇÃO GERAL

Distribuição e Diversidade

Os lagostins de água doce formam um grupo de grande diversidade, com 679 espécies descritas e com uma distribuição por praticamente todo o globo, com exceção da porção continental da África, do continente Antártico e de algumas ilhas (Fig. 1) (Sinclair *et al.*, 2004; Crandall & Buhay, 2008; Crandall & De Grave, 2017). Eles pertencem à infraordem Astacidea Latreille, 1802 que se divide em duas superfamílias: Astacoidea Latreille, 1802 e Parastacoidea Huxley, 1879 (Fetzner Jr., 2005; Crandall & De Grave, 2017). A superfamília Astacoidea abrange os lagostins do hemisfério norte, agrupados nas famílias Cambaridae Hobbs, 1842 (nativa da América do Norte e Central), Astacidae Latreille, 1802 e Cambaroididae Villalobos, 1955 (nativa do leste da Ásia) (Hobbs, 1988; Crandall & De Grave, 2017). Já Parastacoidea, engloba os lagostins nativos do hemisfério sul, os quais constituem a família Parastacidae Huxley, 1879 (Fig.1) (Holdich, 2002; Sinclair *et al.*, 2004; Crandall & Buhay, 2008; Crandall & De Grave, 2017). Dentro de Parastacidae existem 15 gêneros com 200 espécies descritas, sendo 11 distribuídos na Oceania, três na América do Sul e um em Madagascar (Crandall & Buhay, 2008; Toon *et al.*, 2010; Ribeiro *et al.*, 2016; 2017; Crandall & De Grave, 2017). Os três gêneros endêmicos da América do Sul são: *Parastacus* Huxley, 1879, *Samastacus* Riek, 1971 e *Virilastacus* Hobbs, 1991 (Buckup & Rossi, 1980; 1993; Rudolph & Crandall, 2005; 2007; 2012).

O gênero *Parastacus* é o que apresenta maior diversidade na América do Sul com 11 espécies, as quais apresentam uma distribuição disjunta. Duas espécies ocorrem nas planícies da região sul dos Andes, no Chile: *Parastacus pugnax* (Poepigg, 1835) e *P. nicoleti* (Philippi, 1882), e as outras nove espécies estão distribuídas na Argentina, Brasil (região sul, nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina) e Uruguai: *P. brasiliensis* (von Martens,

1869), *P. pilimanus* (von Martens, 1869), *P. defossus* Faxon, 1898, *P. saffordi* Faxon, 1898, *P. varicosus* Faxon, 1898, *P. laevigatus* Buckup & Rossi, 1980, *P. caeruleodactylus* Ribeiro & Araujo, 2016 in Ribeiro *et. al.* (2016), *P. fluviatilis* Ribeiro & Buckup, 2016 in Ribeiro *et. al.* (2016) e *P. tuerkayi* Ribeiro, Huber & Araujo, 2017 in Ribeiro *et. al.* (2017) (Buckup & Rossi, 1980; Toon *et. al.*, 2010; Ribeiro *et. al.*, 2016; 2017; Ribeiro & Araujo, 2017). Dentre as características morfológicas que diferem os lagostins deste gênero dos demais gêneros sulamericanos, pode-se citar o dátilo com movimentação subvertical (Fig. 2A) e o sistema sexual: o qual pode ser intersexual permanente (ex: *Parastacus pugnax*, *P. varicosus*, *P. saffordi* e *P. pilimanus*) ou hermafroditismo protândrico parcial (ex: *Parastacus nicoleti* e *P. brasiliensis*) (Hobbs, 1991; Rudolph, 1997; 1999; Rudolph & Almeida, 2000; Rudolph *et al.* 2001; Rudolph & Verdi, 2010).

Espécies pertencentes ao gênero *Parastacus* são classificadas como intersexuais permanentes quando apresentam os gonóporos femininos (presentes nas coxas do 3° par de pereiópodes) e masculinos (presentes nas coxas do 5° par de pereiópodes) ao mesmo tempo (Fig. 2B) (Rudolph & Almeida, 2000). Já no hermafroditismo protândrico parcial, o diferencial é que os indivíduos apresentam ambas as gônadas, mas estas se desenvolvem em diferentes fases da vida do indivíduo, primeiramente na fase masculina e posteriormente na fase feminina (Hobbs, 1991; Rudolph, 1999; Rudolph & Almeida, 2000).

Samastacus possui apenas uma espécie: *Samastacus spinifrons* Philippi, 1882 (Fig. 2C), com distribuição na Argentina (nordeste) e no Chile (centro-sul) (Riek, 1971; Crandall *et. al.*, 2000a; Toon *et al.*, 2010; Collins *et. al.*, 2011). Os indivíduos deste gênero apresentam sulco cervical em formato de “U”, carenas pós-orbitais bem desenvolvidas e com um espinho ou tubérculo na porção terminal anterior, télson sem sutura transversal e sulcos dorso-medianos longitudinais, margem ventro-lateral da palma do quelípode lisa e o dátilo com movimentação sub-horizontal (Fig. 2C) (Hobbs, 1991; Rudolph, 1999; Crandall & De Grave,

2017). Com relação à reprodução, os indivíduos podem eventualmente apresentar intersexualidade, mas a grande maioria apresenta gonocorismo, ou seja, apresenta os sexos separados (Fig.2 D e E) (Rudolph, 1999; Rudolph & Almeida, 2000).

Endêmico do Chile (centro-sul), o gênero *Virilastacus* apresenta quatro espécies: *Virilastacus araucanius* (Faxon, 1914), *V. rucapihuelensis* Rudolph & Crandall, 2005, *V. retamali* Rudolph & Crandall, 2007 e *V. jarai* Rudolph & Crandall, 2012 (Fig.2 F e H) (Rudolph & Crandall, 2005; 2007; 2012; Rudolph, 2010; 2015). A principal diferença morfológica deste gênero é que os indivíduos são gonocóricos, como em *Samastacus*, mas os machos apresentam um órgão copulatório articulado e semi-rígido que se estende da porção anterior das coxas do 5º par de pereiópodes (Fig. 2G); enquanto que as fêmeas apresentam os gonóporos nas coxas do 3º par de pereiópodes (Fig. 2I) (Hobb, 1991; Rudolph & Almeida, 2000).

Filogenia

Os estudos dos lagostins do hemisfério Sul (Parastacidae) tiveram início com os trabalhos de Riek (1969, 1971, 1972). As relações filogenéticas dos gêneros presentes em Parastacidae foram propostas com base em 13 caracteres morfológicos, entre eles a orientação da movimentação dos dactilos no 1º par de pereiópodes (quelípodas) e as características sexuais secundárias dos machos (Riek, 1972).

A partir de análises moleculares utilizando o DNA mitocondrial 16S, Crandall *et. al.* (2000b) confirmaram a monofilia de Parastacidae e a monofilia do clado sulamericano. Toon *et. al.* (2010) após uma amostragem ampla utilizando diversos genes, também corroboraram a monofilia de Parastacidae e do grupo sulamericano. Complementando estes trabalhos, Ribeiro (2017) corroborou com suas análises dos genes mitocondriais (16 rRNA e citocromo oxidase 1) e nuclear (28S rRNA) a monofilia dos parastacídeos sulamericano.

Biogeografia

Parastacidae teve origem na Austrália no período Mesozóico, início do Jurássico (~180 MA), com o clado sul-americano divergindo-se a aproximadamente 158 milhões de anos atrás (Hobbs, 1988; Toon *et al.*, 2010). O período de dispersão dos parastacáceos na América do Sul teria ocorrido, portanto, entre o Jurássico Superior e o Cretáceo. Esta conclusão foi feita a partir de fósseis de astacáceos deste período encontrados na região da Patagônia central (Toon *et al.*, 2010). O padrão de distribuição dos lagostins na América do Sul teria sido modelado por uma série de transgressões no período Cretáceo até a metade do Paleógeno (Collins *et al.*, 2011).

Análises filogeográficas para os lagostins sul-americanos ainda são escassas, havendo ainda muito a se inferir sobre os padrões de dispersão destas espécies e sobre os eventos de vicariância ocorridos no passado.

Habitat e Hábitos Escavadores

Os lagostins de água doce compartilham um comportamento que é diretamente relacionado com sua área de ocorrência e morfologia corporal: o hábito escavador (Noro & Buckup, 2010). Este hábito está associado com o nível da coluna d'água e como consequência, a influência no comportamento dos indivíduos (Riek, 1972; Horwitz & Richardson, 1986). Estes podem ser encontrados associados com uma série de ambientes, como aqueles lóticos (riachos de fraca correnteza e cachoeiras) (Fig. 3A, B), os lênticos (banhados e lagos rasos) (Fig. 3C, D), matas paludosas com solo úmido e grande quantidade de matéria orgânica (Fig. 3E) e áreas alagadas (planícies de inundação e áreas temporariamente alagadas) (Fig. 3F) (Buckup & Rossi, 1980; 1993; Ribeiro *et al.*, 2016; 2017).

Riek (1972) propôs a classificação das espécies de Parastacidae em dois grupos, sendo separados entre outros aspectos pelo hábito escavador, o qual pode ser mais ou menos desenvolvido. Os escavadores primários vivem permanentemente associados com águas subterrâneas, constroem galerias complexas de túneis e apresentam um comportamento escavador médio ou elevado. Os escavadores secundários habitam o corpo d'água em ambientes lênticos e lóticos e mostram um comportamento escavador pouco acentuado. Os gêneros sulamericanos *Parastacus* e *Virilastacus* são classificados como escavadores primários e *Samastacus* escavador secundário (Buckup & Rossi, 1980; 1993; Noro & Buckup, 2010).

Outra classificação ecológica para os lagostins de água doce foi proposta por Horwitz & Richardson (1986) e considera as tocas das espécies de lagostins australianos em três tipos: Tipo 1, aquelas escavadas dentro de corpos d'água permanente (a) ou conectadas com corpos d'água permanentes (b); Tipo 2, iniciadas em terras secas mas com profundidade para atingir o nível do lençol freático; Tipo 3, escavadas independentes de corpos d'água, sendo a água acumulada nas galerias proveniente do escoamento superficial dá água da chuva junto com a absorção desta pelo solo (Fig. 4). A classificação mais utilizada para os lagostins do gênero *Parastacus* é a de Horwitz & Richardson (1986). Entretanto ela nem todas as espécies se encaixam nela, sendo necessário futuramente elaborar uma nova classificação apenas para as espécies de *Parastacus*.

Dentro do gênero *Parastacus*, são observadas variações na intensidade do comportamento escavador através da profundidade, complexidade das galerias escavadas e pela forma e tamanho das chaminés (estrutura externa da abertura das galerias) (Fig. 5) (Buckup & Rossi, 1980; 1993; Noro & Buckup, 2010; Ribeiro *et al.* 2016; 2017). Como exemplo pode-se citar três espécies descritas recentemente por Ribeiro *et al.* (2016; 2017): *P. fluviatilis* encontrada em um riacho de primeira ordem, onde constrói galerias com uma

abertura simples e chaminés (quando presentes) baixas (4- 5 cm de altura) ao longo das margens (Fig. 5A, B). Logo, *P. fluviatilis* apresenta um comportamento escavador menos acentuado quando comparado com *P. caeruleodactylus* e *P. tuerkayi*, as quais são espécies típicas de matas paludosas, onde constroem galerias complexas, profundas (até um metro de profundidade) e com chaminés grandes (10 – 15 cm de altura) (Fig. 5C, D, E).

Conservação

Os crustáceos de água doce estão entre os grupos mais sujeitos a ameaças de extinção, sendo estas as mais variadas: urbanização, poluição, mudanças climáticas, modificação no fluxo de rios, agropecuária e introdução espécies invasoras (Richman *et al.*, 2015). Dentro do grupo dos lagostins de água doce, estima-se que 32% das espécies encontram-se sujeitas a algum dos níveis de risco de extinção (Richman *et al.*, 2015). As principais ameaças na América do Sul são a urbanização, a poluição e a atividade pesqueira. Como exemplo deste último problema pode-se citar o caso de *P. pugnax*, espécie que vêm sofrendo um declínio populacional elevado devido à pesca excessiva no Chile (Rudolph, 2010; Almerão *et al.*, 2015).

Um problema em potencial que ocorre no território brasileiro é a presença da espécie invasora de lagostim *Procambarus clarkii* Girard, 1852, a qual já é registrada para o estado de São Paulo (Loureiro *et al.*, 2015a, b). Esta espécie foi introduzida principalmente como recurso alimentar, isca para pesca ou como "pet", possui populações estabelecidas em diversas partes do globo e já causou impactos consideráveis nas populações de lagostins nativos da Europa, seja pela competição por recursos ou pela sua agressividade acentuada (Loureiro *et al.*, 2015a, b; Dalosto *et al.*, 2015). Outro problema relacionado com essa espécie é a presença do fungo de carapaça *Aphanomyces astaci* Schikora 1906 nas populações brasileiras de *P. clarkii* (Peiró *et al.*, 2016). Este fungo pode causar a morte de populações

inteiras de lagostins de água doce nativos, sendo conhecido também como “praga do lagostim” (Souty-Grosset *et al.*, 2006).

Apesar do grande risco, espécimes de *P. clarkii* ainda não foram encontrados em ambientes naturais da região sul do Brasil, local onde ocorrem as espécies endêmicas. Entretanto é necessário um controle forte em relação à introdução desta espécie em outros estados do Brasil, principalmente na situação do comércio como "pet".

