



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA
CAMPUS ALTAMIRA-PA

KEVIN CARDOSO RODRIGUES DE LIMA

AUSÊNCIA DA RELAÇÃO DE FATORES ABIÓTICOS SOBRE RIQUEZA E
ABUNDÂNCIA DE VELIIDAE (HETEROPTERA) EM IGARAPÉS DA
AMAZONIA ORIENTAL

Altamira – PA
Dezembro - 2022

KEVIN CARDOSO RODRIGUES DE LIMA

AUSÊNCIA DA RELAÇÃO DE FATORES ABIÓTICOS SOBRE RIQUEZA E
ABUNDÂNCIA DE VELIIDAE (HETEROPTERA) EM IGARAPÉS DA
AMAZONIA ORIENTAL

Trabalho de conclusão do curso de
Licenciatura em Ciências Biológicas da
Faculdade de Ciências Biológicas da
Universidade Federal do Pará – Campus
Universitário de Altamira.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Karina Dias da
Silva

L732a Lima, Kevin Cardoso Rodrigues de Lima. Ausência da relação de fatores abióticos sobre riqueza e abundância de veliidae (Heteroptera) em igarapés da Amazônia oriental / Kevin Cardoso Rodrigues de Lima Lima. — 2022. 17 f.: il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Karina Dias da Silva Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira, Altamira, 2022.

1. Veliidae. 2. Alterações no ambiente. 3. Integridade, Igarapés. I. Título.

CDD 577.5098115

KEVIN CARDOSO RODRIGUES DE LIMA

AUSÊNCIA DA RELAÇÃO DE FATORES ABIÓTICOS SOBRE RIQUEZA E
ABUNDÂNCIA DE VELIIDAE (HETEROPTERA) EM IGARAPÉS DA
AMAZONIA ORIENTAL

Trabalho de conclusão do curso de
Licenciatura em Ciências Biológicas da
Faculdade de Ciências Biológicas da
Universidade Federal do Pará – Campus
Universitário de Altamira.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Karina Dias da
Silva

Data de avaliação: 20/12/2022

Conceito: BOM

BANCA EXAMINADORA



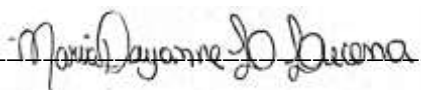
Profa. Dra. Karina Dias da Silva

(UFPA – Orientadora)



Profa. Dra. Vanessa Nascimento Brito

(UFPA – Membro)



Técnica Ma. Maria Dayanne Lima de Lucena

(UFPA – Membro)

Agradecimentos

Agradeço aos meus amigos e familiares em especial minha mãe Valéria, pai Wilson e irmão Jackson que durante meu caminho me apoiaram e me ajudaram em todos os momentos e de várias formas sendo praticamente impossível a caminhada sem os mesmos. Também agradeço a minha namorada Maysa por estar ao meu lado, sendo uma companheira indispensável nessa jornada, me apoiando e sendo compreensível em muitos momentos. Sou muito grato aos professores que tive durante o curso, em especial minha orientadora Karina Dias da Silva, que além de orientar foi uma grande amiga, se manteve confiante em mim durante todo o processo sempre ensinando e participando da minha caminhada acadêmica desde o começo, sendo indiscutivelmente a pessoa que tenho mais respeito e admiração no meio acadêmico. Agradeço a todos os meus companheiros do LEIA-X pela ajuda em tudo que foi necessário e pelo apoio nos momentos difíceis que todos passamos nesse período da faculdade.

RESUMO

As alterações antrópicas influenciam na riqueza de espécies, muitas dessas alterações ocorrem em ambientes aquáticos. Ações antrópicas, como queimadas, desmatamento, e monoculturas afetam diretamente os igarapés e suas variáveis físico-químicas. Com isso, torna-se necessário conhecer a biodiversidade dos locais para verificar qual impacto essas alterações causam no meio aquático. Uma alternativa seria utilizar insetos aquáticos, os quais são excelentes bioindicadores de qualidade do ambiente. Foi utilizado insetos da família Veliidae (Gerromorpha), para testar os efeitos dos fatores físico-químicos sobre a composição dos mesmos em igarapés da região de Paragominas, Pará. Além dos dados de abundância e riqueza de Gerromorpha, foram mensuradas variáveis limnológicas (oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), condutividade e pH) e variáveis de características do habitat que resultam em um Índice de Integridade do Habitat (IIH). Foram coletadas 26 espécies de Veliidae, 1554 indivíduos dentre essas espécies sendo *Rhagovelia evidis* a mais abundante com 683 indivíduos coletados. O IIH e as variáveis ambientais não apresentaram correlação significativa com a abundância de Veliidae. O IIH e as variáveis ambientais também não apresentaram efeito sobre a riqueza de Veliidae.

