

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/351038248>

# DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE GERROMORPHA (INSECTA: HEMIPTERA: HETEROPTERA) NO CERRADO LESTE - MARANHENSE, BRASIL

Thesis · March 2021

CITATIONS

0

READS

351

1 author:



[Cleilton Franco](#)

Federal Rural University of Rio de Janeiro

9 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Divulgação científica [View project](#)



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO-UEMA  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE CAXIAS-CESC  
LABORATÓRIO DE ENTOMOLOGIA AQUÁTICA-LEAq  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE,  
AMBIENTE E SAÚDE-PPGBAS

CLEILTON LIMA FRANCO

**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE GERROMORPHA (INSECTA:  
HEMIPTERA: HETEROPTERA) NO CERRADO LESTE-  
MARANHENSE, BRASIL**



**Mestrando:** Cleilton Lima Franco

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevêdo

**Coorientador:** Dr. Felipe Ferraz Figueiredo Moreira

CAXIAS-MA

2021

**CLEILTON LIMA FRANCO**

**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE GERROMORPHA (INSECTA:  
HEMIPTERA: HETEROPTERA) NO CERRADO LESTE-  
MARANHENSE, BRASIL**

Defesa de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde – PPGBAS/CESC/UEMA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade, Ambiente e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevêdo.

Coorientador: Dr. Felipe Ferraz Figueiredo Moreira

**Caxias - MA  
2021**

F825d Franco, Cleiton Lima

Diversidade e Distribuição de Gerromorpha (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) no Cerrado Leste-Maranhense, Brasil / Cleilton Lima Franco. \_\_\_Caxias: CESC/UEMA, 2021.

81f.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevedo.

Dissertação (Mestrado) – Centro de Estudo de estudos Superiores de Caxias, Curso de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde.

1. Insetos semiaquáticos. 2. Igarapés. 3. Biodiversidade. I. Título.  
CDU 595.754

**Elaborada pelo bibliotecário Wilberth Santos Raiol CRB 13/608**

**CLEILTON LIMA FRANCO**

**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE GERROMORPHA (INSECTA:  
HEMIPTERA: HETEROPTERA) NO CERRADO LESTE-  
MARANHENSE, BRASIL**

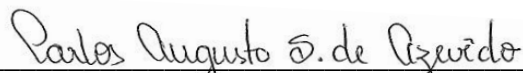
Defesa de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde – PPGBAS/CESC/UEMA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade, Ambiente e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevêdo.

Coorientador: Dr. Felipe Ferraz Figueiredo Moreira

Aprovada em 02/03/2021

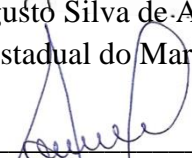
**BANCA EXAMINADORA**



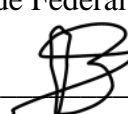
---

Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevêdo (Orientador)  
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

---

  
Dr. Fernando Geraldo de Carvalho (Membro)  
Universidade Federal do Pará - UFPA

---

  
Dr. Prof. Dr. Leandro Schlemmer Brasil (Membro)  
Universidade Federal do Pará - UFPA

---

Prof. Dr. Lucas Ramos Costa Lima (Suplente)  
Universidade Estadual do Piauí-UESPI

Caxias-MA  
2020

*Dedico à minha irmã Márcia J. O. Mascarenhas, ao meu pai Abdias C. Franco in memoriam,  
e à minha querida mãe Erondina F. Lima, por sempre me apoiar e acreditar em mim, e  
principalmente por todo o amor incondicional.  
À minha esposa Geovana L. C. de Souza, pela amizade amor e companheirismo, por sempre  
estar ao meu lado nos momentos bons e ruins. Obrigado, meu amor, por ter sempre me  
apoiado nessa vida de pesquisador.  
Meu muito obrigado!*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar ao meu lado me guiando e pelas oportunidades concedidas e superação dos momentos difíceis da minha vida, quando quis desistir. Obrigado Senhor, por seu amor misericordioso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Ambiente e Saúde da Universidade Estadual do Maranhão, pela formação. À Fundação de Amparo ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Maranhão –FAPEMA, pelo financiamento do projeto e concessão da bolsa de mestrado.

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevêdo, pelo acolhimento no laboratório, por sua orientação, compartilhamento de conhecimento, amizade e principalmente pela paciência com essa pessoa, sem você esse trabalho não seria realizado.

Ao Dr. Felipe Ferraz Figueiredo Moreira, pelas referências, amizade e principalmente pela paciência com essa pessoa, todos de fundamental importância para a elaboração deste estudo, além das conversas sobre os percevejos semi-aquáticos e projetos futuros.

Ao Dr. Erlane José Rodrigues da Cunha, por todas as horas de conversas e dúvidas sobre análises ecológicas; e juntamente com as Doutoranda Flávia Alessandra Nonato e Viviane Caetano Firmino, pelo acolhimento na minha curta temporada em Belém-PA.

A Prof. Dr<sup>a</sup>. Sheyla Regina Marques Couceiro pelo acolhimento na minha curta temporada, no Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Invertebrados-LETIA/UFOPA em Santarém-PA.

A Dr<sup>a</sup>. Juliana Mourão dos Santos Rodrigues e pelas ótimas conversas sobre os percevejos aquáticos e semi-aquáticos e projetos futuros.

Ao Prof. Dr. Lucas Ramos Costa Lima, por todas as conversas e material emprestado.

Aos amigos de hoje e sempre da VI turma PPGBAS, em especial Aryel, Jailson e Ronison (equipe garapa, um brinde a nós); e a todos da melhor turma, pense num povo massa. À todos os meus amigos(as) que conquistei durante esses seis anos no Laboratório de Entomologia Aquática (LEAq), tanto os que passaram por lá como os que hoje fazem parte da família, em especial aos: Aparecida, Francisca Barbara, Ivirlane e Tatyane; e um destaque para Daiana Silva e Patrícia Santos, pela amizade, conversas e companheirismo.

## INDICE

<b>RESUMO</b> .....	09
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	11
<b>OBJETIVOS</b> .....	14
Geral .....	14
Específicos .....	14
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	14
 <b>Capítulo 1 - GERROMORPHA (INSECTA, HEMIPTERA, HETEROPTERA) FROM EASTERN MARANHÃO STATE, NORTHEASTERN BRAZIL</b>	
<b>Abstract</b> .....	21
<b>Introduction</b> .....	22
<b>Study Area</b> .....	22
<b>Methods</b> .....	23
<b>Results</b> .....	27
<b>Discussion</b> .....	49
<b>References</b> .....	50
 <b>Capítulo 2 - ALTERAÇÕES NO AMBIENTE COMO FATORES DETERMINANTES NA DIVERSIDADE DE GERROMORPHA (INSECTA: HEMIPTERA: HETEROPTERA) NO CERRADO.</b>	
<b>Resumo</b> .....	56
<b>Introdução</b> .....	56
<b>Material e Métodos</b> .....	58
Área de estudo .....	58
Delineamento amostral e amostragem biológica .....	59
Variáveis ambientais .....	60
Análise de dados .....	60
<b>Resultados</b> .....	61
<b>Discussão</b> .....	65
<b>Conclusão</b> .....	67
<b>Referências</b> .....	67
<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	73
<b>ANEXO</b> .....	74



## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2

**Tabela 1.** Valores médios das variáveis ambientais nos riachos amostrados [temperatura da água ( $T(^{\circ}C)$ ), pH, condutividade elétrica ( $CM(\mu S/cm)$ ), oxigênio dissolvido ( $OD(mg/l)$ ), largura ( $LM(m)$ ), profundidade ( $PM(m)$ ), velocidade ( $VM(m/s)$ ), vazão ( $VaM(m^3/s)$ ) índice de integridade do habitat (IIH)] ..... (Anexo)

**Tabela 2.** Tabela 2. Correlações das variáveis com os eixos I e II da análise de componentes principais (PCA).....62

**Tabela 3.** Classificação Multinomial de Espécies (CLAM) de gerromorfano em conservado (C) e alterado (A) Classes: G generalista, SC especialista de área conservadas, SA especialista de área alteradas, R raro e abundância de amostragem no Cerrado Maranhense, Nordeste do Brasil .....63

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

**Figure 1.** Map showing the location of the sampling sites [streams (●), lakes (▲) and river (◆)] in eastern Maranhão state, northeastern Brazil.....23

**Figure 2** Sampling sites, streams. **A.** Araim. **B.** Areia Branca. **C.** Baixa Grande. **D.** Baixa Grande II. **E.** Barragem. **F.** Batatal. **G.** Buriti. **H.** Buriti Corrente. **I.** Buriti Dantas.....24

**Figure 3.** Sampling sites, streams. **A.** Cajazeiras. **B.** Correntinho. **C.** Fonte Mariana. **D.** Inhamum. **E.** Jatobá. **F.** Lamego. **G.** Limpeza. **H.** Planaçucar. **I.** Poção.....25

**Figure 4.** Sampling sites. **A–D.** Streams. **A.** Primavera. **B.** Pedra. **C.** Sumidouro. **D.** Saco River. **E–G.** Lakes. **E.** Araim. **F.** Cheio d'água. **G.** do Merim.....26

**Figure 5. A–E.** *Brachymetra albinervus*. **A.** Apterous male, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Macropterous male, dorsal view. **D.** Ventral view. **E–G.** *B. lata*. **E.** Apterous female, dorsal view. **F.** Ventral view. **G.** Lateral view. **H–K.** *Cylindrostethus palmaris*. **H.** Apterous male, dorsal view. **I.** Ventral view. **J.** Macropterous male, dorsal view. **K.** Ventral view.....41

**Figure 6. A–C.** *Limnogonus recurvus*. **A.** Macropterous male, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Lateral view. **D–F.** *Neogerris lubricus*. **D.** Macropterous female, dorsal view. **E.** Ventral view. **F.** Lateral view. **G–I.** *N. magnus*. **G.** Apterous male, dorsal view. **H.** Ventral view. **I.** Lateral view.....42

**Figure 7. A–C.** *Tachygerris adamsoni*. **A.** Macropterous female, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Lateral view. **D–E.** *Halobatopsis platensis*. **D.** Apterous female, dorsal view. **E.** Ventral view. **F–G.** *Merragata hebroides*. **F.** Macropterous male, dorsal view. **G.** Ventral view.....43

**Figure 8. A–C.** *Hydrometra guianana*. **A.** Macropterous female, dorsal view. **a.** Anterior portion of head, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Lateral view. **c.** Thorax.....44

**Figure 9. A–B.** *Mesovelvia amoena*. **A.** Apterous female, dorsal view. **B.** Ventral view. **C–D.** *Mesovelvia mulsanti*. **C.** Macropterous male, dorsal view. **D.** Ventral view. ....45

**Figure 10. A–B.** *Microvelvia mimula*. **A.** Macropterous male, dorsal view. **B.** Ventral view. **C–H.** *Microvelvia pulchella*. **C.** Macropterous male, dorsal view. **D.** Ventral view. **E.** Apterous male, dorsal view. **F.** Ventral view. **G.** Apterous female, dorsal view. **H.** Ventral view. **I–K.** *Microvelvia venustatis*. **I.** Macropterous male, dorsal

view. **J.** Ventral view. **K.** Antennomere IV fusiform view .....46

**Figure 11. A–D.** *Rhagovelia brunae*. **A.** Apterous male, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Apterous female, dorsal view. **D.** Ventral view. **E–H.** *Rhagovelia hambletoni*. **E.** Apterous male, dorsal view. **F.** Ventral view. **G.** Apterous female, dorsal view. **H.** Ventral view. **I–L.** *Rhagovelia robusta*. **I.** Apterous male, dorsal view. **J.** Ventral view. **K.** Apterous female, dorsal view. **L.** Ventral view. **M–O.** *Rhagovelia tenuipes*. **M.** Apterous male, dorsal view. **N.** Ventral view. **O.** Apterous female, dorsal view .47

**Figure 12. A–C.** *Stridulivelia astralis*. **A.** Apterous female, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Lateral view. **c.** *Stridulatory structure* on connexivum. **D–I.** *S. ayacucho*. **D.** Micropterous male, dorsal view. **E.** Ventral view. **D.** Lateral view. **G.** Micropterous female, dorsal view. **H.** Ventral view. **I.** Lateral view .....48

**Figure 13. A–F.** *Stridulivelia tersa*. **A.** Macropterous male, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Lateral view. **D.** Micropterous female, dorsal view. **E.** Ventral view. **F.** Lateral view .....49

## Capítulo 2

**Figura 1.** Localização dos locais de coleta no Cerrado Maranhense, Nordeste do Brasil .....59

**Figura 2.** Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) mostrando a representatividade das variáveis ambientais para a variação total do ambiente. ....62

**Figura 3.** Curvas de rarefação considerando (A) riqueza de espécies por amostras e (B) riqueza de espécies por abundância .....64

**Figura 4.** Representação da Análise de Coordenadas Principais PCoA na comunidade total de insetos semiaquáticos entre os tratamentos na área de estudo. ....64

## RESUMO

A infraordem Gerromorpha, pertencentes a subordem Heteroptera (Insecta: Hemiptera) são primariamente associadas com corpos d'água doce, com algumas espécies sendo tolerantes ou restritas à água salgada, ou mesmo secundariamente terrestres. Considerando as cinco famílias de Gerromorpha encontradas no Brasil (Gerridae, Hebridae, Hydrometridae, Mesoveliidae, Veliidae), apenas as famílias Gerridae e Veliidae eram registradas para o Maranhão. O presente estudo teve como propósito conhecer a distribuição e fatores que afetam a diversidade de Gerromorpha em corpos d'água do Leste Maranhense, Brasil. Foram coletados em 25 pontos sendo três lênticos e 22 em ambientes lóticos, onde foram avaliados algumas variáveis físico-químicas e do habitat como condutividade, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, tipo de leito, abertura do dossel, integridade do Ambiente, largura do igarapé, profundidade, velocidade e vazão entre ambiente alterados e conservados, assim analisando quais fatores ambientais são mais importantes para as comunidades de Gerromorpha. Foram coletados 1.778 espécimes de Gerromorpha distribuídas em quatro famílias Gerridae, Hydrometridae, Hebridae, Mesoveliidae e Veliidae, distribuídas em 13 gêneros e 23 espécies, a família Gerridae e Veliidae apresentou a maior riqueza com nove gêneros cada, sendo a espécie *Cylindrostethus palmaris* Drake & Harris, (1934) e *Brachymetra albinervus* (Amyot & Serville, 1843) a mais abundante totalizando 40% dos dados, já para Veliidae a espécie mais abundante foi *Rhagovelia hambletoni* Drake & Harris, (1933) totalizando 22% dos dados. Nosso estudo mostrou a associação forte relação dessas comunidades com o ambiente, respondendo principalmente a heterogeneidade ambiente, independentemente do grau de conservação do riacho, e apresentando a ocorrência de espécies generalistas e especialistas de habitat. Além disso, a região estudada, por ser uma faixa transicional Amazonia-Cerrado-Caatinga. Por fim, no estudo apresenta informações relevantes acerca da biodiversidade aquática na região que podem ser utilizadas para estratégias de conservação do Cerrado, uma vez que tal bioma é intensamente ameaçado.

**Palavras-chave:** Insetos semiaquáticos, Igarapés, Biodiversidade

## ABSTRACT

The infraorder Gerromorpha, belonging to the suborder Heteroptera (Insecta: Hemiptera) are primarily associated with freshwater bodies, with some species being tolerant or restricted to salt water, or even secondarily terrestrial. Considering the five Gerromorpha families found in Brazil (Gerridae, Hebridae, Hydrometridae, Mesoveliidae, Veliidae), only the Gerridae and Veliidae families were registered for Maranhão. The purpose of this study was to know the distribution and factors that affect the diversity of Gerromorpha in water bodies in East Maranhense, Brazil. They were collected in 25 points being three lentic and 22 in lotic environments, where some physical-chemical and habitat variables were evaluated as conductivity, dissolved oxygen, pH, temperature, bed type, canopy opening, environmental integrity, width of the stream, depth, speed and flow between altered and conserved environment, thus analyzing which environmental factors are most important or the communities Gerromorpha. A total of 1778 specimens of Gerromorpha were collected, distributed in four Gerridae families, Hydrometridae, Hebridae, Mesoveliidae e Veliidae, distributed in 13 genera and 23 species, the family Gerridae and Veliidae presented the highest richness with nine genera each, being the species *Cylindrostethus palmaris* Drake & Harris, (1934) and *Brachymetra albinervus* (Amyot & Serville, 1843) the most abundant totaling 40% of the data, while for Veliidae the most abundant species was *Rhagovelia hambletoni* Drake & Harris (1933), totaling 22% of the data. Our study showed the strong association between these communities with the environment, responding primarily to environmental heterogeneity, regardless of the degree of conservation of the stream, and presenting the occurrence of generalist species and habitat specialists. Also, the studied region, because it is a transitional range *Amazonia-Cerrado-Caatinga*. Finally, in the study presents relevant information on aquatic biodiversity in the region that can be used for *Cerrado* conservation strategies, since such a biome is intensely threatened.

**Key-words:** Semi-aquatic insects, Stream, Biodiversity

## **INTRODUÇÃO GERAL**

A entomofauna aquática é considerada um importante grupo dentro dos ambientes lóticos e lênticos, sendo representada principalmente pelas ordens Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera (Hamada et al. 2019). Por viverem em diferentes tipos de ambientes, esses insetos podem apresentar as mais variadas adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais, podendo ainda ser especialistas ou generalistas. Tal amplitude advém da grande plasticidade adaptativa do grupo as mudanças no ambiente (Nessimian e Carvalho 1998).

As alterações antrópicas nos corpos d'água causam mudanças nos fatores abióticos, afetando positivamente ou negativamente a diversidade de espécies (Allan 2004). Estes fatores são importantes para a ecologia de insetos aquáticos e influenciam na distribuição das espécies (Death e Winterbourn 1995). Os fatores abióticos podem exercer fortes efeitos sobre a fauna e essa influência pode ser potencializada se a integridade do ambiente estiver comprometida.

Os insetos aquáticos podem responder de diferentes maneiras às mudanças nas condições ambientais, por isso, vem sendo utilizados na avaliação do efeito de impactos de origem antrópico sobre os ambientes aquáticos (Baptista 2008). Diferentes métricas de diversidade dos organismos podem ser utilizadas para avaliar a qualidade desses ambientes, como sua abundância de indivíduos, composição e riqueza de espécies-e grupos tróficos (Arimoro e Ikomi 2009; Corbi et al. 2013; Cunha e Juen 2017; Dala-Corte et al., 2020). Os insetos aquáticos podem viver em locais de águas limpas, poluídas, salobras, ácidas ou alcalinas, claras ou turvas (Costa et al. 2006). Muitos apresentam ciclo de vida curto, alta diversidade, alta capacidade de reprodução e respondem rapidamente a as alterações nos ambientes, sejam elas intensas ou não (Hamada et al. 2019).

Presença de mata ciliar, integridade do habitat, da cobertura vegetal, altitude, vazão e velocidade da correnteza em sistemas lóticos são as principais variáveis avaliadas quanto aos efeitos sobre a fauna de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos (Taylor e McPherson 2006; Couceiro et al. 2011; Dias-Silva et al. 2010; Ilie e Olosutean 2012; Vieira et al. 2014; Cunha e Juen 2020). Sabe-se que algumas modificações físicas, químicas e biológicas podem interferir na distribuição e diversidade dos insetos aquáticos, dentre elas, destacam-se alterações no pH, cobertura de dossel, disponibilidade de alimento, temperatura, vegetação ripária, oxigênio dissolvido e disponibilidade de recursos (Wetzel 1993; Cummins e Merritt 1996; Peiró et al. 2013).

A ordem Hemiptera é a maior e mais diversa entre os insetos hemimetabólicos, com cerca de 89.000 espécies distribuídas mundialmente (Grazia et al. 2012). Os percevejos (Hemiptera: Heteroptera), por sua vez, são divididos em sete infraordens: Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Gerromorpha, Nepomorpha, Leptopodomorpha, Cimicomorpha e Pentatomomorpha (Štys e Kerzhner 1975). Destas, Gerromorpha, Nepomorpha, e Leptopodomorpha são primariamente associadas com corpos d'água doce, com algumas espécies sendo tolerantes ou restritas à água salgada, ou mesmo secundariamente terrestres (Schuh e Slater 1995). As três infraordens juntas incluem mais de 4.800 espécies, mas são muito menos diversificadas do que seus parentes terrestres. Leptopodomorpha é a menos rica, com cerca de 380 espécies, enquanto Gerromorpha tem mais de 2.100 e Nepomorpha, mais de 2.300 (Polhemus e Polhemus 2008).

Além de sua importância como predadores intermediários em ambientes aquáticos, há evidências crescentes de que certos grupos de percevejos aquáticos e semi-aquáticos podem ser utilizados no controle biológico de mosquitos (Menke 1979; Armúa de Reyes et al. 2005; Rodríguez-Castro et al. 2006; Shaalan e Canyon 2009) e pragas agrícolas (Nakasuji e Dyck 1984; Ignacimuthu 2002), ou como potenciais indicadores de qualidade biológica em habitats aquáticos (Mazzucconi et al. 2009; Cabette et al. 2010).

Na região neotropical, existem cerca de 1.300 espécies descritas de heterópteros aquáticos ou semi-aquáticos, distribuídas nas infraordens Gerromorpha (515 espécies), Lepdopodomorpha (42 espécies), e Nepomorpha (732 espécies). Na América do Sul tropical, estima-se que haja cerca de 900 espécies distribuídas em 81 gêneros (Bachmann 1998; Froehlich 1999; Polhemus e Polhemus 2008). Já no Brasil, são encontradas cinco famílias de Gerromorpha (ou percevejos semi-aquáticos): Gerridae, com 13 gêneros e 60 espécies ou subespécies; Hebridae, com três gêneros e nove espécies; Hydrometridae, com seis gêneros e 14 espécies; Mesoveliidae, com quatro gêneros e sete espécies; e Veliidae, com dez gêneros e 149 espécies (Moreira et al. 2011; Moreira, 2020a; Moreira, 2020b; Moreira, 2020c; Moreira, 2020d; Moreira, 2020e).

Até o momento, das cinco famílias de Gerromorpha encontradas no Brasil, apenas Gerridae e Vellidae foram registradas no Maranhão, sendo representadas por onze espécies: *Cylindrostethus palmaris* Drake & Harris, 1934, *Brachymetra furva* Drake, 1957 (Gerridae), *Halobates micans* Eschscholtz, 1822, *Microvelia pulchella* Westwood, 1834, *M. venustatis* Drake & Harris, 1933, *Rhagovelia whitei* Breddin, 1898, *Steinovelina vinulla* (Drake, 1951), *Paravelia cognata* Drake & Harris, 1933, *P. micromaculata* Rodrigues, Moreira, Nieser,

Chen & Melo, 2014, *P. nexa* Drake & Harris, 1933 e *P. spinifera* Polhemus & Polhemus, 1984 (Veliidae) (Moreira et al. 2011; Moreira e Campos 2012; Rodrigues et al. 2012; 2014; Rodrigues e Arango 2019). Esses números indicam um profundo desconhecimento sobre a fauna local, visto que o Município de Tumaco (Nariño, Colômbia, 3.760 km<sup>2</sup>) sozinho tem oito espécies registradas somente do gênero *Rhagovelia* Mayr, 1865 (Veliidae) (Padilla-Gil 2012) e o mesmo gênero é representado ainda por dez espécies na Floresta de Esquinas (Costa Rica, 6 km<sup>2</sup>) (Buzzetti e Zettel 2007).

Atualmente, trabalhos com macroinvertebrados aquáticos, dentre os quais destacam-se os insetos, vem sendo desenvolvidos no leste do Estado do Maranhão, incluindo estudos faunísticos e descrição de novas espécies de Trichoptera (Desidério et al. 2017), Ephemeroptera (Nascimento et al. 2019; 2020) e Coleoptera (Colpani et al. 2020), além da avaliação de ambientes aquáticos utilizando-se imaturos e adultos de Odonata (Veras et al. 2019; 2020; Moura et al. 2020) ou EPT (sigla para Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) (Barbosa et al. 2020).

O leste do Maranhão é uma região rica em recursos hídricos e naturais, porém os mesmos encontram-se sob forte ameaça de ações antrópicas como desmatamento, queimadas, assoreamento e balneabilidade, que podem afetar de forma rápida a degradação do ambiente e causar perda da biodiversidade existente antes mesmo que essa seja conhecida. Poucos trabalhos sistemáticos envolvendo percevejos aquáticos e semi-aquáticos foram realizados na região, como por exemplo, o levantamento faunístico preliminar e a avaliação da distribuição espaço-temporal na Área de Proteção Ambiental do Inhamum em nível de gênero (Azevêdo et al. 2012; Azevêdo et al. 2018).

Visando diminuir essa lacuna de conhecimento e gerar dados que poderão servir para estudos de monitoramento, manejo, conservação, controle de qualidade de água ou genéticos, o presente estudo propõe-se a avaliar a diversidade e distribuição de Gerromorpha no Cerrado Leste-Maranhense e é composto por dois capítulos.



## OBJETIVOS

### Geral

- ✓ Conhecer a distribuição e fatores que afetam a diversidade de Gerromorpha (Insecta: Hemiptera Heteroptera) em corpos d'água do Leste Maranhense, Brasil.

### Específicos

- ✓ Levantar a diversidade taxonômica de Gerromorpha ocorrente na área de estudo no estado do Maranhão;
- ✓ Analisar a relação da riqueza da comunidade de Gerromorpha locais com variáveis ambientais;
- ✓ Verificar a similaridade de composição de Gerromorpha nos ambientes estudados;
- ✓ Verificar o uso de Gerromorpha como bioindicadores de locais alterado e conservados.