Figuras

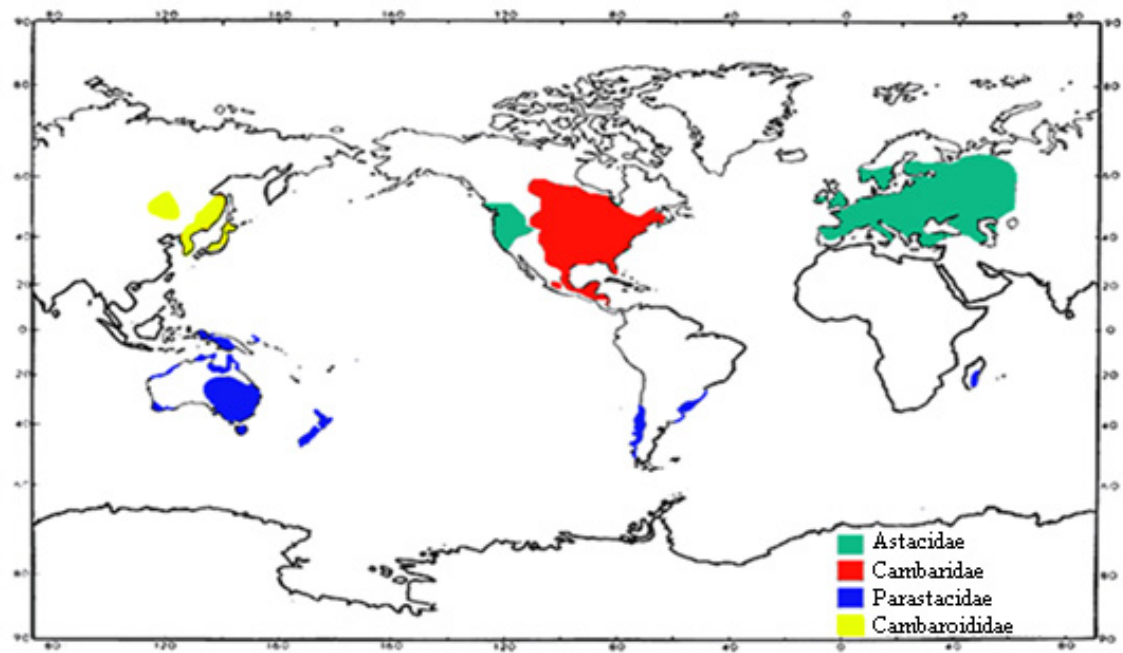


Figura 1: Mapa de distribuição das famílias de lagostins de água doce pelo globo. Modificado de Hobbs, 1988.

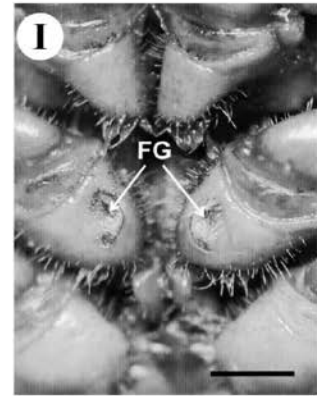
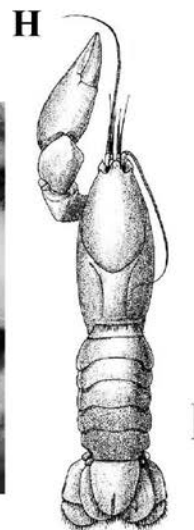
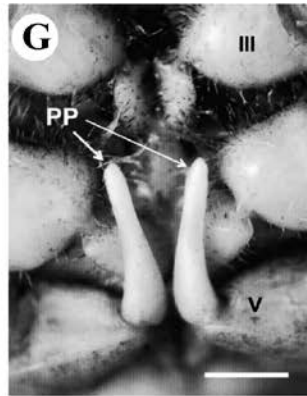
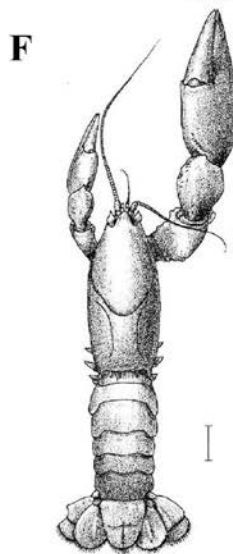
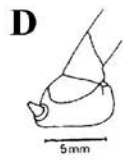
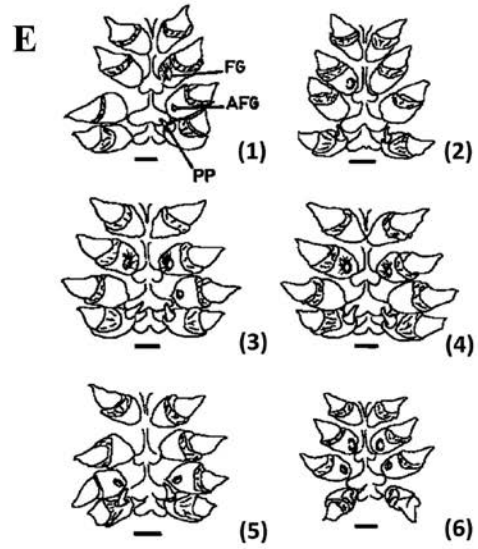
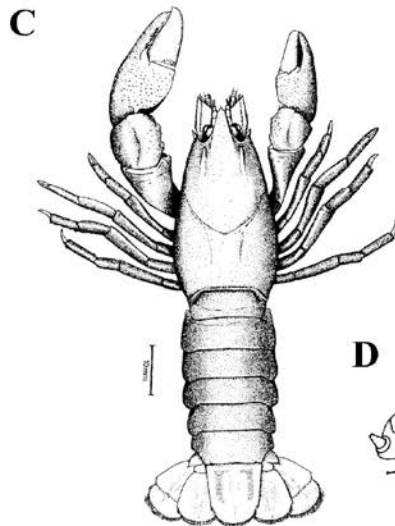
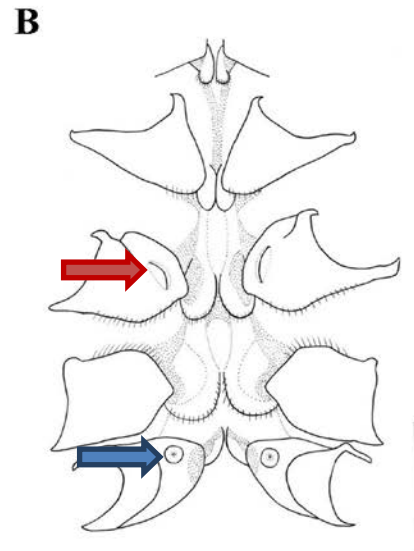
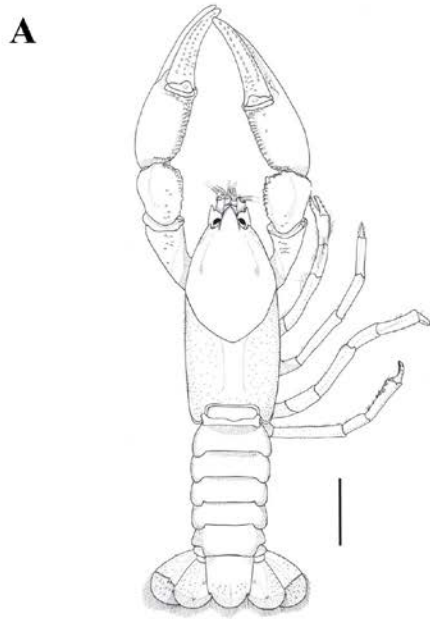


Figura 2: *Parastacus tuerkayi* Ribeiro, Huber & Araujo, 2017: A – *habitus* em vista dorsal; B – Região ventral do cefalotórax (esterno); seta vermelha indicando o gonóporo feminino na coxa do 3° pereiópode, seta azul indicando o gonóporo masculino na coxa do 5° par de pereiópode; *Samastacus spinifrosn* Philippi, 1882: C – *habitus* em vista dorsal; D – 5° par de pereiópodes com papila genital masculina; E - Morfologias possíveis do esterno de indivíduos intersexuais – (1) Poro genital apenas nas coxas esquerdas do 3° (macho) e 5° (fêmea), além de um poro na coxa esquerda do 4° par de pereiópodes, este coberto por uma membrana não calcificada (FG – gonóporo feminino; AFG – gonóporo feminino adicional; PP – papila fálica; (2) Gonóporo feminino apenas no lado esquerdo; (3) Gonóporos masculinos e femininos nas coxas do 3° e 5° par de pereiópodes e um poro na coxa esquerda do 4° par de pereiópodes; (4) Gonóporos masculinos e femininos nas coxas do 3° e 5° par de pereiópodes; (5) Gonóporos masculinos e femininos nas coxas do 4° e 5° par de pereiópodes (respectivamente); (6) Gonóporos masculinos e femininos nas coxas do 3° e 5° par de pereiópodes e poros nas coxas do 4° par de pereiópodes; *Virilastacus jarai* Rudolph & Crandall, 2012: F – *habitus* dorsal, espécime masculino; G – órgão copulatório presente na coxa do 5° par de pereiópodes (V); H – *habitus* dorsal, espécime feminino; I – gonóporo feminino na coxa do 3° par de pereiópodes. Barra de escalas: A e C – 10,00 mm; D, F e H – 5,00 mm; E (1,2 e 4) – 2,00 mm, (2 e 3) – 1,00 mm, (5) – 2,5 mm; G – 1,8 mm; I – 1,9 mm. Modificado de Backup & Rossi, 1993 (Fig. 2C e D); Rudolph, 1999 (Fig.2 E); Rudolph & Crandall, 2012 (Fig. 2F, G, H e I); Modificado de Ribeiro *et. al.*, 2017 (Fig. 2A e B).

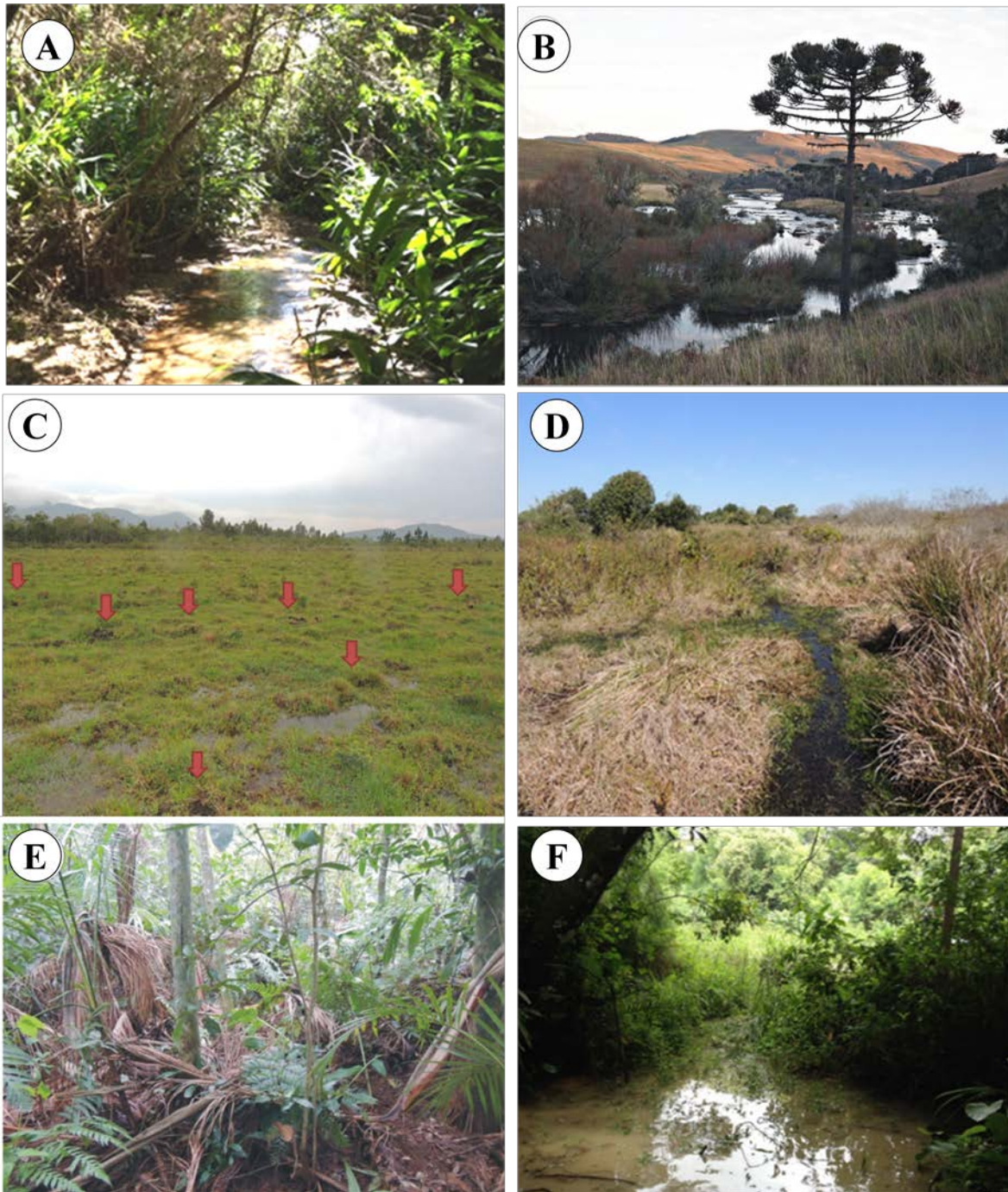


Figura 3: Ambientes onde podem ser encontrados os lagostins de água doce, no Brasil. A e B–Riachos de primeira ordem; C e D – Banhados; E – Mata paludosa; F – Área temporariamente alagada. A – Foto de Kelly Martinez Gomes; C, D e F - Fotos de Felipe Bezerra Ribeiro; B e E – Adaptadas de Ribeiro *et. al.*, 2016.