Palavras-chave: Gerromorpha, Alterações no ambiente, Integridade, Igarapés.

Sumário

1. Introdução	8
1. Material e Métodos	10
3.1 Área de estudo	10
3.2 Coleta e preservação dos Gerromorpha	10
3.3 Variáveis Limnológicas	11
3.4 Variáveis físicas do ambiente	11
3.5 Análise dos dados	12
2. Resultados	13
3. Discussão	14
4. Conclusão	15
5. Referências	15

1. Introdução

Conhecer a diversidade de espécies e o seu padrão de distribuição espacial tem sido um dos focos em ecologia nos últimos anos (DOWNES e REICH, 2008), principalmente devido ao aumento das alterações antrópicas que modificam o habitat podendo levar a uma diminuição na quantidade de recursos disponíveis que por sua vez influencia diretamente na riqueza de espécies (NIESER & MELO 1997). Entretanto, a maior parte das espécies são raras e endêmicas, apresentando populações pequenas, sendo muito sensíveis a quaisquer modificações em seu habitat (TERBORGH, 1992).

A necessidade de áreas para produção de alimento e energia tem levado a conversão da vegetação nativa em pasto, colocando em risco os ecossistemas aquáticos e a sua biodiversidade (ALLAN et al., 2004). O desmatamento, queimadas e plantações de monocultura, afetam diretamente os riachos e as comunidades aquáticas, podendo provocar assoreamento, perda de heterogeneidade ambiental, mudanças nas variáveis limnológicas e físicas desses ecossistemas (MARTIN et al, 2014). Os organismos que habitam os riachos de primeira à quarta ordem são dependentes das fontes de energias produzidas pela vegetação presente nas suas margens (VANOTTE *et al.*, 1990). A vegetação ripária desempenha um papel importante na manutenção da biodiversidade aquática imbuída, pois fornece recursos e habitat para os insetos aquáticos e semiaquáticos (VOGEL et al., 2009). A retirada dessa vegetação afeta a qualidade da água e leva a uma diminuição dos habitats disponíveis dentro do riacho, levando a perda de espécies que dependem das condições ambientais naturais (JUNEN *et al.*, 2016; BRASIL et al., 2020; BRASIL et al., 2020; DALLA-CORTE et al., 2020).

Insetos aquáticos são de grande importância para ecossistemas aquáticos, devido a sua colaboração na cadeia trófica, na riqueza de espécies, e no monitoramento da qualidade dos habitats em que são encontrados (FIDELIS et al, 2008). A ordem hemíptera, possuem uma fase de ovo, ninfa e adultos, assim sendo um grupo de insetos hemimetábolos (GRIMALDI & ENGEL, 2005), composta por quatro subordens, dentre elas, a subordem Heteroptera é um grupo de grande interesse por ser amplamente distribuído, sendo encontrado em quase todo o globo (NIESER & MELO 1997).

Os Heteroptera aquáticos são divididos em três infra ordens: Leptopodomorpha, Nepomorpha e Gerromorpha (SCHUH & SLATER, 1995). Os Gerromorpha habitam a superfície dos corpos d'água, sendo assim, considerados semiaquáticos. Os

representantes desta infra ordem são neustônicos, localizados em ambientes continentais lóticos e lênticos (SOUZA et al., 2006), além de serem considerados cosmopolitas, habitando quase todos os continentes, com exceção da Antártida (CHLOND et al, 2015). Aproximadamente 30% das espécies registradas de Gerromorpha está localizada na região Neotropical (POLHEMUS & POLHEMUS, 2007), podendo ser encontrados em corpos d'água doce, como nos igarapés, que são importantes componentes das florestas tropicais e criam uma heterogeneidade estrutural característica no ecossistema presente (MORTATI, 2004).