## REFERÊNCIAS

- Allan, J. D. (2004). Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(2002), 257–284. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122>
- Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). Stream ecology: structure and function of running waters. *Springer*, 2, 436. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5583-6>
- Arimoro, F. O., & Ikomi, R. B. (2009). Ecological integrity of upper Warri River, Niger Delta using aquatic insects as bioindicators. *Ecological Indicators*, 9(3), 455–461. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.06.006>
- Armúa de Reyes, C., Estévez, A. L., Schnack, J. A., & Brataszczuk, E. M. (2005). Importancia de los belostomátidos como potenciales controladores biológicos en los ambientes acuáticos de la provincia de Corrientes . *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional Del Nordeste*, (B-006), 1–2.
- Azevêdo, C. A. S., Desidério, G. R., & Lima, G. C. (2012). Entomofauna aquática da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil: conhecimento para sua biodiversidade. In M. C. Barros (Ed.), *Biodiversidade na área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum* (UEMA, pp. 57–87).
- Azevêdo, C. A. S., Nascimento, S. S. R., Sousa, D. C., & Aguiar Neto, M. B. (2018). Adultos

- aquáticos e semiaquáticos da subordem Heteroptera em Igarapés na área de proteção ambiental do Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil. In R. S. Fonseca & M. C. Barro (Eds.), *Avanços das Ciências Biológicas no Centro de Estudos Superiores de Caxias (CESC), Maranhão* (UEMA, pp. 53–74).
- Bachmann, A. O. (1998). Heteroptera acuáticos. In J. Morrone & S. Coscarón (Eds.), *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una Perspectiva Biotaxonómica* (Ediciones, pp. 163–180).
- Baptista, D. F. (2008). Uso De Macroinvertebrados Em Procedimentos De Biomonitoramento Em Ecossistemas Aquáticos. *Oecologia Australis*, 12(03), 425–441. <https://doi.org/10.4257/oeco.2008.1203.05>
- Barbosa, D. de A., Brasil, L. S., Azevêdo, C. A. S. de, & Lima, L. R. C. (2020). The role of spatial and environmental variables in shaping aquatic insect assemblages in two protected areas in the transition area between Cerrado and Amazônia. *Biota Neotropica*, 20(3). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2019-0923>
- Buzzetti, R. M., & Zettel, H. (2007). Rhagovelia sehnali sp. n. (Insecta: Heteroptera: Veliidae) from Costa Rica. *Ann. Naturhis. Mus. Wien*, 108 B(3), 77–82.
- Cabette, H. S. R., Gierl, N. F. da S., Silva, K. D. da, Juen, L., & Bastista, J. D. (2010). Distribuição de Nepomorpha e Gerromorpha (Insecta: Heteroptera) da Bacia Hidrográfica do Rio Suiá-Miçú, MT: riqueza relacionada à qualidade da água e do hábitat. In J. E. Santos, C. Galbiati, & L. E. Moschini (Eds.), *Gestão e educação ambiental – água, biodiversidade e cultura, Volume. 2* (RiMa, pp. 113–137). São Paulo.
- Colpani, D., Desidério, G. R., Nascimento, S. S. R., & Azevêdo, C. A. S. (2020). First records of the whirligig beetles Gyretes minax Ochs, 1967 and G. puberulus Ochs, 1967 (Coleoptera, Gyrinidae) from Maranhão state, northeastern Brazil. *Check List*, 16(2), 491–499. <https://doi.org/10.15560/16.2.491>
- Corbi, J. J., Kleine, P., & Trivinho-Strixino, S. (2013). Are aquatic insect species sensitive to banana plant cultivation? *Ecological Indicators*, 25(September 2017), 156–161. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.09.020>
- Costa, C., Ide, S., & Simonka, C. E. (2006). *Insetos Imaturos: Metamorfose e Identificação* (Holos). Ribeirão Preto, SP.
- Couceiro, Sheyla R.M., Hamada, N., Forsberg, B. R., & Padovesi-Fonseca, C. (2011). Trophic structure of macroinvertebrates in Amazonian streams impacted by anthropogenic siltation. *Austral Ecology*, 36(6), 628–637. [15](https://doi.org/10.1111/j.1442-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

9993.2010.02198.x

- Couceiro, Sheyla Regina Marques, Hamada, N., Forsberg, B. R., & Padovesi-Fonseca, C. (2010). Effects of anthropogenic silt on aquatic macroinvertebrates and abiotic variables in streams in the Brazilian Amazon. *Journal of Soils and Sediments*, *10*(1), 89–103. <https://doi.org/10.1007/s11368-009-0148-z>
- Cummins, K. W., & Merritt, R. W. (1996). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. R. W. Merritt, K. W. Cummins. *Journal of the North American Benthological Society*, *15*(3), 401–403. <https://doi.org/10.2307/1467288>
- Cunha, E. J., & Juen, L. (2017). Impacts of oil palm plantations on changes in environmental heterogeneity and Heteroptera (Gerromorpha and Nepomorpha) diversity. *Journal of Insect Conservation*, *21*(1), 111–119. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-9959-1>
- Cunha, E. J., & Juen, L. (2020). Environmental drivers of the metacommunity structure of insects on the surface of tropical streams of the Amazon. *Austral Ecology*, *45*(5), 1–10. <https://doi.org/10.1111/aec.12873>
- Dala-Corte, R. B., Melo, A. S., Siqueira, T., Bini, L. M., Martins, R. T., Cunico, A. M., ... Roque, F. de O. (2020). Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the Neotropical region. *Journal of Applied Ecology*, *57*(7), 1391–1402. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13657>
- Death, R. G., & Winterbourn, M. J. (1995). Diversity patterns in stream benthic invertebrate communities: The influence of habitat stability. *Ecology*, *76*(5), 1446–1460. <https://doi.org/10.2307/1938147>
- Desidério, G. R., Barcelos-Silva, P., De Souza, W. R. M., Pes, A. M., & De Azevêdo, C. A. S. (2017). Caddisflies (Insecta: Trichoptera) from Maranhão state, Northeast Region, Brazil: A new species, checklist, and new geographical records. *Zootaxa*, *4221*(2), 151–171. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4221.2.1>
- Dias-Silva, K., Cabette, H. S. R., Juen, L., & De Marco, P. (2010). The influence of habitat integrity and physical-chemical water variables on the structure of aquatic and semi-aquatic Heteroptera. *Zoologia*, *27*(6), 918–930. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000600013>
- Froehlich, C. G. (1999). Outros Insetos. Ordem Hemiptera, Subordem Heteroptera. In D. Ismael, W. C. Valenti, T. Matsumura-Tundisi, & O. Rocha (Eds.), *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 4: Invertebrados de Água Doce* (FAPESP, p. 164). São Paulo.

- Grazia, J., Cavichioli, R. R., Fernandes, V. R. S., & Takiya, D. M. (2012). Hemiptera Linnaeus, 1758. In J. A. Rafael, G. A. R. Melo, C. J. B. de Carvalho, S. A. Casari, & R. Constantino (Eds.), *Insetos do Brasil Diversidade e Taxonomia* (Holos, pp. 348–405). Ribeirão Preto, SP.
- Hamada, N., Nessimian, J. L., & Querino, R. B. (2019). *Insetos aquáticos na amazônia brasileira : taxonomia, biologia e ecologia* (INPA). Manaus.
- Ignacimuthu, S. (2002). Biological control of insect pests. *Current Science*, 82((10)), 1196–1197.
- Ilie, D. M., & Olosutean, H. (2013). Aquatic and Semi Aquatic Heteroptera Communities from South-East Transylvanian Small Rivers. *Travaux Du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa,"* 55(2), 207–216. <https://doi.org/10.2478/v10191-012-0012-z>
- Mazzucconi, S. A., Ruf, M. L. L., & Bachmann, A. O. (2009). Hemiptera – Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha. In Fundación Miguel Lillo (Ed.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos : sistemática y biología* (pp. 167–232). Tucumán.
- Menke, A. S. (1979). The semiaquatic and aquatic Hemiptera of California (Heteroptera: Hemiptera). *Bulletin of The California Insect Survey*, 21, 1–166.
- Moreira, F. F. F., Barbosa, J. F., Ribeiro, J. R. I., & Alecrim, V. P. (2011). Checklist and distribution of semiaquatic and aquatic Heteroptera (Gerromorpha and Nepomorpha) occurring in Brazil. *Zootaxa*, 2958(1), 1–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.11646/zootaxa.2958.1.1>
- Moreira, F.F.F. (2020a) Gerridae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2377> Acessado em: 15 Julho 2020.
- Moreira, F.F.F. (2020b) Hebridae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1882> Acessado em: 15 Julho 2020.
- Moreira, F.F.F. (2020c) Hydrometridae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/948> Acessado em: 15 Julho 2020.
- Moreira, F.F.F. (2020d) Mesoveliidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1841> Acessado em: 15 Julho 2020.

- Moreira, F.F.F. (2020e) Veliidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1596> Acessado em: 15 Julho 2020.
- Moura, L. P., Marques Couceiro, S. R., Juen, L., & Veras, D. S. (2020). Congruence of the composition of Odonata between dry and rainy seasons in the Maranhense Cerrado. *International Journal of Odonatology*, 0(0), 1–10. <https://doi.org/10.1080/13887890.2020.1779826>
- Nakasuji, F., & Dyck, V. A. (1984). Evaluation of the role of *Microvelia douglasi atrolineata* (Bergroth) (Heteroptera: Veliidae) as predator of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae). *Researches on Population Ecology*, 26(1), 134–149. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02515513>
- Nascimento, S. R. de S., Lima, L. R. C., & de Azevêdo, C. A. S. (2020). Leptophlebiidae banks, 1900 (Insecta, ephemeroptera) from maranhão state, brazil. *Check List*, 16(3), 579–591. <https://doi.org/10.15560/16.3.579>
- Nascimento, S. R. S., Lima, L. R. C., & Azevêdo, C. A. S. (2019). A new species of *Traverella* Edmunds, 1948 (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) from Brazil. *Zootaxa*, 4619(1), 195–199. <https://doi.org/https://doi.org/10.11646/zootaxa.4619.1.12>
- Nessimian, J. L., & Carvalho, A. do L. (1998). Ecologia de insetos aquáticos. Rio de Janeiro.
- Padilla-Gil, D. N. (2012). Two new species of *Rhagovelia* from Colombia (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) with revised keys to the Colombian species in the torquata and robusta groups. *Zootaxa*, 63(3251), 57–63. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3251.1.4>
- Peiró, D. F., Saulino, H. H., Gorni, G. R., Corbi, J. J., Vante, A. P., & Amaral, G. (2013). Insetos Aquáticos Associados a Macrófitas Submersas com Diferentes Complexidades Morfológicas. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 16(1), 133–144. <https://doi.org/10.25061/2527-2675/rebram/2013.v16i1.51>
- Polhemus, J. T., & Polhemus, D. A. (2008). Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 379–391. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9033-1>
- Rodrigues, Higor D.D., Moreira, F. F. F., Nieser, N., Chen, P. P., Melo, A. L., Dias-Silva, K., & Giehl, N. F. S. (2014). The genus *Paravelia* Breddin, 1898 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) in Brazil, with descriptions of eight new species. *Zootaxa*, 3784(1), 1–47. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3784.1.1>
- Rodrigues, Higor Daniel Duarte, Melo, A. L. de, & Ferreira-Keppler, R. L. (2012). New

- records of Gerromorpha (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from Costa Rica. *Check List*, 8(5), 908–913. <https://doi.org/10.15560/8.5.908>
- Rodríguez-Castro, V. A., Quiroz-Martinez, H., Solis-Rojas, C., & Tejada, L. O. (2006). Mass Rearing and Egg Release of Buena Scimitra Bare as Biocontrol of Larval Culex Quinquefasciatus. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22(1), 123–125. [https://doi.org/https://doi.org/10.2987/8756-971x\(2006\)22\[123:mraero\]2.0.co;2](https://doi.org/https://doi.org/10.2987/8756-971x(2006)22[123:mraero]2.0.co;2)
- Schuh, R. T., & Slater, J. A. (1995). True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera) Classification and Natural History. *Cornell University Press, New York*, 336 pp.
- Shaalan, E. A. S., & Canyon, D. V. (2009). Aquatic insect predators and mosquito control. *Tropical Biomedicine*, 26(3), 223–261.
- Štys, P., & Kerzhner, I. (1975). The rank and nomenclature of higher taxa in recent Heteroptera. *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 72, 65–79.
- Taylor, S. J., & McPherson, J. E. (2006). Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) in southern Illinois: Species assemblages and habitats. *Great Lakes Entomologist*, 39(1–2), 1–26.
- Veras, D. S., Castro, E. R., Lustosa, G. S., de Azevêdo, C. A. S., & Juen, L. (2019). Evaluating the habitat integrity index as a potential surrogate for monitoring the water quality of streams in the cerrado-caatinga ecotone in northern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(9). <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7667-x>
- Veras, D. S., Lustosa, G. S., Moura, L. P., Ferreira, M. F. R., & Juen, L. (2020). Differences in land use modify Odonata assemblages in the Cerrado-Caatinga ecotone. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x7119>
- Vieira, T. B., Dias-Silva, K., & Pacífico, E. S. (2014). Effects of riparian vegetation integrity on fish and Heteroptera communities. *Applied Ecology and Environmental Research*, 13(1), 85–97. <https://doi.org/10.15666/aer/1301>
- Wetzel, R. G. (1993). *Limnologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Yoshimura, M. (2012). Effects of forest disturbances on aquatic insect assemblages. *Entomological Science*, 15(2), 145–154. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8298.2011.00511.x>

**Capítulo 1: Gerromorpha (Insecta, Hemiptera, Heteroptera) from eastern Maranhão state, northeastern Brazil.**

# **Gerromorpha (Insecta, Hemiptera, Heteroptera) from eastern Maranhão state, northeastern Brazil**

Cleilton Lima Franco<sup>1</sup>, Juliana Mourão dos Santos Rodrigues<sup>2</sup>, Carlos Augusto Silva de Azevêdo<sup>1</sup>, Felipe Ferraz Figueiredo Moreira<sup>2</sup>

**1** Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Estudos Superiores de Caxias, Laboratório de Entomologia Aquática, Rua do Morro do Alecrim, s/n, Morro do Alecrim, Caxias, MA, CEP 65604-380, Brazil.

**2** Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Laboratório de Biodiversidade Entomológica, Avenida Brasil, 4365, Pavilhão Mourisco, sala 214, Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21040-360, Brazil.

**Corresponding author:** Cleilton Lima Franco, cleiltonubc@hotmail.com

## **Abstract**

The infraorder Gerromorpha (Insecta, Hemiptera, Heteroptera) comprises semiaquatic bugs, most of which live on the water surface, among floating plants or on the margins of water bodies. We performed collections on Itapecuru and Parnaíba hydrographical basins, eastern Maranhão state, northeastern Brazil, from January to December 2019. Based on the material obtained, we present new records for 23 species, 20 of which are recorded for the first time from Maranhão state.

## **Key words**

Aquatic insects, lakes, semiaquatic bugs, streams.



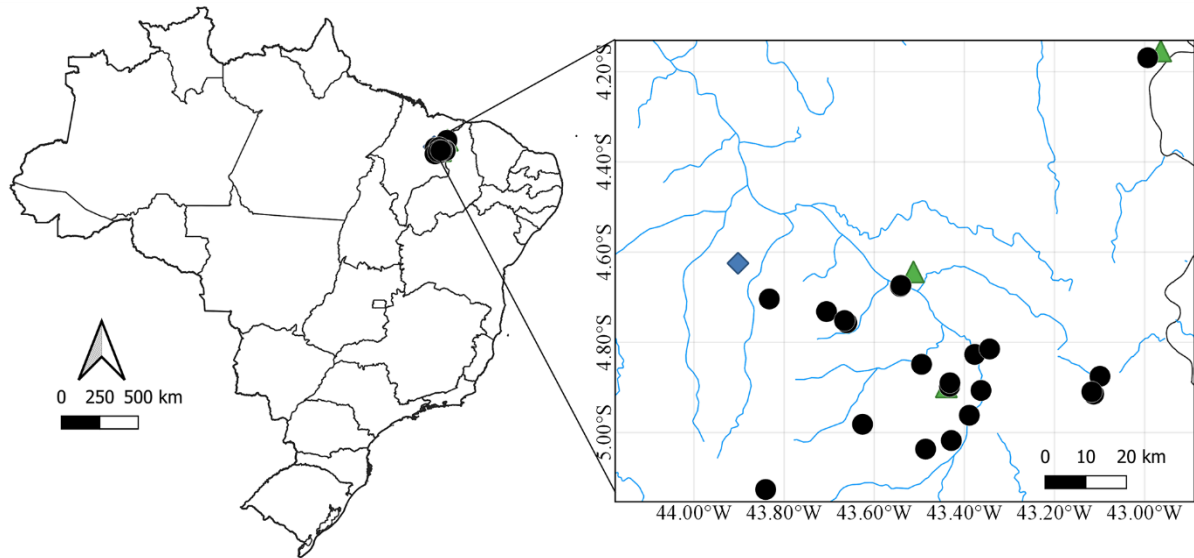
## Introduction

Members of the suborder Heteroptera (Insecta, Hemiptera) are distributed worldwide and occupy a wide variety of habitats (Schuh and Slater 1995; Gullan and Cranston 2017). Among the seven infraorders of Heteroptera, Gerromorpha, Leptopodomorpha and Nepomorpha are associated to water bodies (Nieser and Melo 1997; Panizzi and Grazia 2015). The semiaquatic bugs of the infraorder Gerromorpha are small to mid-sized insects, usually found on the surface or on the margins of freshwater bodies (Andersen 1982; Dias-Silva et al. 2013). The more than 2,100 known species of Gerromorpha are currently divided into eight families and approximately 160 genera (Polhemus and Polhemus 2008).

Out of the more than 500 species and 45 genera of Gerromorpha recorded from the Neotropical region (Polhemus and Polhemus 2008), only 11 species have been recorded from Maranhão state: *Brachymetra furva* Drake, 1957, *Cylindrostethus palmaris* Drake & Harris, 1934, *Halobates micans* Eschscholtz, 1822 (Gerridae), *Microvelia pulchella* Westwood, 1834, *M. venustatis* Drake & Harris, 1933, *Paravelia cognata* Drake & Harris, 1933, *P. micromaculata* Rodrigues, Moreira, Nieser, Chen & Melo, 2014, *P. nexa* Drake & Harris, 1933, *P. spinifera* Polhemus & Polhemus, 1984, *Rhagovelia whitei* Breddin, 1898, and *Steinovelina vinnula* Drake, 1951 (Veliidae) (Moreira et al. 2011; Moreira and Campos 2012; Rodrigues et al. 2012, 2014; Rodrigues and Álvarez-Arango 2019; Moreira 2020a, 2020b, 2020c, 2020d, 2020e). We present here new records of Gerromorpha from Maranhão based on material recently collected on the eastern portion of the state.

## Study Area

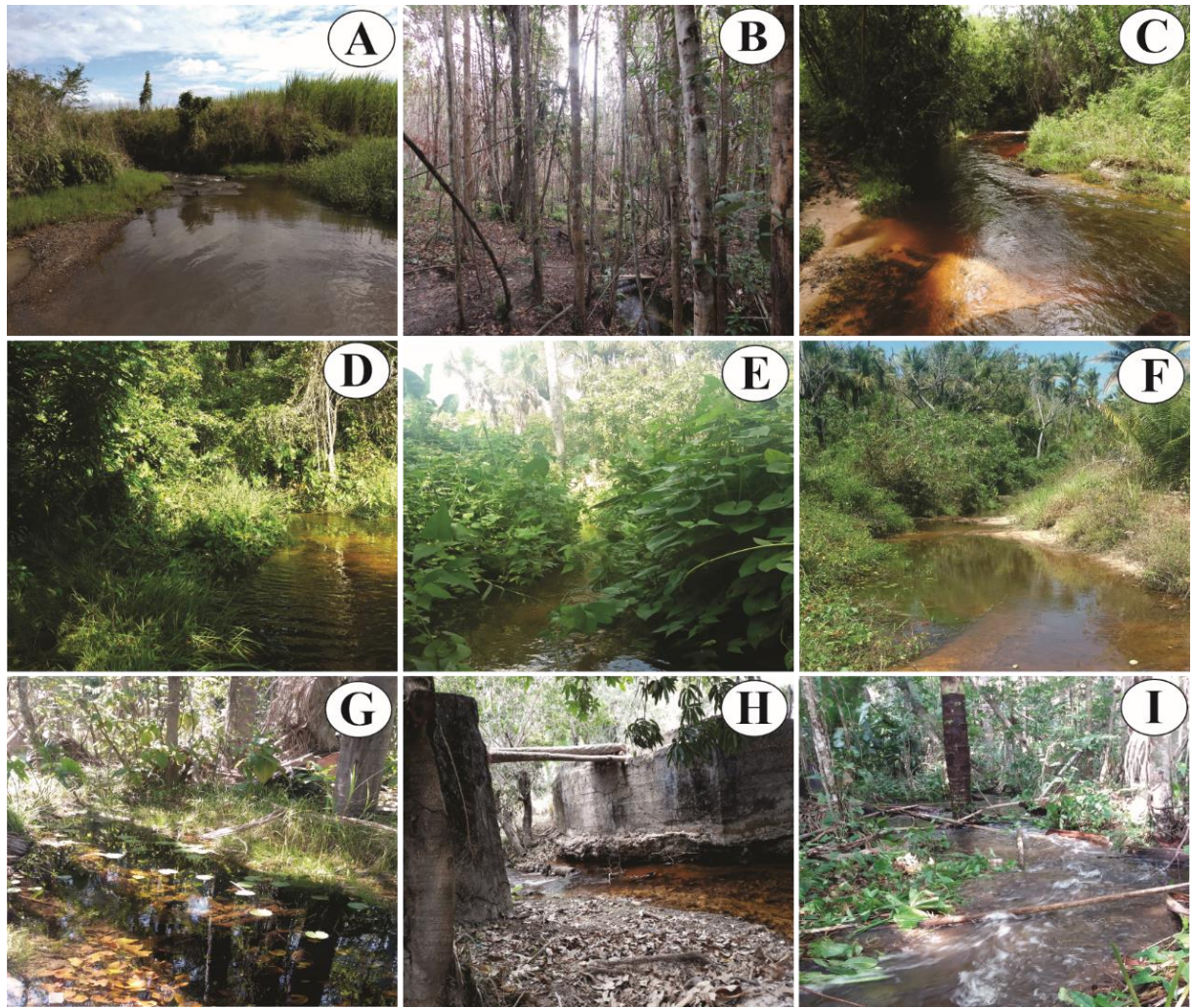
Sampling localities are within two large hydrographical basins, Itapecuru and Parnaíba, on eastern Maranhão state, northeastern Brazil (Fig. 1). The region has semi-humid equatorial climate, with mean annual temperature of 28 °C and annual precipitation of 1100–1800 mm, which peaks in the rainy season (December–May), while the other half of the year (June–November) encompasses the dry season (Medeiros 2015). The region is dominated by seasonally deciduous forest within areas of *Cerrado* sensu lato (Lima et al. 2016), with other phytophysionomies such as rural landscapes, savannas, and seasonal tropical scleromorphic and semideciduous forests (Tannus and Assis 2004; Coutinho 2006; Correia Filho et al. 2011).



**Figure 1.** Map showing the location of the sampling sites [streams (●), lakes (▲) and river (◆)] in eastern Maranhão state, northeastern Brazil.