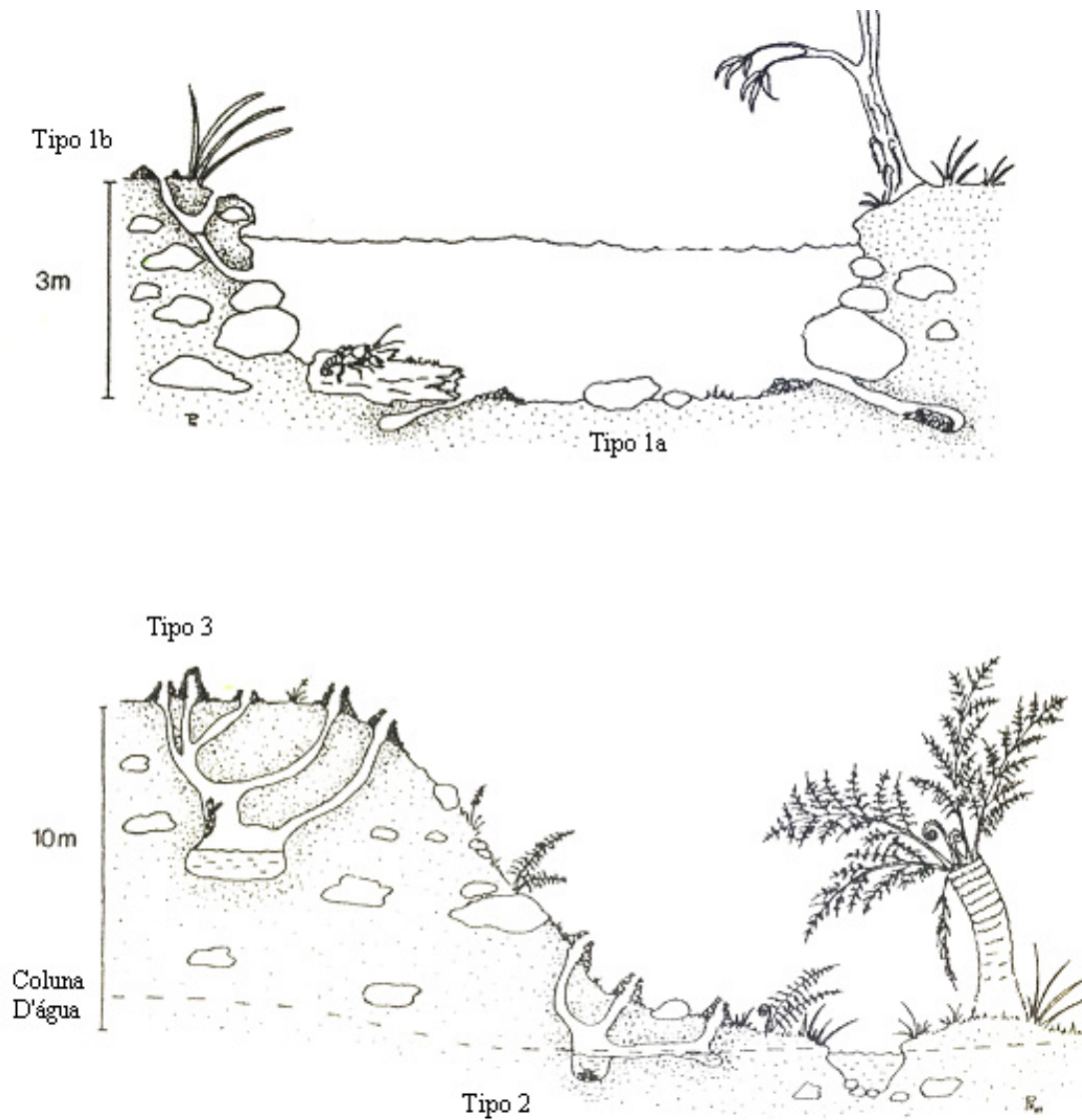


Figura 4: Esquema com a classificação das tocas para lagostins de água doce australianos, segundo Horwitz & Richardson (1986). Tipo 1a - tocas construídas dentro de corpos d'água; Tipo 1b – conectadas com corpos d'água; Tipo 2 – construídas em terras secas, mas atinge o nível do lençol freático; Tipo 3 - escavadas independentes de corpos d'água. Para mais detalhes consultar o texto. Imagem adaptada de Richardson, 2007.

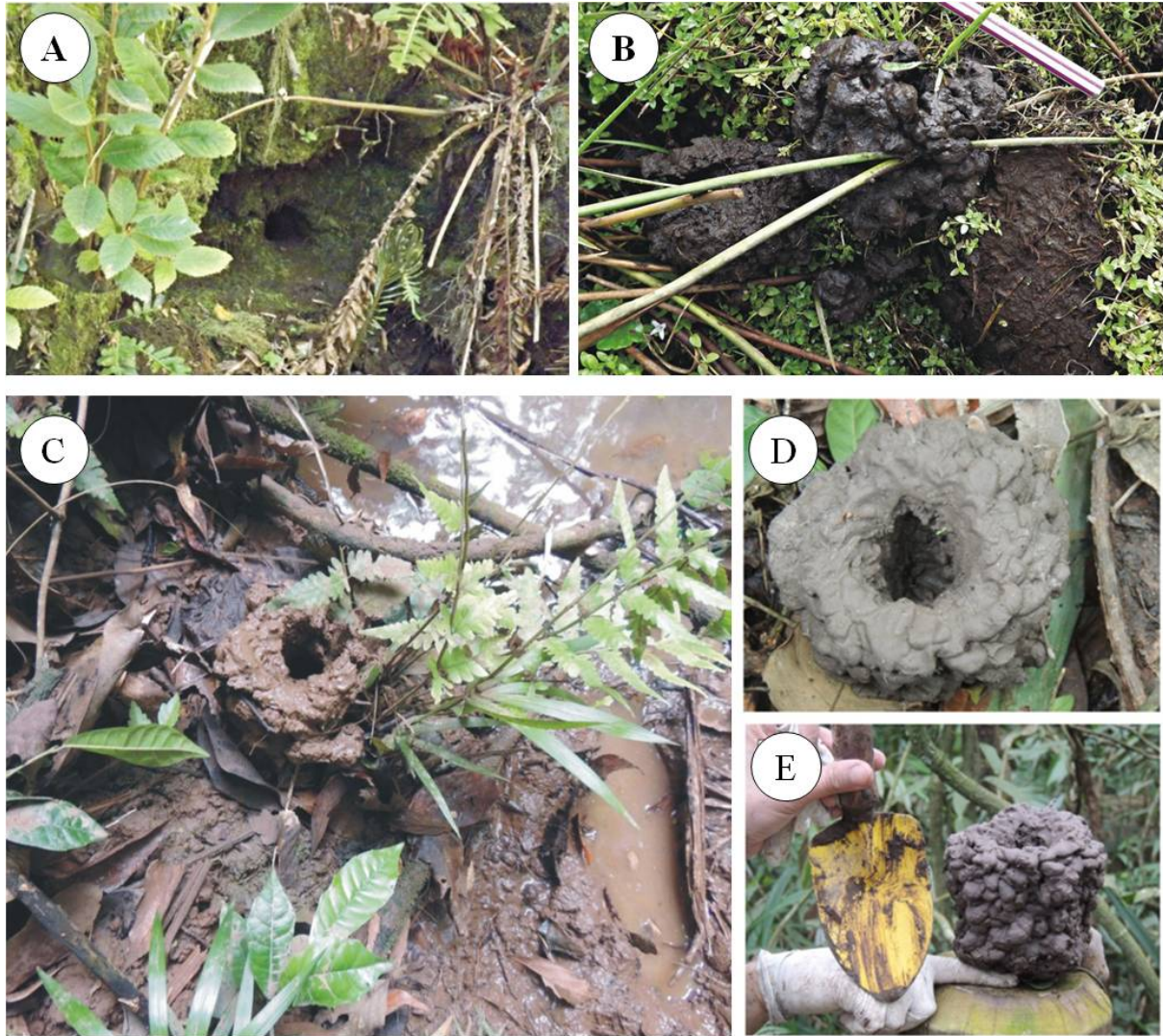


Figura 5: Abertura das tocas (chaminés). A e B – Furo e chaminé de *Parastacus fluviatilis*; C – Chaminé de *P. caeruleodactylus*; D, E – Chaminés de *P. tuerkayi*. A, B, C – Adaptada de Ribeiro *et.al.*, 2016; D, E – Adaptada de Ribeiro *et. al.*, 2017.

Referências

- Almerão, M.P.; Rudolph, E.; Souty-Grosset, C.; Crandall, K.; Buckup, L.; Amouret, J.; Verdi, A.; Santos, S.; Araujo, P.B. 2015. The native South American crayfishes (Crustacea, Parastacidae): state of knowledge and conservation status. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 25(2): 288–301.
- Buckup, L.; Rossi, A. 1980. O Gênero *Parastacus* no Brasil (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 40: 663–681.
- Buckup, L. and Rossi, A. 1993. Os Parastacidae do espaço meridional andino (Crustacea, Astacidea). *Revista Brasileira de Biologia*, 53(2): 167–176.
- Collins, P.A.; Giri, F.; Williner, V. 2011. Biogeography of the freshwater decapods in the La Plata Basin, South America. *Journal of the Crustacean Biology*, 31(1): 179–191.
- Crandall, K.A.; Fetzner Jr, J.W.; Jara, C.G.; Buckup, L. 2000a. On the phylogenetic positioning of the south American freshwater crayfish genera (Decapoda: Parastacidae). *Journal of Crustacean Biology*. 20(3): 530–540.
- Crandall, K.A.; Harris, D.J.; Fetzner, J.W., Jr. 2000b. The monophyletic origin of freshwater crayfish estimated from nuclear and mitochondrial DNA sequences. *Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences*, 267(1453): 1679–1686.
- Crandall, K.A.; Buhay, J.E. 2008. Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae-Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 295–301.
- Crandall, K. A. & De Grave, S. 2017. An updated classification on the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidae) of the world, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology*, 37: 615–653.
- Dalosto, M.M.; Palaoro, A.V.; Souty-Grosset, C.; Bueno, S.L.S.; Loureiro, T.G.; Almerão, M.P.; Araujo, P.B.; Santos, S. 2015 One step ahead of the enemy: investigating aggressive

- interactions between invasive and native crayfish before the contact in nature. *Biological Invasions*, 17: 3503–3515.
- Faxon, W. 1898 Observations on the Astacidae in the United States National Museum and in the Museum of Comparative Zoology, with descriptions of new species. *Proceedings of the United States National Museum*, 20: 642–694.
- Faxon, W. 1914. Notes on the crayfishes in the United States National Museum and the Museum of Comparative Zoology, with descriptions of new species and subspecies, to which is appended a catalogue of the known species and subspecies. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, 40(8): 347–427.
- Fetzner, J. W., Jr. 2005. The crayfish and lobster taxonomy browser: A global taxonomic resource for freshwater crayfish and their closest relatives. Acessado em: 30 Novembro 2017. <http://iz.carnegiemnh.org/crayfish/NewAstacidea/>.
- Girard, C. F. 1852. A Revision of the North American Astaci, with observations on their habits and geographic distribution. *Proceedings of Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 6: 87–91.
- Hobbs, H.H., Jr. 1988. Crayfish distribution, adaptive radiation, and evolution. p. 52–82. In D. M. Holdich and R. S. Lowery, eds. *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Croom Helm, London.
- Hobbs, H.H. Jr. 1991. A new generic assignment for a South American crayfish (Decapoda, Parastacidae) with revised diagnoses of the South American genera and comments on the parastacid mandible. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 104 (4): 800–811.
- Holdich, D.M. 2002. *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science, Oxford, 702 pp.

- Horwitz, P.H. and Richardson, A.M.M. 1986. An ecological classification of the burrows of Australian freshwater crayfish. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 37(2): 237–242.
- Huxley, T.H. 1879. On the classification and the distribution of the crayfishes. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1878: 752–788.
- IUCN – International Union for Conservation of Nature. 2012. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1, Second edition. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, 32pp.
- Loureiro, T.G.; Anastácio, P.M.; Bueno, S.L.S.; Araujo, P.B.; Souty-Gorsset, C.; Almerão, M.P. 2015a. Distribution, introduction pathway, and invasion risk analysis of the north american crayfish *Procambarus clarkia* (Decapoda: Cambaridae) in southeast Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 35 (1): 88–96.
- Loureiro, T.G.; Anastácio, P.M.; Bueno, S.L.S.; Araujo, P.B.; Souty-Gorsset, C.; Almerão, M.P. 2015b. Red swap crayfish: biology, ecology and invasion – an overview. *Nauplius*, 23 (1): 1–19.
- Noro, C.K.; Buckup, L. 2010. The burrows of *Parastacus defossus* (Decapoda: Parastacidae), a fossorial freshwater crayfish from southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* (Online). 27: 341–346.
- Peiró, D.F.; Almerão, M.P.; Delaunay, C.; Jussila, J.; Makkonen, J.; Bouchon, D.; Araujo, P.B.; Souty-Grosset, C. 2016. First detection of the crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci* in South America: a high potential risk to native crayfish. *Hydrobiologia*, 781: 181–190.
- Philippi, R.A. 1882 Zoología chilena. Sobre los *Astacus*. *Anales de la Universidad de Chile*, 61: 624–628.
- Poepigg, E. 1835. Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonas strome, während der Jahre 1827-1832. Vol. 1. *Fleischer und Hinrichs*, Leipzig, 18: 466 p.

- Ribeiro, F.B. and Araujo, P.B. 2017. Designation of a neotype for *Parastacus nicoleti* Philippi, 1882 (Crustacea: Decapoda: Parastacidae). *Zootaxa*, 4338 (2): 393-400.
- Ribeiro, F.B.; Buckup, L.; Gomes, K.M. and Araujo, P.B. 2016. Two new species of South American freshwater crayfish genus *Parastacus* Huxley, 1879 (Crustacea: Decapoda: Parastacidae). *Zootaxa*, 4158(3): 301–324.
- Ribeiro, F.B.; Huber, A.F.; Schubart, D. and Araujo, P.B. 2017. A new species of *Parastacus* Huxleys, 1879 (Crustacea, Decapoda, Parastacidae) from a swap forest in southern Brazil. *Nauplius*, 25 (e2017008): 1–13.
- Ribeiro, F.B. 2017. Taxonomia e relações filogenéticas dos lagostins de água doce do gênero *Parastracus* Huxley, 1879 (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, Brazil, Ph.D. Thesis. 54p. [Unpublished].
- Richardson, 2007. Behavioral ecology of semiterrestrial crayfish. p. 319-338. In J.E. Duffy and M. Thiel, Eds. Evolutionary ecology of social and sexual systems - crustaceans as model organisms. *Oxford University Press*, New York.
- Richman, N.I.; Böhm, M.; Adams, S.B.; Alvarez, F.; Bergey, E.A.; Bunn, J.J.S.; Burnham, Q.; Cordeiro, J.; Coughran, J.; Dawkins, K.L.; DiStefano, R.J.; Doran, N.E.; Edsman, L.; Eversole, A.G.; Füreder, L.; Furse, J.M.; Gherardi, F.; Hamr, P.; Holdich, D.M.; Horwitz, P.; Johnston, K.; Jones, C.M.; Jones, R.L.; Jones, T.G.; Kawai, T.; Lawler, S.; López-Mejía, M.; Miller, R.M.; Pedraza-Lara, C.; Reynolds, J.D.; Richardson, A.M.M.; Schultz, M.B.; Schuster, G.A.; Sibley, P.J.; Souty-Grosset, C.; Taylor, C.A.; Thoma, R.F.; Walls, J.; Walsh, T.S.; Collen, B. 2015. Multiple drivers of decline in the global status of freshwater crayfish (Decapoda: Astacidea). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370, 1–11.
- Riek, E.F. 1969. The Australian freshwater crayfish (Crustacea : Decapoda : Parastacidae), with descriptions of a new species. *Australian Journal of Zoology*, 17: 855-918.