Dentro da infra ordem Gerromorpha, a família Veliidae é considerada muito abundante e possui cerca de três subfamílias, são elas: Microveliinae, Rhagoveliinae e Macroveliinae. *Microvelia* é um gênero dentro da subfamília Microveliinae que pode ser considerado o maior entre os Gerromorpha, e suas espécies geralmente tem comprimento de 2-3 mm. A maioria vive na beira de pequenos poços de água, mas há espécies especializadas em outros habitats (NIESES & MELO, 1997). Já o gênero *Rhagovelia*, que pertence a subfamília Rhagoveliinae, não ocorrem em regiões mais frias e as suas espécies tem adaptações especiais nas pernas medianas para viverem sobre águas correntes e por isso se encontram usualmente nos lugares expostos (NIESES & MELO, 1997)

Estudos mostram a importância da complexidade da vegetação ripária para a manutenção da abundância dos espécimes de Gerromorpha, onde, alterações físico-químicas tem certa influência na estrutura de sua comunidade (DIAS-SILVA et al. 2020).

Tendo em vista a relação dos Gerromorpha com as alterações físico-químicas, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos de fatores abióticos sobre as espécies de Veliidae (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha) em igarapés da Amazônia oriental. Uma vez que as alterações no ambiente podem afetar ou não a comunidade destes insetos aquáticos (CUNHA & JUEN, 2020). Assim Avaliar os efeitos de fatores abióticos sobre as espécies de Veliidae (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha) em igarapés da Amazônia oriental. Relacionar abundância, riqueza e composição de espécies de Veliidae com a de integridade de habitat dos igarapés avaliados, representado pelo Índice de integridade do habitat (IIH). Avaliar os efeitos das variáveis limnológicas na abundância e riqueza de Veliidae.

1. Material e Métodos

3.1 Área de estudo

Foram amostrados 45 igarapés no município de Paragominas, localizado no nordeste do estado do Pará. Os igarapés variaram de 1ª a 3ª ordem. O clima da região segundo a categoria Af de Köppen 2007 é predominantemente tropical úmido e possui estação seca curta e definida. A precipitação média anual é de 200 cm, com a estação seca ocorrendo entre junho e dezembro. A região possui temperatura média anual de 27,2 ° C e umidade relativa com cerca de 81% (GARDNER ET AL., 2013; OLIVEIRA-JUNIOR ET AL., 2017).

Mapa de Localização dos Pontos Amostrais

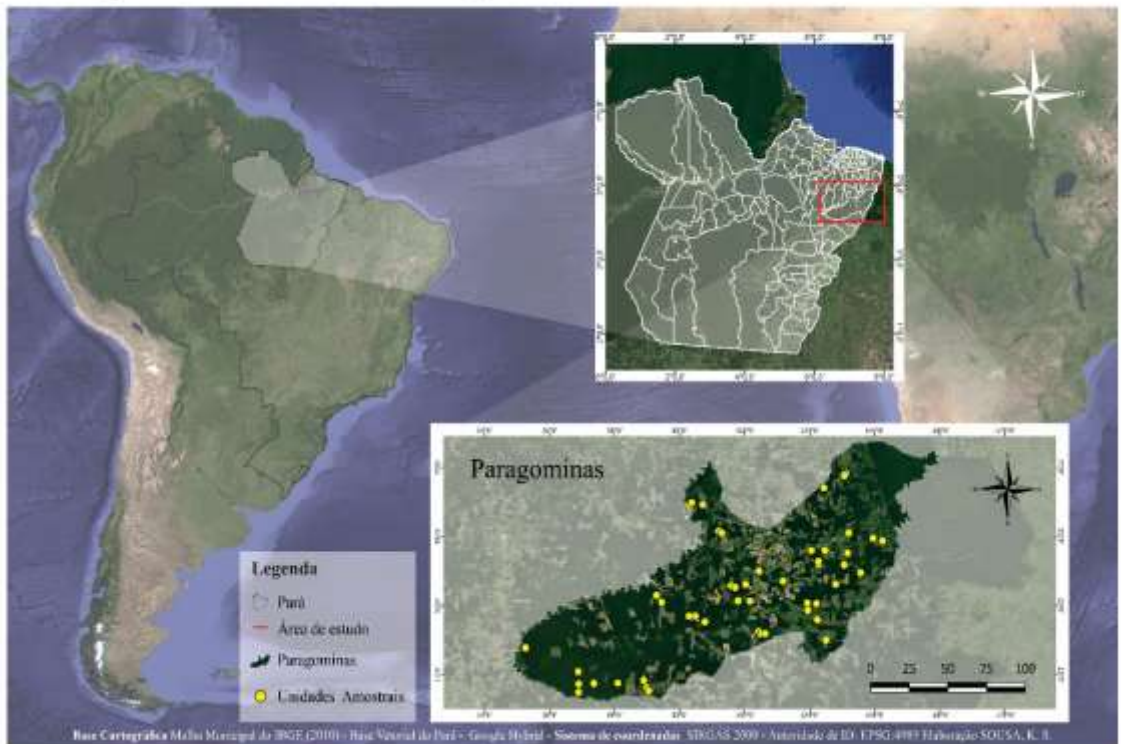


Figura 01: Mapa dos pontos de coleta dos igarapés no município de Paragominas, Pará, Brasil.