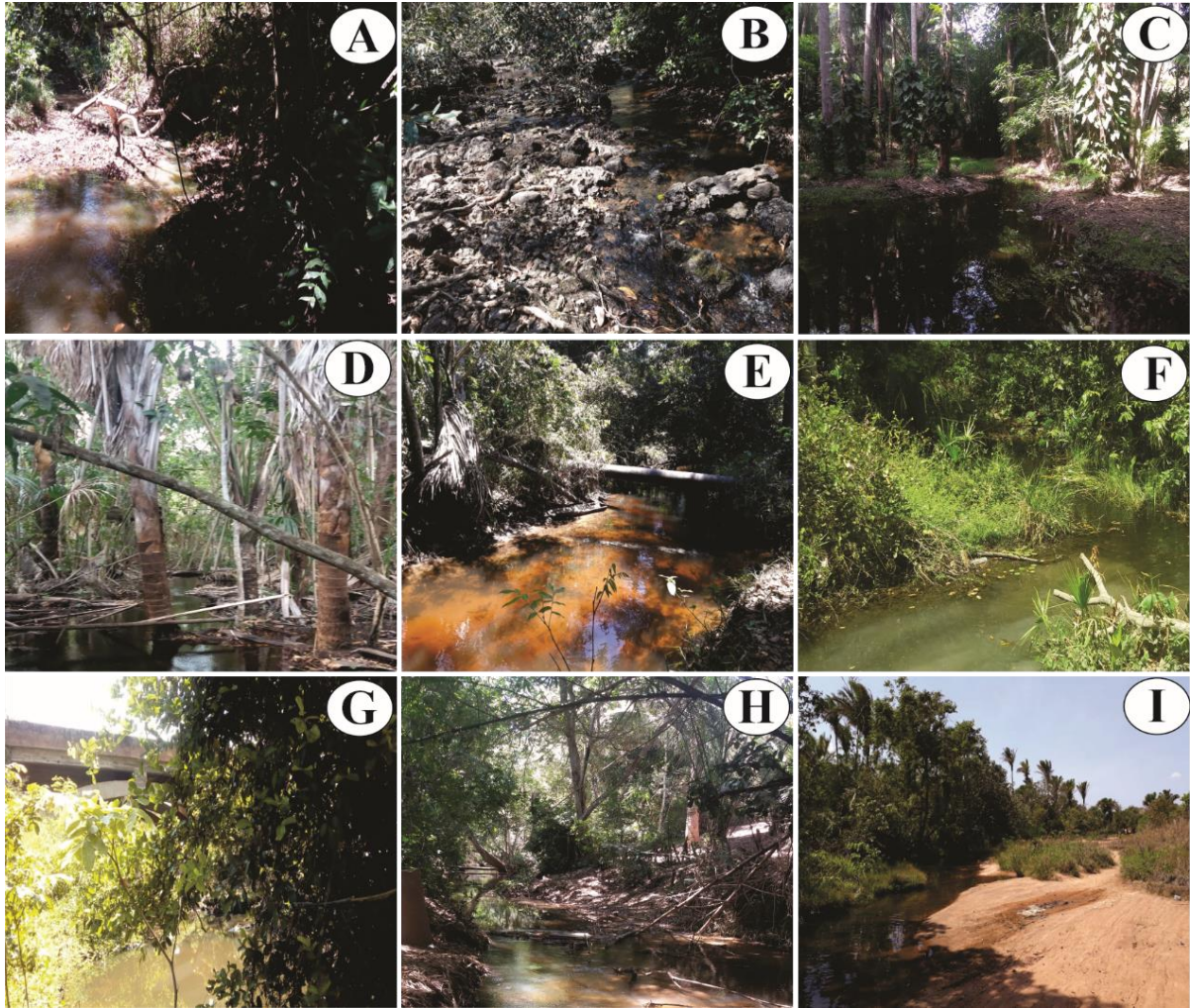
## Methods

We conducted collections in 25 lotic and lentic environments from January to December 2019 (Figs 2–4). We collected specimens by active search with the aid of aquatic nets, then fixed and preserved them in 80% ethanol. Material is deposited in the Coleção do Laboratório de Entomologia Aquática, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, Brazil (LEAq). The distribution presented for each species is according to Moreira (2020a, 2020b, 2020c, 2020d, 2020e) and abbreviations of Brazilian states are according to the official standard (IBGE 2020). First records from Maranhão state are marked by an asterisk (\*). We took photographs using a Leica M205 C stereomicroscope coupled with a Leica DMC2900 digital camera. We produced the map with QGIS 3.10.7 (QGIS Development Team 2020).



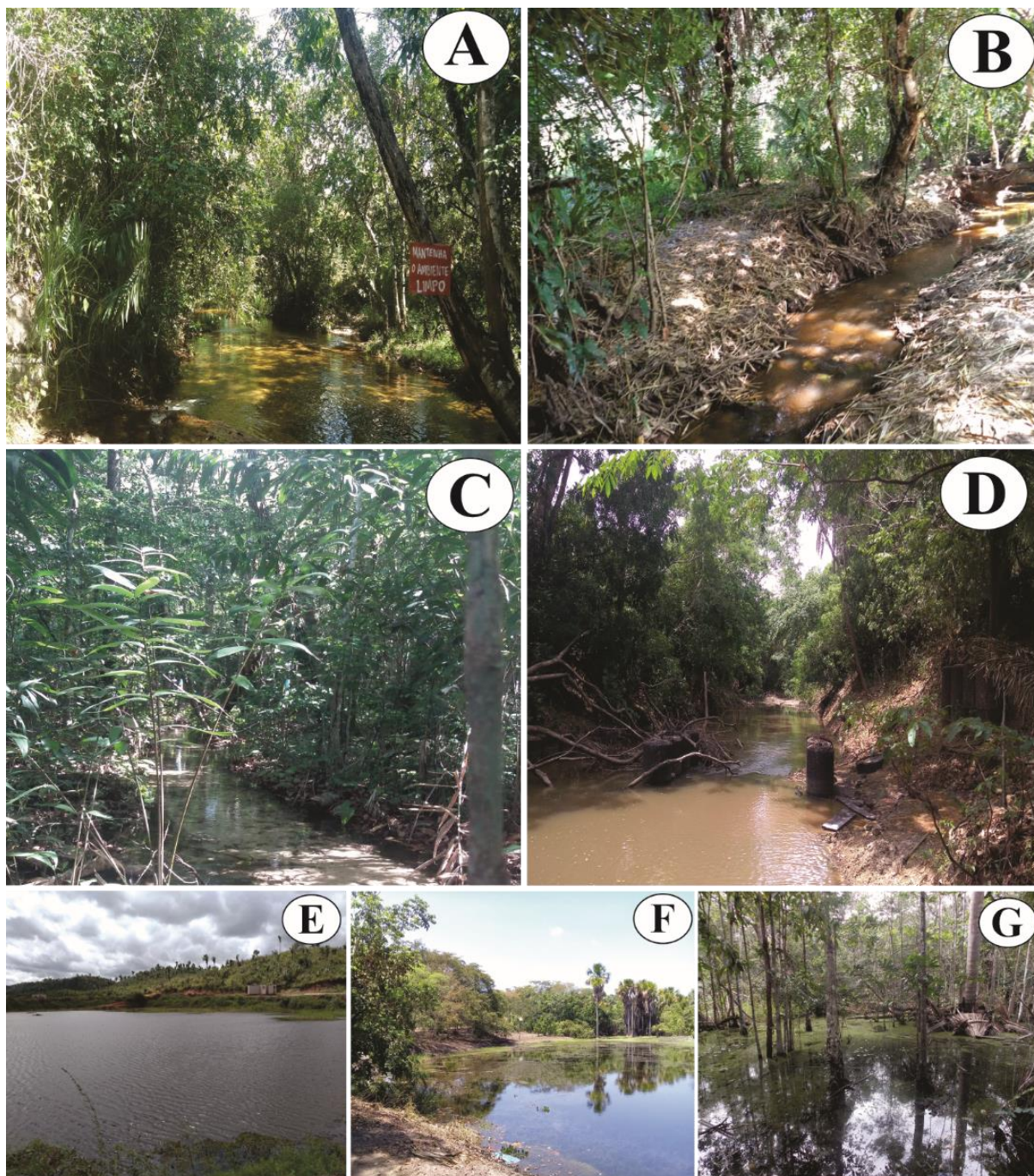
**Figure 2.** Sampling sites, streams. **A.** Araim. **B.** Areia Branca. **C.** Baixa Grande. **D.** Baixa Grande II. **E.** Barragem. **F.** Batatal. **G.** Buriti. **H.** Buriti Corrente. **I.** Buriti Dantas.





**Figure 3.** Sampling sites, streams. **A.** Cajazeiras. **B.** Correntinho. **C.** Fonte Mariana. **D.** Inhamum. **E.** Jatobá. **F.** Lamego. **G.** Limpeza. **H.** Planaçucar. **I.** Poção.





**Figure 4.** Sampling sites. **A–D.** Streams. **A.** Primavera. **B.** Pedra. **C.** Sumidouro. **D.** Saco River. **E–G.** Lakes. **E.** Araim. **F.** Cheio d'água. **G.** do Merim.

## Results

### Family Gerridae

#### Subfamily Charmatometrinae

#### *Brachymetra* Mayr, 1865

#### *Brachymetra albinervus* (Amyot & Serville, 1843)

Figures 5A–D

**New records.** BRAZIL • 1 ♂, 6 ♀; Maranhão, Duque Bacelar, Araim stream; -04.16861, -042.99277; 14 Jul. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00014 • 2 ♂; Maranhão, Caxias, Areia Branca stream; -05.03720, -043.48580; 13 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00056 • 1 ♂, 2 ♀; Maranhão, Caxias, Batatal stream; -04.96166, -043.38916; 07 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00007 • 1 ♂, 3 ♀; Maranhão, Caxias, Buriti stream; -04.91500, -043.11333; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00154, 00160 • 1 ♂; Maranhão, Codó, Buriti Dantas stream; -04.70388, -043.83250; 03 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00179 • 4 ♂, 7 ♀; Maranhão, Caxias, Cajazeiras stream; -05.01750, -043.42944; 07 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00031 • 31 ♂, 50 ♀; Maranhão, Caxias, Correntinho stream; -04.82666, -043.37694; 26 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00058, 00062, 00065, 00072, 00079 • 15 ♂, 16 ♀; Maranhão, Caxias, Jatobá stream; -04.90972, -043.11666; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00123, 00130, 00137, 00142, 00146, 00240 • 1 ♂, 2; Maranhão, Merim Lagoon; -04.89861, -043.44027; 13 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00052 • 9 ♂, 7 ♀; Maranhão, Caxias, Lamego stream; -04.81527, -043.34361; 12 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00033, 00035, 00039 • 6 ♂, 30 ♀; Maranhão, Caxias, Limpeza stream; -04.67611, -043.54222; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00094, 00097, 00102, 00104 • 6 ♂, 7 ♀; Maranhão, Caxias, Planaçucar stream; -04.90666, -043.36250; 12 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00044, 00047 • 1 ♀; Maranhão, Aldeias Altas, Poção stream; -04.67388, -043.54138; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00219 • 1 ♂, 5 ♀; Maranhão, Caxias, Primavera stream; -04.84916, -043.49527; 06 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00001, 00270 • 2 ♂; Maranhão, Codó, Saco river; -04.62482, -043.90249; 02 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00278.

**Identification.** Our specimens were identified based on the following characters: antennomere I shorter than II and III together; eye not surpassing the anterolateral angle of the pronotum; pronotum with apex rounded, reaching the mesoacetabulum in the apterous form

(Fig. 5A); dorsum of acetabula with silvery setae (Figs 5A, C); fore femur robust and slightly arched, with sparse conical black setae ventrally (Fig. 5B); and male abdominal segment VIII in natural position with about half of the length exposed (Figs 5B, D). This combination of characters distinguishes them from all known congeners (Cordeiro 2017).

**Distribution in Brazil.** AM, PA, MA\*, CE, BA, MT, MG, SP, RJ.

### ***Brachymetra lata* Shaw, 1933**

Figures 5E–G

**New records.** BRAZIL • 1 ♂, 8 ♀; Maranhão, Caxias, Inhamum stream; -04.89833, -043.43333; 26 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00016–00019, 00086 • 2 ♀; Maranhão, Caxias, Jatobá stream; -04.90972, -043.11666; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00269, 00281 • 1 ♂; Maranhão, Caxias, Planaçucar stream; -04.90666, -043.36250; 12 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00048 • 6 ♂, 5 ♀; Maranhão, São João do Soter, Pedras stream; -04.98194, -043.62638; 07 Jun. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00006.

**Identification.** Our specimens of *B. lata* can be distinguished from *B. albinervus* and other species of the genus based on the eye surpassing the anterolateral angle of the pronotum; the quadrate posterior margin of the pronotum (Fig. 5E); the lack of silvery setae on the dorsum of the acetabula; and the fore femur slender, densely covered by conical black setae on the venter (Cordeiro 2017).

**Distribution in Brazil.** RR, AP, AM, PA, RO, MA\*, MT.

### **Subfamily Cylindrostethinae**

#### ***Cylindrostethus* Mayr, 1865**

#### ***Cylindrostethus palmaris* Drake & Harris, 1934**

Figures 5H–K

**New records.** BRAZIL • 2 ♂; Maranhão, Duque Bacelar, Araim stream; -04.16861, -042.99277; 14 Jul. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00012 • 26 ♂, 14 ♀; Maranhão, Caxias, Areia Branca stream; -05.03720S, -043.48580; 13 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.;

LEAq 00055 • 1 ♂, 1 ♀; Maranhão, Caxias, Baixa Grande stream; -04.75722, -043.66055; 06 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00029 • 3 ♂, 1 ♀; Maranhão, Codó, Baixa Grande II stream; -04.73222, -043.70638; 05 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00191, 00193 • 2 ♂, 1 ♀; Maranhão, Caxias, Barragem stream; -04.87562, -043.09894; 10 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00238 • 5 ♂, 1 ♀; Maranhão, Caxias, Batatal stream; -04.96166, -043.38916; 07 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00009 • 3 ♂, 1 ♀; Maranhão, Caxias, Buriti stream; -04.91500, -043.11333; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00159, 00165 • 3 ♂, 1 ♀; Maranhão, Caxias, Cajazeiras stream; -05.01750, -043.42944; 07 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00030 • 2 ♂, 7 ♀; Maranhão, Caxias, Correntinho stream; -04.82666, -043.37694; 26 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00057, 00064, 00071, 00077 • 29 ♂, 31 ♀; Maranhão, Caxias, Inhamum stream; -04.89833, -043.43333; 26 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00020–00024, 00085, 00091 • 19 ♂, 11 ♀; Maranhão, Caxias, Jatobá stream; -04.90972, -043.11666; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00121, 00128, 00136, 00141, 00144 • 1 ♂; Maranhão, Merim Lagoon; -04.89861, -043.44027; 13 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00051 • 26 ♂, 11 ♀; Maranhão, Caxias, Lamego stream; -04.81527, -043.34361; 12 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00032, 00036, 00038 • 3 ♂, 2 ♀; Maranhão, Caxias, Limpeza stream; -04.67611, -043.54222; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00092, 00101 • 8 ♂, 9 ♀; Maranhão, Caxias, Planaçucar stream; -04.90666, -043.36250; 12 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00045–00046, 00049 • 6 ♂ 2 ♀; Maranhão, Aldeias Altas, Poção stream; -04.67388, -043.54138; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00200, 00220 • 4 ♂, 2 ♀; Maranhão, Caxias, Primavera stream; -04.84916, -043.49527; 06 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00002, 00173 • 14 ♂, 10 ♀; Maranhão, Caxias, Sumidouro stream; -04.88972, -043.43166; 05 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00027–00028.

**Identification.** *Cylindrostethus palmaris* is the only South American species of the genus that displays wing dimorphism, with apterous and macropterous morphs. Other species from the continent are entirely apterous, which makes identification of winged specimens immediate (Floriano et al. 2016). Our apterous specimens were identified based on the body mostly yellow; the lateral black stripes of the mesonotum as wide as the median yellow stripe; the black fore tibia; the posterior margin of male abdominal sternum VII not emarginated at the middle; and the basolateral processes of the male proctiger distinctly shorter than wide (Floriano et al. 2016).



**Distribution in Brazil.** RR, AP, AM, PA, RO, MA, RN, BA, MT, GO, MS, MG, ES, SP, RJ.

**Comments.** Previously recorded from Maranhão in the municipalities of Timon and Imperatriz (Rodrigues et al. 2012; Floriano et al. 2016).

### **Subfamily Gerrinae**

#### **Tribo Gerrini**

#### ***Limnogonus* Stål, 1868**

#### ***Limnogonus recurvus* Drake & Harris, 1930**

Figures 6A–C

**New records.** BRAZIL • 2 ♂, 3 ♀; Maranhão, Caxias, Buriti stream; -04.91500, -043.11333; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00152, 00167 • 1 ♂, 1 ♀; Maranhão, Caxias, Correntinho stream; -04.82666, -043.37694; 26 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00081 • 1 ♀; Maranhão, Caxias, Inhamum stream; -04.89833, -043.43333; 26 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00026 • 1 ♂, 1 ♀; Maranhão, Merim Lagoon; -04.89861, -043.44027; 13 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00050 • 1 ♂; Maranhão, Caxias, Lamego stream; -04.81527, -043.34361; 12 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00040 • 2 ♀; Maranhão, Caxias, Planaçucar stream; -04.90666, -043.36250; 12 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00042 • 1 ♂, 1 ♀; Maranhão, Aldeias Altas, Poção stream; -04.67388, -043.54138; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00116 • 1 ♂, 2 ♀; Maranhão, Caxias, Primavera stream; -04.84916, -043.49527; 06 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00201.

**Identification.** Our males of *L. recurvus* can be recognized by the presence of a rounded gibbosity on the venter of abdominal segment VIII, in addition to a posterior curved spine-like projection. Both males and females have the mesopleuron brown with a lighter stripe of variable size (Nieser and Melo 1997).

**Distribution in Brazil.** AM, PA, RO, MA\*, PE, BA, MT, MG, SP.

#### ***Neogerris* Matsumura, 1913**

#### ***Neogerris lubricus* (White, 1879)**

Figures 6D–F

**New records.** BRAZIL • 1 ♀; Maranhão, São João do Soter, Fonte Mariana stream; -05.12666, -043.84111; 23 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00246 • 1 ♀ Maranhão, Codó, Saco river; -04.62482, -043.90249; 02 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00280.

**Identification.** We identified our material based on the body length between 4.50 and 5.00 mm, the female apices of connexiva truncate, the male abdominal segment VIII very weakly notched on the posterior margin dorsally, and the male abdominal segment IX without tufts of long setae (Nieser 1994).

**Distribution in Brazil.** AP, AM, PA, RO, MA\*, PI, BA, MT, MS, MG, SP, RJ.

***Neogerris magnus* (Kuitert, 1942)**

Figures 6G–I

**New records.** BRAZIL • 4 ♂, 2 ♀; Maranhão, São João do Soter, Fonte Mariana stream; -05.12666, -043.84111; 23 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00244, 00247, 00254 • 4 ♂, 1 ♀; Maranhão, Caxias, Jatobá stream; -04.90972, -043.11666; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00243.

**Identification.** Specimens of *N. magnus* are the largest of the genus in the Americas and can be readily identified based on the body length of at least 7.50 mm in the apterous form and 8.25 mm in the macropterous form (Nieser 1994).

**Distribution in Brazil.** AP, AM, PA, MA\*, MT.

**Tribo Tachygerrini**

***Tachygerris* Drake, 1957**

***Tachygerris adamsoni* (Drake, 1942)**

Figures 7A–C

**New records.** BRAZIL • 1 ♂, 2 ♀; Maranhão, Caxias, Barragem stream; -04.87562, -043.09894; 10 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00245, 00256.

**Identification.** Our male specimen was identified based on the venter of the fore femur without a basal tubercle, but instead with a thick fringe of setae on this area. The females have the posterior margin of abdominal sternum VII without projections, distinctly shorter than the posterior projection of the last abdominal laterotergite (Nieser 1970; Morales-Castaño and Molano-Rendón 2009).

**Distribution in Brazil.** AM, PA, MA\*, PI, MT, MG, RJ.

### Subfamily Rhagadotarsinae

#### *Rheumatobates* Bergroth, 1892

##### *Rheumatobates bonariensis* (Berg, 1898)

**New records.** BRAZIL • 38 ♂, 22 ♀; Maranhão, Codó, Saco river; -04.62482, -043.90249; 02 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00277.

**Identification.** Our material was identified based on the males, which bear antennomere I do not incrassate, longer than the others; fore femur without anterior tuft of stout setae or ventral row of long stout spines; hind femur straight; and venter of abdominal segments VII–VIII deeply longitudinally grooved (Hungerford 1954).

**Distribution in Brazil.** MA\*, MT, SP, SC, RS.

### Subfamily Trepobatinae

#### Tribo Trepobatini

##### *Halobatopsis* Bianchi, 1896

##### *Halobatopsis platensis* (Berg, 1879)

Figures 7D–E

**New records.** BRAZIL • 1 ♂; Maranhão, Caxias, Correntinho stream; -04.82666, -043.37694; 26 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00070 • 4 ♂, 3 ♀; Maranhão, Caxias, Limpeza stream; -04.67611, -043.54222; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00099 • 1 ♀; Maranhão, Caxias, Planaçucar stream; -04.90666, -043.36250; 12 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00043 • 3 ♂, 10 ♀; Maranhão, Aldeias Altas, Poção stream; -04.67388, -043.54138; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00110, 00117, 00203,

00205, 00268 • 1 ♀; Maranhão, Codó, Saco river; -04.62482, -043.90249; 02 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00279.

**Identification.** Our material was identified based on the following characters: mesonotum of the apterous form with longitudinal black marks; male abdominal segment VIII without a ventral spine; and female abdominal laterotergites slightly elevated, not reflected over the mediotergites (Nieser and Melo 1999).

**Distribution in Brazil.** MA\*, PI, BA, MT, GO, DF, MS, MG, ES, SP, RJ, PR, RS.

### Family Hebridae

#### Subfamily Hebrinae

##### *Merragata* White, 1877

##### *Merragata hebroides* White, 1877

Figures 7F–G

**New records.** BRAZIL • 1 ♂ Maranhão, Aldeias Altas, Poção stream; -04.67388, -043.54138; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00209.

**Identification.** Our only specimen was identified based on the shape of the paramere, which was figured by Drake and Chapman (1958: 320).

**Distribution in Brazil.** AM, MA\*, MT, MS.

### Family Hydrometridae

#### Subfamily Hydrometrinae

##### *Hydrometra* Latreille, 1797

##### *Hydrometra guianana* Hungerford & Evans, 1934

Figures 8A–E

**New records.** BRAZIL • 2 ♂, 4 ♀; Maranhão, São João do Soter, Fonte Mariana stream; -05.12666, -043.84111; 23 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00248–00250.

**Identification.** Our material was identified based on the clypeus broad, with anterior margin medially angulated (Fig. 6B); pro- and mesoacetabula with circular punctures (Fig. 6E); and the posterior half of male abdominal sternum VI with brushes of setae (Moreira and Barbosa 2013).

**Distribution in Brazil.** AM, PA, MA\*, MT.

### **Family Mesoveliidae**

#### **Subfamily Mesoveliinae**

#### ***Mesovelia* Mulsant & Rey, 1852**

#### ***Mesovelia amoena* Uhler, 1894**

Figures 9A–B

**New records.** BRAZIL • 3 ♀; Maranhão, São João do Soter, Fonte Mariana stream; -05.12666, -043.84111; 23 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00253, 00259.

**Identification.** Our females of this species were identified based on the body brown and around 2.00 mm long, and the middle femur without spines on the posterior surface (Fig. 9B) (Moreira et al. 2008).

**Distribution in Brazil.** AM, PA, RO, MA\*, CE, BA, MT, MG, ES, SP, RJ.

#### ***Mesovelia mulsanti* White, 1879**

Figures 9C–D

**New records.** BRAZIL • 2 ♀; Maranhão, Codó, Baixa Grande II stream; -04.73222, -043.70638, 05 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00195 • 1 ♂, 3 ♀; Maranhão, Duque Bacelar, Araim lagoon; -04.15388, -042.96405; 14 Jun. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00171 • 11 ♂, 4 ♀; Maranhão, Aldeias Altas, Cheio d'água lagoon; -04.64352, -043.51263; 20 Sep. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00235–00236.

**Identification.** Unlike *M. amoena*, our males and females of *M. mulsanti* bear a row of black spinules on the middle femur. Additionally, males have a pair of tightly packed clusters of black spinules on the venter of abdominal segment VIII (Fig. 9D) (Spangler 1990; Moreira et

al. 2008).

**Distribution in Brazil.** AP, AM, PA, RO, MA\*, CE, PE, BA, MT, GO, MS, MG, ES, SP, RJ, PR, SC, RS.

## **Family Veliidae**

### **Subfamily Microveliinae**

#### ***Microvelia* Westwood, 1834**

#### ***Microvelia mimula* White, 1879**

Figures 10A–B

**New records.** BRAZIL • 1 ♂; Maranhão, Caxias, Correntinho stream; -04.82666, -043.37694; 26 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00084.

**Identification.** Our single male of this species was identified based on the proctiger with a pair of lateral, long, horn-like projections (Fig. 10B) (Moreira 2012).

**Distribution in Brazil.** AM, PA, MA\*, CE, MT, MS, MG, ES, SP, RJ, SC.

#### ***Microvelia pulchella* Westwood, 1834**

Figures 10C–H

**New records.** BRAZIL • 3 ♂, 3 ♀; Maranhão, Aldeias Altas, Cheio d'água lagoon; -04.64352, -043.51263; 20 Sep. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00234, 00237, 00273 • 38 ♂, 46 ♀; Maranhão, Aldeias Altas, Poção stream; -04.67388, -043.54138; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00108, 00111, 00115, 00206–00208, 00210–00211, 00214–00215, 00225, 00232.

**Identification.** Our material of this species was identified based on the following characters: apterous specimens with the mesonotum exposed, not covered by the pronotum (Figs 10E, G); male elongated, subcylindrical; female broad, rounded; male hind tibia bent (Figs 10D, F); male terminalia aligned with the longitudinal axis of the body; and male abdominal segment VIII ventrally without depressions, projections or notches (Moreira 2012).

**Distribution in Brazil.** AM, PA, MA, PI, PE, BA, AL, MS, MG, ES, SP, RJ, SC.

**Comments.** Previously recorded from northern Maranhão state, in the municipality of São Luís (Moreira and Campos 2012).

***Microvelia venustatis* Drake & Harris, 1933**

Figures 10I–K

**New records.** BRAZIL • 2 ♂; Maranhão, São João do Soter, Fonte Mariana stream; -05.12666, -043.84111; 23 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00257, 00266 • 1 ♀; Maranhão, Caxias, Primavera stream; -04.84916, -043.49527; 06 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00271.

**Identification.** Our material was identified based on the body about 1.30 mm long, mainly black, with an orange mark on the pronotum; antennomere IV fusiform, 4.5 times or longer than the largest width, thicker than I–III (Fig. 10K); and the male terminalia small and strongly inserted into the abdomen (Fig. 10J) (Moreira 2012).

**Distribution in Brazil.** AM, PA, MA, MT, MG, ES, SP, RJ, SC.

**Comments.** Previously recorded from northern Maranhão state, in the municipality of São Luís (Moreira and Campos 2012).

