

PAULO AUGUSTO FEITOSA DE OLIVEIRA

GERROMORPHA (INSECTA: HETEROPTERA) COMO BIOINDICADOR DE  
ALTERAÇÃO AMBIENTAL EM IGARAPÉS DA AMAZÔNIA ORIENTAL

Altamira – PA

Dezembro – 2022

PAULO AUGUSTO FEITOSA DE OLIVEIRA

GERROMORPHA (INSECTA: HETEROPTERA) COMO BIOINDICADOR DE  
ALTERAÇÃO AMBIENTAL EM IGARAPÉS DA AMAZÔNIA ORIENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências Biológicas, do Campus Universitário de Altamira, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Karina Dias da Silva

Altamira – PA

Dezembro – 2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

F311g Feitosa de Oliveira, Paulo Augusto.  
GERROMORPHA (INSECTA: HETEROPTERA) COMO  
BIOINDICADOR DE ALTERAÇÃO AMBIENTAL EM  
IGARAPÉS DA AMAZÔNIA ORIENTAL / Paulo Augusto  
Feitosa de Oliveira. — 2022.  
21 f. : il. color.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Karina Dias da Silva  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira, Faculdade de  
Ciências Biológicas, Altamira, 2022.

1. Ecologia. 2. Bioindicação. 3. Integridade de habitat. 4.  
Insetos aquáticos. I. Título.

CDD 595.754

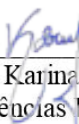
---

PAULO AUGUSTO FEITOSA DE OLIVEIRA

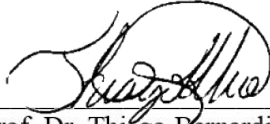
**GERROMORPHA (INSECTA: HETEROPTERA) COMO BIOINDICADOR DE  
ALTERAÇÃO AMBIENTAL EM IGARAPÉS DA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido à aprovação como requisito  
parcial para obtenção de grau de  
Licenciado em Ciências Biológicas, pela  
banca examinadora formada pelos  
professores e orientadora:

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Karina Dias da Silva  
Faculdade de Ciências Biológicas – UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Renata Cristina de Lima Gomes  
Faculdade de Ciências Biológicas – UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Thiago Bernardi Vieira  
Faculdade de Ciências Biológicas – UFPA

## RESUMO

A perda de biodiversidade nos trópicos é resultante do aumento do desenvolvimento das atividades antrópicas. Os bioindicadores têm sido utilizados para detectar mudanças na natureza nos últimos 40 anos, pois alguns organismos são capazes de prever os impactos ambientais mediante mudança na comunidade, seja na composição, na abundância dos táxons, na abundância relativa dos grupos funcionais de alimentação ou aumento em números de deformidades etc. Assim, para a utilização de bioindicadores, é preciso a identificação das espécies ou de outras unidades taxonômicas que possam indicar o distúrbio no ambiente que sejam difíceis de mensurar. Os Heteroptera aquáticos são insetos com grande variedade de formas, refletindo adaptações a uma ampla variedade de nichos. Apresentam grande importância nos ecossistemas, principalmente nas cadeias tróficas, pois servem como alimento para outros organismos e desempenham o papel de controle biológico. Este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta das espécies e dos gêneros de Gerromorpha a integridade de habitat de igarapés. Foram coletados 2212 espécimes, pertencentes a três famílias, sete gêneros e 36 espécies em 45 igarapés no município de Paragominas – PA. A integridade de habitat, aqui representada pelo IHH, apresentou correlação positiva tanto com a riqueza de espécies quanto com a riqueza de gêneros de Gerromorpha. As espécies que responderam positivamente ao gradiente foram *Brachymetra lata*, *Rhagovelia jubata* e *Rhagovelia elegans*. As que responderam negativamente ao aumento da integridade ambiental foram *Rhagovelia hambletoni* e *Rhagovelia* sp.7. Para os gêneros somente *Brachymetra* respondeu positivamente ao gradiente ambiental. O efeito significativo do gradiente ambiental tem sobre a composição das espécies e gêneros de Gerromorpha diz muito sobre a grande diferença morfológica e funcional que os espécimes de Gerromorpha tem entre si fazendo com que muitos sejam específicos em seus ambientes. Compreender como os principais elementos do igarapé mantêm a diversidade de comunidades biológicas auxilia os programas de uso da terra em uma perspectiva de conservação e restauração eficientes para riachos tropicais.