3.2 Coleta e preservação dos Gerromorpha

A coleta dos Gerromorpha foi realizada nos igarapés com auxílio de uma peneira (coador) na superfície da água, apoiada de observação in loco. Utilizando a metodologia

de Cabette *et al.* (2010), aplicada com sucesso em outros trabalhos com Gerromorpha (DIAS-SILVA *et al.*, 2010; VIEIRA *et al.*, 2015; CARDOSO *et al.*, 2019; GIEHL *et al.*, 2020, MOY *et al.*, 2022). Em cada igarapé demarcamos trechos de 100 m lineares subdivididos em segmentos de 5 m, totalizando 20 segmentos por igarapé. Os dados foram coletados durante a estação seca (junho a agosto de 2011).

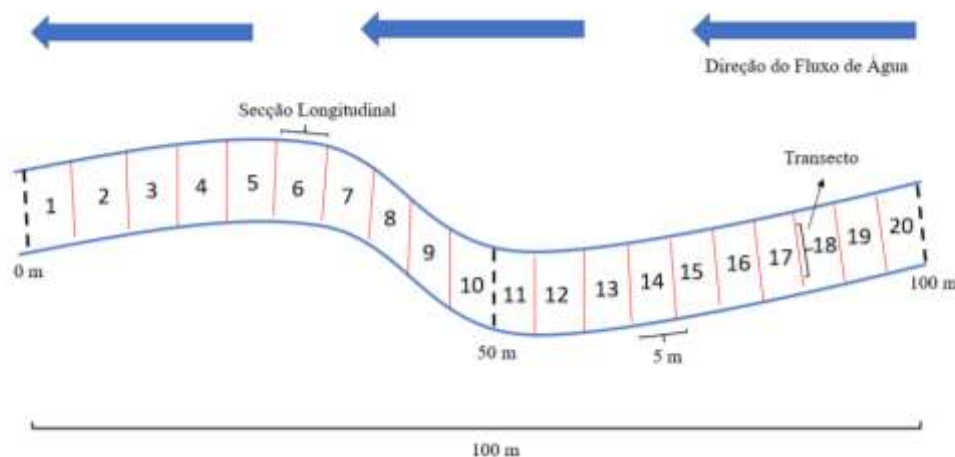


Figura 02: Esquema amostral da área selecionada dos igarapés para a coleta dos Gerromorpha.

Após a coleta os Veliidae foram conservados em álcool 85%, e foram levados ao laboratório de Zoologia da Universidade Federal do Pará, Campus Belém-PA. Foram identificados os espécimes com a utilização da literatura taxonômica de Heteroptera disponível. (POLHEMUS, 1997; NIESER & MELO, 1997).

3.3 Variáveis Limnológicas

Para a avaliação das variáveis ambientais, em todos os igarapés foram mensuradas variáveis limnológicas: Oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), condutividade elétrica (mS/cm) e pH, com a utilização de uma sonda multiparâmetros Horiba U-51.

3.4 Variáveis físicas do ambiente

A integridade física dos igarapés foi medida utilizando o Índice de Integridade do Habitat (IIH) de Nessimian *et al.* (2008). Este protocolo possui 12 itens que descrevem as condições ambientais e a integridade do igarapé avaliando características

como: vegetação ripária, largura e preservação da mata ciliar em uma faixa de 10 m, o padrão de uso da terra adjacente, estrutura e desgaste dos barrancos das margens do igarapé, condição do canal e o tipo de sedimento presente, presença ou ausência de dispositivos de retenção, vegetação aquática e outras. Esse índice varia de 0 a 1 onde valores próximos a 0 indicam igarapés degradados e valores próximos a 1 igarapés conservados.

3.5 Análise dos dados

Para verificar se existe relação do IHH sobre a abundância de Veliidae foi utilizada uma correlação de Spearman, já que aos dados não cumpriram os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias (ZAR, 2010). Para testar o efeito do IHH sobre a riqueza de Veliidae, utilizamos uma regressão linear simples, os dados de riqueza foram logaritmizados (ZAR, 2010).