**Subfamily Rhagoveliinae**

***Rhagovelia* Mayr, 1865**

***Rhagovelia brunae* Magalhães & Moreira, 2016**

Figures 11A–D

**New records.** BRAZIL • 45 ♂, 44 ♀; Maranhão, Codó, Baixa Grande II stream; -04.73222, -043.70638, 05 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00185, 00187, 00189 • 106 ♂, 107 ♀; Maranhão, Caxias, Buriti stream; -04.91500, -043.11333; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00150, 00156, 00161, 00162, 00169, 00170 • 1 ♀; Maranhão, Codó, Buriti Corrente stream; -04.75194, -043.66638; 04 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00272 • 1 ♂, 3 ♀; Maranhão, Caxias, Inhamum stream; -04.89833, -043.43333; 26 Aug. 2019; C.L.

Franco et al. leg.; LEAq 00025, 00088 • 3 ♂, 31 ♀; Maranhão, Caxias, Jatobá stream; -04.90972, -043.11666; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00126, 00138, 00148 • 21 ♂, 23 ♀; Maranhão, Codó, Saco river; -04.62482, -043.90249; 02 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00276.

**Identification.** Our material has been identified based on the apterous males, which have the pronotum long, completely covering the mesonotum; the hind trochanter with a few small spines and a larger apical spine; the hind tibia with small subequal spines throughout its length and a straight apical spur; and the sides of abdominal segment VII with patches of small black denticles (Magalhães et al. 2016). Females were associated with males from the same locality based on the general appearance and by comparison with the original description of the species.

**Distribution in Brazil.** PA, MA\*.

### ***Rhagoelia hambletoni* Drake & Harris, 1933**

Figures 11E–H

**New records.** BRAZIL • 5 ♂, 5 ♀; Maranhão, Caxias, Baixa Grande stream; -04.75722, -043.66055, 06 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00004 • 1 ♂; Maranhão, Caxias, Batatal stream; -04.96166, -043.38916; 07 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00008 • 18 ♂, 9 ♀; Maranhão, Codó, Buriti Corrente stream; -04.75194, -043.66638; 04 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00184 • 63 ♂, 44 ♀; Maranhão, Aldeias Altas, Poção stream; -04.67388, -043.54138; 27 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00107, 00113, 00119, 00221 00223, 00226, 00227, 00229, 00230.

**Identification.** Both males and females of *R. hambletoni* could be reliably identified. The pronotum is short, not covering the mesonotum, like in other species of the *angustipes* complex (Polhemus 1997). Males lack a spine on the fore trochanter, have black middle coxa, bear about seven spines on the hind femur, display shiny black areas dorsally on the center of abdominal segments V–VIII, and have laterotergites gradually tapering posteriorly. Females have hind trochanter yellowish, hind femur with three to five spines, and abdominal laterotergites reflected over the mediotergites (Moreira 2012).



**Distribution in Brazil.** MA\*, BA, MT, MS, MG, ES, SP, RJ.

***Rhagovelia robusta* Gould, 1931**

Figures 11I–L

**New records.** BRAZIL • 24 ♂, 128 ♀; Maranhão, Caxias, Correntinho stream; -04.82666, -043.37694; 26 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00059, 00063, 00067, 00074, 00082 • 1 ♂, 3 ♀; Maranhão, Caxias, Primavera stream; -04.84916, -043.49527; 06 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00177, 00178 • 25 ♂, 31 ♀; Maranhão, Codó, Saco river; -04.62482, -043.90249; 02 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00276.

**Identification.** Our males of *R. robusta* were identified based on the pronotum long, completely covering the mesonotum, mostly blackish, strongly contrasting with a yellowish brown mark on the anterior lobe; jugum and proepisternum with minute black denticles; the hind trochanter with spines; the hind femur with three irregular rows of spines, with a large spine near its middle dorsally displaced from the others; and the sides of abdominal segment VII without patches of black denticles (Magalhães et al. 2016). Females were associated with males from the same locality based on the general appearance and by comparison with reference material from other Brazilian states.

**Distribution in Brazil.** PA, MA\*, SE, MT, GO, MG, ES, SP, RJ, SC.

***Rhagovelia tenuipes* Champion, 1898**

Figures 11M–O

**New records.** BRAZIL • 2 ♀; Maranhão, Caxias, Baixa Grande stream; -04.75722, -043.66055, 06 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00267 • 36 ♂, 19 ♀; Maranhão, Caxias, Primavera stream; -04.84916, -043.49527; 06 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00176 • 150 ♂, 112 ♀; Maranhão, Codó, Saco river; -04.62482, -043.90249; 02 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00275.

**Identification.** Like *R. hambletoni*, *R. tenuipes* belongs to the *angustipes* complex of species (Polhemus 1997). Our males could be distinguished from *R. hambletoni* by the abdominal laterotergites bowed laterally and the longer hind femur, slightly longer than half of the body

length. Females of *R. tenuipes* were easily distinguished from those of *R. hambletoni* based on the laterotergites not reflected over the mediotergites and the hind femur with at least seven spines (Moreira 2012).

**Distribution in Brazil.** RR, AM, PA, MA\*, MT, MS, MG, ES, SP, RJ.

### **Subfamily Veliinae**

#### ***Stridulivelia* Hungerford, 1929**

##### ***Stridulivelia astralis* (Drake & Harris, 1938)**

Figures 12A–D

**New records.** BRAZIL • 2 ♀; Maranhão, Caxias, Barragem stream; -04.87562, -043.09894; 10 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00283.

**Identification.** Our material of this genus was identified based on the key provided by Floriano et al. (2017). The females above lack spines on the humeral angles; have the stridulatory structure on the lateral margin of the abdominal laterotergites formed by a row of tightly packed minute pegs (Fig. 12D); the first three visible abdominal segments with transverse lateral sulci; the hind femur incrassate, about two times wider than middle femur, with a spine on the distal 2/3 of the posterior margin distinctly larger than others; and the dorsum of abdominal segment VIII without projections.

**Distribution in Brazil.** TO, MA\*, MT, MS, MG.

##### ***Stridulivelia ayacucho* Polhemus & Spangler, 1995**

Figures 12E–J

**New records.** BRAZIL • 3 ♂; Maranhão, Codó, Baixa Grande II stream; -04.73222, -043.70638, 05 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00197 • 1 ♀; Maranhão, Caxias, Barragem stream; -04.87562, -043.09894; 10 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00284 • 1 ♀; Maranhão, Caxias, Jatobá stream; -04.90972, -043.11666; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00135.

**Identification.** The specimens above differ from *S. astralis* by the stridulatory structure on

the lateral margin of the laterotergites formed by a row of widely separated knob-like denticles (Figs 12G, J). The male has the venter of abdominal segment VIII centrally expanded, but not forming a lobule, and the female has short posterior projections on the dorsum of abdominal segment VIII, with about one-third the length of the segment at the midline (Floriano et al. 2017).

**Distribution in Brazil.** PA, MA\*, MT, MG, SP.

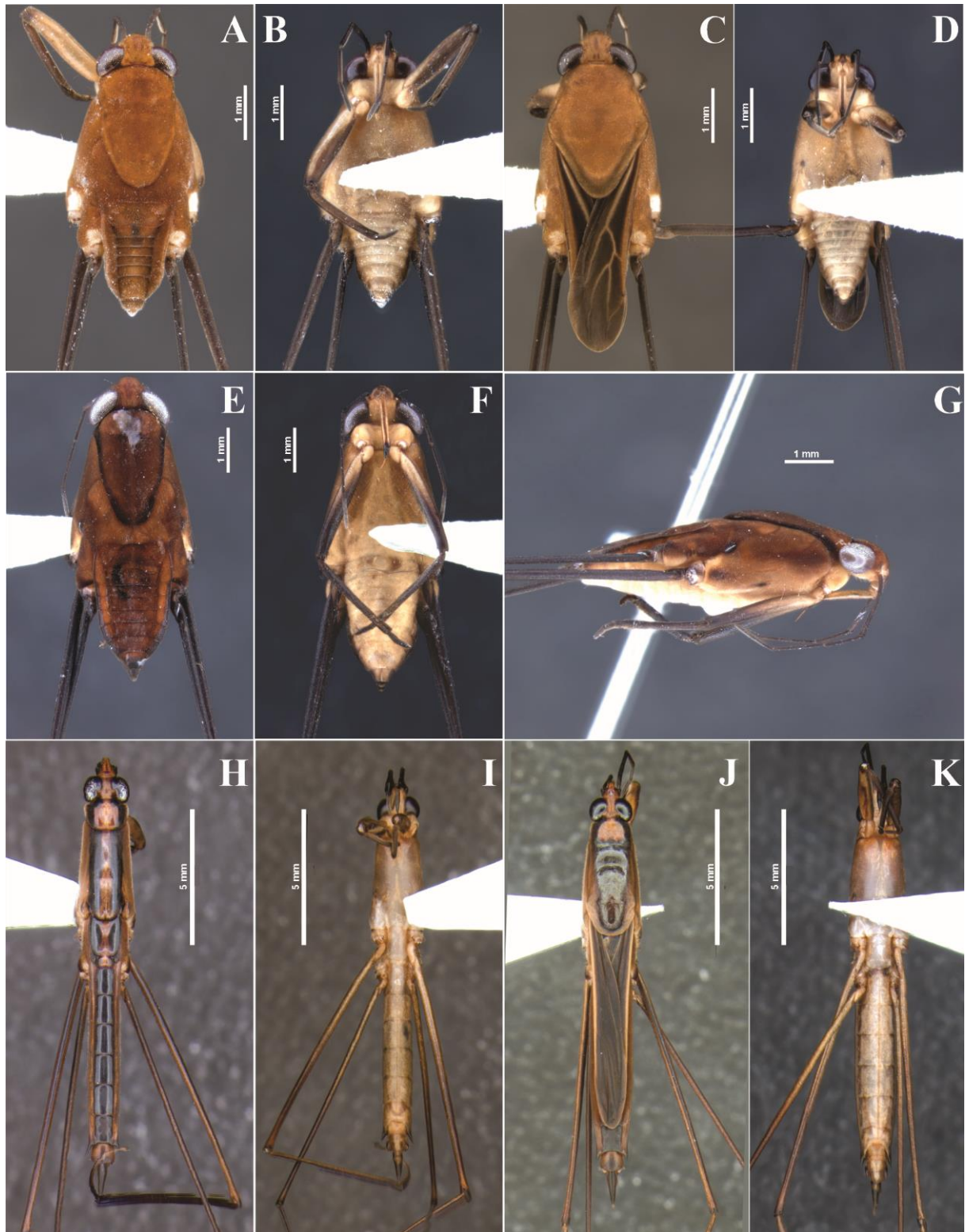
***Stridulivelia tersa* (Drake & Harris, 1941)**

Figures 13A–F

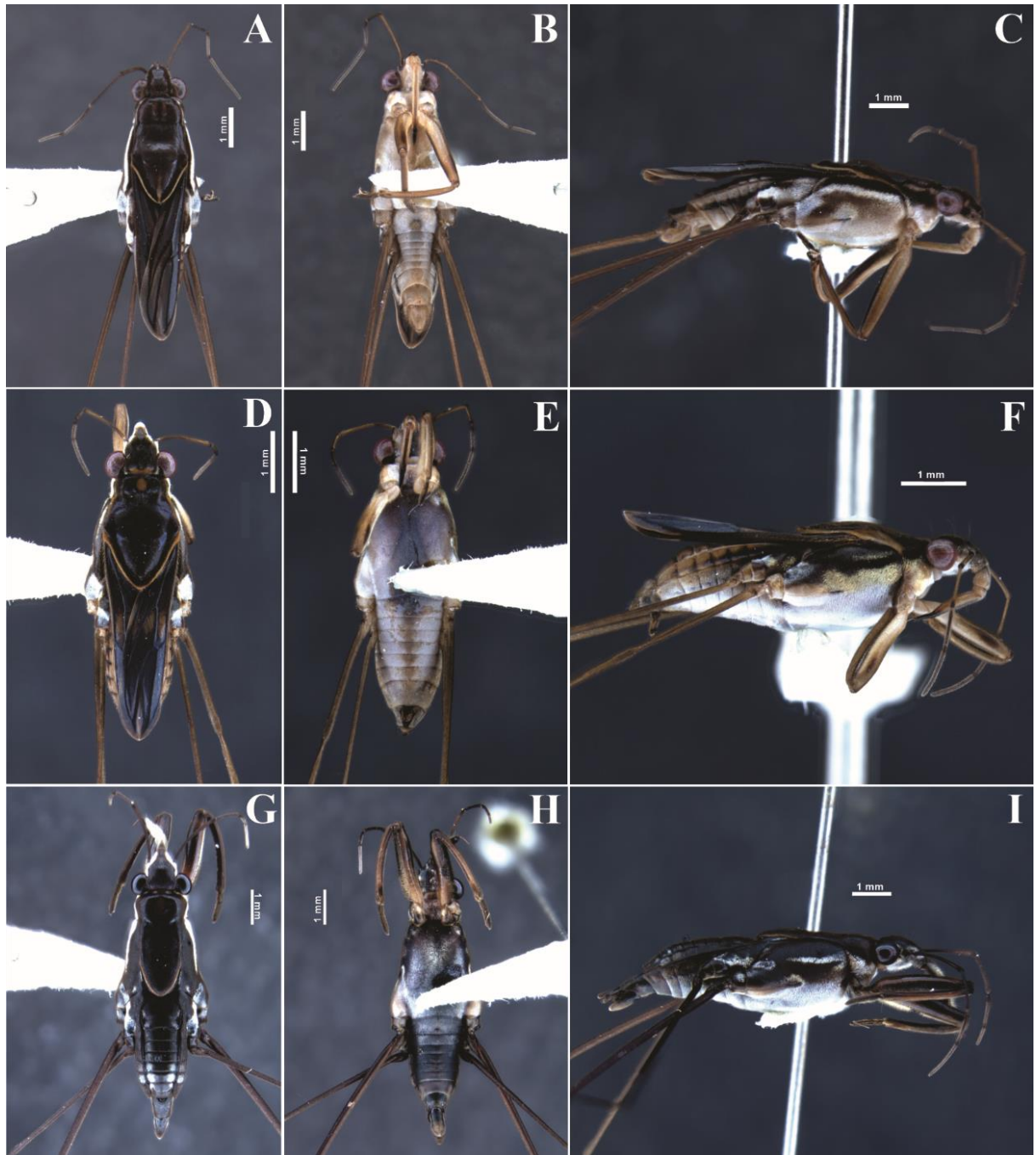
**New records.** BRAZIL • 1 ♂; Maranhão, Caxias, Areia Branca stream; -05.03720, -043.48580; 13 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00242 • 2 ♂; Maranhão, Codó, Baixa Grande II stream; -04.73222, -043.70638, 05 Oct. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00198 • 1 ♂, 2 ♀; Maranhão, Caxias, Barragem stream; -04.87562, -043.09894; 10 Dec. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00239 • 1 ♂, 1 ♀; Maranhão, Caxias, Jatobá stream; -04.90972, -043.11666; 28 Aug. 2019; C.L. Franco et al. leg.; LEAq 00125.

**Identification.** Like *S. ayacucho*, our specimens of *S. tersa* have the stridulatory structure on the lateral margin of the abdominal laterotergites formed by a row of widely separated knob-like denticles (Fig. 13C, F). However, they have the first four or five visible abdominal segments with transverse lateral sulci (two in *S. ayacucho*) and the female lacks projections on abdominal tergite VIII (present in *S. ayacucho*) (Floriano et al. 2017).

**Distribution in Brazil.** AM, PA, MA\*, MT, MG, ES.

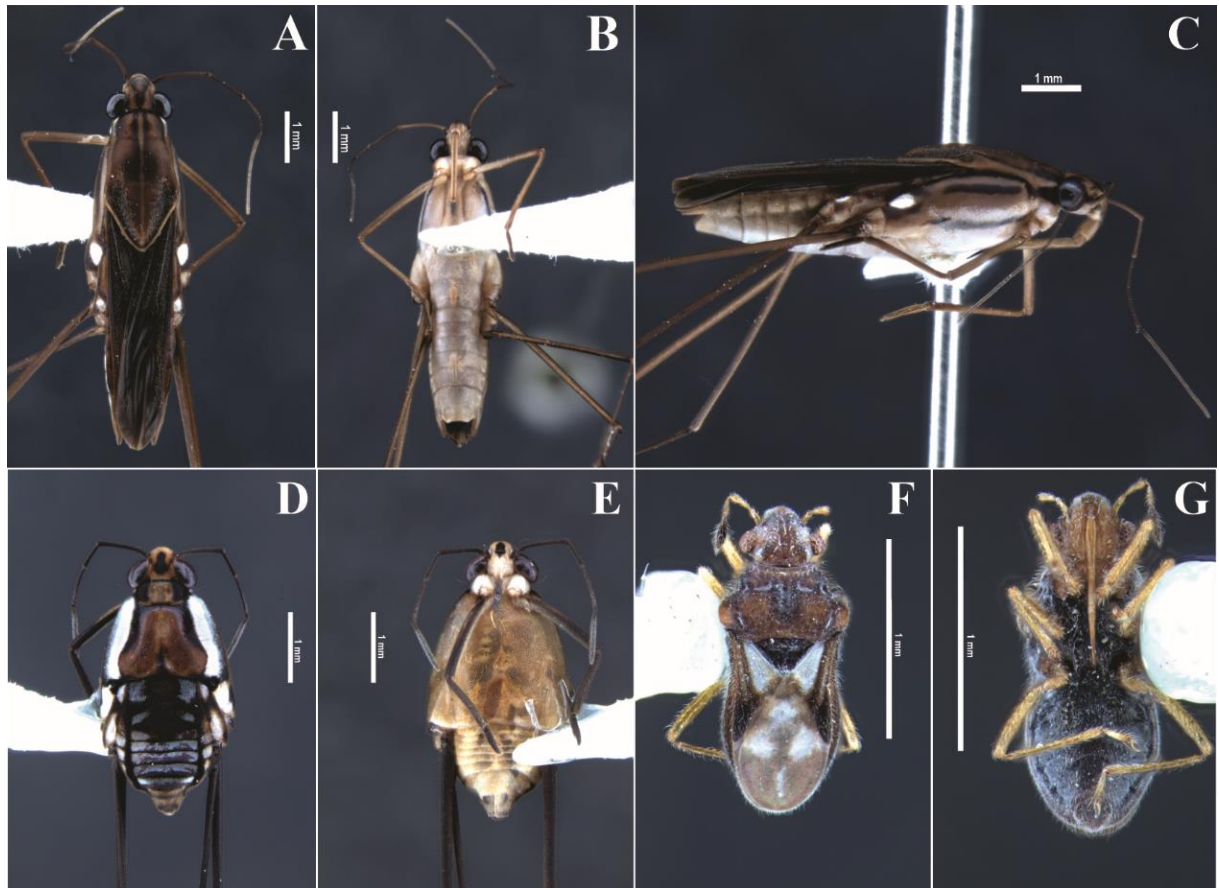


**Figure 5.** A–E. *Brachymetra albinervus*. A. Apterous male, dorsal view. B. Ventral view. C. Macropterous male, dorsal view. D. Ventral view. E–G. *B. lata*. E. Apterous female, dorsal view. F. Ventral view. G. Lateral view. H–K. *Cylindrostethus palmaris*. H. Apterous male, dorsal view. I. Ventral view. J. Macropterous male, dorsal view. K. Ventral view.

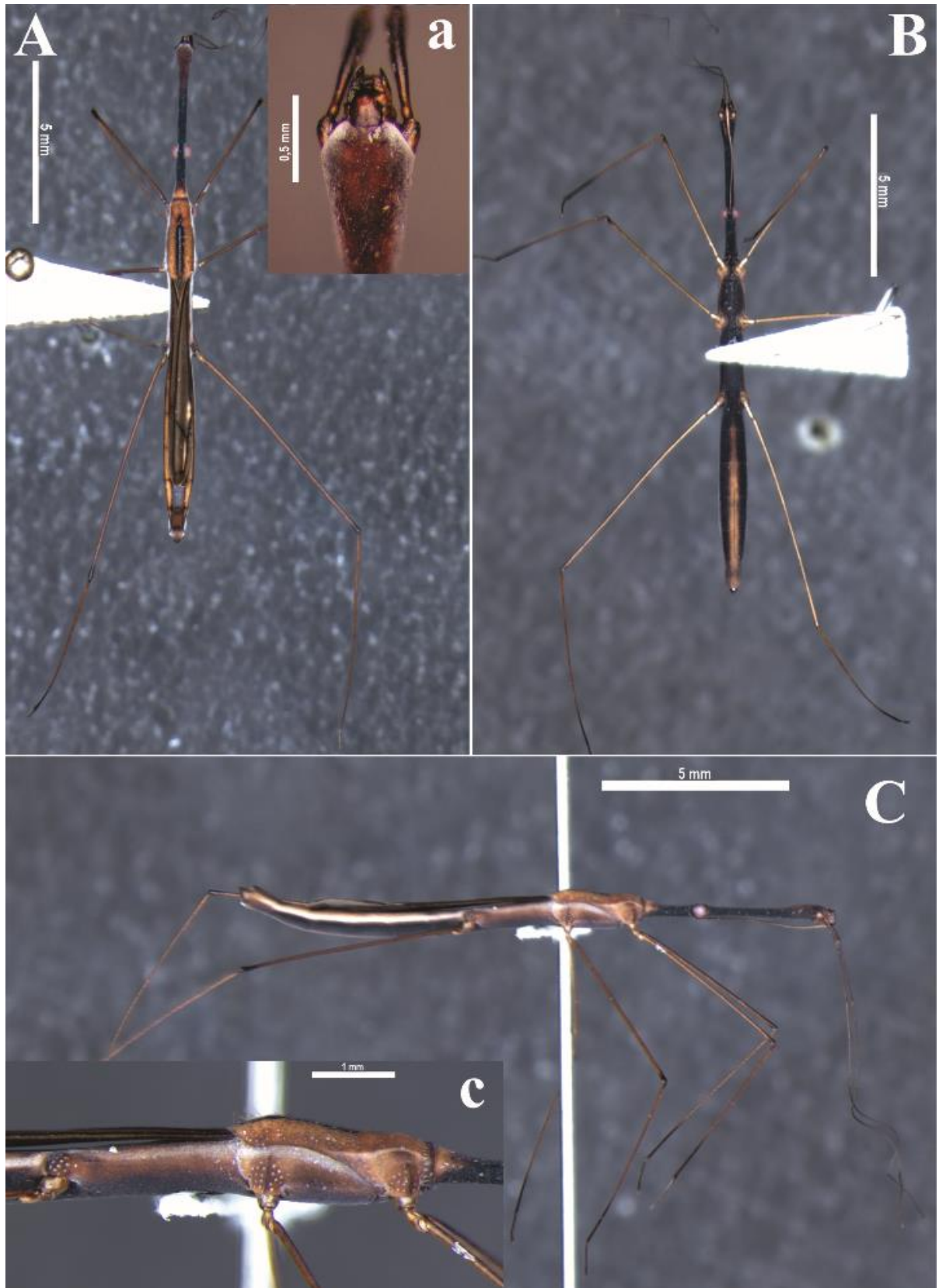


**Figure 6.** A–C. *Limnogonus recurvus*. **A.** Macropterous male, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Lateral view. D–F. *Neogerris lubricicus*. **D.** Macropterous female, dorsal view. **E.** Ventral view. **F.** Lateral view. G–I. *N. magnus*. **G.** Apterous male, dorsal view. **H.** Ventral view. **I.** Lateral view.

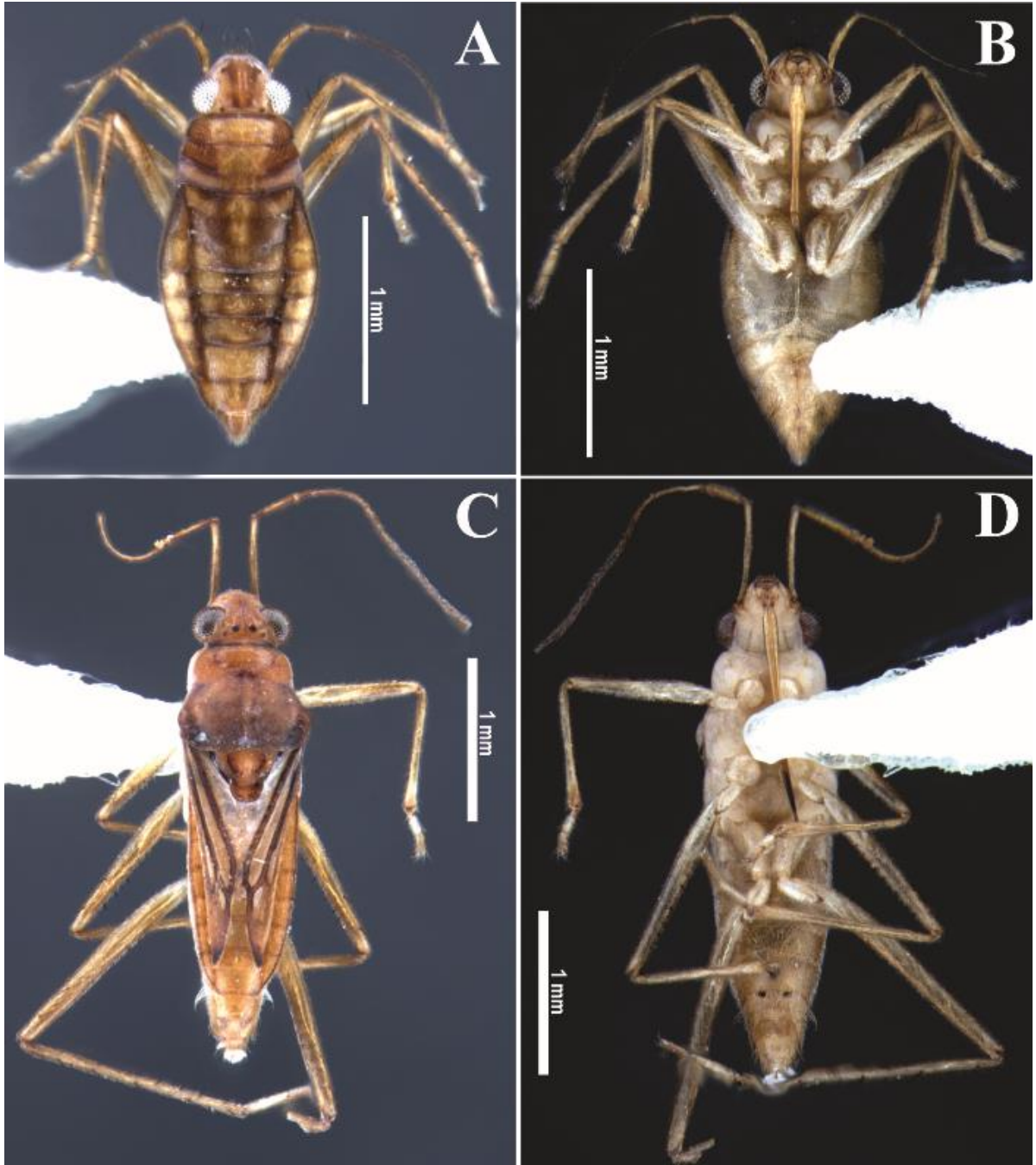




**Figure 7.** A–C. *Tachygerris adamsoni*. A. Macropterous female, dorsal view. B. Ventral view. C. Lateral view. D–E. *Halobatopsis platensis*. D. Apterous female, dorsal view. E. Ventral view. F–G. *Merragata hebroides*. F. Macropterous male, dorsal view. G. Ventral view.