**Palavras – Chaves:** Ecologia; Bioindicação; Integridade de habitat; Insetos aquáticos.

## SUMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2. OBJETIVO GERAL:</b> .....	8
<b>2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> .....	8
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	9
<b>3.1 ÁREA DE ESTUDO:</b> .....	9
<b>3.2 COLETAS DE GERROMORPHA:</b> .....	10
<b>3.3 INDICE DE INTEGRIDADE DE HABITAT</b> .....	11
<b>3.4 ANÁLISE DE DADOS:</b> .....	12
<b>4. RESULTADOS</b> .....	12
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	20

## 1. INTRODUÇÃO

A perda de biodiversidade nos trópicos é resultante do aumento do desenvolvimento das atividades antrópicas. Fatores como a localização, clima, topografia podem definir a tendência econômica de uma região e determinar a pressão para sua conversão em atividades produtivas (GEIST; LAMBIN, 2002). Logo, o crescimento populacional leva a um aumento da pressão pela produção de alimentos e outros insumos (*e.g.* fibras para produção de tecidos e biocombustíveis), o que implica, geralmente, na busca por novas áreas para a agricultura (FOLEY, 2011).

A integridade de um ecossistema pode ser medida pela sua capacidade de manter suas funções ecossistêmicas mesmo sob pressão de algum tipo de impacto, e mesmo que ocorra perda de espécies se as suas funções são mantidas o ecossistema pode ainda ser considerado íntegro (KARR, 1981). Bioindicação é uma ferramenta importante na biologia da conservação e estuda como aplicar o conhecimento científico no manejo de relações ecológicas para manter principalmente as relações entre as espécies de uma comunidade e conseqüentemente sua distribuição e abundância (MCGEOCH, 1998). Os bioindicadores têm sido utilizados para detectar mudanças na natureza nos últimos 40 anos (NIEMI; MCDONALD, 2004), Heteroptera (GIEHL *et al.*, 2020), Odonata (MENDES; CABETTE; JÜEN, 2015), Ephemeroptera (FIRMIANO; LIGEIRO; CALLISTO, 2015), Plecoptera (BOBOT; HAMADA, 2000) assim como outros. Entre os organismos aquáticos, acrescenta-se ainda que estes passam todo ou quase todo seu ciclo de vida no ambiente aquático, sendo sentinelas das modificações ambientais ao longo do tempo (ROSEMBERG; RESH, 1993).

Assim, para a utilização de bioindicadores é preciso a identificação das espécies ou de outras unidades taxonômicas que possam indicar o distúrbio no ambiente que sejam difíceis de mensurar (RAINIO; NIEMALA, 2003; DALLA CORTE *et al.*, 2020). Quando procuramos por bioindicadores, precisamos encontrar grupos de espécies que respondam rapidamente às mudanças ambientais, mostrando tolerância ou sensibilidade sendo estas as respostas claramente distintas daquelas geradas por alterações naturais (MCGEOCH, 1998).

Os macroinvertebrados aquáticos respondem às mudanças ambientais, sendo considerados indicadores de qualidade ambiental, por apresentarem uma forte relação com os ambientes que habitam (MERRITT; CUMMINS, 1984; BUSS *et al.*, 2015). Segundo Nieser e Melo (1997) dentre estes organismos os Heteroptera aquáticos são insetos com grande variedade de formas morfológicas, refletindo adaptações a uma ampla variedade de nichos,

divididos em dois grandes grupos os Nepomorpha (bentônicos) e os Gerromorpha semi-aquáticos (que vivem sobre a lâmina d'água) (NIESER; MELO, 1997). Apresentam grande importância nos ecossistemas, principalmente nas cadeias tróficas, pois servem como alimento para outros organismos e desempenham o papel de controladores biológicos (MASCARENHAS, 2005). São capazes de habitar as interfaces aquática e terrestre e estão associados a elementos internos e externos dos riachos (ANDERSON, 1982; ANDERSON; WIELER, 2004).