Para avaliar o efeito das variáveis limnológicas sobre a abundância de Veliidae também se utilizou uma correlação de Spearman (ZAR, 2010). Já para testar o efeito das variáveis limnológicas sobre a riqueza de Veliidae, utilizamos uma regressão múltipla. A fim de tornar as variações mais constantes e normalizar os dados, os mesmos passaram por logaritmização (ZAR, 2010).

Para avaliar o efeito da integridade sobre a composição de espécies de Veliidae, utilizamos uma PcoA (Análise de Coordenadas Principais) com matriz de Bray Curtis (LEGENDRE & LEGENDRE, 2012) e foi realizada uma regressão linear simples do IHH sobre o primeiro eixo da PcoA (ZAR, 2010).

Para relacionar as variáveis limnológicas, oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), condutividade elétrica (mS/cm) e pH com a composição de Veliidae, se utilizou uma regressão múltipla das variáveis limnológicas sobre o primeiro eixo da PcoA (ZAR, 2010).

Todas as análises foram realizadas no ambiente R (R Core Team 2019). Para a correlação usou-se a função `cor.test` e `cor` (ambas com o método de Spearman), já para regressão linear simples e a regressão linear múltipla, foi utilizada a função `lm`. A PcoA foi realizada por meio da função `vegdist` e o método Bray-Curtis para o cálculo da matriz de distância análise PcoA para a ordenação da composição e os pacotes

utilizados foram o *ape* (PARADIS & SCHLIEP, 2018) e o *vegan* (OKSANEN et al., 2019).

2. Resultados

Foram coletados 1554 indivíduos, pertencentes a 26 espécies e cinco gêneros de Veliidae, dentre essas espécies *Rhagovelia evidis* foi a mais abundante, apresentando 683 indivíduos coletados (Tabela 01).

Tabela 01: Espécies de Veliidae coletadas nos igarapés no município de Paragominas, Pará, Brasil.

Espécies	N. Indivíduos
<i>Euvelia concava</i> Polhemus and Polhemus, 1984	18
<i>Microvelia longipes</i> Ulher, 1893	1
<i>Microvelia pulchella</i> Westwood, 1834	2
<i>Paravelia bullialata</i> Polhemus and Polhemus, 1984	9
<i>Rhagovelia aff. scitula</i> (Bacon, 1956)	1
<i>Rhagovelia elegans</i> Uhler, 1894	317
<i>Rhagovelia evidis</i> Bacon, 1948	683
<i>Rhagovelia hambletoni</i> Drake and Harris, 1933	104
<i>Rhagovelia jubata</i> Bacon, 1948	58
<i>Rhagovelia robusta</i> Gould, 1931	1
<i>Rhagovelia</i> sp. 1	15
<i>Rhagovelia</i> sp. 2	24
<i>Rhagovelia</i> sp. 3	1
<i>Rhagovelia</i> sp. 4	13
<i>Rhagovelia</i> sp. 5	55
<i>Rhagovelia</i> sp. 6 (angustipes complex)	103
<i>Stridulivelia alia</i> (Drake, 1957)	1
<i>Stridulivelia australis</i> (Drake and Harris, 1938)	12
<i>Stridulivelia cf. ayacucho</i> Polhemus and Spangler, 1995	3
<i>Stridulivelia quadrispinosa</i> (Hungerford, 1929)	1
<i>Stridulivelia raspa</i> (Hungerford, 1929)	5
<i>Stridulivelia</i> sp. 1	2
<i>Stridulivelia stridulata</i> (Hungerford, 1929)	2
<i>Stridulivelia strigosa</i> (Hungerford, 1929)	16
<i>Stridulivelia tersa</i> (Drake and Harris, 1941)	102
<i>Stridulivelia transversa</i> (Hungerford, 1929)	5
TOTAL	1554

O cálculo do IIIH teve média de 0,64 nos igarapés amostrados, sendo a maior pontuação 0,88 e a menor 0,28. O IIIH não apresentou correlação com a abundância de Veliidae ($R= 0,280$; $p= 0,065$). Além de não apresentar efeito significativo do IIIH sobre a riqueza de espécies de Veliidae ($F_{(1,42)} = 0,211$; $R^2=-0,018$; $p= 0,648$).

As variáveis físico-químicas nos igarapés amostrados foram mensuradas e calculou-se a média das mesmas. O pH teve média 5,38, oxigênio dissolvido (OD) 4,51 (mg/L), temperatura 25,3 C° e condutividade 31,9 (mS/cm). As variáveis ambientais não apresentaram correlação significativa com a abundância de Veliidae. E não apresentaram efeito significativo sobre a riqueza de espécies ($F_{(4,39)} =0,716$; $R^2= -0,027$; $p=0,585$).