- Riek, E.F. 1971. The freshwater crayfishes of South America. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 84 (16): 129–136.
- Riek, E.F. 1972. The phylogeny of the Parastacidae (Crustacea: Astacoidea) and description of a new genus of Australian freshwater crayfishes. *Aust. J. Zool.*, 20: 369–389.
- Rudolph, E.H. 1997. Intersexualidad en el camarón excavador *Parastacus pugnax* (Poeppig, 1835) (Decapoda, Parastacidae). *Investigaciones Marinas*, 25: 7–18.
- Rudolph, E.H. 1999. Intersexuality in the freshwater crayfish *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) (Decapoda, Parastacidae). *Investigaciones Marinas*, 25: 7-18.
- Rudolph, E.H. 2010. Sobre la distribución geográfica de las especies chilenas de Parastacidae (Crustacea: Decapoda: Astacidea). *Boletín de Biodiversidad de Chile*, 3, 32–46.
- Rudolph, E.H. 2015. Current state of knowledge on *Virilastacus* species (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(5): 807–818.
- Rudolph, E.; Almeida, A. 2000. On the sexuality of South American Parastacidae (Crustacea: Decapoda). *Invertebrate Reproduction and Development*, 37(3): 249–257.
- Rudolph, E.H.; Crandall, K.A. 2005. A new species of burrowing crayfish *Virilastacus rucapihuelensis* (Crustacea: Decapoda: Parastacidae) from southern Chile. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 118: 765–776.
- Rudolph, E.H.; Crandall, K.A. 2007. A new species of burrowing crayfish *Virilastacus retamali* (Decapoda: Parastacidae) from southern Chile peatland. *Journal of Crustacean Biology*, 27(3): 502–512.
- Rudolph, E.H.; Crandall, K.A. 2012. A new species of burrowing crayfish, *Virilastacus jarai* (Crustacea, Decapoda, Parastacidae) from central-southern Chile. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 125 (3): 258–275.
- Rudolph, E.; Verdi, A.; Tapia, J. 2001. Intersexuality in the burrowing crayfish *Parastacus varicosus* Faxon, 1898 (Decapoda, Parastacidae). *Crustaceana*, 74(1): 27–37.

- Rudolph, E.H.; Verdi, A.C. 2010. Intersexuality in the burrowing crayfish, *Parastacus plimanus* (von Martens, 1869) (Decapoda, Parastacidae). *Crustaceana*, 83(1): 73–87.
- Sinclair, E.A.; Fetzner, J.W. Jr; Buhay, J.; Crandall, K.A. 2004. Proposal to complete a phylogenetic taxonomy and systematic revision for freshwater crayfish (Astacidea). *Freshwater Crayfish*, 14: 21–29.
- Souty-Grosset, C.; Holdich, D.M.; Noel, P.Y.; Reynolds, J.D.; Haffner, P. 2006. Atlas of crayfish in Europe. Paris, *Publications Scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Patrimoines Naturels*, 64: 188p.
- Toon, A.; Pérez-Losada, M.; Schweitzer, C.E.; Feldmann, R.M.; Carlson, M.; Crandall, K.A. 2010. Gondwanan radiation of the Southern Hemisphere crayfishes (Decapoda: Parastacidae) evidence from fossils and molecules. *Journal of Biogeography*, 37: 2275–2290.
- Villalobos, A. 1955. Cambarinos de la fauna mexicana: Crustacea Decapoda. Departamento de Biología, Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Ciudad de Mexico.
- Von Martens, E. 1869. Sud brasilische Suss und Brackwasser-Crustacean nach den Sammlungen des Dr. Reinh. Hensal. *Archiv für Naturgeschichte* 35(1): 1–37.

CAPÍTULO 1

Esse artigo foi submetido na revista científica *Nauplius* na série em homenagem ao Professor Emérito Ludwig Buckup.

New endemic species of freshwater crayfish *Parastacus* Huxley, 1879 (Crustacea: Decapoda: Parastacidae) from the Atlantic forest in southern Brazil

Augusto Frederico Huber¹, Felipe Bezerra Ribeiro^{1,2} and Paula Beatriz Araujo^{1,2}

1 Departamento de Zoologia (Laboratório de Carcinologia), Instituto de Biociências,

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil

2 Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia (Laboratório de Carcinologia), Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil

Email: gutofh@yahoo.com.br

Running head: Huber *et al.*: New species of *Parastacus*

ABSTRACT

Two new species of *Parastacus* from southern Brazil are described. *Parastacus* sp. nov. 1 occurs in a first order creek of the hydrographic sub-basin Maquiné in the northeastern portion of the state of Rio Grande do Sul. *Paratacus* sp. nov. 2 was also found in a first order creek, but in the city of Morro Grande in the state of Santa Catarina. *Parastacus* sp. nov. 1 is distinguishable by the large and subequal globose chelipeds with the cutting edge of fingers covered by tufts of long and simple setae, setae more abundant in the proximal portion, and

telson subretangular with the distal part acute. *Parastacus* sp. nov. 2 can be recognized by the presence of long and simple setae in the distal portion of carpus. The conservation status of both species was calculated according to the sub-criterion B1 of IUCN red list. The Extent of Occurrence (EOO) was estimated in 301.855 km² for *Parastacus* sp. nov. 1 and 1,037.123 km² for *Parastacus* sp. nov. 2, allowing us to classify these species as “endangered”.

KEY WORDS

Astacidea, Neotropical region, taxonomy, freshwater decapods

INTRODUCTION

Brazil is known for its biodiversity and unique biomes such as the Atlantic Forest, which is considered one of the most biodiverse areas in the world (Mittermeier *et al.*, 2004). The Atlantic Forest occurs along the Brazilian coast, from the state of Piauí (PI) to the state of Rio Grande do Sul (RS). Approximately 88.27 % of its original extension has been lost and only 16,377,472 ha remain (Ribeiro *et al.*, 2009). In its southernmost region, the rivers and lakes are of the Atlantic Forest harbor great aquatic biodiversity, including decapod crustaceans such as freshwater anomuran crabs of the *Aegla* Leach, 1820, true crabs of the family Trichodactylidae, prawns of the families Atyidae and Palaemonidae, and freshwater crayfish including members of the genus *Parastacus* Huxley, 1879 (Melo, 2003).

Parastacus includes eleven species that occur in the southern portion of South America: Argentina, Brazil, Chile and Uruguay (Buckup and Rossi, 1980; 1993; Ribeiro *et al.*, 2016; 2017). The genus has a disjoint distribution, with two species occurring on the plains of the southern Andean region in Chile: *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882) and *P.*

pugnax (Poepigg, 1835) (Philippi, 1882; Poepigg, 1835; Rudolph, 2010; Ribeiro and Araujo, 2017); and nine species distributed in Argentina, southern Brazil and Uruguay: *P. brasiliensis* (von Martens, 1869), *P. caeruleodactylus* Ribeiro & Araujo in Ribeiro *et al.* (2016), *P. defossus* Faxon, 1898, *P. fluviatilis* Ribeiro & Buckup in Ribeiro *et al.* (2016), *P. laevigatus* Buckup & Rossi, 1980, *P. pilimanus* (von Martens, 1869), *P. saffordi* Faxon, 1898, *P. tuerkayi* Ribeiro, Huber & Araujo in Ribeiro *et al.* (2017) and *P. varicosus* Faxon, 1898 (Buckup & Rossi 1980; Ribeiro *et al.*, 2016; 2017).

The aim of this contribution is to describe two new species of *Parastacus* collected from in the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, Brazil. The habitat characterization and the conservation status based on the IUCN Red List criteria are provided for both species.

MATERIAL AND METHODS

Morphological analysis. The type material was deposited in the Museu de Zoologia of the Universidade de São Paulo (MZUSP), São Paulo, Brazil, and in the Carcinological Collection of the Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio do Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brazil. The comparative material is deposited in UFRGS. The drawings were made with the aid of a stereomicroscope fitted with a *camara lucida*. All measurements were performed with vernier caliper with 0.1 mm accuracy and a millimetric ocular on a stereomicroscope. Shape and size of the S2 pleura were defined according to Ribeiro *et al.* (2016). Morphological descriptions are based on Riek (1971), Buckup & Rossi (1980), Hobbs (1987), Morgan (1997), Holdich (2002) and Ribeiro *et al.* (2016; 2017). Branchial count follows Huxley (1879); sex was identified based on the

morphology of the gonopores (Rudolph, 1997). The taxonomic classification follows Crandall & De Grave (2017).

Comparative material analyzed. Brazil, Rio Grande do Sul: *Parastacus brasiliensis* – one female, Morro da Agronomia, Porto Alegre, 26/XI/1975, coll. Bruno (UFRGS 278); one male and one female, Vila Jardim, Porto Alegre, 25/V/1963, coll. N. Klevaco (UFRGS 282); one female, Parque Nacional Morro do Osso, Porto Alegre (30°07'19"S; 51°14'01"W), 2014, coll. K.M. Gomes & A. Kessler (UFRGS 5338); one female, Morro Santana, Porto Alegre, 06/IV/2013, coll. K.M. Gomes (UFRGS 5757); 10/II/2013, coll. K.M. Gomes, F.B. Ribeiro & G.C. Dalló (UFRGS 5861); two males, Viamão, Parque Saint'Hillaire, coll. Edna (UFRGS 279). *Parastacus fluviatilis* – one female, Divisa river, São José dos Ausentes, 3/X/2002, coll. G. Bond-Buckup (UFRGS 2059); one male, Divisa river, Silveira/São José dos Ausentes (28°38'43.91"S; 49°56'27.67"W), 15/V/2013, coll. F.B. Ribeiro & K.M. Gomes (UFRGS 6436); one male, Morro Monte Negro, São José dos Ausentes, 03/X/2002, coll. G. Bond-Buckup (UFRGS 2293). *Parastacus pilimanus* – one female, São Sebastião do Caí, IV/1997, coll. M. Verdade (UFRGS 2191); one male and one female, Estrada do Ligeiro, Maquiné, 02/VIII/1999, coll. F.G. Becker, T. Finker & P. Colombo (UFRGS 6233). *Conservation analysis.* The extinction risk of the new species was defined according to the B1 sub-criterion, sub-items "a" and "b" (IUCN, 2012), which takes into consideration the estimated Extent of Occurrence (EOO). The EOO was calculated in Arcview 9.3 program (ESRI, 2009). The definition of the hydrographic basins follows the Otto Bacias shape method (level 4) (ANA, 2006).

Abbreviations:

SLP = Thoracic Sternite Lateral Processes

S1 = Pleonal Somite 1

S2 = Pleonal Somite 2

TL = Total Length

CL = Carapace Length

CW = Carapace Width

CD = Carapace Depth

CeL = Cephalon Length

RL = Rostral Length

RW = Rostral Width

RCL = Rostral Carina Length

CMW = Cornea Maximum Width

OW = Orbital Width

POCL = Post Orbital Carina Length

FW = Frontal Width

ASL = Antennal Scale Length

ASW = Antennal Scale Width

AreL = Areola Length

AreW = Areola Width

RPrT/LPrT = Right/Left Propodus Thickness

RPrL/LPrL = Right/Left Propodus Length

RPrW/LPrW = Right/Left Propodus Width

RDL/LDL = Right/Left Dactylus Length

RML/LML = Right/Left Merus Length

PL = Pleon Length

PW = Pleon Width

TeL = Telson Length

TeW = Telson Width

The definition of each measurement can be found in Ribeiro *et al.* (2016), with the exception of PL and PW following the definition of pleon by Schram (2013).

Other abbreviations

sni – sex not identified

w/n – without number

Gon – Female Gonopore Maximum Width

SYSTEMATICS

Infraorder Astacidea Latreille, 1802

Superfamily Parastacoidea Huxley, 1879

Genus *Parastacus* Huxley, 1879

***Parastacus* sp. nov. 1**

(Figs. 1-3 and 8)

Parastacus brasiliensis.– Vilella *et al.*, 2004: 22.

Type material. Holotype: male, Brazil, Rio Grande do Sul, Maquiné, Arroio Carvão (UTM 574562/6731725), 23/V/2001, coll. F.S. Vilella (MZUSP 36515). Paratypes: 1 - Brazil, Rio Grande do Sul: one male, Maquiné, Arroio Carvão, 25/X/2001, coll. F.S. Vilella (UFRGS 3581); 2 - one male, Maquiné, Arroio Carvão, 17/VIII/2001, coll. F.S. Vilella (UFRGS 3893); 3 - one female, Maquiné, Arroio Carvão, 17/VIII/2001, coll. F.S. Vilella (UFRGS 3894); 4 - one female, Maquiné, Arroio Carvão, 25/X/2001, coll. F.S. Vilella (UFRGS 3895); 5 - one male, Maquiné, Arroio Carvão, 25/X/2001, coll. F.S. Vilella (UFRGS 3896).

Diagnosis. Narrow cephalon front with a short triangular rostrum. Rostral apex inverted U-shaped with an upward blunt spine. Suborbital angle 90°. Postorbital carinae weakly prominent. Cervical groove weakly V-shaped. Areola narrow, 2.1x as long as wide. Telson with acute distal margin. Mandible with caudal molar process unicuspidate with one cephalodistal cusp, incisive lobe with ten teeth. S2 pleurae low and long with shallow groove parallel to margin. Chelipeds large and globose with the cutting edge of fingers covered by tufts of long and simple setae more abundant in the proximal portion.

Description of the holotype. Rostrum: triangular, longer than wide (RW 89% of RL), short (10% of CL), reaching proximal portion of the second article of the antennular peduncle (Fig. 1A – C). Dorsum straight, apex inverted U-shaped, ending in an upward blunt spine (Fig. 1B, C). Few plumose setae on lateral margins. Rostral carinae almost straight, prominent and narrow, extending back to carapace, surpassing rostral basis (Fig. 1B, C); sides convergent and basis slightly divergent (Fig. 1B).

Cephalon: Carapace lacking spines or tubercles. CeL 63.41% of CL. Eyes small (CMW 65% of OW); suborbital angle 90° and unarmed (Fig. 1C). Front narrow (FW 36% of CW).

Postorbital carinae longer than rostral carinae (RCL 71% of POCL) and weakly prominent. Lateral cephalic edge with sparse setation (Fig. 1A – C).

Thorax: carapace laterally compressed, deep and wide (CD 42% of CL; CW 45% of CL). Cervical groove weakly V-shaped. Branchiocardiac grooves inconspicuous (Fig. 1A). Areola narrow, 2.1x as long as wide (31% of CL) (Fig. 1A).