A Amazônia Oriental é a região do Bioma Amazônico mais afetada por atividades humanas, onde seis tipos de uso do solo se destacam na região: o cultivo de dendê (ROCHA; CASTRO, 2012; JUAN *et al.*, 2016), a exploração madeireira (FEARNSIDE, 2005; NOGUEIRA *et al.*, 2016; CALVÃO *et al.*, 2016; PRUDENTE *et al.*, 2017), a pecuária, a agricultura de grãos como a soja, milho e o arroz (NEPSTAD *et al.*, 2006), a construção de hidrelétricas (FEARNSIDE, 2002) e a mineração (MONTEIRO, 2005; ESPINOSA *et al.*, 2020). Apesar da grande necessidade de estudos de monitoramento e minimização de impactos sobre o ambiente natural, o que já se tem de estudos nessa área de pesquisa não são suficientes, especialmente na região amazônica (GARDNER *et al.*, 2013).

## **2. OBJETIVO GERAL:**

Avaliar a resposta das espécies e dos gêneros de Gerromorpha a integridade de habitat dos igarapés.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Testar o efeito da integridade de habitat sobre as espécies e sobre os gêneros de Gerromorpha.

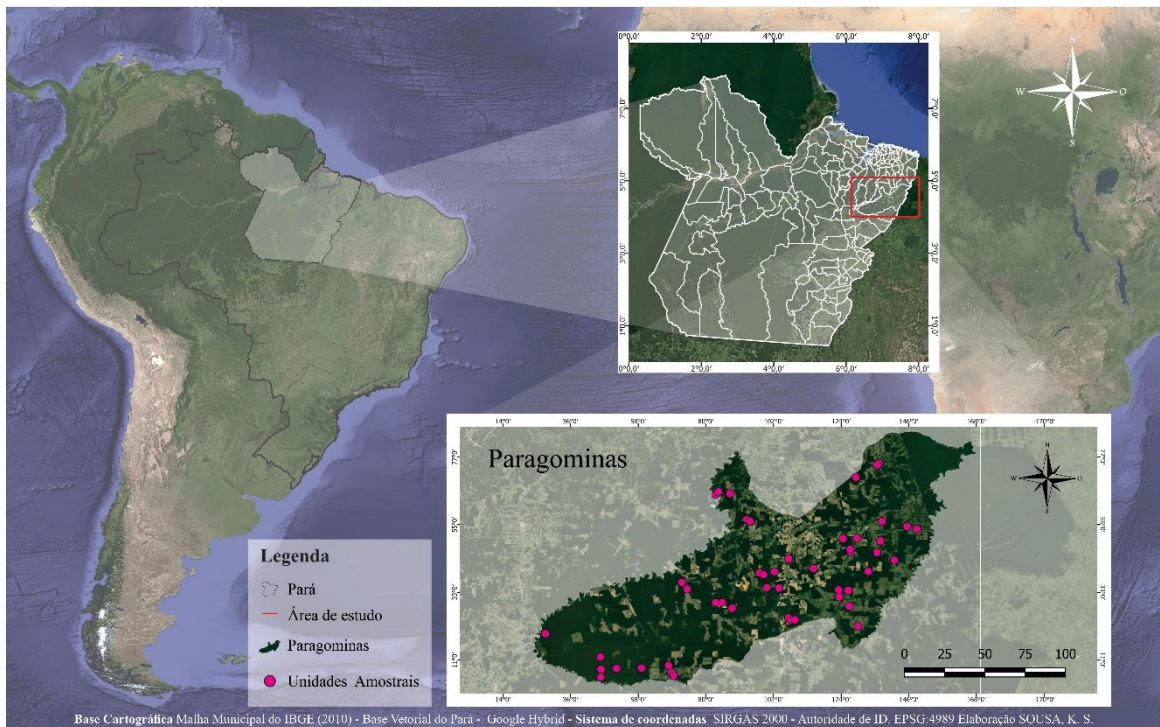
Avaliar se o gradiente ambiental, representado pelo Índice de Integridade Ambiental (IIH), altera a composição de espécies e gêneros de Gerromorpha.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO:

As coletas foram realizadas em 45 igarapés de 1ª a 3ª ordens segundo a classificação de Strahler (1957), no município de Paragominas no estado do Pará (Figura 1). A temperatura anual da região é de  $\sim 27,2^\circ$  e a precipitação anual de  $\sim 2000$  mm, sendo o clima da região classificado como tropical chuvoso (“Aw” na classificação Köppen) com precipitação mensal inferior a 60 mm, temperatura média anual de  $27,2^\circ$  C (PEEL, 2007; GARDNER *et al.*, 2013).