Tanto o IIIH quanto as variáveis limnológicas, não apresentaram efeito sobre a composição de Veliidae ($F_{(1,42)} =3,339$; $R^2= 0,051$; $p= 0,077$) e ($F_{(4,39)} =0,880$; $R^2= -0,011$; $p= 0,484$).

3. Discussão

De 480 espécies registradas para o Brasil, 105 são de Veliidae (MOREIRA et al. 2011). Os integrantes dessa família são neustônicos, são predadores e se alimentam de pequenos artrópodes e ovos de mosquito na superfície da água (SCHUH e SLATER 1995; TAYLOR e MCPHERSON, 2004). Habitam a superfície de águas lânticas e lóticas, permanentes ou temporárias, naturais ou artificiais (SCHUH e SLATER 1995, ANDERSEN 1982, MOREIRA *et al.*, 2010). São amplamente distribuídos não sendo encontrados apenas na Antártica (NIESER e MELO, 1997). Sendo assim, as condições físicas, químicas ou físico-químicas podem não os afetar diretamente. (DIAS-SILVA *et al.*, 2010; VIEIRA *et al.*, 2015; GIEHL *et al.*, 2018; CARDOSO *et al.*, 2019;).

Pode ocorrer alteração nas espécies de presas, e mesmo assim a oferta de alimento se mantenha no habitat (DIAS-SILVA *et al.*, 2013). Isto também pode servir de argumento para o IIIH, pois este é um índice composto por questões descritivas das condições físicas do ambiente analisado (barrancos, vegetação ciliar, etc.). E mesmo com a média alta 0,64, desvio padrão 0,16 de variação no IIIH, os igarapés apresentavam vegetação ciliar e barrancos, raízes, substratos, os quais proporcionam a presença de variadas espécies que podem servir de alimento para os Veliidae (DIAS-SILVA *et al.*, 2013; CARDOSO *et al.*, 2019).

Assim, nossos resultados nos dão indícios que não houve variação suficiente das variáveis limnológicas nos igarapés analisados para alterar a composição de espécies ou que esses igarapés mais alterados podem estar sendo colonizados por igarapés mais preservados próximos, que servem como fonte de recolonização (PULLIAN, 1988). Em outros estudos com Gerromorpha na Amazônia, esta ordem apresentou relação com a integridade ambiental e com as variáveis limnológicas (CUNHA e JUEN, 2015; MOY et al., 2022).

Representantes da família Veliidae do gênero *Rhagovelia* foram indicadores tanto de áreas preservadas quanto de áreas alteradas no trabalho realizado por Cunha e Juen (2015). No trabalho de Guterres (2021), *Rhagovelia robusta* e *Stridulivelia tersa* foram classificados como tolerantes a alterações ambientais.

4. Conclusão

O IHH e as variáveis ambientais não apresentaram correlação significativa com a abundância de Veliidae, além de apresentarem um efeito sobre a riqueza dos organismos pertencentes a esta família. Estes resultados apontam para uma certa tolerância deste grupo as alterações físico-químicas que ocorrem nos igarapés amostrados, ou uma baixa variação na integridade de habitat nesses igarapés.

5. Referências

- ANDERSEN, N.M. (1982) The semiaquatic bugs (Hemiptera, Gerromorpha) phylogeny, adaptations, biogeography and classification. Entomograph. Vol. 3. Scandinavian Science Press, Klampenborg, 455 pp
- BRASIL, L. S., DE LIMA, E. L., SPIGOLONI, Z. A., RIBEIRO-BRASIL, D. R. G., & JUEN, L. The habitat integrity index and aquatic insect communities in tropical streams: A meta-analysis. Ecological Indicators, 116, 106495. 2020.
- BRASIL, L. S., LUIZA-ANDRADE, A., CALVÃO, L. B., DIAS-SILVA, K., FARIA, A. P. J., SHIMANO, Y., OLIVEIRA-JUNIOR, M., NEVES, M., JUEN, L. Aquatic insects and their environmental predictors: a scientometric study focused on environmental monitoring in lotic environmental. Environmental Monitoring and Assessment, 192(3), 1-10. 2020.
- CABETTE, H. S. R., GIEHL, N. F. S., DIAS-SILVA, K., JUEN, L., & BATISTA, J. D. Distribuição de Nepomorpha e Gerromorpha (Insecta: Heteroptera) da Bacia Hidrográfica do Rio Suiá-Miçu, MT: riqueza relacionada à qualidade da água e do

hábitat. SANTOS, JE; GALBIATI, C. & MOSCHINI, LE orgs. Gestão e educação ambiental: água, biodiversidade e cultura. São Carlos, RiMa.v. 2, p. 113-137, 2010.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 6: 71-82. 2001.