Pleon: lacking spines or tubercles, short and wide (PL 65% of CL; PW 83.4% of CW), smooth, sparsely covered with small setae on pleural margins (Fig. 1A). Pleural somites with rounded posterior margins. S1 pleurae with a large distal lobe not overlapped by S2 pleurae. S2 pleurae low and long with shallow groove parallel to margin (Fig. 1D, E, F).

Tailfan: telson weakly calcified in the distal margin, subrectangular, longer than wide (TeW 90% of TeL), with small sharp spines on lateral margins; acute distal margin with abundant long plumose setae and short simple setae; dorsal surface with tufts of short setae and inconspicuous dorsomedian longitudinal groove (Fig. 1G). Uropod protopod bilobed, with rounded and unarmed margins; proximal lobe largest (Fig. 1G); exopod lateral margin bears a small and sharp spine, mid-dorsal carina few prominent, ending in a sharp spine; transverse suture (diaeresis) straight, with four dorsolateral spines (outer) and four dorsolateral spines (inner) on right exopod and six dorsolateral spines (outer) and five dorsolateral spine (inner) on the left exopod; endopod, mid-dorsal carina few prominent, ending in a very sharp spine; lateral margin with one sharp spine at level of diaeresis (Fig. 1G).

Epistome: anterolateral section with a blunt conical projection. Posterolateral section smooth and with deep lateral grooves converging to the basis of the anteromedian lobe, and small median circular concavity. Anteromedian lobe pentagonal, as long as wide, apex acute and straight with serrate setae, reaching median part of antepenultimate article of antennal peduncle; dorsal surface straight, and basis with a shallow groove (Fig. 2A).

Thoracic sternites: SLP4 smallest and close to each other, median keel present and not inflated; SLP5 small and close to each other, median keel present and not inflated; SLP6 larger than SLP4 and SLP5 and with a slightly concave surface, median keel inflated; SLP7 largest and with surface slightly concave, median keel inflated, bullar lobes absent; SLP8 small and slightly concave, median keel absent, vertical arms of paired sternopleural bridges close to each other, bullar lobes separated and clearly visible (Fig. 2B, C).

Antennule: internal ventral border of basal article with one small sharp spine (Fig. 2A).

Antenna: when extended back reaching up to the posterior margin of the carapace. Antennal scale widest distally at midlength, reaching midlength of third antennal article, ASW 42.7% of ASL (Fig. 2A, D), lateral margin curved with strong spine and distal margin straight. Coxa with prominent carina above nephropore and a blunt spine laterally displaced. Basis unarmed (Fig. 2A).

Mandible: cephalic molar process molariform, caudal molar process unicuspidate with one cephalodistal cusp. Incisive lobe with ten teeth. The fourth tooth from the anterior margin is the largest (Fig. 2E).

Third maxilliped: ischium, ventral surface partially covered by tufts of long and simple setae (Fig. 2F); dorsal surface glabrous (Fig. 2G). *Crista dentata* bearing 27 and 30 teeth in right and left ischium respectively. Merus ventral surface partially covered by tufts of long and simple setae. Exopod longer than ischium, with flagellum reaching proximal margin of merus (Fig. 2F, G).

First pair of pereopods (chelipeds): large and subequal, globose (RPrT 29.4% of RPrL; LPrT 29.3% of LPrL) (Figs. 1A; 2 H,I). Ischium ventral surface with 17 tubercles. Merus: right merus (RML) 50.5% of propodus length (RPrL); left merus (LML) 53.2% of propodus length (LPrL); ventral surface with two longitudinal series of tubercles: inner series with 16

tubercles, outer 17 and mesial 26, arranged irregularly on right merus; inner series bearing 13 tubercles, outer 16 and mesial 21, arranged irregularly on left merus; dorsal and midventral spine absent. Carpus with dorsomedial surface divided longitudinally by shallow groove (Fig. 1A; Fig. 2I). Internal dorsolateral margin with row of tubercles, distally increasing in size; inner surface with up to nine small mesial tubercles; carpal spine absent (Fig. 2I). Propodus width (RPrW and LPrW) 49.3% of length in right cheliped and 49.5% in left cheliped; dorsal surface of palm with squamose tubercles irregularly distributed (Fig. 2H, I); inner margin without tubercles; ventral surface bearing two rows of squamose tubercles, reaching the beginning of the fixed finger (Fig. 2H). Dactylus: moving subvertically, right dactylus (RDL) 57.6% of propodus length (RPrL), left dactylus (LDL) 57.5% of left propodus (LPrL); dorsal surface without tubercles (Fig. 2I). Cutting edge of fingers covered by tufts of long and simple setae more abundant in the proximal portion (Fig. 2H). Fixed finger and dactylus both bearing seven teeth, the third teeth is the largest. (Fig. 2H, I).

Second pair of pereopods: ventral and dorsal surface of carpus, propodus and dactylus with sparse covering of simple long setae (Fig. 2J).

Gonopores: Presence of both genital apertures on coxae of third and fifth pairs of pereopods. Female gonopores semi-ellipsoidal (maximum diameter 1.46 mm) with a well-calcified membrane. Male gonopores rounded, opening onto apical end of a small, fixed, calcified and truncated phallic papilla, close to inner border of ventral surface of coxae of fifth pair of pereopods. Male cuticle partition present (Fig. 2B).

Branchial count: 20 + epr + r. Branchial arrangement follows the same described by Huxley (1879) and Hobbs (1991) with the epipod of the first maxilliped with rudimentary podobranchial filaments.

Measurements. Holotype male, CL 39.11 mm and TL 74.76 mm. In type series, CL ranging from 12.28 to 39.11 mm (22.42 ± 9.44 mm). FW/CW: 0.37 ± 0.02 (min: 0.35; max: 0.41). RL/RW: 1.2 ± 0.1 (min: 1.08; max: 1.33). MCW/OW: 0.72 ± 0.1 (min: 0.55; max: 0.82). Postorbital carina longer than rostral carina in all specimens. CW/PW: 1.17 ± 0.04 (min: 1.12; max: 1.25). AreW/RW: 1.08 ± 0.26 (min: 0.73; max: 1.46) (Table 1).

Color of living specimens. Rostrum dark brown. Antennal flagellum light brown. Cephalothorax anterior and lateral regions dark brown to reddish brown. Chelipeds brown with dark brown fingers. Pereiopod pairs 2–5 light brown to dark brown. Dorsal pleon and tailfan light brown to reddish brown (Fig. 3C).

Remarks. *Parastacus* sp. nov. 1 is morphologically similar to *P. brasiliensis* by the wide pleon, large chelipeds, rostral apex inverted U-shaped with an upward blunt spine and pentagonal anteromedian lobe of epistome. *Parastacus* sp. nov. 1 is also similar to *P. fluviatilis* and *P. pilimanus* in having the cutting edge of fingers covered by tufts of long and simple setae (Fig. 7). *Parastacus* sp. nov. 1 differs from all other *Parastacus* species by the large and globose chelipeds with tufts of plumose setae in the cutting edge of fingers, which are more abundant proximally (Fig. 7A) and telson subrectangular with acute distal margin (Fig. 1A, G). It was observed that the distal margin of telson is rounded in smallest specimens (Paratype 1 – 5; Table 1). All specimens are intersexed. In males paratypes, the female gonopores are semi-ellipsoidal (average of the maximum diameter 1.76mm) covered by a calcified membrane. The male gonopores are similar in all type material.

Habitat and Ecology. Carvão stream is included in the Serra Geral Biological Reserve (Vilella *et. al.*, 2004), with headwaters located about 800 m above sea level (a.s.l) (Fig. 3A,B). This stream is nearly 3.5 km of length with a catchment area of approximately 6 km² and the margins are surrounded by riparian vegetation including *Araucaria angustifolia* (Bertol.)

Kuntze 1898 and grasslands (Araucaria Forest province) (IBGE, 1990; Sydow *et. al.*, 2008; Vilella *et. al.*, 2004; Morrone, 2014). The substrate of the creek is basaltic with arenite in the lower portions (Vilella *et. al.*, 2004) (Fig. 3A,B). Data concerning burrow morphology are not available.

Distribution. *Parastacus* sp. nov. 1 is so far recorded in Carvão stream in the municipality of Maquiné, state of Rio Grande do Sul, southern Brazil (Fig. 8).

Conservation status. The EOO was estimated at approximately 301.885 km² (Fig. 8), indicating that this species can be included in the Endangered – EN category, in which the EOO is less than 5,000 km² (IUCN, 2012). The species is categorized as EN under the subitem "a": for an EOO, which is severely fragmented; and subitem "b" (iii) : continuing decline in quality of habitat. Both subitems are compatible with the threats existing in the species occurrence area: a small fragment of a stream with approximately 6 km² of catchment area (Vilella *et. al.*, 2004). The region of Maquiné basin is impacted mainly through the substitution of natural vegetation by agriculture (Becker *et. al.*, 2004). Conservation in the Maquiné basin is of fundamental importance since the region constitutes the southern limit of dense Ombrophylous Forest (Atlantic Forest) and all associated animals and plants (Becker *et. al.*, 2004; Bencke & Kindel, 1999). We suggest therefore that the conservation status of this species be classified as ENDANGERED B1ab(iii).

***Parastacus* sp. nov. 2**

(Figs. 4-8)

Type material. Holotype: male, Brazil, Santa Catarina, Morro Grande, Bacia do Rio Araranguá (28°41'57.44"S 49°48'8.81"W), 20/VIII/2015, col. C. Feltrin & F.H. Llanos (MZUSP 36516). Paratypes: 1 – Brazil, Santa Catarina: one female, same data as holotype (UFRGS 6303); 2A and 2B – two males, same data as holotype (UFRGS 6304); 3 – one female, same data as holotype (UFRGS 6305); 4 – one male, same data as holotype (UFRGS 6306); 5 – one juvenile, same data as holotype (UFRGS 6506).

Diagnosis. Wide front with a short triangular rostrum. Rostral apex inverted U-shaped and unarmed. Suborbital angle > 90°. Postorbital carinae weakly prominent. Cervical groove weakly V-shaped. Areola wide, 2.5 x as long as wide. Mandible with caudal process bicuspidate with one cephalodistal cusp and one small distoproximal cusp. Incisive lobe with nine teeth. The first tooth from the anterior margin is the largest. S2 pleurae low and short with shallow groove parallel to margin. Epistome with the anteromedian lobe heptagonal, as long as wide. Antennal scale lateral margin curved with a very strong terminal spine. Distal portion of the cheliped carpus with tufts of long and simple setae. Chelipeds laterally flattened with the cutting edge of the fingers densely covered by setae.

Description of the holotype. Rostrum: triangular, wider than long (RL 64.86% of RW), short (8.87% of CL), reaching the proximal portion of the second article of the antennular peduncle (Fig. 4A–C). Dorsum apex inverted “U”-shaped, apex lacking spine (Fig. 4B, C). Few plumose setae on lateral margins. Rostral sides convergent and rostral basis parallel. Carinae almost straight, prominent and large, extending back to carapace, surpassing rostral basis (Fig. 4B, C).

Cephalon: Carapace lacking spines or tubercles. CeL 65.1% of CL. Eyes large (CMW 81.9% of OW); suborbital angle $>90^\circ$, unarmed (Fig. 4A–C). Front wide (FW 49.2% of CW). Postorbital carinae longer than rostral carinae (RCL 57.5% of POCL) and weakly prominent. Lateral cephalic edge with sparse setation (Fig. 4A–C).

Thorax: carapace laterally compressed, deep and narrow (CD 51 % of CL; CW 40% of CL). Cervical groove weakly V-shaped (Fig. 4A). Branchiocardiac grooves conspicuous (Fig. 4A). Areola wide, 2.5x as long as wide (34.8% of CL) (Fig. 4A).

Pleon: lacking spines or tubercles, short and wide (AL 72.3% of CL; AW 92% of CW), smooth, sparsely covered with small setae on pleural margins (Fig. 4A). Pleural somites with rounded posterior margins. S1 pleurae with a large distal lobe overlapped by S2 pleurae. S2 pleurae low and short with shallow groove parallel to margin (Fig. 4D).

Tailfan: telson weakly calcified in the distal portion, subrectangular, longer than wide (TeW 81.7% of TeL), with inconspicuous sharp spines on lateral margins; rounded distal margin with abundant long plumose setae and short simple setae. Dorsal surface with tufts of short setae and inconspicuous dorsomedian longitudinal groove (Fig. 4G). Uropod protopod bilobed, with rounded and unarmed margins; proximal lobe largest; exopod lateral margin bears a small and sharp spine, mid-dorsal carina few prominent, ending in a sharp spine; transverse suture (diaeresis) straight, with three dorsolateral spines (outer) and two dorsolateral spines (inner) on right exopod and two dorsolateral spines (outer) and three dorsolateral spine (inner) on the left exopod; endopod, mid-dorsal carina few prominent, ending in a very sharp spine; lateral margin with one sharp spine at level of diaeresis (Fig. 4G).

Epistome: anterolateral section with a sharp conical projection. Posterolateral section smooth and with deep lateral grooves converging to the basis of the anteromedian lobe, and large

median circular concavity. Anteromedian lobe heptagonal, as long as wide, apex acute and straight, reaching the median part of antepenultimate article of antennal peduncle; dorsal surface straight, and basis with a shallow groove (Fig. 5A).

Thoracic sternites: SLP4 smallest and close to each other, median keel present and not inflated; SLP5 small and close to each other, median keel present and not inflated; SLP6 larger than SLP4 and SLP5, separated to each other and with a slightly concave surface, median keel not inflated; SLP7 largest, close to each other and with surface slightly concave, median keel not inflated, bullar lobes absent; SLP8 larger than SLP4, SLP5 and SLP6 and with a slightly concave, median keel absent, vertical arms of paired sternopleural bridges close to each other, bullar lobes close to each other and clearly visible (Fig. 5B, C).

Antennule: internal ventral border of basal article with small sharp spine (Fig. 5A).

Antenna: when extended back reaching up to the posterior margin of the carapace; antennal scale widest distal at midlength, almost reaching the end of third antennal article, ASW 59% of ASL (Fig. 5A, D), lateral margin curved with a very strong terminal spine and distal margin emarginated. Coxa with prominent carina and blunt spine above nephropore. Basis unarmed (Fig. 5A).

Mandible: cephalic molar process molariform, caudal molar process bicuspidate with one cephalodistal cusp and one small distoproximal cusp. Incisive lobe with nine teeth. The first tooth from the anterior margin is the largest (Fig. 5E).