## Mapa de Localização dos Pontos Amostrais



**Figura 01:** Localização dos pontos de coleta de Gerromorpha em Paragominas no ano de 2011. Adaptado de Oliveira-Junior et al., 2015 por Kenned da Silva Sousa.



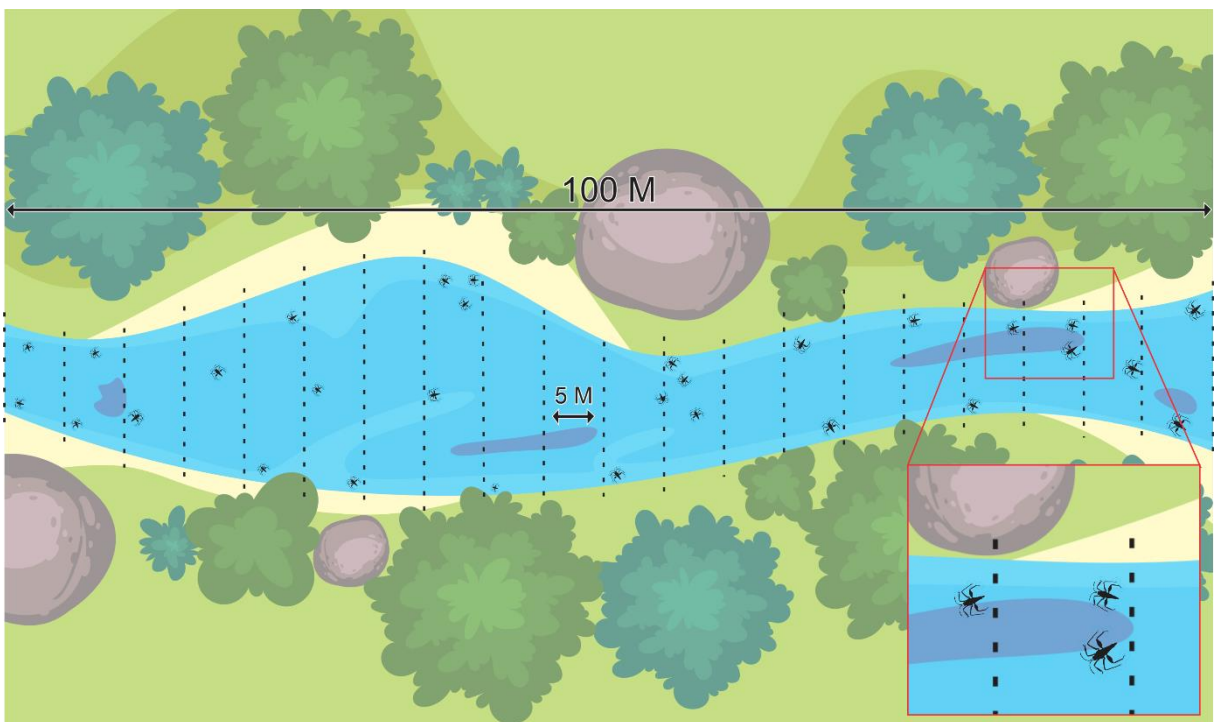
**Figura 02:** Representação de igarapés íntegros (A<sup>1</sup>; A<sup>2</sup>), alterados (B<sup>1</sup>; B<sup>2</sup>) e degradados (C<sup>1</sup>; C<sup>2</sup>) no município de Paragominas – PA. Fonte: Cecília Gontijo Leal.

### **3.2 COLETAS DE GERROMORPHA:**

Os espécimes de Gerromorpha foram amostrados no período de seca, entre junho e agosto de 2011, pois período de chuva dificulta o acesso ao local, a coleta dos insetos e as medidas das variáveis abióticas (BAPTISTA *et al.*, 2001; BRASIL *et al.*, 2018). E este período tem

sido utilizado em outros trabalhos de ecologia de Heteroptera no Brasil (VIEIRA *et al.*, 2015; DIAS-SILVA *et al.* 2020; CUNHA; JUEN, 2017).