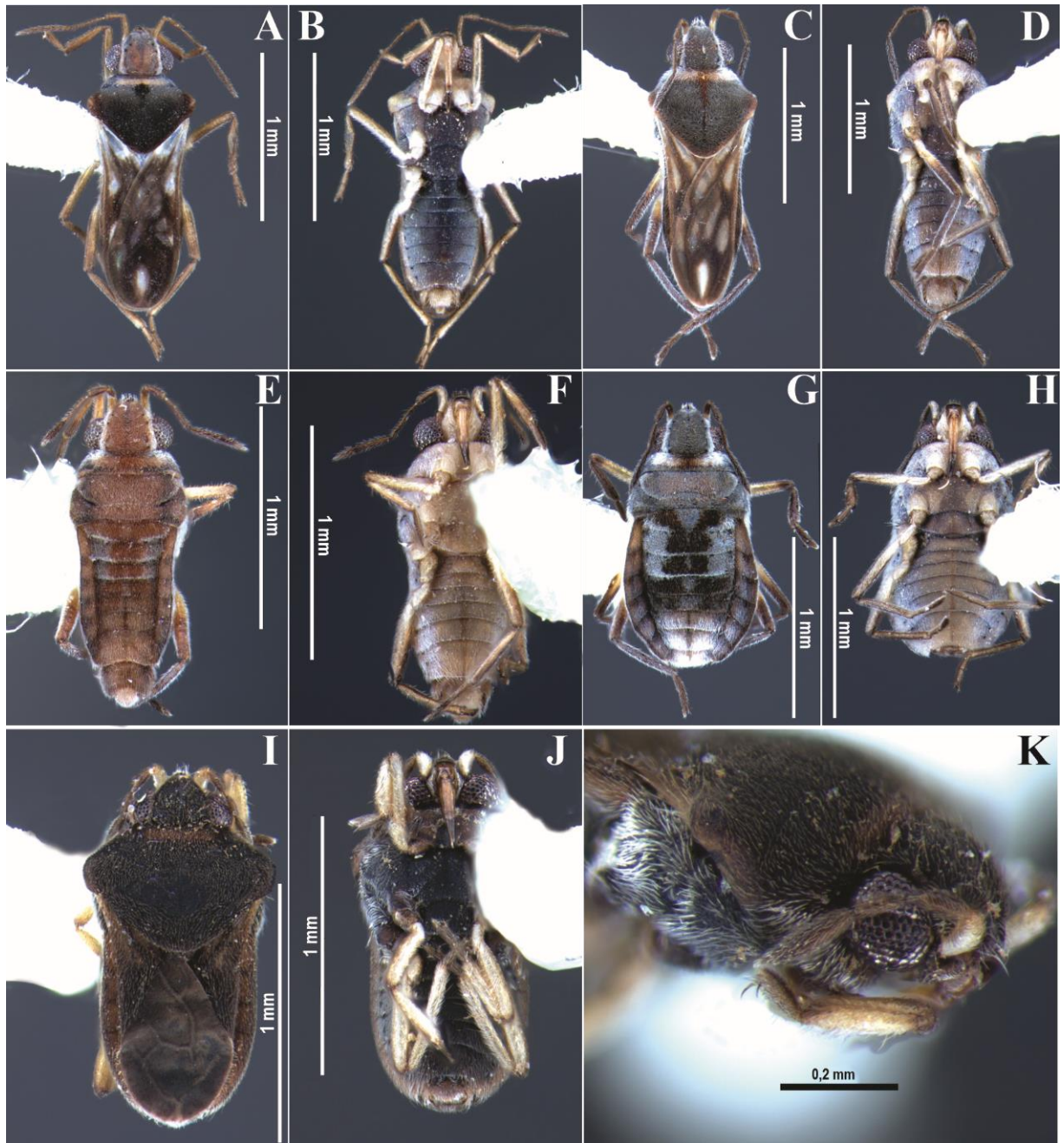


**Figure 8.** A–C. *Hydrometra guianana*. **A.** Macropterous female, dorsal view. **a.** Anterior portion of head, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Lateral view. **c.** Thorax.

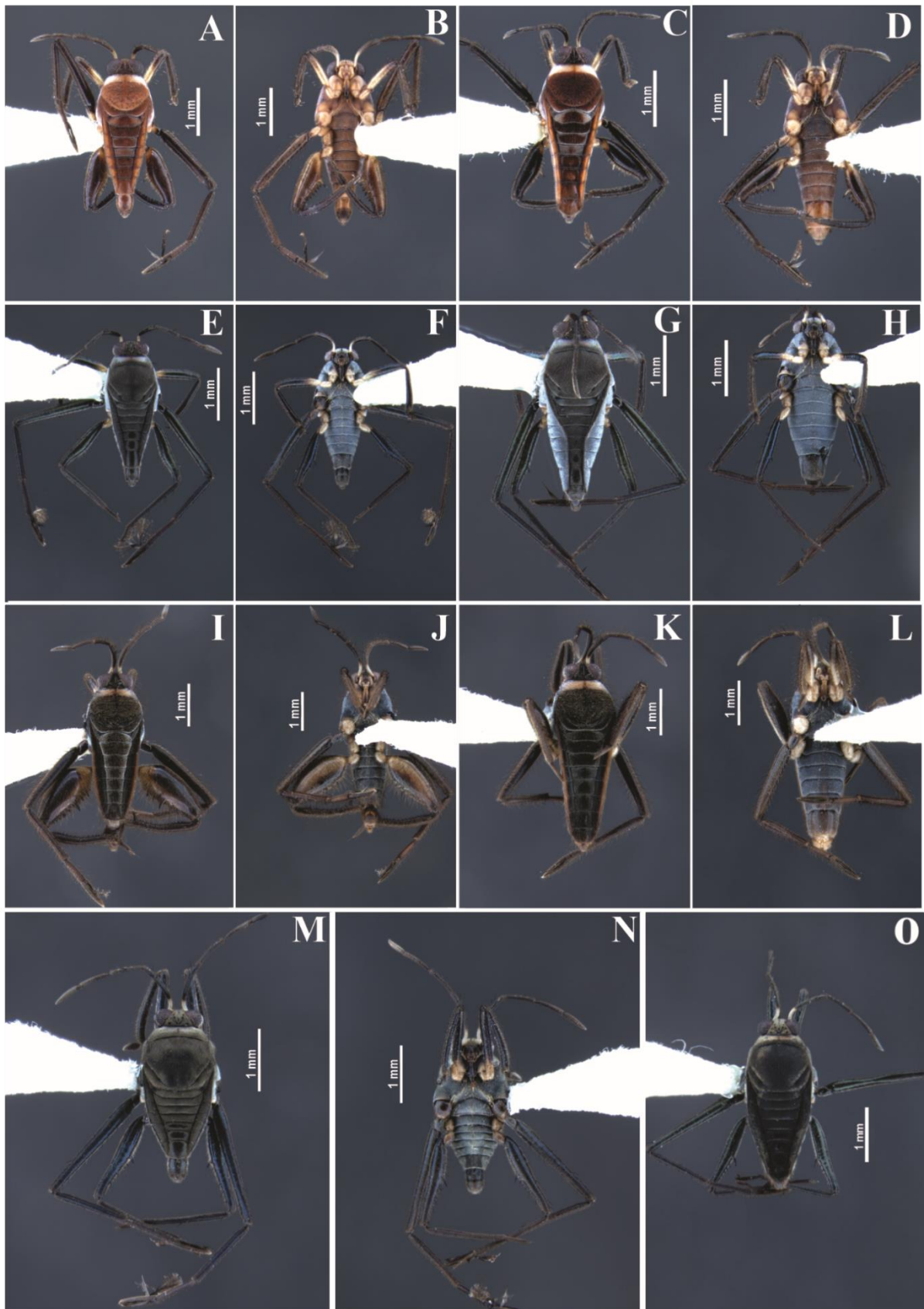


**Figure 9.** A–B. *Mesovelia amoena*. A. Apterous female, dorsal view. B. Ventral view. C–D. *Mesovelia mulsanti*. C. Macropterous male, dorsal view. D. Ventral view.





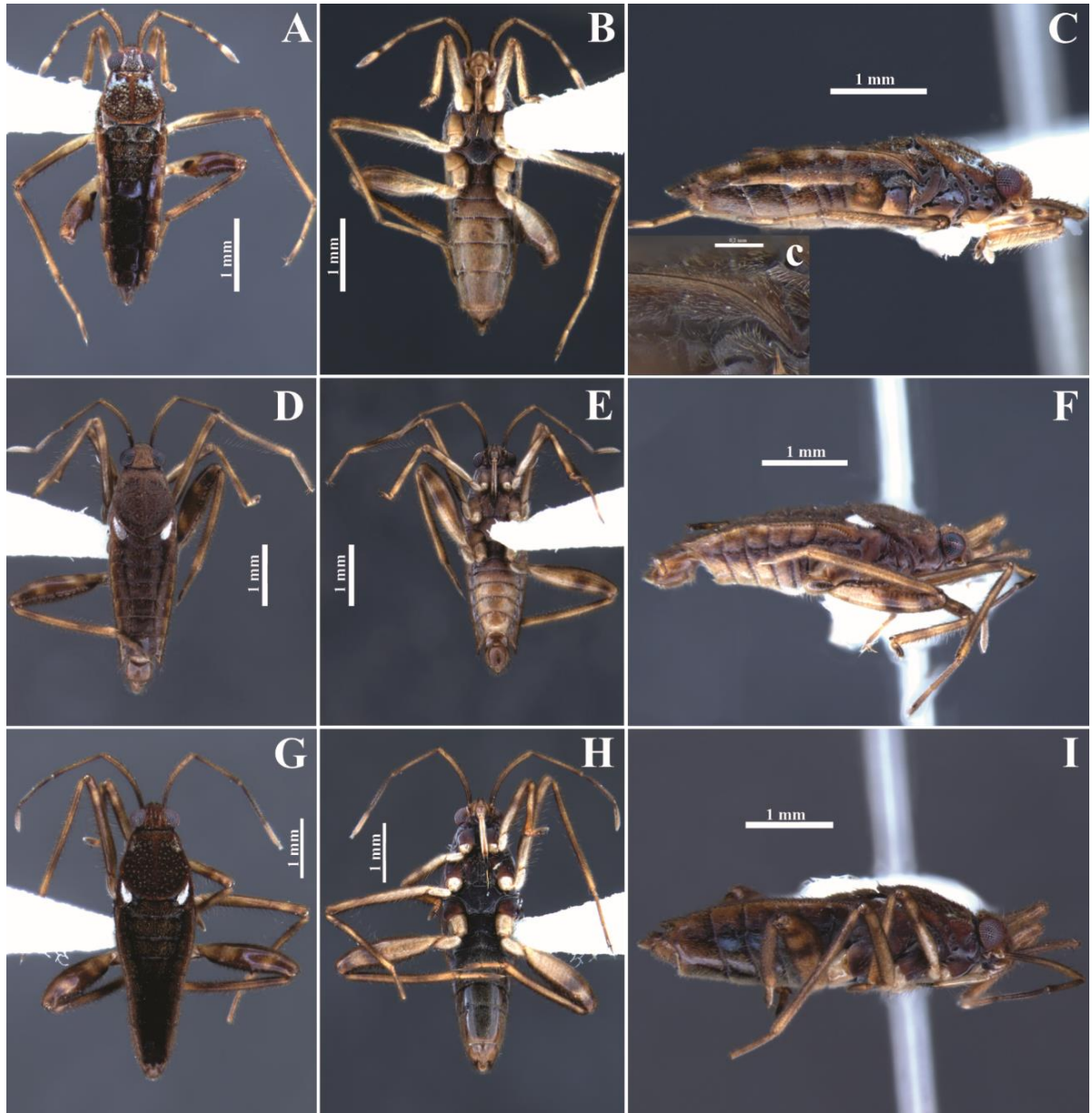
**Figure 10.** A–B. *Microvelia mimula*. A. Macropterous male, dorsal view. B. Ventral view. C–H. *Microvelia pulchella*. C. Macropterous male, dorsal view. D. Ventral view. E. Apterous male, dorsal view. F. Ventral view. G. Apterous female, dorsal view. H. Ventral view. I–K. *Microvelia venustatis*. I. Macropterous male, dorsal view. J. Ventral view. K. Antennomere IV fusiform view.



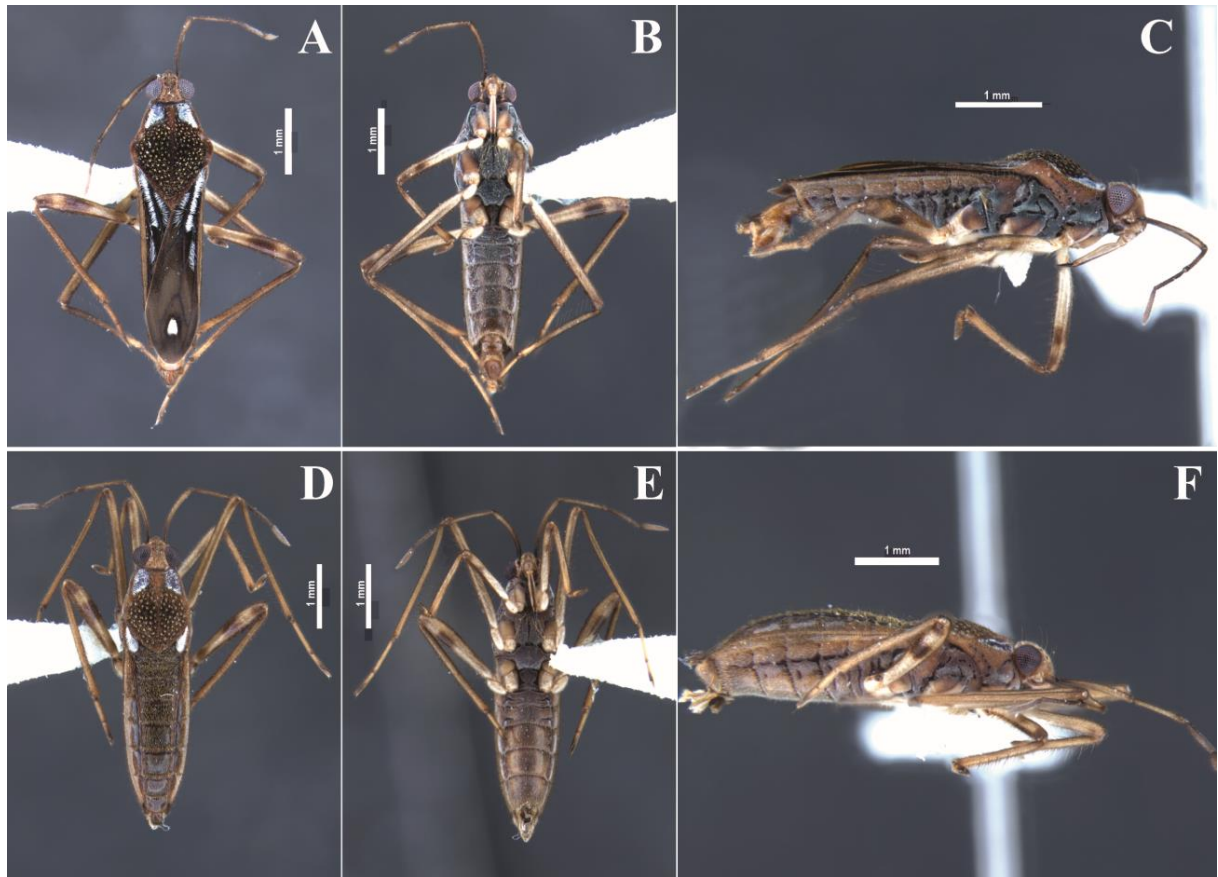
**Figure 11.** A–D. *Rhagovelia brunae*. A. Apterous male, dorsal view. B. Ventral view. C. Apterous female, dorsal view. D. Ventral view. E–H. *Rhagovelia hambletoni*. E. Apterous



male, dorsal view. **F.** Ventral view. **G.** Apterous female, dorsal view. **H.** Ventral view. **I–L.** *Rhagovelia robusta*. **I.** Apterous male, dorsal view. **J.** Ventral view. **K.** Apterous female, dorsal view. **L.** Ventral view. **M–O.** *Rhagovelia tenuipes*. **M.** Apterous male, dorsal view. **N.** Ventral view. **O.** Apterous female, dorsal view.



**Figure 12.** **A–C.** *Stridulivelia astralis*. **A.** Apterous female, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Lateral view. **c.** Stridulatory structure on connexivum. **D–I.** *S. ayacucho*. **D.** Micropterous male, dorsal view. **E.** Ventral view. **F.** Lateral view. **G.** Micropterous female, dorsal view. **H.** Ventral view. **I.** Lateral view.



**Figure 13.** A–F. *Stridulivelia tersa*. **A.** Macropterous male, dorsal view. **B.** Ventral view. **C.** Lateral view. **D.** Micropterous female, dorsal view. **E.** Ventral view. **F.** Lateral view.

## Discussion

We collected 1,778 specimens in the study area, representing 23 species of the five families of Gerromorpha recorded from Brazil (Moreira 2020a, 2020b, 2020c, 2020d, 2020e). Among the 11 species of the infraorder previously recorded from Maranhão state, we did not examine material of *Halobates micans*, *Brachymetra furva*, *Rhagovelia whitei*, *Paravelia cognata*, *P. micromaculata*, *P. nexa*, *P. spinifera* and *Steinovelina vinnula*. *Halobates micans* is one of the five species of insects that live on the open ocean (Andersen and Cheng 2004), whereas *B. furva* has questionable validity and is being revised (Cordeiro 2017). The absence of *R. whitei* in the samples is unexpected, because it is a common species in the *Cerrado* biome (Dias-Silva et al. 2013; Giehl et al. 2020). The other species above are rare and known from material obtained on at most three localities each, except for *P. spinifera*, which seems to be more common than the rest between western Maranhão state and Suriname (Rodrigues et al. 2014).

The present study adds 20 species to the fauna of Gerromorpha from Maranhão, increasing the known diversity of the area to 31 species. Further collections on central and western Maranhão will surely provide additional new records from the state and from northeastern Brazil, because the aquatic insects of the Amazonian portion of the state are still poorly known (Costa et al. 2016).

### **Acknowledgements**

CLF received a master's scholarship from the State of Maranhão Research Foundation (#BM-04042/19) and the Graduate Program in Biodiversity Environment and Health at the State University of Maranhão and the Center for Higher Studies in Caxias for logistical support. JMSR benefited from a postdoctoral fellowship (#202.317/2018) provided by the State of Rio de Janeiro Research Foundation (FAPERJ). FFFM benefited from grants provided by the National Council for Scientific and Technological Development (#301942/2019-6) and FAPERJ (#E-26/203.207/2017).

### **References**

- Andersen NM (1982) The semiaquatic bugs (Hemiptera, Gerromorpha). Phylogeny, adaptations, biogeography and classification. *Entomonograph* 3: 1–455.
- Andersen NM, Cheng L (2004) The marine insect *Halobates* (Heteroptera: Gerridae): Biology, adaptations, distribution, and phylogeny. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 42: 119–180. <https://doi.org/10.1201/9780203507810>
- Cordeiro IRS (2017) Revisão taxonômica de *Brachymetra* Mayr, 1865 (Insecta: Heteroptera: Gerridae). Master thesis, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 96 pp.
- Correia Filho FL, Gomes ÉR, Nunes OO, Lopes Filho JB (2011) Relatório diagnóstico do município de Caxias. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, Estado do Maranhão, Teresina: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15431>. Accessed on: 2020-10-19.
- Costa MKL, Chaves LPFA, Silva RA, Siqueira GM (2016) Considerations over the Biogeography of the West Mesoregion of Maranhão (Brazil). *Journal of Geospatial Modelling* 1 (1): 41–51. <https://doi.org/10.22615/jgm-1.1-5813>

- Coutinho LM (2006) O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica* 20 (1): 13–23. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000100002>
- Dias-Silva K, Moreira FFF, Giehl NFS, Nóbrega CC, Cabette HSR (2013) Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) of eastern Mato Grosso State, Brazil: checklist, new records, and species distribution modeling. *Zootaxa* 3736 (3): 201–235. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3736.3.1>
- Drake CJ, Chapman HC (1958) New Neotropical Hebridae, including a catalogue of the American species (Hemiptera). *Journal of the Washington Academy of Sciences* 48 (10): 317–326.
- Floriano CFB, Paladini A, Cavichioli RR (2016) Systematics of the South American species of *Cylindrostethus* Mayr, 1865 (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae), with a new species from Amazonian Brazil and Peru. *Invertebrate Systematics* 30 (5): 431–462. <https://doi.org/10.1071/IS14059>
- Floriano CFB, Moreira FFF, Bispo PC (2017) South American Species of *Stridulivelia* (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae): identification key, diagnoses, illustrations, and updated distribution. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 119 (1): 24–46. <https://doi.org/10.4289/0013-8797.119.1.24>
- Giehl NFS, Cabette, HSR, Dias-Silva K, Juen L, Moreira FFF, de Castro LA, Ferreira VRS, Batista JD (2020) Variation in the diversity of semiaquatic bugs (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha) in altered and preserved veredas. *Hydrobiologia* 847 (16): 3497–3510. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04364-1>
- Gullan PJ, Cranston PS (2017) *Insetos. Fundamentos da Entomologia*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 436 pp.
- Hungerford HB (1954) The genus *Rheumatobates* Bergroth (Hemiptera-Gerridae). *University of Kansas Science Bulletin* 36 (7): 529–588. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.24625>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020) *Cidades e Estados*. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Accessed on: 2020-10-12.
- Lima GP, Neto CAAP, Amaral, YT, Siqueira GM (2016) Biogeographical characterization of the Maranhense eastern Mesoregion (Brazil). *Journal of Geospatial Modelling* 1 (1): 1–12.

<https://doi.org/10.22615/jgm-1.1-5809>

Magalhães OM, Moreira FFF, Galvão C (2016) A new species of *Rhagovelia* Mayr, 1865 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Pará State, with an updated key to Brazilian species of the *robusta* group. *Zootaxa* 4171 (3): 586–594. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4171.3.12>

Medeiros RN (2015) Visões da natureza. In: Sousa IG, Meneses RL, Vianna JM (Eds) *Cartografias invisíveis: saberes e sentires de Caxias*. Academia Caxiense de Letras, Caxias, 25–49.

Morales-Castaño IT, Molano-Rendón F (2009) Revisión de los géneros *Eurygerris* y *Tachygerris* (Hemiptera: Tachygerrini) para la región neotropical. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 395–410. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.002.608>

Moreira FFF (2012) Sinopse da fauna de Veliidae (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha) ocorrente na Região Sudeste do Brasil. PhD dissertation, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 369 pp.

Moreira FFF (2020a) Gerridae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. <https://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2377>. Accessed on: 2020-10-12.

Moreira FFF (2020b) Hebridae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. <https://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1882>. Accessed on: 2020-10-12.

Moreira FFF (2020c) Hydrometridae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. <https://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/948>. Accessed on: 2020-10-12.

Moreira FFF (2020d) Mesoveliidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. <https://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1841>. Accessed on: 2020-10-12.

Moreira FFF (2020e) Veliidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. <https://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1596>. Accessed on: 2020-10-12.

Moreira FFF, Barbosa JF (2013) A new *Hydrometra* (Hemiptera: Heteroptera: Hydrometridae) from northeastern Brazil, with a key to the species recorded from the country. *Zootaxa* 3619 (1): 70–74. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3619.1.4>

Moreira FFF, Campos GGF (2012) New distributional data concerning some Gerromorpha



(Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from Brazil. Check List 8 (3): 542–547. <https://doi.org/10.15560/8.3.542>

Moreira FFF, Ribeiro JRI, Nessimian JL (2008) A synopsis of the species of *Mesovelia* (Insecta: Heteroptera: Mesoveliidae) occurring in the floodplain of the Amazon River, Brazil, with redescrptions of *Mesovelia mulsanti* White and *M. zeteki* Harris & Drake. Acta Amazonia 38 (3): 539–550. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000300020>

Moreira FFF, Barbosa JF, Ribeiro JRI, Alecrim VP (2011) Checklist and distribution of semiaquatic and aquatic Heteroptera (Gerromorpha and Nepomorpha) occurring in Brazil. Zootaxa 2958 (1): 1–74. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2958.1.1>

Nieser N (1970) Gerridae of Suriname and the Amazon with additional records of other neotropical species. Studies on the fauna of Suriname and other Guyanas 12 (47): 94–138.