CARDOSO, K., GADELHA, K., FERREIRA, G., SILVA, K., OLIVEIRA, P. A., MOY, K., VIEIRA, B., DIAS-SILVA, K. Efeito da abundância dos adultos sobre as ninfas de Gerromorpha (Heteroptera) em riachos de Cerrado no estado de Goiás. Biotemas. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2019v32n2p71>. 2019.

CUNHA, E. J., & JUEN, L. Environmental drivers of the metacommunity structure of insects on the surface of tropical streams of the Amazon. Austral Ecology, 45(5), 586-595, 2020.

CHŁOND, DOMINIK; BUGAJ-NAWROCKA, AGNIESZKA. Padrão de distribuição e preferências climáticas dos representantes do gênero cosmopolita *Sirthenea* Spinola, 1840 (Heteroptera: Reduviidae: Peiratinae). PloS one, v. 10, n. 10, pág. e0140801, 2015.

DE OLIVEIRA-JUNIOR, José Max Barbosa et al. Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin streams. Limnologia, v. 66, p. 31-39, 2017.

DIAS-SILVA, K., BRASIL, LS, JUEN, L., CABETTE, HSR, COSTA, CC, FREITAS, PV, & DE MARCO, P., Influência de variáveis locais e métricas da paisagem nas assembléias de Gerromorpha (Insecta: Heteroptera) em riachos de savana, Brasil. Neotropical Entomology, 49 (2), 191-202. 2020.

DIAS-SILVA, K.; CABETTE, H. S. R.; GIEHL, N. F. S.; JUEN, L. Distribuição de Heteroptera aquáticos (Insecta) em diferentes tipos de substratos de córregos do Cerrado Matogrossense. EntomoBrasilis, Vassouras, v. 6, n. 2, p. 132-140, 2013.

DIAS-SILVA, K.; CABETTE, H. R. S.; JUEN, L.; DE MARCO JR., P. The influence of habitat integrity and physical-chemical water variables on the structure of aquatic and semi-aquatic Heteroptera. Zoologia, Curitiba, v. 27, p. 918-930, 2010.

DOWNES, B. J. & REICH, P. What is the spatial structure of stream insect populations? Dispersal behaviour at different life-history stages. In: LANCASTER, R. A. B. ed. Aquatic insects: challenges to populations. London, Proceedings of the Royal Entomological Society of London. p.184-203. 2008.

FIDELIS, L., NESSIMIAN, J., HAMADA, N. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. Acta Amazonica, v. 38, n. 1, p. 127-134, 2008.

FLORIANO, C. F. B., OLIVEIRA, I. A. D. V., & MELO, A. L. DE. New records and checklist of aquatic and semi-aquatic Heteroptera (Insecta: Hemiptera: Gerromorpha

and Nepomorpha) from the Southern region of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Biota Neotropica*. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032013000100022>, 2013.

F.E. PUTZ, K.H. REDFORD The importance of defining 'forest': tropical forest degradation, deforestation, long-term phase shifts, and further transitions *Biotropica*, 42 (2010), pp. 10-20.

GIEHL, N. F. S.; BRASIL, L. S.; DIAS-SILVA, K.; NOGUEIRA, D. S.; CABETTE, H. S. R. Environmental Thresholds of Nepomorpha in Cerrado Streams, Brazilian Savannah. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 48, n. 2, p. 186-196, 2018.

GRIMALDI, D., ENGEL, MS., ENGEL, MS., ENGEL, MS., *Evolução dos Insetos*. Cambridge University Press, 2005.

INMET-INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. BDMEP, 2017.

MARTINS, RENATO TAVARES; DE OLIVEIRA, VÍVIAN CAMPOS; SALCEDO, ANA KARINA MOREYRA. *Uso de insetos aquáticos na avaliação de impactos antrópicos em ecossistemas aquáticos*. 2014.

MOREIRA, F.F.F., NESSIMIAN, J.L., RÚDIO, J.A. & SALLES, F.F. (2010) New species and new records of Veliidae from Espírito Santo State and adjacent Minas Gerais State, Brazil, with notes on nomenclature (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha). *Journal of Natural History*, 44 (45), 2761–2801.

MORTATI, A.F. *Colonização por peixes no folhço submerso: implicações das mudanças na cobertura florestal sobre a dinâmica da ictiofauna de igarapé de terra firme, na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2004.