Para as coletas foi delimitado um trecho de 100 m, dividido em 20 segmentos de 5m cada (PECK *et al.*, 2006; KAUFMANN *et al.*, 1999). Os Gerromorpha foram coletados em 66,6% dos seguimentos, coletando de dois segmentos seguidos e não coletando de um segmento e repetindo esse processo (metodologia proposta por CABETTE *et al.*, 2010 e DIAS-SILVA *et al.*, 2010) utilizando crivos (peneiras) para captura dos indivíduos que na lâmina d'água. Os indivíduos foram acondicionados em tubos falcon com álcool a 85% e levados a laboratório para identificação, com auxílio de chaves dicotômicas (KENAGA, 1941; DRAKE, HUSSEY, 1951; NIESER, MELO, 1997; MOREIRA *et al.*, 2011; MOREIRA, BARBOSA, 2014; FLORIANO *et al.*, 2016), e foram depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal do Pará (UFPA) do *Campus* de Altamira.



**Figura 03:** Representação ilustrada do método de coleta utilizado. Fonte: Kenned da Silva Sousa.

### 3.3 INDICE DE INTEGRIDADE DE HABITAT

Nessimian e colaboradores (2008) elaboraram um Índice de Integridade de Habitat (IIH) com base no protocolo de Petersen (1992) para avaliar a integridade física de igarapés e matas ciliares no estado do Amazonas – Brasil. Desde então o mesmo é utilizado para categorização de ambientes amazônicos.

O IIIH consiste em doze questões com cada uma contendo de quatro a seis alternativas de resposta que avaliam o local quanto ao uso da terra ao entorno do igarapé, obstruções na passagem de água, caracterização do substrato do riacho, presença/quantidade de detritos no local dentre outros. O índice varia entre 0-1 (NESSIMIAN *et al.* 2008).

### 3.4 ANÁLISE DE DADOS:

Para testar o efeito do IIIH sobre a riqueza de espécies e sobre os gêneros de Gerromorpha, utilizamos uma correlação de Spearman, devido aos dados não cumprirem os pressupostos de normalidade e homogeneidade (ZAR, 2010).

Para avaliar o efeito do gradiente ambiental sobre a composição de espécies e gêneros de Gerromorpha, utilizamos o TITAN. Threshold Indicator Taxa Analysis detecta limiares ecológicos da comunidade entre níveis de espécies, famílias, gêneros e a capacidade desses táxons representarem uma resposta ao ambiente influenciado pela abundância e a integridade ambiental nos riachos, e avalia a similaridade das respostas observadas em espécies e gêneros mostrando mudanças nas distribuições dos táxons ao longo de um gradiente ambiental nos riachos (BAKER & KING, 2010; MENDOZA-PENAGOS, CALVÃO, JUAN, 2021).

As análises foram realizadas no ambiente R (R CORE TEAM, 2016), usando o pacote vegan (OKSANEN *et al.*, 2015), e o TITAN2 (BAKER & KING, 2010).