Third maxilliped: ischium, ventral surface covered by tufts of long and simple setae (Fig. 5F), dorsal surface glabrous (Fig. 5G), *crista dentata* bearing 23 and 24 teeth in right and left ischium respectively. Merus ventral surface follows the same pattern that of ischium. Exopod longer than ischium, with flagellum reaching proximal margin of merus (Fig. 5F, G).

First pair of pereopods (chelipeds): laterally flattened and subequal (RPrT 30.1% of RPrL; LPrT 31.8% of LPrL) (Fig. 4A; 7H, I). Ischium ventral surface with 13 tubercles. Merus: right merus (RML) 50.2% of propodus length (RPrL); left merus (LML) 54.2% of propodus length (LPrL); ventral surface with two longitudinal series of tubercles: inner series with 13 tubercles, outer 13 and mesial 12, arranged irregularly on right merus; inner series bearing 13 tubercles, outer 13 and mesial 13, arranged irregularly on left merus; dorsal and midventral spines absent. Carpus with dorsomedial surface divided longitudinally by shallow groove and the distal margin covered with tufts of long and simple setae (Fig. 4A; 7H, I); internal dorsolateral margin without tubercles; inner surface without tubercles; carpal spine absent (Fig. 5I). Propodus width (RPrW and LPrW) 47.7% of length in right cheliped and 49.8% in left cheliped; dorsal surface of palm with squamose tubercles irregularly distributed (Fig. 5H, I); inner margin without tubercles; ventral surface bearing two rows of squamose tubercles, reaching the beginning of the fixed finger (Fig. 5H). Dactylus: moving subvertically, right dactylus (RDL) 51.9% of propodus length (RPrL), left dactylus (LDL) 58.2% of left propodus (LPrL); dorsal surface without tubercles (Fig. 5I). Cutting edge of fingers densely covered by tufts of long and simple setae. Fixed finger and dactylus bearing eight teeth, being the fourth teeth the largest. (Fig. 5H, I).

Second pair of pereopods: ventral and dorsal surface of carpus, propodus and dactylus with sparse covering of simple and long setae (Fig. 5J).

Gonopores: Presence of both genital apertures on coxae of third and fifth pairs of pereopods. Female gonopores semi-ellipsoidal (maximum diameter 1.69 mm) with a well-calcified membrane. Male gonopores rounded, opening onto apical end of a small, fixed, calcified and truncated phallic papilla, close to inner border of ventral surface of coxae of fifth pair of pereopods. Male cuticle partition present (Fig. 5B).

Branchial count: 20 + epr + r. Branchial arrangement follows the same described by Huxley (1879) and Hobbs (1991) with the epipod of the first maxilliped with rudimentary podobranchial filaments.

Measurements. Holotype male, CL 21.63 mm and TL 44.78 mm. In type series, CL ranging from 12.90 to 33.54 mm (22.65 ± 7.76 mm). FW/CW: 0.46 ± 0.06 (min: 0.35; max: 0.56). RL/RW: 1.22 ± 0.1 (min: 0.76; max: 1.54). MCW/OW: 0.82 ± 0.1 (min: 0.69; max: 0.96). Postorbital carina longer than rostral carina in all specimens analyzed. CW/PW: 1.10 ± 0.07 (min: 0.08; max: 1.25). AreW/RW: 1.15 ± 0.25 (min: 1.00; max: 1.65) (Table 2).

Color of living specimens. Rostrum dark brown. Antennal flagellum light brown. Cephalothorax anterior and lateral regions dark reddish brown to light reddish brown. First pair of pereopods dark reddish brown dorsally and reddish brown in ventral and lateral surfaces. Dactylus dark reddish brown in the proximal portion and reddish brown distally. Pereiopod pairs 2–5 light reddish brown to reddish brown. Dorsal pleon and tailfan reddish brown (Fig. 6C).

Remarks. *Parastacus* sp. nov. 2 is morphologically similar to *Parastacus* sp. nov. 1 in having the rostral apex inverted U-shaped and short rostral carinae. *Parastacus* sp. nov. 2 is also similar to *Parastacus* sp. nov. 1, *P. fluviatilis* and *P. pilimanus* by the presence of tufts of long and simple setae in the cutting edge of fingers of chelipeds (Fig. 7). *Parastacus* sp. nov. 2 differs from all other *Parastacus* spp. by the the epistome anteromedian lobe heptagonal, as long as wide (Fig 5A), antennal scale lateral margin curved with a very strong terminal spine (Fig. 5D), mandible incisive lobe with the first tooth from the anterior margin being the largest and the presence of tufts of long and simple setae in the distal portion of carpus (Fig. 5I). All specimens are intersexed. In males paratypes the female gonopores are semi-

ellipsoidal (average maximum diameter 1.69 mm) covered by a calcified membrane (Fig. 5B). The male gonopores are similar in all type material.

Habitat and Ecology. All animals were collected in the headwaters of Manoel Alves stream which is considered a first order stream. Based on photographs (Fig. 6A, B), it is possible to infer that the margins are surrounded by riparian vegetation, gravel and rocks probably from basaltic origin. Data concerning burrow morphology are not available.

Distribution. *Parastacus* sp. nov. 2 is so far recorded in the headwater of Manoel Alves stream in the municipality of Morro Grande, state of Santa Catarina, southern Brazil (Fig. 8).

Conservation status. The EOO was estimated at approximately 1,037.123 km² (Fig. 8), indicating that this species can be included in the Endangered – EN category, in which the EOO is less than 5,000 km² (IUCN, 2012). The species is categorized as EN under subitem "a" for an EOO, which is severely fragmented; and subitem "b" (iii): continuing decline in quality of habitat. The region of Araranguá River basin is target of industrial and agricultural waste (Araújo *et. al.*, 1989). The Araranguá River basin is recognized as an endemic area of fish species (Malabarba & Isaia, 1992; Reis & Schaefer, 1998), as *Hollandichthys taramandahy* Bertaco & Malabarba, 2013 (Lambari-striped). Unfortunately, the area shows high level of anthropogenic disturbances, as the deforestation of riparian forest (Bertaco & Malabarba, 2013). For the reasons above, we suggest that the conservation status of *Parastacus* sp. nov. 2 be classified as ENDANGERED B1ab(iii).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for the scholarship granted to A.F. Huber and for the fellowship granted to P. B. Araujo (PQ 305900/2014-5), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) that provided a Doctorate Scholarship to F.B. Ribeiro. We also would like to thank Dra. Kelly Martinez Gomes for the help in conservation analysis, Dr. Fábio Silveira Vilella for the photographs of *Parastacus* sp. nov. 1 and Caio Roberto Magagnin Feltrin for collecting the specimens and the photographs of *Parastacus* sp. nov. 2.

REFERENCES

- ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). 2006. Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos: versão 1.11. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Gestão da Informação, Brasília, 29 p.
- Araújo, N. B.; Mosimann, R. M. S. and Fernandes, L. F. 1989. Contribution to knowledge of the diatoms from the mouth of the Araranguá river. *Ínsula*, Florianópolis, N° 19: 305 – 334.
- Becker, F.G.; Irgang, G.V.; Hasenack, H.; Vilella, F.S. and Verani, N.F. 2004. Land cover and conservation state of a region in the southern limit of the Atlantic Forest (river Maquiné basin, Rio Grande do Sul, Brazil). *Brazil Journal of Biology*, 64(3B): 569 – 582.
- Bencke, G. A. and Kindel, A. 1999. Bird counts along an altitudinal gradient of Atlantic forest in northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. *Ararajuba*, 7: 91-107.
- Bertaco, V.A. and Malabarba, L.R. 2013. A new species of the characid genus *Hollandichthys* Eigenmann from coastal rivers of southern Brazil (Teleostei: Characiformes) with a discussion on the diagnosis of the genus. *Neotropical Ichthyology*, 11(4): 767-778.

- Buckup, L. and Rossi, A. 1980. O Gênero *Parastacus* no Brasil (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 40(4): 663–681.
- Buckup, L. and Rossi, A. 1993. Os Parastacidae do espaço meridional andino (Crustacea, Astacidea). *Revista Brasileira de Biologia*, 53(2): 167–176.
- Buckup, L. 2003. Família Parastacidae. In: Melo, G.A.S. de (Org.), Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. Loyola, São Paulo, 117–141.
- Crandall, K. A. & De Grave, S. 2017. An updated classification on the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidae) of the world, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology*, 37: 615-653.
- De Grave, S.; Pentcheff, N.D.; Ahyong, S.T.; Chan, T.Y.; Crandall, K.A.; Dworschak, P.C.; Felder, D.L.; Feldmann, R.M.; Fransen, C.H.J.M.; Goulding, L.Y.D.; Lemaitre, R.; Low, M.E.Y.; Martin, J.W.; Ng, P.K.L.; Schweitzer, E.; Tan, S.H.; Tshudy, D. and Wetzer, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, Supl. 21: 1–109.
- ESRI. 2009. ArcGIS Desktop: Release 9.3. Environmental Systems, Research Institute Redlands, CA.
- Faxon, W. 1898 Observations on the Astacidae in the United States National Museum and in the Museum of Comparative Zoology, with descriptions of new species. Proceedings of the United States National Museum, 20, 642–694. <http://dx.doi.org/10.5479/si.00963801.20-1136.643>.
- Hobbs, H. H. Jr. 1942. *The crayfishes of Florida*. University of Florida Press, Gainesville, FL.
- Hobbs, H.H. Jr. 1987. A review of the crayfish genus *Astacoides* (Decapoda: Parastacidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 443: 1–50.
- Hobbs, H.H. Jr. 1991. A new generic assignment for a South American crayfish (Decapoda, Parastacidae) with revised diagnoses of the South American genera and comments on the

- parastacid mandible. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 104 (4): 800-811.
- Holdich, D.M. 2002. *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science, Oxford, 702 pp.
- Huxley, T.H. 1879. On the classification and the distribution of the crayfishes. *Proceedings of the Zoological Society of London 1878*: 752-788.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1990. Geografia do Brasil; Região Sul. Rio de Janeiro, 419p.
- IUCN - International Union for Conservation of Nature. 2012. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1, Second edition. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, 32 p.
- Leach, W.E. 1820. Galatéadées. In: Levrault, F.G. (Ed.), *Dictionnaire des Sciences Naturelles*, 18: 49-56.
- Malabarba, L. R. & Isaia, E. A., 1992. The fresh water fish fauna of the rio Tramandaí drainage, Rio Grande do Sul, Brazil, with a discussion of its historical origin. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Série Zoologia*, 5: 197-223.
- Martens, E. von. 1869. Südbrazilianische Süß-und Brackwasser-Crustaceen nach den Sammlungen des Dr. Reinh. Hensel. *Archiv für Naturgeschichte*, 35 (1): 1–37.
- Melo, G. A. S. 2003. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. Universidade de São Paulo, Ed. Loyola. 430 p.
- Mittermeier, R.A.; Gil P.R.; Hoffmann M.; Pilgrim J.; Brooks T.; Mittermeier C.G.; Lamoreux J. and Fonseca G.A.B.. 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. CEMEX/Agrupación Sierra Madre. 432 p.
- Morgan, G.J. 1997. Freshwater crayfish of the genus *Euastacus* Clark (Decapoda: Parastacidae) from New South Wales, with a key to all species of the genus. *Records of the Australian Museum, Supplement*, 23: 1–110.

- Morrone, J.J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782 (1): 1–110.
- Philippi, R.A. 1882 Zoología chilena. Sobre los Astacus. *Anales de la Universidad de Chile*, 61: 624–628.
- Poepigg, E. 1835. Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonas strome, während der Jahre 1827-1832, Vol. 1. Fleischer und Hinrichs, Leipzig, 18:466 p.
- Reis, R. E. and Schaefer, S. A., 1998. New cascudinhos from Southern Brazil: Systematics, Endemism, and Relationships (Siluriformes, Loricariidae, Hypoptopomatinae). *American Museum Novitates*, 3254: 1-25.
- Ribeiro, F.B.; Buckup, L.; Gomes, K.M. and Araujo, P.B. 2016. Two new species of South American freshwater crayfish genus *Parastacus* Huxley, 1879 (Crustacea: Decapoda: Parastacidae). *Zootaxa*, 4158(3): 301–324.
- Ribeiro, F.B.; Huber, A.F.; Schubart, D. and Araujo, P.B. 2017. A new species of *Parastacus* Huxleys, 1879 (Crustacea, Decapoda, Parastacidae) from a swap forest in southern Brazil. *Nauplius*, 25 (e2017008): 1–13.
- Ribeiro, F.B. and Araujo, P.B. 2017. Designation of a neotype for *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882) (Crustacea: Decapoda: Parastacidae). *Zootaxa*, 4338 (2): 393–400.
- Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P.; Martensen, A.C.; Ponzoni, F.J. and Hirota, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141–1153.
- Riek, E.F. 1971. The freshwater crayfishes of South America. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 84 (16): 129–136.
- Riek, E.F. 1972. The Phylogeny of the Parastacidae (Crustacea: Astacoidea) and description of a new genus of Australian Freshwater crayfishes. *Australian Journal of Zoology*, 20: 369–389.

- Rudolph, E.H. 1997. Aspectos fisicoquímicos del hábitat y morfología de las galerías del camaron excavador *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882) (Decapoda, Parastacidae) en el sur de Chile. *Gayana Zoológica*, 61(2): 97–108.
- Rudolph, E.H. 2010. Sobre la distribución geográfica de las especies chilenas de Parastacidae (Crustacea: Decapoda: Astacidea). *Boletín de Biodiversidad de Chile*, 3, 32–46.
- Rudolph, E.H. and Verdi, A. 2010. Intersexuality in the burrowing crayfish *Parastacus pilimanus* (von Martens, 1869) (Decapoda: Parastacidae). *Crustaceana*, 83 (1): 73–87.
- Schram, F.R. 2013. Comments on crustacean biodiversity and disparity of body plans. In: Watling, L. and Thiel, M. *The natural history of the Crustacea: Functional morphology & diversity*. Oxford University Press, 500p.
- Sydow, V.G.; Vilella, F.S.; Hartz, S.M. and Rodrigues, G.G., 2008. Ichthyocladus (Diptera, Chironomidae) on loricariid fishes in Atlantic Forest streams: influence of host size and corporal region on larval attachment. *Acta Limnol. Bras.*, vol. 20 (4): 333-337.
- Vilella, F.S.; Becker, F.G.; Hartz, S.M. and Barbieri, G. 2004. Relation between environmental variables and aquatic megafauna in a first order stream of the Atlantic Forest, southern Brazil. *Hydrobiologia*, 528: 17-30.