Nieser N (1994) A new species and a new status in *Neogerris* Matsumura (Heteroptera: Gerridae) with a key to American species. Storkia 3: 27–37.

Nieser N, Melo AL (1997) Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais. Guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 180 pp.

Nieser N, Melo AL (1999) A new species of *Halobatopsis* (Heteroptera: Gerridae) from Minas Gerais (Brazil), with a key to the species. Entomologische Berichten 59 (7): 97–102.

Panizzi AR, Grazia J (2015) True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Springer Science+Business Media, Dordrecht, 901 pp. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9861-7>

Polhemus DA (1997) Systematics of the genus *Rhagovelia* Mayr (Heteroptera: Veliidae) in the Western Hemisphere (exclusive of the *angustipes* complex). Entomological Society of America, Lanham, 386 pp.

Polhemus JT, Polhemus DA (2008) Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. Hydrobiologia 595: 379–391. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9033-1>

QGIS Development Team (2020) QGIS Geographic Information System, Open Source Geospatial Foundation. <https://qgis.osgeo.org/>. Accessed on: 2020-10-12.



Rodrigues HDD, Álvarez-Arango LF (2019) A new species of *Oiovelia* from Colombia, with notes for other three species of South American Veliinae (Heteroptera: Gerromorpha: Veliidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 59: e20195935. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.35>

Rodrigues HDD, Melo AL, Ferreira-Kepler RL (2012) New records of Gerromorpha (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from Brazil. *Check List* 8 (5): 908–913. <https://doi.org/10.15560/8.5.908>

Rodrigues HDD, Moreira FFF, Nieser N, Chen P-P, Melo AL, Dias-Silva K, Giehl NFS (2014) The genus *Paravelia* Breddin, 1898 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) in Brazil, with descriptions of eight new species. *Zootaxa* 3784 (1): 1–47. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3784.1.1>

Schuh RT, Slater JA (1995) True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera). Classification and natural history. Cornell University Press, Ithaca-London, 336 pp.

Spangler PJ (1990) A new species of halophilous water-strider, *Mesovelia polhemusi*, from Belize and a key and checklist of New World species of the genus (Heteroptera: Mesoveliidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 103 (1): 86–94.

Tannus JLS, Assis MA (2004) Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina - SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27 (3): 489–506. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000300009>

**Capítulo 2: ALTERAÇÕES NO AMBIENTE  
COMO FATORES DETERMINANTES NA  
DIVERSIDADE DE GERROMORPHA (INSECTA:  
HEMIPTERA: HETEROPTERA) EM RIACHOS  
DE CERRADO.**

# ALTERAÇÕES NO AMBIENTE COMO FATORES DETERMINANTES NA DIVERSIDADE DE GERROMORPHA (INSECTA: HEMIPTERA: HETEROPTERA) EM RIACHOS DE CERRADO

CLEILTON LIMA FRANCO<sup>1</sup>, ERLANE JOSÉ RODRIGUES DA CUNHA<sup>2</sup>, FELIPE FERRAZ FIGUEIREDO MOREIRA<sup>3</sup>, CARLOS AUGUSTO SILVA DE AZEVÊDO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Estudos Superiores de Caxias, Laboratório de Entomologia Aquática, Cep 65604-380, Caxias, Maranhão, Brasil. E-mail: [cleiltonubc@hotmail.com](mailto:cleiltonubc@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas. Rua Augusto Correia, Laboratório de Ecologia e Conservação, ICB sala 314 Guama. 66075110 - Belém, PA, Brasi. E-mail: [erlanejunha@gmail.com](mailto:erlanejunha@gmail.com)

<sup>3</sup> Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Laboratório de Biodiversidade Entomológica. Avenida Brasil, 4365, Pavilhão Mourisco, Sala 214. Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP 21040-360. E-mail: [ppmeiameiameia@gmail.com](mailto:ppmeiameiameia@gmail.com)

## Resumo:

Nosso estudo avaliou os efeitos da alteração ambiental e fatores abióticos sobre as comunidades de percevejos semiaquáticos (Hemiptera: Gerromorpha) em riachos do Cerrado. Testamos as seguintes hipóteses: (i) riachos alterados apresentam menor heterogeneidade ambiental; (ii) espécies generalistas e especialistas estão associadas ao estado de conservação do riacho (iii) as comunidades de Gerromorpha são principalmente estruturadas pelos fatores ambientais locais dos riachos; (iv) a diversidade alfa e beta será maior em riachos conservados. Amostramos 20 riachos localizados no Norte do Cerrado no Brasil, utilizando um trecho de 50 metros para coleta dos percevejos semiaquáticos e variáveis ambientais. Inicialmente, observamos que a heterogeneidade do ambiente foi maior em riachos alterados, contrariando nossa expectativa. Tais resultados foram igualmente seguidos da diversidade alfa e beta dos percevejos semiaquáticos, que também foi maior em riachos alterados. Encontramos, também, que o ambiente explicou 18% da variação das comunidades de Gerromorpha, enquanto o espaço explicou cerca de 23%. Nosso estudo mostrou a associação forte relação dessas comunidades com o ambiente, respondendo principalmente a heterogeneidade ambiente, independentemente do grau de conservação do riacho, e apresentando a ocorrência de espécies generalistas e especialistas de habitat. Além disso, a região estudada, por ser uma faixa transicional Amazonia-Cerrado-Caatinga, apresenta espécies que ocorrem nesses biomas, sendo bastante associadas ao espaço, indicando que tal estruturação pode ocorrer por fatores biogeográficos. Por fim, no estudo apresenta informações relevantes acerca da biodiversidade aquática na região que podem ser utilizadas para estratégias de conservação do Cerrado, uma vez que tal bioma é intensamente ameaçado.

**Palavras-chave:** Cerrado; Conservação de riachos; Diversidade Alpha; Diversidade beta; Ecótonos; Heterogeneidade ambiental.

## Introdução

O bioma cerrado é uma das regiões com maior biodiversidade do mundo, contudo, está constantemente ameaçada pelas atividades econômicas, uma vez que as condições do solo e clima contribuem para o sucesso principalmente da pecuária e agricultura na região (MMA 2021). Além da alta biodiversidade e constante alteração da paisagem, o cerrado apresenta um alto grau de endemismo de espécie tornando uma das últimas fronteiras

agrícolas do planeta, devido as características da sua vegetação e solo (Klink & Machado 2005, Lima et al. 2018). A biodiversidade do Cerrado é geralmente menosprezada, mesmo que esse bioma seja uma área prioritária para conservação e está entre os 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade, caracterizado pela alta diversidade de espécies presentes, muitas espécies endêmicas, e elevada vulnerabilidade (Klink & Machado 2005).

O Cerrado apresenta uma variedade de ecossistemas aquáticos naturais. Além de corpos d'água lóticos e lênticos, têm-se a presença de outros sistemas aquáticos específicos para esta região, que estão associados às áreas inundáveis, inseridas nas categorias das zonas úmidas (Fonseca 2005). Ecossistemas aquáticos tropicais, são direta e indiretamente influenciados por vários fatores ambientais em diferentes escalas, sendo estruturados desde características do micro-habitat a heterogeneidade da paisagem (Heino et al. 2004, Leps et al. 2015). Entender as relações entre a biota e tais fatores é especialmente importante para a conservação da biodiversidade (Gaston, 2000). Dessa maneira, é importante avaliar a biodiversidade aquática no cerrado, uma vez que os ecossistemas aquáticos são importantes para a manutenção da biodiversidade do bioma.

Em áreas alteradas, os ecossistemas aquáticos são afetados principalmente pela retirada ou diminuição da cobertura vegetal associada a esses ambientes, as matas ripárias (Dala-Corte et al. 2020). A vegetação ripária funciona como uma zona tampão, fornecendo sombra que sustenta temperaturas locais mais frias, nutrientes orgânicos e substratos, como galhos, folhas e raízes, além de filtrar a entrada de poluentes no sistema (Astudillo et al. 2016, Dias-Silva et al. 2020). Essas características contribuem para o aumento da heterogeneidade de habitats encontrados nos sistemas aquáticos, o que por sua vez influencia a diversidade das assembleias locais (Angermeier & Karr 1994, Barbour et al. 1999, Allan 2004, Heino et al. 2015). As áreas com paisagens mais íntegras contribuem positivamente para a riqueza e abundância de organismos aquáticos em riacho no Cerrado (Castro et al. 2020).

Os fatores ambientais são importantes para a ecologia de insetos aquáticos e influenciam na distribuição das espécies (Death & Winterbourn 1995). Esses organismos, habitam os mais diferentes tipos de ambientes e apresentam uma ampla gama de adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais, podendo ainda ser especialistas ou generalistas (Nessimian & Carvalho 1998). No Cerrado, mudanças na composição de macroinvertebrados pode ocorrer naturalmente em diferentes períodos sazonais (Moura et al. 2020). Contudo, mudanças induzidas nos fatores locais com pH, condutividade e fluxo de água, pode alterar o número de gêneros e abundância de macroinvertebrados (Godoy et al. 2020). Dessa forma, a mudança na estrutura do ambiente como o uso do solo provoca variação na diversidade de

insetos aquáticos, principalmente causando alteração na composição e perda de espécies (Castro et al. 2020), já locais onde o ambiente se apresenta bem preservado essas comunidades apresentam maior diversidade (Barbosa et al. 2020).

Dentre os insetos aquáticos, os percevejos semiaquáticos (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha) apresentam uma série de adaptações para a vida tanto em ecossistemas aquáticos como em terrestres úmidos, podendo ser comumente encontrados em associação com macrófitas e musgos ou na superfície livre de corpos de água corrente ou estagnada (Andersen 1982). Esses insetos são predadores, em sua maioria, e adaptados à vida na superfície da água e apresentando pernas modificadas para sustentação e locomoção sobre esse habitat (Hu et al. 2003, Andersen & Weir 2004). Os mesmos estão intimamente relacionados à integridade física dos corpos d'água e a possíveis mudanças no ambiente (Dias-Silva et al. 2010, 2020). Assim, são bons modelos para estudos de ecologia de comunidades aquáticas, representando a interface aquático-terrestre desses ecossistemas (Cunha & Juen 2017, Guterres et al. 2019), uma vez que apresentam ampla variação nos mecanismos de locomoção e dispersão, influenciados pelas variáveis ambientais (Andersen 1982, Andersen & Weir 2004, Cunha et al. 2020).

O presente estudo avaliou os efeitos de fatores abióticos sobre as comunidades de heterópteros semiaquáticos no Cerrado. Em relação ao que foi abordado, testamos as seguintes hipóteses: (i) ambientes alterados são diferentes de ambientes conservados apresentando ambientes com menor heterogeneidade ambiental; (ii) as comunidades de Gerromorpha vão apresentar espécies associadas ao estado de conservação indicando a presença de espécies especialistas de habitat preservado e alterado, além de espécies generalistas; (iii) as comunidades de Gerromorpha serão estruturadas pelos fatores ambientais locais dos riachos, principalmente pela velocidade e vazão da água devido suas especializações para locomoção na superfície da água; (iv) A diversidade de Gerromorpha será diferente entre ambientes alterados e conservados, mostrando diferença na composição, bem como maior diversidade alpha e beta em riachos mais preservados.

## **Materiais e métodos**

### **Área de Estudo**

Foram amostrados 20 riachos de 1ª a 2ª ordem de acordo com a classificação de Strahler (1957), no período seco de 2019, no estado do Maranhão, Brasil. A área de coleta compreende duas bacias hidrográficas, as bacias do Rio Itapecuru e Rio Parnaíba (Figura 1). Os riachos foram classificados em conservados e alterados de acordo com a proximidade de

impactos antrópicos. Os riachos conservados apresentaram baixa ou nenhuma perturbação antrópica sendo sempre distantes de áreas impactadas, já os riachos alterados apresentaram impactos no canal e vegetação ripária, estando associados sempre a pastagens, agricultura e áreas de lazer (balneários).

A região possui clima equatorial semiúmido, com temperatura anual em 2019 variou de 23°C - 38°C e precipitação anual de 1.100 a 1.600 mm, atingindo o pico na estação chuvosa (dezembro a maio), enquanto a outra metade do ano (junho a novembro) engloba a estação seca (Lima et al. 2016, INMET 2020). A fitofisionomia predominante da região é floresta estacional decidual, savana semidecíduas sazonal com paisagem rural (Silva 2007, Spinelli-Araujo et al. 2016). O cerrado no leste do estado do Maranhão vem sendo impactado, com a implantação de lavouras para abastecer o mercado essa tem sido a principal causa desse tipo de extração vegetal, os desmatamentos para a extração vegetal, essas atividades foram iniciadas nos anos 1980 através principalmente para a produção de milho, arroz e feijão, sendo a cana-de-açúcar que volta a ser cultivado com maior intensidade no Maranhão (Sodré et al. 2019).

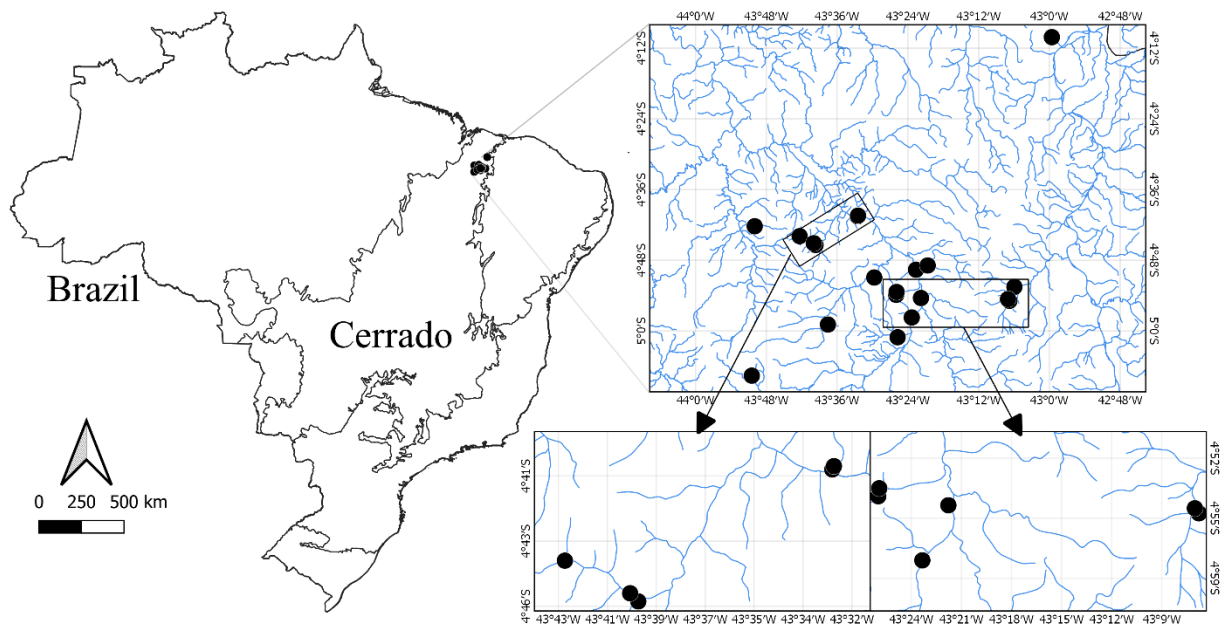


Figura 1. Localização dos 20 riachos amostrados no Cerrado Maranhense, Nordeste do Brasil.

### **Delineamento amostral e amostragem biológica**

Para a coleta dos gerromorfos, em cada riacho foi delimitada uma seção de 50 m dividida em cinco trechos de 10 m cada (Pereira et al. 2007) tendo um esforço de 20 min para cada trecho de 10 m. As amostras foram obtidas usando uma rede entomológica com 18 cm de diâmetro e malha de 1 mm e os espécimes foram fixados em campo e preservados em

álcool etílico a 80%. Identificados com chaves dicotômicas para o grupo como Moreira (2015) e armazenados no Laboratório de Entomologia Aquática (LEAq-UEMA).

### **Variáveis ambientais**

Os fatores físico-químicos foram mensurados em cada seção de 50 m de jusante para montante antecedendo à amostragem biológica, sendo avaliadas oito variáveis: temperatura (1), pH (2), condutividade (3), Oxigênio dissolvido (4), largura (5), profundidade (6), velocidade (7), vazão (8) e o índice de integridade do hábitat (IIH) (9) baseado em Nessimian et al. (2008) (Tabela 1) (McCreadie & Colbo 1991). Vazão e velocidade foram estimadas pelo método de Craig (1987) (Anexo).

### **Análise de dados**

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para avaliar quais variáveis explicam melhor a variação ambiental dos locais avaliados, utilizando o critério de *broken-stick* para determinar quais componentes principais seriam retidos pela análise (Legendre & Legendre 2012). Para avaliar se há variação ambiental entre ambientes alterados e conservados foi realizada uma Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA, Anderson 2001), com significância de  $\alpha < 0,05$  definida pelo Teste de Monte Carlo com 9.999 permutações. Para verificar se a heterogeneidade do ambiente era maior nas áreas preservadas foi usada uma Análise de Dispersão Multivariada (PERMDISP) entre os as coordenadas dos scores dos pontos e o centroide de cada grupo (Anderson et al. 2006), usando 9999 permutações. As análises PERMANOVA e Permdisp foram realizadas a partir da matriz de distância euclidiana com os dados ambientais padronizados (z-score) (Legendre & Legendre 2012)

Utilizamos a Classificação Multinomial de Espécies (CLAM) (Chazdon et al. 2011) com o objetivo de classificar as espécies em generalistas e especialistas com base em sua frequência de ocorrência entre os tratamentos conservados e alterados, indicando a associação das espécies de Gerromorpha ao estado de conservação do riacho. Essa análise usa uma abordagem multinomial baseada na abundância relativa das espécies para comparar pares de habitats, gerando informações sobre os generalistas e especialistas em cada área (Chazdon et al. 2011).

Para avaliar a importância relativa dos fatores ambientais locais e espaciais sobre as comunidades de Gerromorpha utilizamos uma Análise de Redundância parcial (pRDA) (Borcard et al. 1992, Legendre & Legendre 2012). Para essa análise a matriz de espécies foi

submetida à transformação de Hellinger que considera a abundância relativa das espécies (Legendre & Legendre 2012). Dessa maneira, a variação da comunidade foi particionada em ambiente, representados pelas variáveis ambientais, e espaço, representado pelos vetores espaciais gerados a partir das Coordenadas Principais de Matrizes de Vizinhança (“*Principal Coordinates of Neighbor Matrices*” – PCNM) selecionados através do método forward selection (Blanchet et al. 2008).

Para avaliar se a riqueza de espécies (diversidade alpha) de áreas conservadas é maior que a de áreas alteradas foi calculada a curva de rarefação de espécies considerando o intervalo de confiança de 95%, a curva foi executada com base no número de amostras e número de indivíduos (Colwell & Coddington 1994). Para avaliar se a composição de espécies foi diferente entre os tratamentos, realizamos uma Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA, Anderson 2001), com significância de  $\alpha < 0,05$  definida pelo Teste de Monte Carlo com 9.999 permutações a partir da matriz de distância de Bray-Curtis com os dados de abundância log-transformados (x+1) (Legendre & Legendre 2012). Para verificar se a diversidade beta (heterogeneidade da comunidade) era maior nas áreas preservadas foi usada uma Análise de Dispersão Multivariada (PERMDISP) entre os as coordenadas dos scores dos pontos e o centróide de cada grupo (Anderson et al. 2006), usando 9999 permutações. Todas as análises foram realizadas no programa R (R Core Team 2020) utilizando os pacotes MASS (Venables & Ripley 2002) e vegan (Oksanen et al. 2012).

## **Resultados**

A PCA explicou em seu primeiro eixo 58,71% da variação dos dados ambientais e o segundo eixo 20,74% totalizando 79,45% da variação dos dados sendo bem representativo. A variáveis que mais está correlacionada positivamente para o eixo I foram velocidade e vazão, enquanto que para o eixo II o IIIH correlacionada negativamente (Figura 2; Tabela 2). Considerando a variação do ambiente os dois tratamentos apresentaram diferença na estrutura ambiental (Permanova: Pseudo-F= 0.205;  $p= 0.005$ ). Em relação a heterogeneidade do ambiente, o ambiente alterado apresentou uma maior variação ambiental do que área de conservado (Permdisp: F= 5.955,  $p= 0.02$ ).



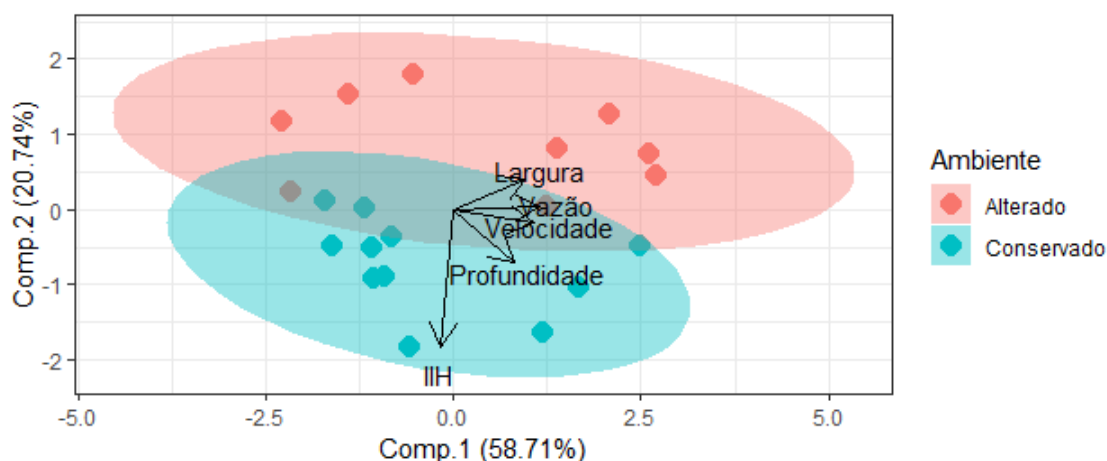


Figura 2. Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) mostrando a representatividade das variáveis ambientais para a variação total do ambiente.

Tabela 2. Correlações das variáveis com os eixos I e II da análise de componentes principais (PCA).

	PCAI	PCAI
Largura	0.8085737	0.20714764
Profundidade	0.6933649	-0.35502427
Velocidade	<b>0.909962</b>	-0.09189016
Vazão	<b>0.9750907</b>	0.02546078
IIIH	-0.1483246	<b>-0.9267327</b>
Explicação%	0.5870758	0.2073756
Auto Valores	2.7886101	0.9850340

Foram coletados 1.368 espécimes de percevejos semiaquáticos, pertencentes a cinco famílias e 22 espécies (Tabela 2). A família Veliidae foi a mais abundante e a mais diversa, representando 59% dos indivíduos coletados ( $n = 799$ ), com 10 espécies representadas. O gênero *Rhagovelia* foi o mais abundante da família, com 698 espécimes (51%) distribuídos em quatro espécies. A família Gerridae foi representada por 40% dos espécimes coletados com 546 espécimes representada por oito espécies. Os gêneros *Cylindrostethus* e *Brachymetra* foram os mais abundantes dentre os gerrídeos, respectivamente com 263 e 229 espécimes, distribuídos em três espécies. As quatro espécies mais abundantes no estudo foram *Rhagovelia brunae* ( $n = 335$ ), *Brachymetra albinervus* ( $n = 234$ ), *Cylindrostethus palmaris* ( $n = 229$ ) e *Rhagovelia robusta* ( $n = 160$ ), representando 70% de todos os espécimes.

O CLAM apresentou quatro espécies generalistas (*Brachymetra albinervus*, *B. lata*), quatro especialistas de ambiente alterado (*Halobatopsis platensis*, *Hydrometra guianana*, *Microvelia pulchella*, *Rhagovelia hambletoni*, *R. tenuipes*) e duas especialistas de ambiente conservado (*Cylindrostethus palmaris*, *R. brunae*, *R. robusta*) as outras espécies foram indicadas como raras para ser atribuído a uma preferência classe (Tabela 3).

Tabela 3. Classificação Multinomial de Espécies (CLAM) de gerromorfano em conservado (C) e alterado (A) Classes: G generalista, SC especialista de área conservadas, SA especialista de área alteradas, R raro e abundância de amostragem no Cerrado Maranhense, Nordeste do Brasil.