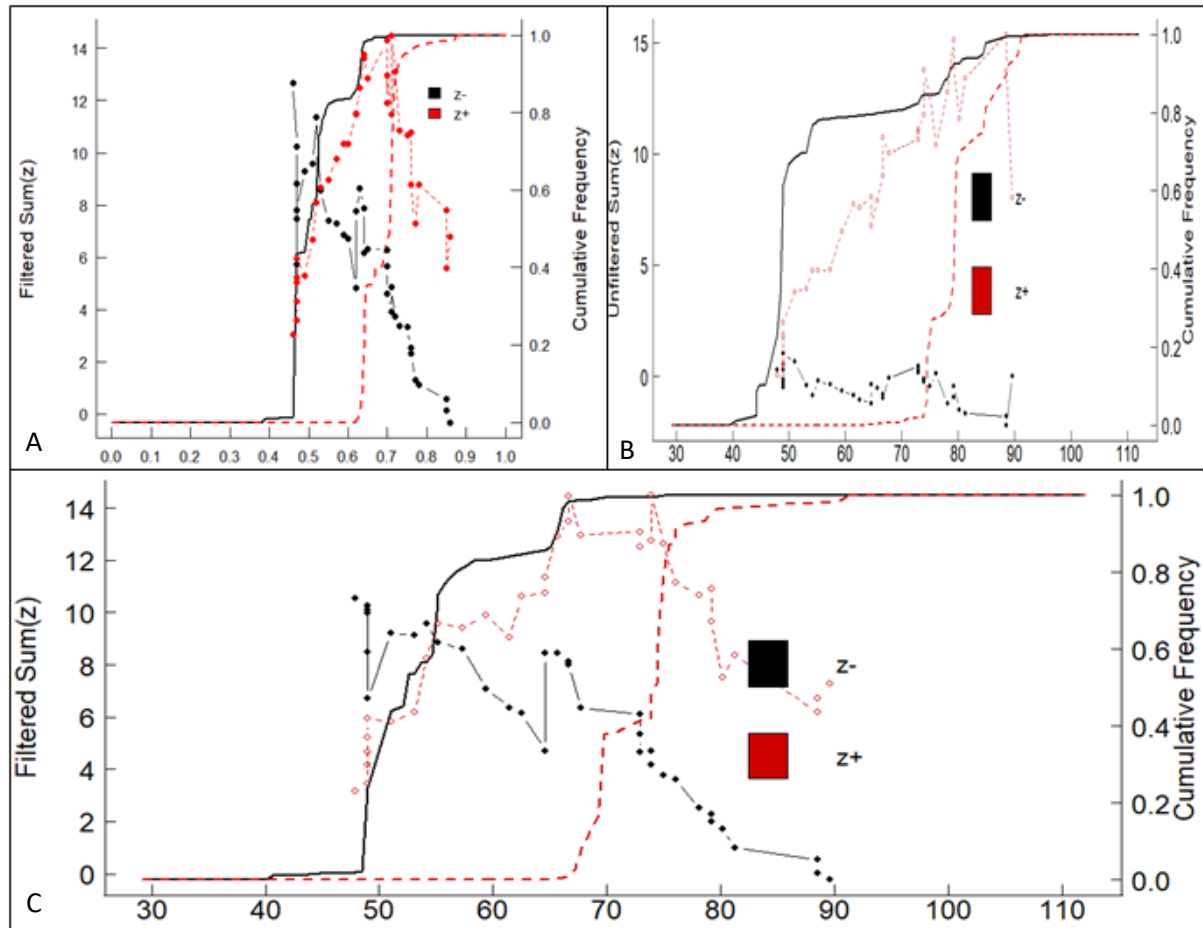
## 4. RESULTADOS

Foram coletados 2212 espécimes, pertencentes a três famílias, sete gêneros e 36 espécies. A família mais abundante foi Veliidae com 1554 indivíduos e o gênero mais abundante foi *Rhagovelia* com 1375 indivíduos, as espécies mais abundantes foram *Rhagovelia evidis* (n= 683), *Cylindrostethus palmaris* (n= 535), *Rhagovelia elegans* (n= 317), *Rhagovelia hambletoni* (n= 104) e *Rhagovelia* sp.6 (complexo *Angustipes*) (n= 103) e *Stridulivelia tersa* (n= 102).

Os valores de IIIH variaram de 0,28 a 0,96, apresentaram média de 0,65 e desvio padrão de  $\pm 0,16$  nos igarapés analisados.

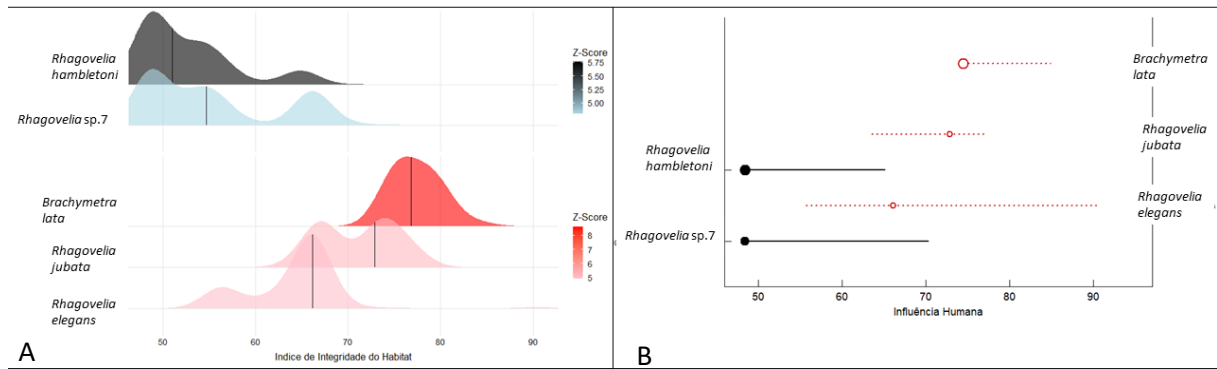
A integridade de habitat aqui representada pelo IIIH apresentou correlação positiva tanto com a riqueza de espécies (R= 0,40;  $p < 0,001$ ) quanto com a riqueza de gêneros (R=0,55;  $p < 0,001$ ) de Gerromorpha, indicando que tanto espécies quanto gêneros respondem a alteração nos ambientes analisados.