Figure captions

Fig. 1. *Parastacus* sp. nov. 1. Holotype. A, *habitus* dorsal view; B, cephalon dorsal view; C, cephalon lateral view; D, female pleon (UFRGS 3895); E, male first and second pleonal pleura; F, female first and second pleonal pleura (UFRGS 3895); G, tailfan dorsal view. Scale bars: A – 1 cm; B, C, D and G – 5 mm; E and F – 3.33mm.

Fig. 2. *Parastacus* sp. nov. 1. Holotype and paratypes. A, epistome (holotype); B, thoracic sternites and gonopores (holotype); C, thoracomere 8, caudal view (holotype); D, antennal scale lateral view (paratype 4); E, mandible (paratype 4); F, third maxilliped ventral view (paratype 4); G, third maxilliped dorsal view (paratype 4); H, first pereopod lateral view (holotype); I, first pereopod dorsal view (holotype); J, second pereopod lateral view (holotype). Scale bars: A – 3.3 mm; B, H, I and J – 5 mm; C and D – 1.6 mm; F and G – 2.50 mm and E – 2.00 mm.

Fig. 3. *Parastacus* sp. nov. 1. Habitat and living specimens. A and B, Typical habitat, a first order stream at Maquiné, state of Rio Grande do Sul. C, living specimen, *habitus* dorsal view. Photographs by Fábio S. Vilella. No available information of scale of photograph C.

Fig. 4. *Parastacus* sp. nov. 2. Holotype. A, *habitus* dorsal view; B, cephalon dorsal view; C, cephalon lateral view; D, female pleon, dorsal view (UFRGS 6303); E, male first e second pleonal pleura; F, female first and second pleonal pleura (UFRGS 6303); G, telson and uropods dorsal view. Scale bars: A, D and F – 1 cm; E - 5 mm; C and G – 3.33 mm and B – 2.50 mm.

Fig. 5. *Parastacus* sp. nov. 2. Holotype and paratypes. A, epistome (holotype); B, thoracic sternites and gonopores (holotype); C, thoracomere 8, caudal view (holotype); D, antennal scale lateral view (UFRGS 6303); E, mandible (UFRGS 6303); F, third maxilliped ventral view (UFRGS 6303); G, third maxilliped dorsal view (UFRGS 6303); H, first pereopod

lateral view (holotype); I, first pereopod dorsal view (holotype); J, second pereopod lateral view (holotype). Scale bars: B, C, H and J – 5 mm; F, G and I – 3.33 mm; A and E – 2.50 mm and D – 2.00 mm.

Fig. 6. *Parastacus* sp. nov. 2. Habitat. A and B, Typical habitat, a first order stream in the municipality of Morro Grande, state of Santa Catarina; C, living specimen. Photographs by Caio R. M. Feltrin.

Fig. 7. Comparative board of the chelipeds of all the species of genus *Parastacus* with pilous cutting edge of fingers. A – *P. Parastacus* sp. nov. 1 (Holotype); B – *Parastacus* sp. nov. 2 (Holotype); C – *P. fluviatilis* Ribeiro & Buckup in Ribeiro *et al.* (2016) (UFRGS 2704); D – *P. pilimanus* (von Martens, 1869) (UFRGS 2413, CL 38.74). Scale bars: A, B, C and D – 1 cm.

Fig. 8. Distribution of *Parastacus* sp. nov. 1 (black star) and *Parastacus* sp. nov. 2 (black triangle) in the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, southern Brazil.

Table 1. Measurements (mm) of type series of *Parastacus* sp. nov. 1. For abbreviations see Material and Methods section.

	Holotype (MZUSP 36515)	Paratype 1 (UFRGS #3581)	Paratype 2 (UFRGS #3893)	Paratype 3 (UFRGS #3894)	Paratype 4 (UFRGS #3895)	Paratype 5 (UFRGS #3896)
Sex	M	M	M	F	F	M
TL	74.76	49.03	30.77	31.05	47.24	46.42
CL	39.11	23.76	14.5	12.28	22.62	22.27
CW	17.59	9.6	6.28	6.5	8.96	9.59
CD	16.38	13.48	7.39	8.41	12.23	12.42
CSL	24.8	16.35	10.29	10.58	15.29	14.36
RL	4.39	3.3	2.23	2.48	2.53	2.86
RW	3.91	2.48	1.84	1.87	2.34	2.43
CMW	1.41	1.24	0.79	0.9	1.23	1.11
OW	2.17	1.62	1.43	1.12	1.5	1.49
FW	6.34	3.66	2.35	2.69	3.49	3.45
RCL	6.08	4.16	2.65	2.31	3.65	3.65
POCL	8.58	5.18	3.67	3.25	4.86	4.68
ASL	4.42	3.26	1.8	1.81	2.68	2.43
ASW	1.89	1.54	1.03	0.99	1.41	1.39
AuL	12.06	6.03	3.66	4.07	5.93	6.11
AuW	5.73	2.31	1.36	2.16	2.2	3.12
PW	14.68	8.43	4.99	5.76	7.69	8.23
PL	25.4	20.4	13.45	11.54	17.88	16.22
RPrT	9.39	4.47	3.12	1.46	5.06	3.74
RPrL	31.92	18.18	10.01	5.8	16.94	13.65
RPrW	15.75	7.99	4.78	1.78	8.7	6.78
RML	16.12	10.05	5.32	4.52	9.52	8.95
RDL	18.38	10.37	5.68	3.45	9.64	7.98
LPrT	9.34	6.08	2.93	3.43	4.69	5.87
LPrL	31.89	21.19	10.28	11.52	16.11	18.44
LPrW	15.77	9.59	4.71	5.39	8.22	8.88
LML	16.96	11.17	5.74	6.89	9.83	9.67
LDL	18.34	11.71	6.04	6.09	8.66	9.86
TeL	10.8	6.98	3.98	4.61	6.46	6.47
TeW	9.73	6	3.76	3.57	5.56	5.46
Gon	1.76	1.13	0.37	0.58	1.08	1.11

Table 2. Measurements (mm) of type series of *Parastacus sp. nov. 2*.

	Holotype (MZUSP 36516)	Paratype 1 (UFRGS 6303)	Paratype 2A (UFRGS 6304)	Paratype 2B (UFRGS 6304)	Paratype 3 (UFRGS 6305)	Paratype 4 (UFRGS 6306)	Paratype 5 (UFRGS 6506)
Sex	M	F	M	M	F	M	Juv
TL	44.78	64.62	38.57	43.53	65.17	32.61	25.62
CL	21.63	33.54	18.87	21.87	32.70	17.10	12.90
CW	8.66	13.97	7.40	9.17	12.95	6.18	4.80
CD	11.04	17.05	9.55	10.98	16.37	8.53	6.38
CSL	14.08	22.37	12.36	14.17	22.16	11.03	8.76
RL	1.92	3.35	1.87	2.19	3.65	1.69	1.99
RW	2.96	4.34	2.22	2.37	3.80	2.06	1.52
CMW	1.13	1.60	0.96	1.25	1.62	0.96	0.77
OW	1.38	2.16	1.39	1.34	1.96	1.00	1.02
FW	4.26	4.93	3.64	4.20	6.01	3.37	2.71
RCL	2.80	4.20	2.80	3.49	4.17	2.84	2.17
POCL	4.87	5.68	4.14	3.39	8.09	4.58	4.45
ASL	2.61	4.12	2.37	2.86	4.81	2.09	2.06
ASW	1.54	1.90	1.12	1.26	1.92	1.09	0.81
AuL	7.54	9.00	6.21	7.72	10.81	6.37	3.91
AuW	3.01	4.96	2.23	3.93	4.15	2.06	1.62
PW	7.97	11.15	17.91	8.19	12.14	5.92	4.45
PL	15.63	25.24	13.79	16.18	31.62	12.29	9.59
RPrT	5.40	-	3.76	3.78	-	3.44	1.35
RPrL	17.95	-	12.73	14.32	-	12.53	6.73
RPrW	8.57	-	6.21	6.59	-	5.73	2.51
RML	9.02	-	7.96	8.34	-	7.34	470
RDL	9.32	-	7.51	8.50	-	6.78	3.92
LPrT	5.35	9.43	3.69	5.99	-	3.58	1.87
LPrL	16.81	33.12	13.02	17.03	-	12.93	7.63
LPrW	8.38	13.89	6.24	8.76	-	6.31	3.12
LML	9.11	16.60	8.13	9.32	-	7.20	5.24
LDL	9.79	18.62	7.26	8.37	-	7.12	4.75
TeL	6.40	9.21	5.56	6.29	9.75	4.68	3.86
TeW	5.23	8.04	4.64	5.52	8.02	4.08	3.00
Gon	1.22	1.69	0.92	1.3	1.64	0.78	0.47