<b>Espécies</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>Classes</b>	<b>Abundância</b>
<i>Brachymetra albinervus</i> (Amyot & Serville, 1843)	51	183	G	234
<i>Brachymetra lata</i> Shaw, 1933	15	14	G	29
<i>Cylindrostethus palmaris</i> Drake & Harris, 1934	22	207	SC	229
<i>Halobatopsis platensis</i> (Berg, 1879)	22	2	SA	24
<i>Hydrometra guianana</i> Hungerford & Evans, 1934	17	0	SA	17
<i>Limnogonus recurvus</i> Drake & Harris, 1930	5	11	R	16
<i>Merragata hebroides</i> White, 1877	1	0	R	1
<i>Mesovelia mulsanti</i> White, 1879	0	2	R	2
<i>Mesovelia amoena</i> Uhler, 1894	3	0	R	3
<i>Microvelia mimula</i> White, 1879	0	1	R	1
<i>Microvelia pulchella</i> Westwood, 1834	84	0	SA	84
<i>Microvelia venustatis</i> Drake & Harris, 1933	3	0	R	3
<i>Neogerris magnus</i> (Kuitert, 1942)	10	0	R	10
<i>Neogerris lubricus</i> (White, 1879)	1	0	R	1
<i>Rhagovelia brunae</i> Magalhães & Moreira 2016	1	334	SC	335
<i>Rhagovelia hambletoni</i> Drake & Harris, 1933	135	11	SA	146
<i>Rhagovelia robusta</i> Gould, 1931	4	156	SC	160
<i>Rhagovelia tenuipes</i> Champion, 1898	55	2	SA	57
<i>Stridulivelia tersa</i> (Drake & Harris, 1941)	3	4	R	7
<i>Stridulivelia ayacucho</i> Polhemus & Spangler, 1995	1	4	R	5
<i>Stridulivelia astralis</i> (Drake & Harris, 1938)	1	0	R	1
<i>Tachygerris adamsoni</i> (Drake, 1942)	3	0	R	3

Houve diferença na diversidade alfa entre os tratamentos de alterado e conservado. A curva de rarefação considerando o número de amostras mostrou que riqueza de espécies foi maior em ambientes alterados, apresentando nove espécies a mais que no ambiente conservado (Figura 3A). Quando avaliamos a rarefação a partir do número de indivíduos observamos que apesar da maior abundância total de organismos em ambientes preservados, a riqueza de espécies se manteve maior em riachos alterados, apresentando nove espécies a mais que em riachos preservados (Figura 3B).

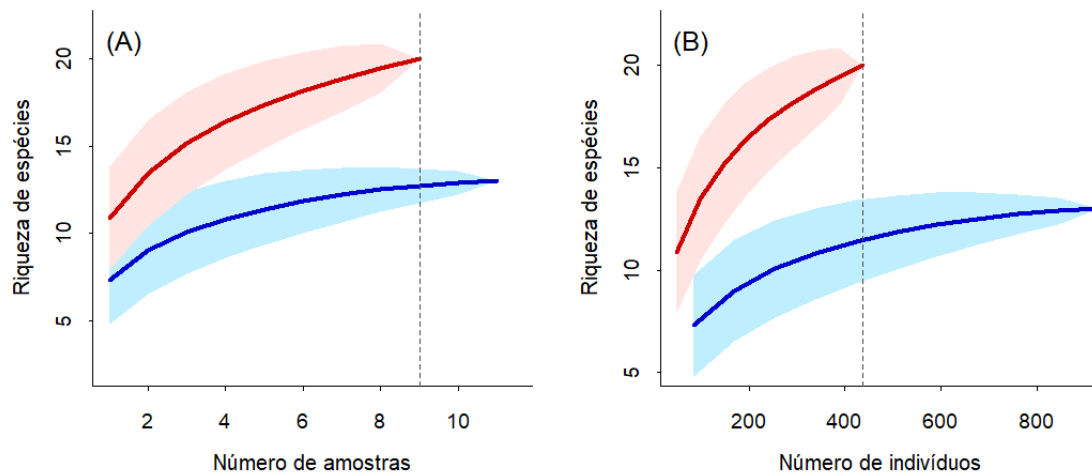


Figura 3. Curvas de rarefação considerando (A) riqueza de espécies por amostras e (B) riqueza de espécies por abundância.

A PCoA em seus dois primeiros eixos explicou 49% da variação dos dados de espécie. No primeiro eixo, foi explicado uma variação de 30% da variação dos dados (Figura. 4). No segundo eixo, explicou 19% da variação dos dados. A estrutura de comunidade foi diferente entre os ambientes alterados e conservados (Permanova: Pseudo-F = 2.389;  $p = 0.020$ ). Além disso, considerando a heterogeneidade da dispersão da abundância de espécies houve diferença maior heterogeneidade nos riachos alterados (Permdisp:  $F = 16.736$ ;  $p < 0.001$ ).

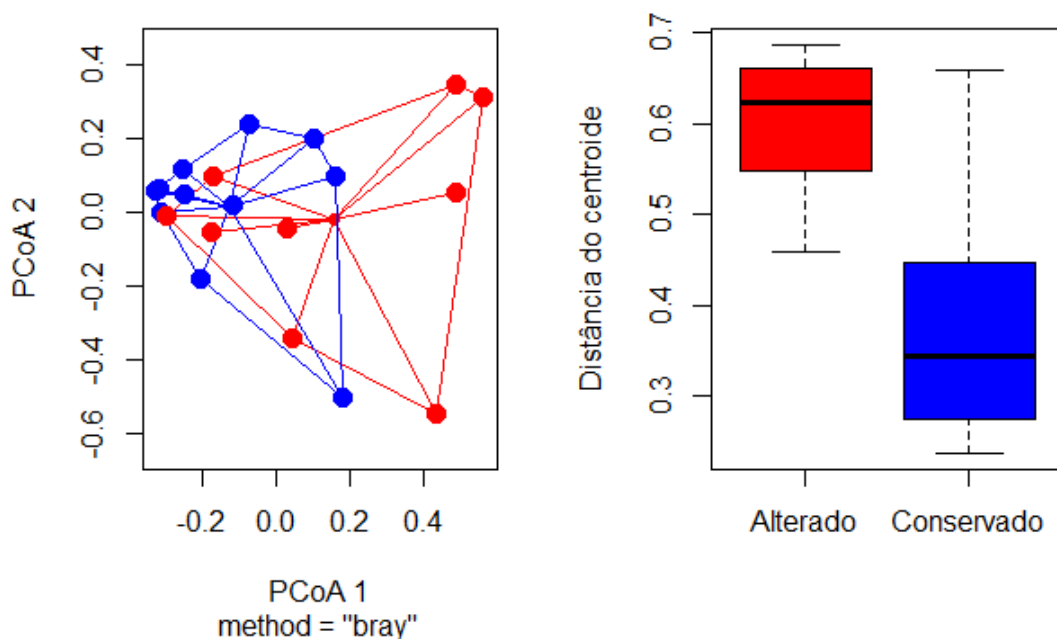


Figura 4. Representação da Análise de Coordenadas Principais PCoA na comunidade total de insetos semiaquáticos entre os tratamentos na área de estudo.

## Discussão

Nossos resultados mostraram que há diferença na variação do ambiente entre riachos alterados e preservados, contudo nossa primeira hipótese não foi corroborada, uma vez que a diferença entre os ambientes demonstrou que riachos alterados apresentaram maior heterogeneidade no ambiente, contrario o que era esperado. Considerando a relação das espécies de Gerromorpha com o ambiente, nossa segunda hipótese foi corroborada, uma vez que as comunidades apresentaram variação na composição devido a ocorrência de espécies especialistas e generalistas de habitat, além disso, houve efeito do ambiente sobre as comunidades, mesmo removendo a estrutura espacial das comunidades. Por fim, a diversidade de Gerromorpha também foi diferente entre os ambientes, contudo os resultados foram o opostos ao esperado, rejeitando nossa terceira hipótese, isso porque tanto a diversidade alfa (riqueza de espécies) quanto a diversidade beta (heterogeneidade da dispersão da comunidade) foram maiores para os ambientes alterados.

As paisagens no Cerrado apresentam uma grande heterogeneidade natural, principalmente na área onde foi executado o estudo por se tratar de um ecótono de Cerrado-Caatinga e Amazônia onde compõem um mosaico de paisagens ricas identificadas como “Mata dos Cocais”, correspondendo a complexo mosaico de fitofisionomias vegetais (Silva 2007, Spinelli-Araujo et al. 2016). Contudo, houve uma maior heterogeneidade em riachos alterados, isso deve a amplitude de alterações para utilização humana como pastagens, agricultura e lazer que tornam esses riachos ainda mais diferentes entre si (Leão et al. 2020, Resende et al. 2020). Contudo, a integridade dos riachos alterados ainda foi menor, evidenciando que essas alterações causam impacto na qualidade desses ecossistemas aquáticos (Nessimian et al. 2008). Além disso, os riachos alterados apresentaram maior largura indicando a porte pressão antrópica na região principalmente pelo alargamento desses riachos para serem utilizados para o lazer (i.e. balneários) e também como bebedouros de gado (Veras et al. 2019, Resende et al. 2020).

Nosso estudo demonstrou que as espécies mais abundantes em Cerrado apresentaram grande concordância com os achados de Giehl et al. (2020). Dessa maneira, também classificamos a espécie *B. albinervus* como generalista, a espécie *R. robusta* como especialista de ambientes conservados, além disso, as espécies *H. platensis* e espécies do gênero *Rhagovelia* do complexo *angustipes* como *R. hambletoni* e *R. tenuipes* foram classificadas como especialistas de ambientes alterados. Contudo, as espécies consideradas, até então,

endêmicas da Amazônia apresentaram respostas bastante diferentes de Cunha e Juen (2017). Nosso estudo indicou a espécie *B. lata* é generalista, enquanto na Amazônia está é indicadora de ambientes florestais preservados, além de *R. brunae*, indicada em nosso estudo como especialista de ambientes alterados, que é considerada indicadora de plantações de palmeiras de dendê e ambientes alterados (Cunha & Juen 2017). Dessa maneira, consideramos que espécies mais abundantes no bioma amazônico encontrado em nosso estudo, apresentam podem estar mais associadas ao tipo de vegetação do que a alteração do ambiente. Consideramos que tais respostas podem ocorrer devido a condições climáticas, edáficas e biogeográficas nos mosaicos de diferentes vegetações conhecido como Mata dos Cocais (Meio-Norte), que representa uma faixa transicional entre Amazonia, Cerrado e Caatinga (Castro et al. 2007, Buzatti et al. 2018).

As espécies de Veliidae foram as mais abundantes e a apresentaram maior diversidade na comunidade nos riachos avaliados. Embora a riqueza de espécies de Gerromorpha não tenha sido afetada diretamente pela integridade dos habitats, outros trabalhos indicam que as comunidades são tolerantes a modificações ambientais (Dias-Silva et al. 2010, 2020). Sendo que apenas algumas espécies de Gerromorpha foram sensíveis ou especialistas à variação na integridade física do habitat, a diversidade de Gerromorpha pode estar relacionada ao aumento da complexidade trabalhos realizados para a florestas Amazônica nos locais onde a integridade é maior, uma vez que ambientes melhor conservado tendem a ter maior heterogeneidade e disponibilidade de microhabitat assim apresentando a maior abundancia (Cunha et al. 2020). Este tipo de resposta ao meio ambiente é demonstrado por espécies de Gerromorpha, que possuem características morfológicas, ecológicas e fisiológicas diretamente relacionadas a componentes específicos dos riachos, como variáveis físico-químicas e de velocidade da água (Hufnagel et al. 1999, Skern et al. 2010, Juen et al. 2016, Cunha & Juen 2017).

O espaço mostrou uma forte influência sobre a estrutura das comunidades de Gerromorpha. Isso pode ocorrer, principalmente, pela alta capacidade de dispersão do Gerromorpha, bem como a grande plasticidade fenotípica relacionada ao voo (Velasco & Millan 1998, Cunha & Juen 2020). Nesse caso, áreas com maior integridade de habitat poderiam servir como fonte de espécies para áreas com menor integridade, com espécies extintas localmente sendo substituídas por recolonização de áreas vizinhas melhor preservadas (Gaston, 2000, Phillips et al. 2010), uma vez que a dispersão desses organismos é suficiente para que eles atinjam habitats adequados (Cunha & Juen 2020). O ambiente, em geral, é o principal fator estruturante das comunidades de insetos semiaquáticos, onde a

seleção ambiental conduz a estrutura da comunidade (Heino et al. 2015). Contudo, nosso estudo mostra que para a região estudada, também houve forte efeito do espaço, indicando que a dispersão das espécies está relacionada à estrutura espacial entre das bacias hidrográficas estudadas (Cunha et al. 2020). Dessa maneira, esses organismos se distribuem desde locais ótimos a locais subótimos, uma vez que são altamente estruturados pelo espaço (Tonkin et al. 2018, Cunha et al. 2020).

A maioria dos insetos semiaquáticos é afetada principalmente por fatores ambientais relacionados às características físicas do habitat (Cunha et al. 2020, Dias Silva et al. 2020). Além disso, os percevejos semiaquáticos também estão intimamente relacionados à heterogeneidade do ambiente, dada a especificidade de seu habitat (Cunha & Juen 2017), selecionando organismos com maior ou menor capacidade locomotiva na superfície da água. Isso também foi encontrado em nosso estudo uma vez que diversidade alfa e beta foram maiores em locais alterados que por sua vez apresentaram maior heterogeneidade ambiental. As mudanças evolutivas neste grupo adaptado à vida na superfície da água mostram que a seleção do ambiente é um mecanismo estruturar determinante na estrutura das comunidades de insetos semiaquáticos, onde a diversidade de espécies foi principalmente direcionada pela heterogeneidade ambiental e não qualidade do ambiente.

## **Conclusão**

O presente estudo contribuiu conhecimento para o ambiente no Cerrado mostrando que áreas alteradas apresentaram maior heterogeneidade entre os riachos. Tal achado foi seguido pelos padrões de diversidade alfa e beta dos Gerromorpha. Além disso, pudemos encontrar espécies relacionadas a áreas conservadas como *C. palmaris*, *R. brunae*, *R. robusta* onde o fluxo de água com velocidade, vazão e o IIIH influenciando na dinâmica e dos ambientes. Dessa maneira, tais respostas relacionadas as comunidades de Gerromorpha estão mais associadas a heterogeneidade do habitat do que com o nível de preservação dos riachos. Além disso, a região estudada está localizada em uma área de transição Amazonia-Cerrado-Caatinga o que possivelmente favoreceu a ocorrência de algumas espécies, até então, consideradas endêmicas da floresta amazônica como *B. lata*. Por fim, nosso estudo apresenta um suporte para novos estudos na região que possam considerar a biogeografia desses organismos e também auxiliar na promoção de medidas de conservação de ecossistemas aquáticos na região.

## **REFERÊNCIAS**

ALLAN, J.D. 2004. Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream

- ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35(2002):257–284. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122>
- ANDERSEN, N.M. 1982. The Semiaquatic Bugs (Hemiptera, Gerromorpha) Phylogeny, Adaptations, Biogeography and Classification. *Entomonograph* 31–455.
- ANDERSEN, N.M. & WEIR, T.A. 2004. Australian Water Bugs. Their Biology and Identification (Hemiptera-Heteroptera: Gerromorpha & Nepomorpha). *Entomonograph* 14.
- ANDERSON, M.J., ELLINGSEN, K.E. & MCARDLE, B.H. 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters*. 9(6):683–693. <https://doi: 10.1111/j.1461-0248.2006.00926.x>
- ANDERSON, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*. 26(1), 32–46. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>
- ANGERMEIER, P.L. & KARR, J.R. 1994. Biological integrity versus biological diversity as policy directives. Protecting biotic resources. *BioScience* 44(10):690–697. <https://doi.org/10.2307/1312512>
- ASTUDILLO, M.R., NOVELO-GUTIÉRREZ, R., VÁZQUEZ, G., GARCÍA-FRANCO, J.G. & RAMÍREZ, A. 2016. Relationships between land cover, riparian vegetation, stream characteristics, and aquatic insects in cloud forest streams, Mexico. *Hydrobiologia* 768(1):167–181. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2545-1>
- BARBOSA, D.A., BRASIL, L.S., AZEVÊDO, C.A.S. & LIMAS, L.R.C. 2020 The role of spatial and environmental variables in shaping aquatic insect assemblages in two protected areas in the transition area between Cerrado and Amazônia. *Biota Neotropica* 20(3): e20190932. 1–9. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0923>
- BARBOUR, M.T., FAULKNER, C. & GERRITSEN, J. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macriinvertebrates, and Fish, Second Edition, EPA 841-B-99-002, 1999 EPA Office of Water. Office of Water, Environmental Protection Agency, Washington.
- BORCARD, D., LEGENDRE, P. & DRAPEAU, P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73(3): 1045–1055. <https://doi.org/10.2307/1940179>
- BLANCHET, F.G., LEGENDRE, P. & BORCARD, D. 2008. Forward selection of explanatory variables. *Ecology* (89):2623–2632. <https://doi.org/10.1890/07-0986.1>
- BUZATTI, R.S.O., PFEILSTICKER, T.R., MAGALHÃES, R.F., BUENO, M.L., LEMOS-FILHO, J.P. & LOVATO, M.B. 2018. Genetic and Historical Colonization Analyses of an Endemic Savanna Tree, *Qualea grandiflora*, Reveal Ancient Connections Between Amazonian Savannas and Cerrado Core. *Frontiers in Plant Science*. (9)981: 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00981>
- GODOY, B., QUEIROZ, L., SIMIÃO-FERREIRA, J., LODI, S. & CAMARGOS, L. 2020. Environmental factors on local and regional scales and the aquatic insect communities in streams of the Brazilian Cerrado. *Article*. 1–13.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18644.96648>

- CASTRO, A.A.J.F., CASTRO, N.M.C.F., DA COSTA, J.M., DE FARIAS, R.R.S., DE ARAÚJO MENDES, M.R., ALBINO, R.S., BARROS, J.S. & OLIVEIRA, M.E.A. 2007. Cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S1), 273-275.
- CASTRO, E.R., VERAS, D.S., LUSTOSA, G.S., AZEVÊDO, C.A.S. & JUEN, L. 2020. Effects of Environmental Variables and Habitat Integrity on the Structure of the Aquatic Insect Communities of Streams in the Cerrado-Caatinga Ecotone in Northeastern Brazil. *Neotropical Entomology*, (50):21–31. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00816-4>
- CHAZDON, R.L., CHAO, A., COLWELL, R.K., LIN, S.Y., NORDEN, N., LETCHER, S.G., CLARK, D.B., FINEGAN, B. & ARROYO, J.P. 2011. A novel statistical method for classifying habitat generalists and specialists. *Ecology* 92(6):1332–1343. <https://doi.org/10.2307/23035004>
- COLWELL, R.K. & CODDINGTON, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*. 345(1311):101–118. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>
- CRAIG, D.A. 1987. Hydrodynamics of larval Black Flies. (April):171–185.
- CUNHA, E.J., GUTERRES, A.P.M., GODOY, B.S. & JUEN, L. 2020. Wing dimorphism in semiaquatic bugs (Hemiptera, Heteroptera, Gerromorpha) as a tool for monitoring streams altered by oil palm plantation in the Amazon. *Ecological Indicators*. 117(November 2019):106707. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106707>
- CUNHA, E.J. & JUEN, L. 2017. Impacts of oil palm plantations on changes in environmental heterogeneity and Heteroptera (Gerromorpha and Nepomorpha) diversity. *Journal of Insect Conservation*. 21(1):111–119. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-9959-1>
- CUNHA, E.J. & JUEN, L. 2020. Environmental drivers of the metacommunity structure of insects on the surface of tropical streams of the Amazon. *Austral Ecology* 45(5):1–10. <https://doi.org/10.1111/aec.12873>
- DALA-CORTE, R.B., MELO, A.S., SIQUEIRA, T., BINI, L.M., MARTINS, R.T., CUNICO, A.M., PES, A.M., MAGALHÃES, A.L.B., GODOY, B.S., LEAL, C.G., MONTEIRO-JÚNIOR, C.S., STENERT, C., CASTRO, D.M.P., MACEDO, D.R., LIMA-JUNIOR, D.P., GUBIANI, ÉA., MASSARIOL, F.C., TERESA, F.B., BECKER, F.G., SOUZA, F.N., VALENTE-NETO, F., FRANCO, L.S., SALLES, F.F., BREJÃO, G.L., BRITO, J.G., VITULE, J.R.S. SIMIÃO-FERREIRA, J., DIAS-SILVA, K., ALBUQUERQUE, L., JUEN, L., MALTCHIK, L., CASATTI, L., MONTAG, L., RODRIGUES, M.E., CALLISTO, M., NOGUEIRA, M.A.M., SANTOS, M.R., HAMADA, N., PAMPLIN, P.A.Z., POMPEU, P.S., LEITÃO, R.P., RUARO, R., MARIANO, R., COUCEIRO, S.R.M., ABILHOA, V., OLIVEIRA, V.C., SHIMANO, Y., MORETTO, Y., SÚAREZ, Y.R. & ROQUE, F.O. 2020. Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the Neotropical region. *Journal of Applied Ecology*, 1–12. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13657>
- DEATH, R.G. & WINTERBOURN, M.J. 1995. Diversity patterns in stream benthic invertebrate communities: The influence of habitat stability. *Ecology* 76(5):1446–1460.



<https://doi.org/10.2307/1938147>

- DIAS-SILVA, K., BRASIL, L.S., JUEN, L., CABETTE, H.S.R., COSTA, C.C., FREITAS, P. V & MARCOS, J.P. de. 2020. Influence of Local Variables and Landscape Metrics on Gerromorpha ( Insecta: Heteroptera ) Assemblages in Savanna Streams , Brazil. *Neotropical Entomology*. 49(2):191–202. <https://doi.org/10.1007/s13744-019-00748-8>
- DIAS-SILVA, K., CABETTE, H.S.R., JUEN, L. & DE MARCO, P. 2010. The influence of habitat integrity and physical-chemical water variables on the structure of aquatic and semi-aquatic Heteroptera. *Zoologia* 27(6):918–930. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000600013>
- FONSECA, C.P. 2005. Caracterização dos ecossistemas aquáticos do Cerrado. In: SCARIOT, A., SOUSA-SILVA, J.C., FELFILI, J.M. (Orgs) 2005. CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação, Ministério do Meio Ambiente. Brasília.
- GASTON, K.J. 2000. Global patterns in biodiversity Kevin. *Nature* 405:220–227. <https://doi.org/10.1038/35012228>
- GIEHL, N.F.S., CABETTE, H.S.R., DIAS-SILVA, K., JUEN, L., MOREIRA, F.F.F. DE CASTRO, L.A., FERREIRA, V.R.S. & BATISTA, J.D. 2020. Variation in the diversity of semiaquatic bugs (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha) in altered and preserved veredas. *Hydrobiologia*. 16(847): 3497–93510. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04364-1>
- GUTERRES, A.P.M., CUNHA, E.J., GODOY, B.S., SILVA, R.R. & JUEN, L. 2019. Co-occurrence patterns and morphological similarity of semiaquatic insects (Hemiptera: Gerromorpha) in streams of Eastern Amazonia. *Ecological Entomology* 45(1):155–166. <https://doi.org/10.1111/een.12785>
- HEINO, J., LOUHI, P. & MUOTKA, T. 2004. Identifying the scales of variability in stream macroinvertebrate abundance, functional composition and assemblage structure. *Freshwater Biology* 49(9):1230–1239. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01259.x>
- HEINO, M., KUMMU, M., MAKKONEN, M., MULLIGAN, M., VERBURG, P.H., JALAVA, M. & RÄSÄNEN, T.A. 2015. Forest loss in protected areas and intact forest landscapes: A global analysis. *PLoS One* 10(10):1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138918>
- HU, D.L., CHAN, B. & BUSH, J.W.M. 2003. The hydrodynamics of water strider locomotion. *Nature* 424(6949):663–666. <https://doi.org/10.1038/nature01793>
- HUFNAGEL, L., BAKONYI, G. & VÁSÁRHELYI, T. 1999. New approach for habitat characterization based on species lists of aquatic and semiaquatic bugs. *Environmental Monitoring and Assessment* 58(3):305–316. <https://doi.org/10.1023/A:1006047130545>
- INMET (2020) Instituto Nacional de Meteorologia. INMET Brasília. <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso em 14 dez. 2020.
- JUEN, L., CUNHA, E.J., CARVALHO, F.G., FERREIRA, M.C., BEGOT, T.O., ANDRADE, A.L., SHIMANO, Y., LEÃO, H., POMPEU, P.S. & MONTAG, L.F.A. 2016. Effects of Oil Palm Plantations on the Habitat Structure and Biota of Streams in

- KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, 1(1):147–155.
- LEÃO, T.C.C., LUGHADHA, E.N. & REICH, P.B. 2020. Evolutionary patterns in the geographic range size of Atlantic Forest plants. *Ecography*. (43): 1–11. <https://doi.org/10.1111/ecog.05160>
- LEGENDRE, P & LEGENDRE, L. 2012. *Numerical Ecology*, Elsevier. 1006pp.
- LEPS, M., TONKIN, J.D., DAHM, V., HAASE, P. & SUNDERMANN, A. 2015. Disentangling environmental drivers of benthic invertebrate assemblages: The role of spatial scale and riverscape heterogeneity in a multiple stressor environment. *Science of the Total Environment* 536546–556. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.083>
- LIMA, N.E.; CARVALHO, A.A.; LIMA-RIBEIRO, M.S. & MANFRIN, M.H. 2018. Artigo de Revisão / Review Paper Caracterização e história biogeográfica dos ecossistemas secos neotropicais. *Rodriguésia* 69(4): 2209–2222. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869445>
- LIMA, G.P., PEIXOTO NETO, C.A.A., AMARAL, Y.T. & SIQUEIRA, G.M. 2016. Biogeographical Characterization of the Maranhense Eastern Mesoregion (Brazil). *J. Geospatial Model.* 1(1):1–12. <http://dx.doi.org/10.22615/jgm-1.1-5809>
- MMA, MINISTÉRIO do MEIO AMBIENTE 2021. O Bioma Cerrado. <<https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado>> Acesso em 30 de março. 2021.
- MOREIRA, F.F.F. 2015. The semiaquatic Gerromorphans. In Panizzi, A.R. & Grazia, J. True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Springer. *Entomology in Focus*, (2). 113–156.
- MOURA, L.P., COUCEIRO, S.R.M., JUEN, L. & VERAS, D.S. 2020. Congruence of the composition of Odonata between dry and rainy seasons in the Maranhense Cerrado. *International Journal of Odonatology*. 1–10. <https://doi.org/10.1080/13887890.2020.1779826>
- McCREADIE, J.W. & COLBO, M.H. 1991. Spatial distribution patterns of larval cytotypes of the *Simulium venustum/verecundum* complex (Diptera: Simuliidae) on the Avalon Peninsula, Newfoundland: factors associated with cytotype abundance and composition. *Canadian Journal of Zoology* 70(7):1389–1396. <https://doi.org/10.1139/z91-373>
- NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, A. do L. 1998. *Ecologia de insetos aquáticos*. *Oecologia Brasiliensis*. 51–17.
- NESSIMIAN, J.L., VENTICINQUE, E.M., ZUANON, J., DE MARCO, P., GORDO, M., FIDELIS, L., D'ARC BATISTA, J. & JUEN, L. 2008. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia* 614(1):117–131. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9441-x>
- OKSANEN, A.J., BLANCHET, F.G., FRIENDLY, M., KINDT, R., LEGENDRE, P., MCGLINN, D., MINCHIN, P.R., HARA, R.B.O., SIMPSON, G.L., SOLYMOS, P.,