MOY, K. M., BRASIL, L. S., OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B., JUEN, L., VIEIRA, T. B., & DIAS-SILVA, K. (2022). Effects of Environmental Changes on Gerromorpha (Heteroptera: Hemiptera) Communities from Amazonian Streams. *Hydrobiology*, 1(1), 111-121.

NESSIMIAN, J. L., VENTICINQUE, E. M., ZUANON, J., DE MARCO, P., GORDO, M., FIDELIS, L., BATISTA, D., JUEN, L. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia*, v. 614, n. 1, p. 117, 2008.

NIESER, N.; MELO, A. L. *Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais - Guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha*. Belo Horizonte, UFMG. 177p. 1997.

NIESER, M., NICO A. L. D., *Heterópteros aquáticos de Minas Gerais*. Editora UfmG, 1997.

JARI OKSANEN, F. GUILLAUME BLANCHET, MICHAEL FRIENDLY, ROELAND KINDT, PIERRE LEGENDRE, DAN MCGLINN, PETER R. MINCHIN, R. B. O'HARA, GAVIN L. SIMPSON, PETER SOLYMOS, M. HENRY H. STEVENS, EDUARD SZOECZ AND HELENE WAGNER (2019). *vegan*: Community Ecology Package. R package version 2.5-5. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

PARADIS E. & SCHLIEP K. 2018. *ape* 5.0: an environment for modern phylogenetics and evolutionary analyses in R. *Bioinformatics* 35:526-528.

POLHEMUS, D. A. Systematics of the genus *Rhagovelia* Mayr (Heteroptera: Veliidae) in the Western Hemisphere (exclusive of the *angustipes* complex). Langham, Entomological Society of America, ii+386 p. 1997.

POLHEMUS, J. T. & D. A. POLHEMUS. Global trends in the description of aquatic and semiaquatic Heteroptera species, 1758–2004. *Tijdschrift voor Entomologie* 150:271–288. 2008.

POLHEMUS, J. T.; POLHEMUS, D. A. A review of the veliid fauna of bromeliads, with a key and description of a new species (Heteroptera: Veliidae). *Journal of the New York Entomological Society*, p. 204-216, 1991.

POLHEMUS, JOHN T.; POLHEMUS, DAN A. Diversidade global de percevejos verdadeiros (Heteroptera; Insecta) em água doce. In: *Avaliação da diversidade animal de água doce*. Springer, Dordrecht, p. 379-391. 2007.

PULLIAM, H. R. 1988. Sources, sinks, and population regulation. – *Am. Nat.* 132: 652–661.

R CORE TEAM (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, J. R. I. A review of the species of *Belostoma* Latreille, 1807 (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae) from the four southeastern Brazilian states. *Zootaxa*. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1477.1.1>. 2007.

STRAHLER, A.N., 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *New Haven: Transactions American Geophysical Union*, 38, 913-920.

SOUZA, M. A. A. de; MELO, A. L. de; VIANNA, G. J. C. Heterópteros aquáticos oriundos do município de Mariana, MG. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 35, n. 6, p. 803-810, 2006.

- SCHUH, R. T.; SLATER, J. A. True bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history. Ithaca and London: Cornell University Press., 336 p. 1995.
- TAYLOR, S.J. AND J.E. MCPHERSON. 2004. Voltinism and laboratory rearing of *Microvelia hinei* (Heteroptera: Gerromorpha: Veliidae). *Great Lakes Entomol.* 36: 1-9
- TERBORGH, J., Manutenção da diversidade em florestas tropicais. *Biotropica*, v. 24, n. 2, pág. 283-292, 1992.
- T.A. GARDNER, J. FERREIRA, J. BARLOW, et al. A social and ecological assessment of tropical land uses at multiple scales: the Sustainable Amazon Network *Philos. Trans. R. Soc. B*, 368 (2013), p. 20120166, 10.1098/rstb.2012.0166
- VIEIRA, T. B.; DIAS-SILVA, K.; PACÍFICO E. S. Effects of riparian vegetation integrity on fish and heteroptera communities. *Applied Ecology and Environmental Research*, Budapest, v. 13, n. 1, p. 53-65, 2015.
- VOGEL, H. F., ZAWADZKI, C. H., & METRI, R. Florestas Ripárias: Importância e principais ameaças. *Revista Saúde E Biologia*, 4(1), 24–30. 2009.
- ZAR, J. H. Biostatistical analysis. New Jersey: Prentice Hall., 944 p. 2010.