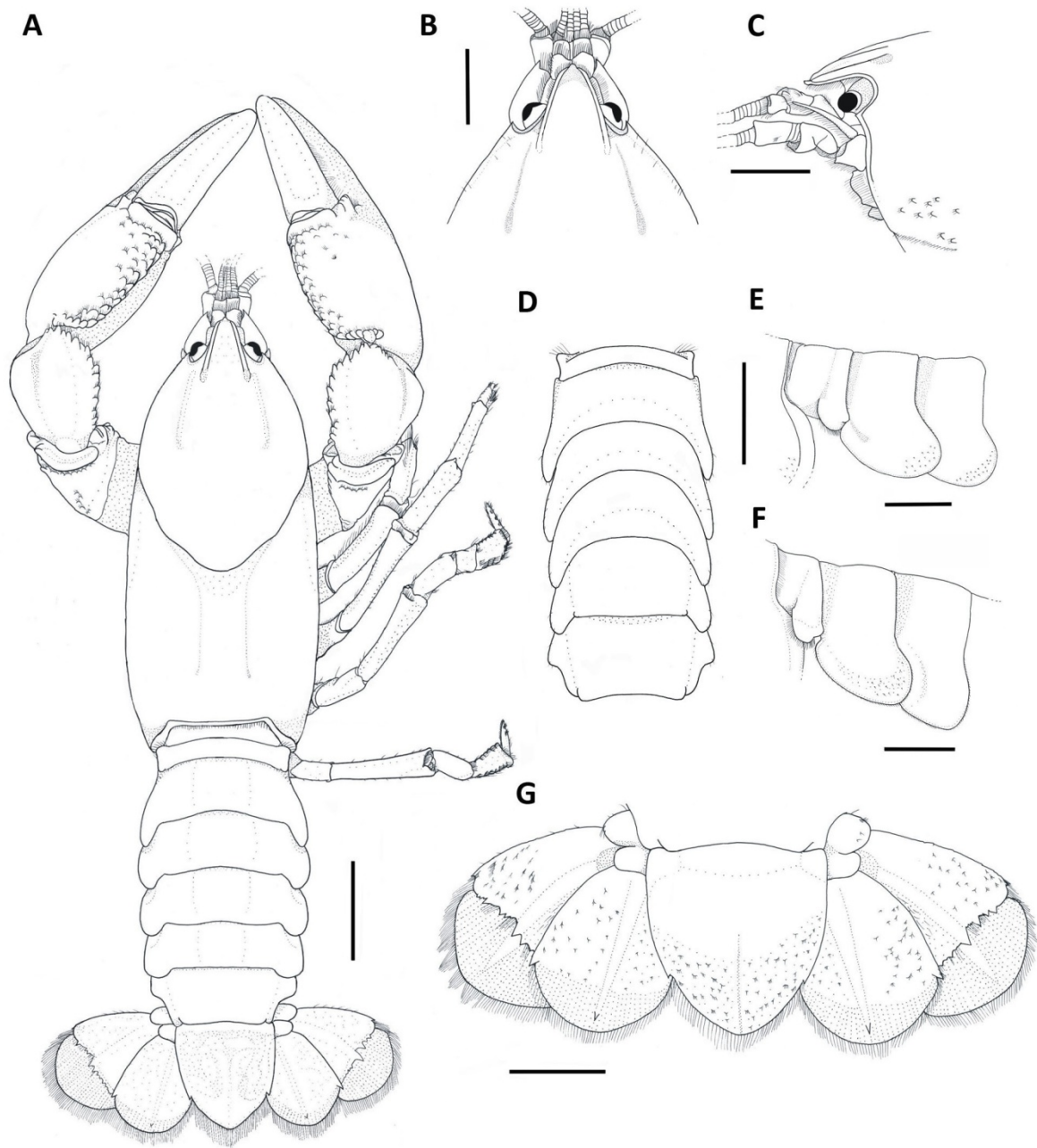


Figure 1

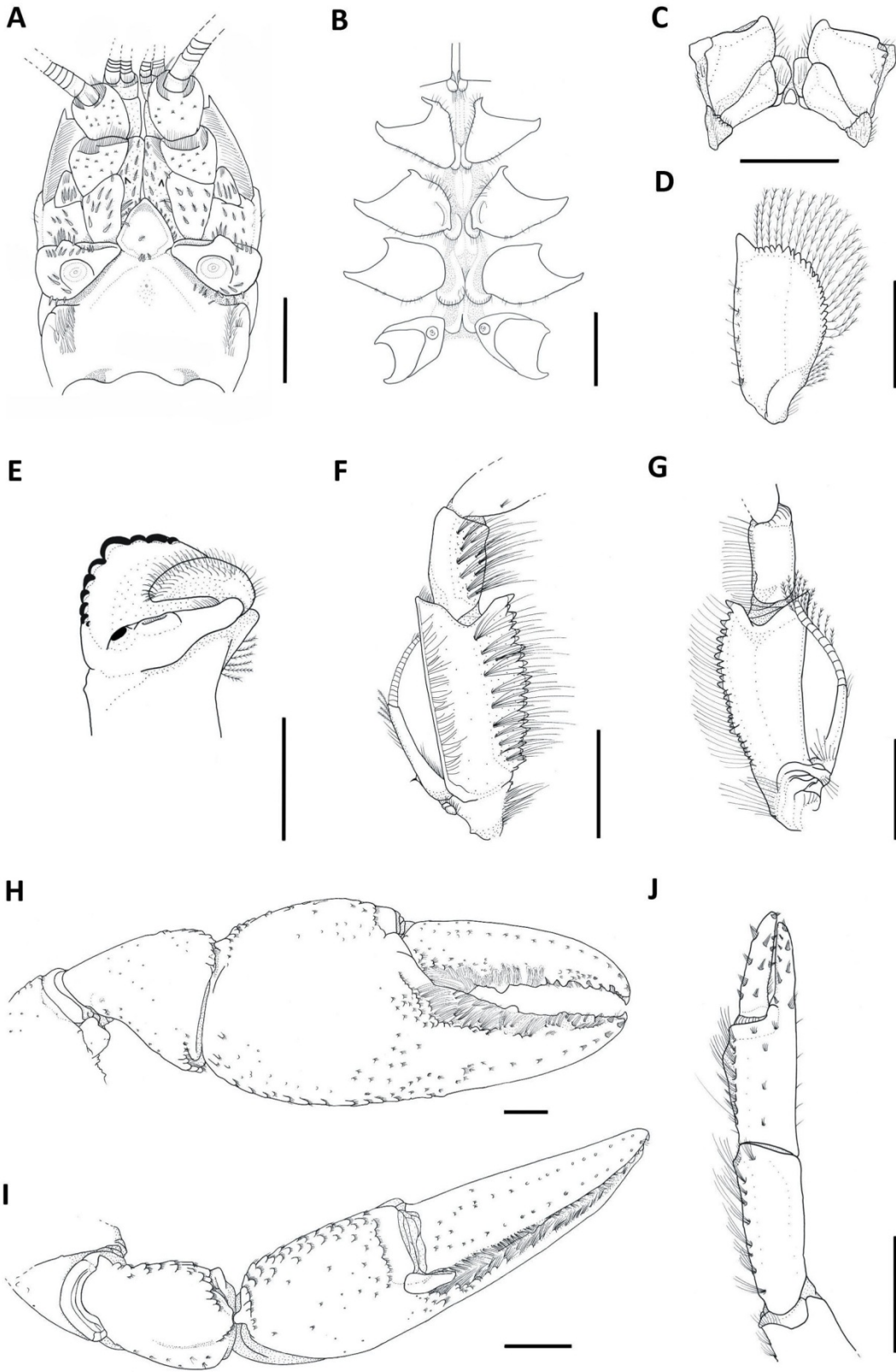


Figure 2



C



Figure 3

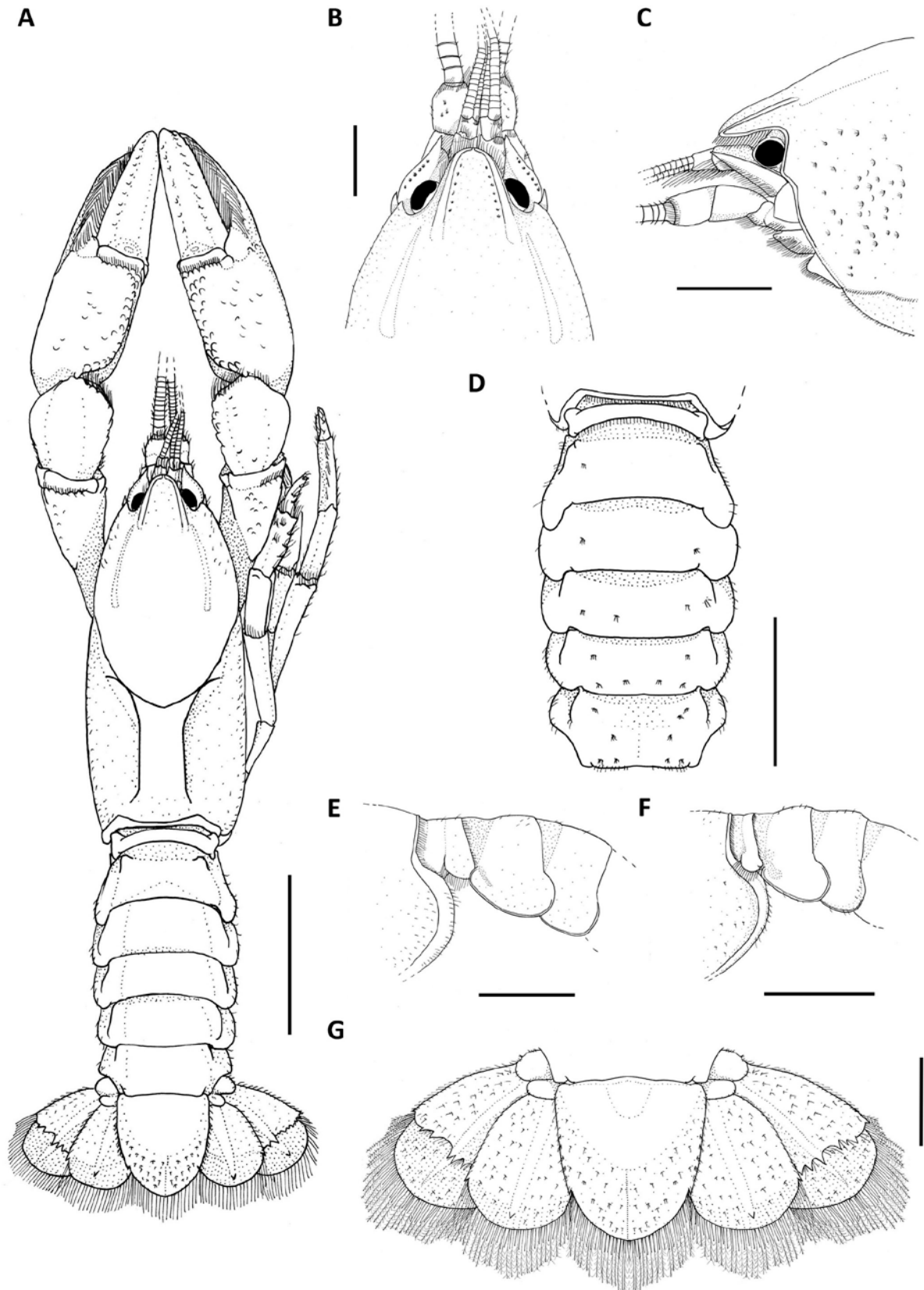


Figure 4

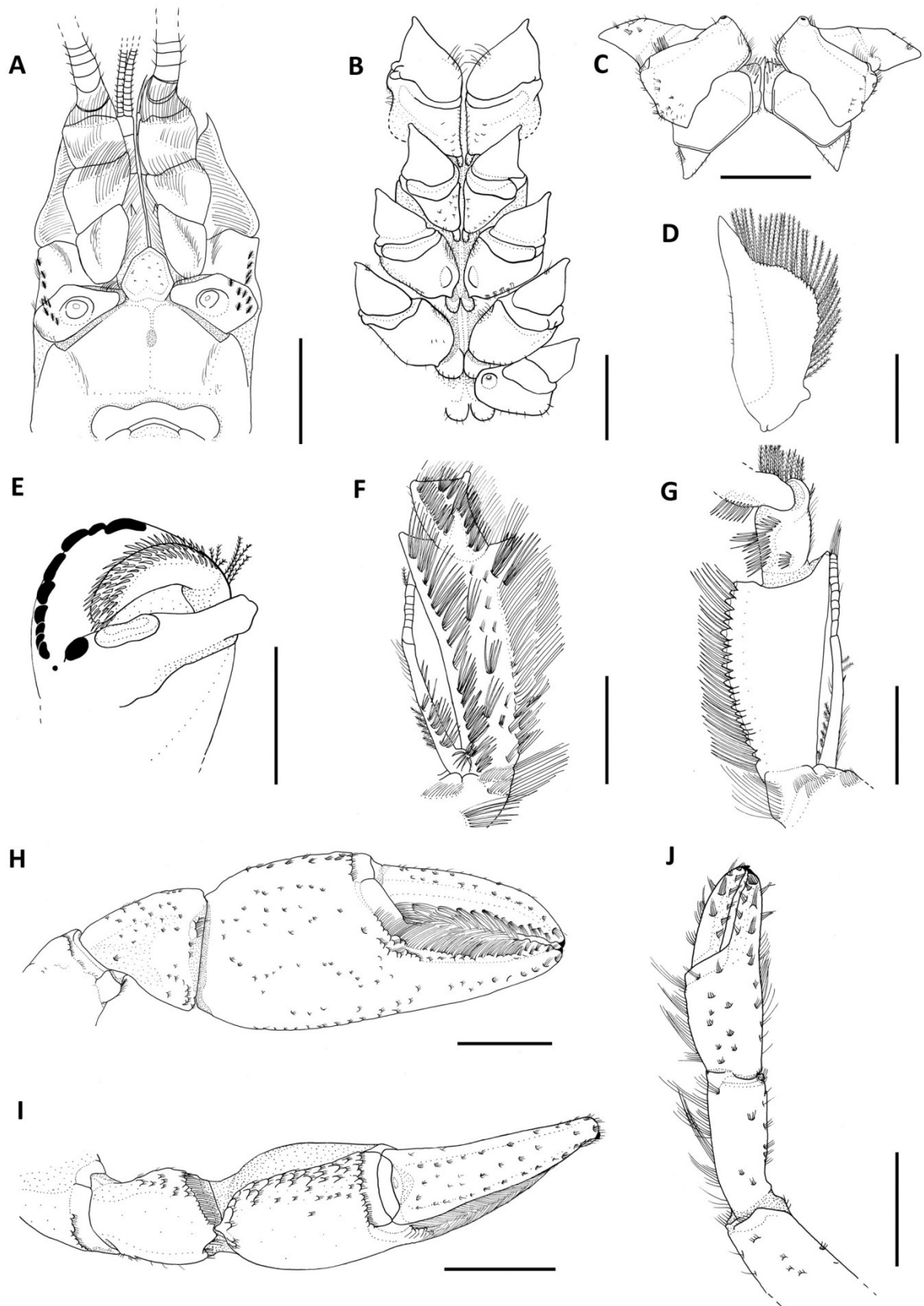


Figure 5



Figure 6

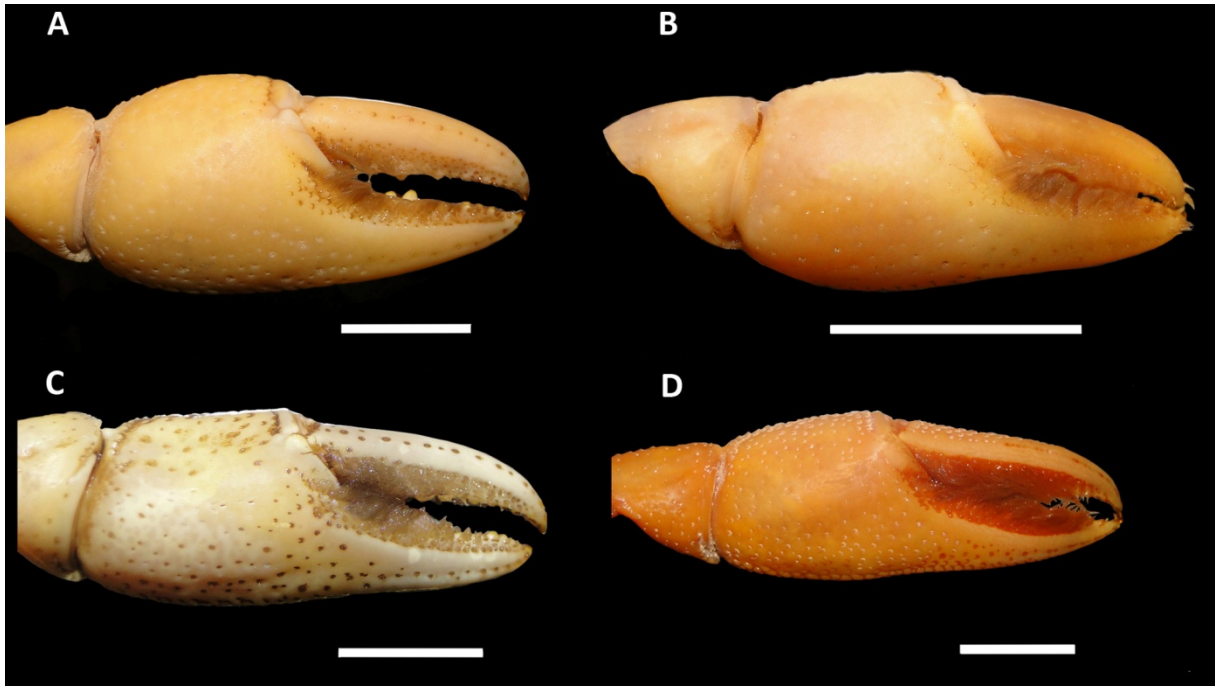


Figure 7

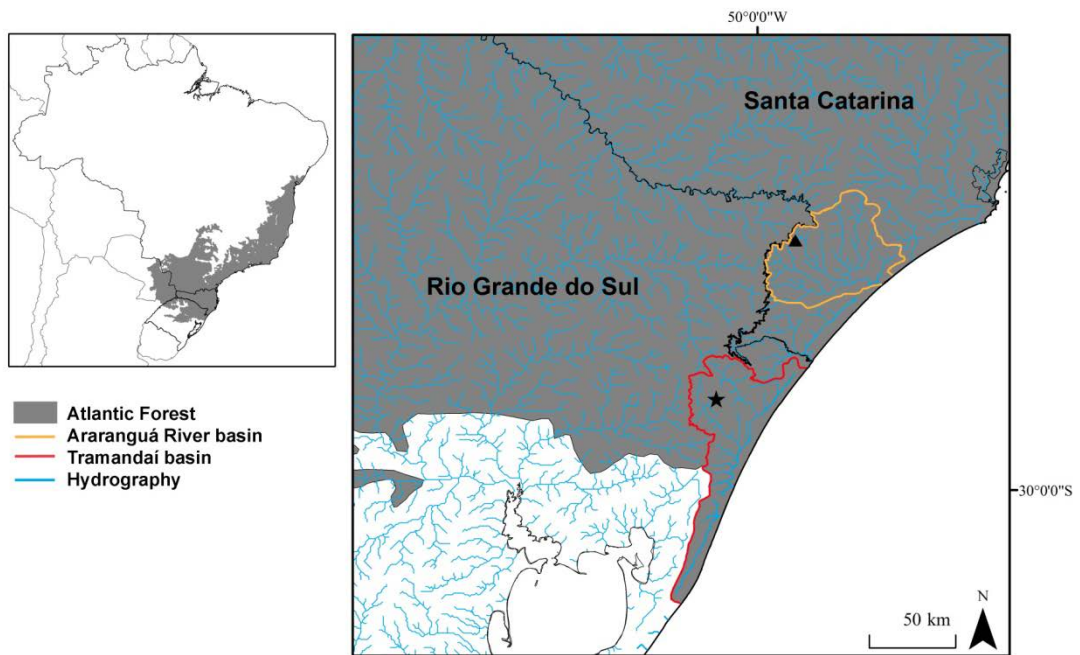


Figure 8