- STEVENS, M.H.H. & SZOECES, E. 2012. Package ‘vegan.’ (January):0–291.
- PEREIRA, D.L.V, MELO, A.L. de & HAMADA, N. 2007. Systematics, Morphology and Physiology, Chaves de Identificação para Famílias e Gêneros de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) na Amazônia Central. *Neotropical Entomology* 36(2):210–228. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000200007>
- PHILLIPS, L.B., HANSEN, A.J., FLATHER, C.H. & ROBISON-COX, J. 2010. Applying species — energy theory to conservation : a case study for North American birds. *Stable. Ecological Applications* 20(7):2007–2023.
- R CORE TEAM. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- RESENDE, F.D.M., DENMAN, L.A.C., SELVA, G.V., CAMPANHÃO, L.M.B., NOBRE, R. L.G., JIMENEZ, Y.G., LIMA, E.M. & NIEMEYER, J. 2020. Um modelo conceitual para avaliar o impacto de fatores antropogênicos nos serviços ecossistêmicos relacionados à água no Cerrado. *Biota Neotropica*, 20: 1–12. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2019-0899>
- SILVA, L.A.G.C. 2007. Biomas presentes no Estado do Tocantins. Consultoria Legislativa Nota Técnica Câmara dos Deputados, Brasília, DF, Brasil, 2–9.
- SODRÉ, R.B., ALMEIDA, J.G., SOUSA, I.B.B., SOUZA, T.A.S. & JÚNIOR, J.S.M. 2019. As Faces do Agronegócio Maranhense: Uma Análise da Expansão Agrícola e do Aumento da Violência no Campo. Geosul, Florianópolis, Dossiê Agronegócios no Brasil, 34(71): 599–622. <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n71p599>
- VERAS, D.S., CASTRO, E.R., LUSTOSA, G.S. AZEVÊDO, C.A.S. & JUEN, L. 2019. Evaluating the habitat integrity index as a potential surrogate for monitoring the water quality of streams in the Cerrado-Caatinga ecotone in northern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*. (191). 1–9. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7667-x>
- SKERN, M., ZWEIMÜLLER, I. & SCHIEMER, F. 2010. Aquatic Heteroptera as indicators for terrestrialisation of floodplain habitats. *Limnologica* 40(3):241–250. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2009.09.002>
- SPINELLI-ARAÚJO, L., BAYMA-SILVA, G., TORRESAN, F.E., VICTORIA, D., VICENTE, L.E. & MANZATTO, E.L.B.C. 2016. Conservação da Biodiversidade do Estado do Maranhão: Cenário Atual em Dados Geoespaciais. *Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente*. 28p.
- STRAHLER, A.N. 1957. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology, *Transactions of the American Geophysical Union* 38(6):913–920. <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>
- VELASCO, J. & MILLAN, A. 1998. Feeding Habits of Two Large Insects from a Desert Stream: *Abedus herberti* (Hemiptera: Belostomatidae) and *Thermonectus marmoratus* (Coleoptera: Dytiscidae). *Aquatic Insects: International Journal of Freshwater Entomology* 20(2):85–96. <http://dx.doi.org/10.1076/aqin.20.2.85.4500>
- VENABLES, W.N. & RIPLEY, B.D. 2002. *Statistics and Computing*. 15 ed. Springer

International Publishing.

TONKIN, J.D., ALTERMATT, F., FINN, D.S., HEINO, J., OLDEN, J.D., PAULS, S.U.,  
LYTLE, D.A., 2018. The role of dispersal in river network metacommunities: Patterns,  
processes, and pathways. *Freshwater Biology* (63):141–163.  
<https://doi.org/10.1111/fwb.13037>

## **CONCLUSÃO GERAL**

O presente trabalho contribuir para o conhecimento da infraordem Gerromorpha para o leste do estado do Maranhão tanto para conhecimento ecológico, assim como para o conhecimento taxonômico com novos registros para o estado, aumentando de 11 para 31 espécies conhecida para o estado. Os estudos ecológicos apresentar que a composição de espécies Gerromorpha em uma comunidade é um bom preditor para avaliar as mudanças ambientais em igarapés do Cerrado Maranhense visto que há resposta positiva ou negativa ao longo do IHH dependendo do táxon. Esses resultados fornecem uma base para a utilização de Gerromorpha em programas de monitoramento e recuperação de bacias hidrográficas no Cerrado Maranhense.

# ANEXO

Tabela 1. Valores médios das variáveis ambientais nos riachos amostrados [temperatura da água (T(°C)), pH, condutividade elétrica (CM( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )), oxigênio dissolvido (OD(mg/l)), largura (LM(m)), profundidade (PM(m)), velocidade (VM(m/s)), vazão (VaM( $\text{m}^3/\text{s}$ )) índice de integridade do habitat (IIH)].

Riachos	T	pH	CM	OD	LM	PM	VM	VaM	IIH	Categoria
Araim (2 Ordem)	27.9	6.9	27.2	1	3.63	0.26	0.93	0.87	0.33	Alterado
Baixa Grande (2 Ordem)	25.7	5.3	13.2	10.4	5.1	0.27	0.8	1.10	0.78	Conservado
Baixa Grande II (2 Ordem)	26.7	3.3	48.08	16	2.6	0.36	0.76	0.70	0.88	Conservado
Barragem (2 Ordem)	27.2	4.5	48.08	18.7	1.7	0.5	0.70	0.57	0.39	Alterado
Batatal (2 Ordem)	27	4	61.84	22.7	2.6	0.082	0.26	0.05	0.71	Conservado
Buriti (2 Ordem)	26.2	3	12.8	2.7	1.2	0.2	0.34	0.08	0.71	Conservado
Buriti Corrente (2 Ordem)	27	3	40.56	5.4	4	0.4	0.76	1.20	0.45	Alterado
Buriti Dantas (1 Ordem)	28.2	4.4	54.58	8.6	1	0.08	0.24	0.01	0.42	Alterado
Cajazeiras (2 Ordem)	24.5	5.7	148	16.7	2.2	0.14	0.57	0.16	0.74	Conservado
Correntinho (2 Ordem)	27	6	33.6	7.2	2.5	0.2	0.42	0.13	0.84	Conservado
Fonte Mariana (1 Ordem)	26.2	4.8	0.11	5	1.6	0.15	0.07	0.11	0.62	Alterado
Inhamum (2 Ordem)	25.7	5.5	11.9	7.5	2.5	0.22	0.31	0.16	0.84	Conservado
Jatobá (2 Ordem)	25	2.8	47.2	5.6	3.1	0.47	0.59	0.87	0.71	Conservado
Lamego (2 Ordem)	25.1	5.2	40.48	23	2	0.22	0.37	0.15	0.73	Conservado
Limpeza (2 Ordem)	26.4	3.2	101.4	8	4	0.25	0.7	0.7	0.47	Alterado
Planaçucar (2 Ordem)	25.7	3.1	61.36	22	2	0.17	0.4	0.13	0.64	Conservado
Poção (2 Ordem)	29.8	3.6	32.32	6.8	3.3	0.23	0.26	0.20	0.27	Alterado
Primavera (2 Ordem)	24.5	5.5	13.7	28.4	5.4	0.23	0.74	1.23	0.55	Alterado
Pedras (2 Ordem)	25.6	6.4	56.7	0.4	1.8	0.13	0.37	0.07	0.33	Alterado
Sumidouro (1 Ordem)	27.2	4.4	10.2	6	1.3	0.33	0.53	0.23	0.91	Conservado
Média	26.43	4.5	43.16	11.1	2.6	0.24	0.5	0.43	0.61	
DesPad	1.3	1.3	34.43	8.21	1.24	0.11	0.23	0.42	0.20	
Max	29.8	6.9	148	28.4	5.4	0.5	0.93	1.23	0.91	
Min	24.5	2.8	0.11	0.4	1	0.08	0.07	0.01	0.27	



# ESTIMATIVA DA PROFUNDIDADE, VELOCIDADE E VAZÃO PARA ESTUDO ECOLÓGICO PELO MÉTODO DE CRAIG (1987)

Cleilton Lima Franco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, Campus: Caxias, Programa de Pós-Graduação Biodiversidade, Ambiente e Saúde-PPGBAS, Laboratório de Entomologia Aquática-LEAq, E-mail: [cleiltonubc@hotmail.com](mailto:cleiltonubc@hotmail.com)

## Resumo

Como o aumento dos estudos da entomofauna aquática tornasse necessário protocolos de coletas de macroinvertebrados e análises de alguns parâmetros ambientais, o presente trabalho tem como objetivo demonstra de forma didática a estimativa da profundidade, velocidade e vazão, baseado no método de Craig (1987).

## Introdução

Os fatores abióticos podem exercer fortes efeitos sobre a fauna, conforme a sazonalidade, essa influência pode ser potencializada se a integridade do ambiente estiver comprometida. As alterações antrópicas nos corpos d'água causam mudanças nos fatores abióticos dos igarapés, afetando positivamente ou negativamente na diversidade de espécies (Allan, 2004).

Os insetos aquáticos podem viver em locais de águas limpas, poluídas, salobras, ácidas ou alcalinas, claras ou turvas (Costa *et al.* 2006), muitos apresentam um ciclo de vida curto, alta diversidade, alta capacidade de reprodução e responde a pequenas e grandes alterações no ambiente e por isso podem ser considerados como bioindicadores de qualidade de água e de alterações antrópicas (Hamada & Ferreira-Keppler, 2012).

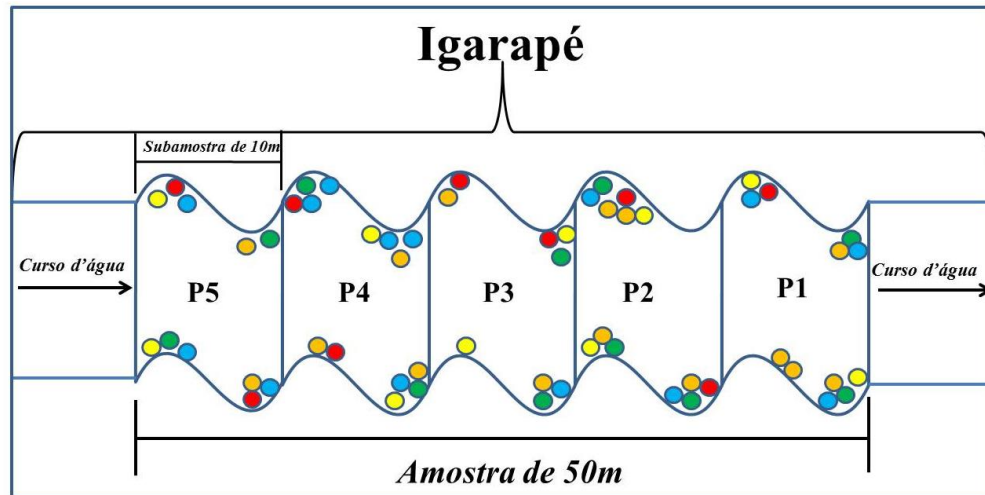
Os insetos aquáticos são encontrados em diversos ambientes aquáticos lóticos, como rios, igarapés, nascentes ou em ambientes marinhos; considerados como planctônicos, ou ambientes lênticos como lagos de altitude, poças de água ou salinos. Podem estar associados a plantas como bromeliáceas epífitas, troncos, raízes e folhas submersas (Nieser & Melo, 1997; Bachmann, 1998; Merritt *et al.* 2008; Hamada & Ferreira-Keppler, 2012).

## MATERIAL E MÉTODOS

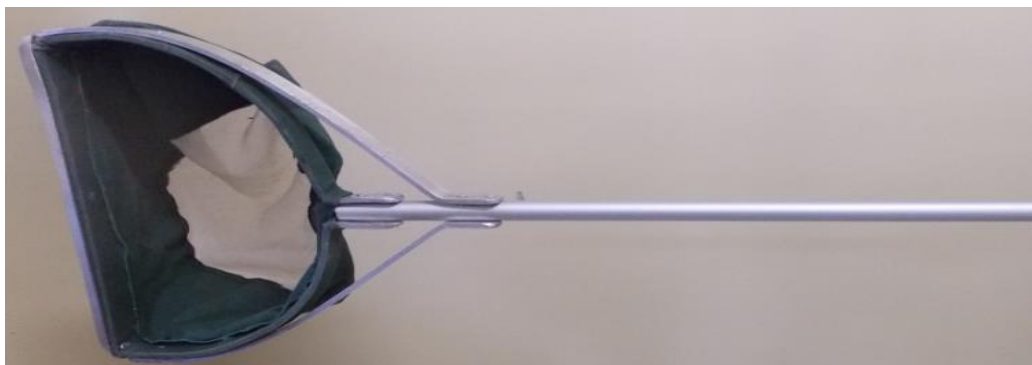
### Coletas de insetos nos ambientes lóticos

Para as coletas de insetos foi baseado no trabalho de Azevêdo e Hamada (2006), onde que em cada igarapé, foi delimitada uma seção de 50 m dividida em cinco trechos de

10 m cada (Figura 1). Os espécimes foram coletados de jusante para montante do curso d'água (contra o fluxo do igarapé) com auxílio de uma rede entomológica aquática em D (rapiché) com malha de 1 mm (Figura. 2) e por catação manual em diferentes tipos de substratos: raiz, folhas, macrófitas, lâmina d'água, musgo úmido em cima de troncos caídos, pedregulhos, folhas flutuantes de plantas aquáticas.



**Figura 1.** Protocolo de coleta utilizado nos igarapés tributários amostrados para obtenção de imaturos de insetos aquáticos. **Nota:** Pontos coloridos referem-se a distribuição dos substratos nos riachos. Cores correspondentes: Amarelo (perda); Vermelho (macrófita); Verde (folha); Azul (raiz) e Laranja (tronco). **Fonte:** Franco, C. L. 2020.



**Figura 2.** Rede em D-rapiché para coleta de macroinvertebrados aquáticos. **Fonte:** Franco, C.L 2020.

Antes de coletar os insetos nos igarapés a ordem do riacho foi avaliado pelo método de Strahler (1957), e também foram avaliados fatores ambientais e físico-químicos, largura média, profundidade média, velocidade média, vazão média, cobertura de dossel, tipo de vegetação ripária, condutividade, temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), tipo do mesohabitat (correnteza e remanso) e tipo de leito (arenoso, argiloso ou rochoso), e as características como cobertura vegetal (natural ou alterada), abertura de dossel (aberto,

parcialmente aberto e fechado) será analisada por meio do densímetro (McCreadie & Colbo, 1991). (anexo 1)

A profundidade, velocidade e a vazão são estimadas pelo método de Craig (1987), que consiste em tomar duas medidas de profundidade utilizando uma régua de aço inoxidável. Na primeira medida a régua fica paralela à corrente (D1), a segunda é feita no mesmo local, virando a régua, posicionando-a em ângulo reto em relação à correnteza (D2). Em que cada ponto foi tirado as medidas da margem direita, centro e esquerda do igarapé no sentido de jusante para montante (contra o fluxo d'água).

Um dos critérios para a realização dos seguintes cálculos, foi a utilização de apenas duas casas após a vírgula e arredondamento foi utilizado no do terceiro (ex. 0,229) número após a vírgula ser maior do que o segundo (ex. 0,229 passando para 0,23), e quando necessário usando o mesmo critérios para o arredondamento em outros casa decimais.

A **velocidade da água** é estimada pela fórmula: **Formula:**  $V = \sqrt{2 \cdot gD}$ . Onde: V= velocidade de água, g= força da gravidade, D= diferença entre as medidas de D2 – D1. A **vazão** será estimada pela fórmula: **Fórmula:**  $V_z = L \cdot P \cdot V$ . Onde: Vz= Vazão, L= Largura, P= profundidade, V= velocidade da água.

## VELOCIDADE DA ÁGUA

**1º Passo:** Realizar a diferença entre D2- D1.

PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3				PONTO 4				PONTO 5			
<b>D</b>	25	27	24	<b>D</b>	26	28	31	<b>D</b>	27	27	29	<b>D</b>	33	31	32	<b>D</b>	29	29	30
<b>1</b>	cm	cm	cm	<b>1</b>	cm	cm	cm	<b>1</b>	cm	cm	cm	<b>1</b>	cm	cm	cm	<b>1</b>	cm	cm	cm
<b>D</b>	26	29	25	<b>D</b>	26,5	30	33	<b>D</b>	27	28	30	<b>D</b>	33,	32	32	<b>D</b>	30	32	30
<b>2</b>	cm	cm	cm	<b>2</b>	cm	cm	cm	<b>2</b>	cm	cm	cm	<b>2</b>	5	cm	cm	<b>2</b>	cm	cm	cm
													cm						
<b>Largura: 2,50 m</b>				<b>Largura: 2,80m</b>				<b>Largura: 2,65m</b>				<b>Largura: 1,80</b>				<b>Largura: 1,95m</b>			
Ponto 1: D2-D1				Ponto 2: D2-D1				Ponto 3: D2-D1				Ponto 4: D2-D1				Ponto 5: D2-D1			
26-25=1				26-26,5=0,5				27-27=0				33-33,5=0,5				29-30=1			
27-29=2				28-30=2				27-28=1				31-32=1				29-32=3			
24-25=1				31-33=2				29-30=1				32-32=0				30-30=0			
Total=4				Total=4,5				Total=2				Total=1,5				Total=4			

Com os resultados obtidos, realiza-se uma somatória, posteriormente divide-se o resultado geral por 15 e então realiza-se a conversão de cm para metro:

$$D2-D1 = 4 + 4,5 + 2 + 1,5 + 4 = 16 \text{ (Resultado geral de D2-D1)}$$

$$D2- D1 = 16/15 = 1,06 \text{ cm (Média geral da diferencia entre D1-D2)}$$

$$D2- D1 = 1,06/100 = 0,01 \text{ m (Conversão de cm para metro)}$$

$$D2-D1 = 0,01 \text{ m}$$

2º Passo: Aplicação dos valores na fórmula  $V = \sqrt{2 \cdot gD}$ . (Usa-se como valor aproximado da gravidade da Terra 9,807 m/s²).

$$V = \sqrt{2 \cdot gD}$$

$$V = \sqrt{2 \cdot 9,807 \cdot 0,01} =$$

$$V = \sqrt{19,6 \cdot 0,01} =$$

$$V = \sqrt{0,196} =$$

$$V = 0,44 \text{ m/s}^2$$

A **profundidade média** é o resultado da fórmula  $P = \sum D1/15 = \text{Resultado}/100$ , onde D1= Somatório de todos os D1, 15= Número de vezes medido e resultado dividido por 100 para se obter a conversão de cm para metros.

<b>D1</b>	25 cm	27 cm	24 cm	<b>D1</b>	26 cm	28 cm	31 cm	<b>D1</b>	27 cm	27 cm	29 cm	<b>D1</b>	33 cm	31 cm	32 cm	<b>D1</b>	29 cm	29 cm	30 cm
-----------	----------	----------	----------	-----------	----------	----------	----------	-----------	----------	----------	----------	-----------	----------	----------	----------	-----------	----------	----------	----------

**1º Passo:** Somatório de todos os valores de D1.

$$P = 25+27+24+26+28+31+27+27+29+33+31+32+29+29+30 = 428 \text{ cm}$$

$$P = 428/15 = 28,53 \text{ cm} \quad \text{Média geral de D1 (profundidade)}$$

**2º Passo:** Conversão de cm para metros

$$P = 28,53/100 =$$

$$P = 0,28 \text{ m}$$

Obs: Caso seja necessário pode tirar média de cada ponto e posteriormente realizar a somatória da média dos cinco pontos que dará o mesmo resultado.

Ex2:

$$\text{Ponto 1, } P = 25+27+24 = 76/3 = 25,33 \text{ cm}$$

$$\text{Ponto 2, } P = 26+28+31 = 85/3 = 28,33 \text{ cm}$$

$$\text{Ponto 3, } P = 27+27+29 = 83/3 = 27,66 \text{ cm}$$

$$\text{Ponto 4, } P = 33+31+32 = 96/3 = 32 \text{ cm}$$

$$\text{Ponto 5, } P = 29+29+30 = 88/3 = 29,33 \text{ cm}$$

$$\text{Profundidade} = 25,33+28,33+27,66+32+29,33 = 142,65 \text{ cm}$$

$$P = 142,65/5 = 28,53 \text{ cm} \quad \text{Média geral de D1 (profundidade)}$$

$$P = 28,53/100 = \quad \text{Transformando de cm para metros}$$

$$P = 0,28 \text{ m}$$

A **largura média** se dá pela somatória dos cinco pontos e dividido por cinco (número de pontos), permanecendo na mesma unidade de medida, sem necessidade de conversão.

PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5
Largura: 2,50 m	Largura: 2,80m	Largura: 2,65m	Largura: 1,80	Largura: 1,95m

$$L = L1+L2+L3+L4+L5 = /5$$

$$L = 2,50+2,80+2,65+1,80+1,95 = /5$$

$$L = 11,7/5$$

$$L = 2,34 \text{ m}$$

A vazão é estimada pela fórmula: **Fórmula:**  $V_z = L \cdot P \cdot V$ . Onde:  $V_z$ = Vazão, L= Largura, P= profundidade, V= velocidade da água.

$$V_z = L \cdot P \cdot V$$

$$V_z = 2,34 \cdot 0,28 \cdot 0,44$$

$$V_z = 0,29 \text{ m/s}$$

## RESULTADO E DISCUSSÃO

O igarapé apresentou uma profundidade de 0,28m, largura média 2,34m, velocidade média 0,44m/s e uma vazão de 0,29m/s, fatores abióticos podem exercer fortes efeitos sobre a fauna, conforme a sazonalidade, alterações antrópicas nos corpos d'água causam mudanças nos fatores abióticos com diminuição da profundidade e o alargamento do igarapé devido ao assoreamento com a retirada da mata ciliar, afetando positivamente ou negativamente na diversidade de espécies (Allan, 2004).

Como muitas espécies apresentam um ciclo de vida curto, alta diversidade, alta capacidade de reprodução e responde a pequenas e grandes alterações no ambiente e por isso podem ser consideradas como bioindicadores de qualidade de água e de alterações antrópicas (Hamada & Ferreira-Keppler, 2012).

## CONCLUSÃO

O presente trabalho é uma forma mais detalhada e didática dos cálculos utilizado método Craig (1987) sendo uma forma barata e de fácil execução associando com outros parâmetros como pH, condutividade, oxigênio dissolvido e analisada através de métodos estatístico podemos ter uma estimativa do estado de preservação ou alteração sofrida no meio ambiente juntamente com alta ou baixa diversidade de macroinvertebrado presente no meio.

## REFERÊNCIA

- Allan, J.D. (2004) Landscapes and riverscapes: the influence of land-use on river ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 35 (1): p. 257-284.
- Azevêdo, C.A.S. & Hamada, N. (2006) Description of last-instar larva of *Corydalus nubilus* Erichson, 1848 (Megaloptera: Corydalidae) and notes on its bionomics. *Zootaxa*, 1177, p. 57-68.
- Bachmann, A.O. (1998) Heteroptera aquáticos. In: Morrone, J.J & Coscarón, S. *Biodiversidade de artrópodos argentinos. Una perspectiva biotaxonómica*. La Plata, Sur, p.163-180.
- Craig, D. A., &Galloway, M. M. (1987). Hydrodynamics of larval black flies. *In Black flies* (p. 155–170).

Costa, C., Ide, S. & Simonka, C.E. (2006) *Insetos Imaturos. Metarmofose e Identificação/editores*.—Ribeirão Preto: Holos, Editora

Hamada, N. & Ferreira-Kepler, R.L. (2012) *Guia ilustrado de insetos aquáticos e semiaquáticos da Reserva Floresta Ducke, Manaus, Amazônia, Brasil*. Editora. Universidade Federal do Amazonas.

McCreadie, J.W. & Colbo, M.H. (1991) Spatial distribution patterns of larval cytotypes of the *Simullium venustum* complex (Diptera: Simuliidae) on the Avalon Peninsula Newfoundland: factors associated with occurrence. *Canadian Journal of Zoology*, (69), p. 2651-2659.

Merritt, R.W., Cummins, K.W. & Berg, M.B. 2008. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 4<sup>th</sup> ed. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, p. 1158.

Nieser, N. & Melo, A.L. (1997) *Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais. Guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Gerromorpha e Nepomorpha*. Editora UFMG, Belo Horizonte, p. 180.

Strahler, A. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology - Ierarquia de ordem de rio.Pdf. *Transactions, American Geophysical Union*, 38(6), 913–920.