Quando avaliado o efeito do gradiente sobre a composição de espécies e de gêneros de Gerromorpha, encontramos que o gradiente muda a composição tanto de espécies quanto de gêneros de Gerromorpha (Fig.02, Fig.03 e Fig.04), para espécie a mudança ocorre em 0,6 para uma resposta positiva da comunidade e em 0,5 já temos perda de espécies.

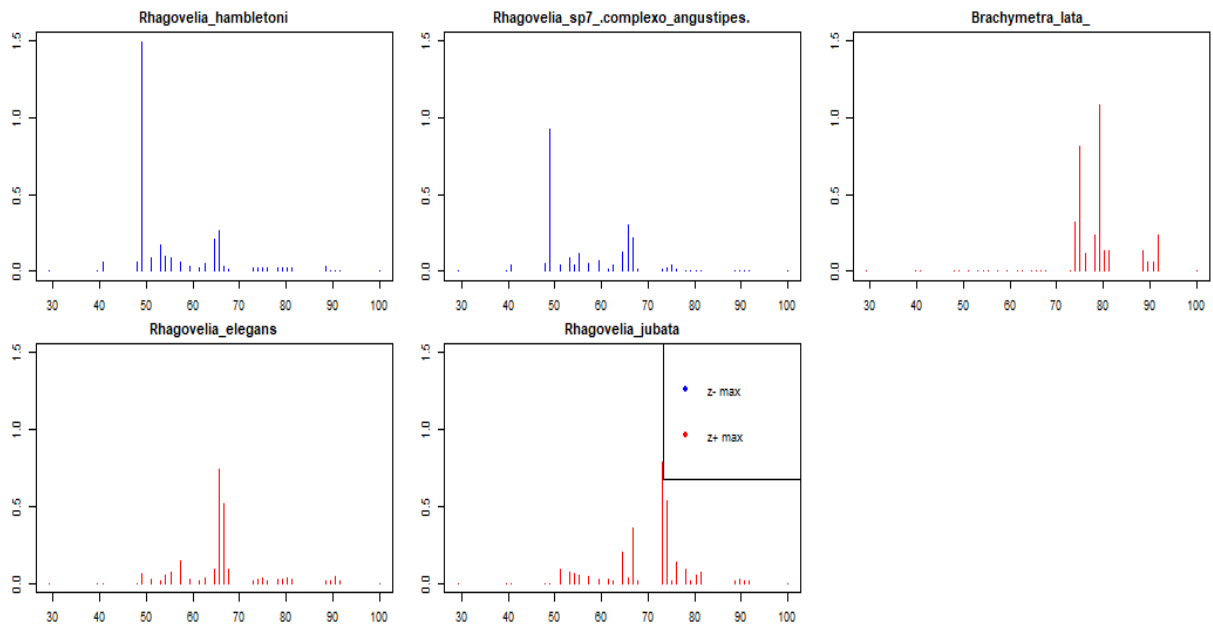


**Figuras 04:** Análise de taxa indicadora de limiar para assembléias (Threshold Indicator Taxa Analysis for assemblage-TITAN) (nível de espécie em A, nível de gênero em B e nível de comunidade em C). Para análises de assembléias, valores de soma negativa ( $z^-$ ) e soma positiva ( $z^+$ ), correspondendo a todos os pontos de mudança ao longo do ambiente analisado gradiente. As linhas pretas e cinzas verticais representam a distribuição de frequência cumulativa de pontos de mudança para 500 repetições por bootstrap para soma ( $z^-$ ) e soma ( $z^+$ ). As linhas tracejadas vermelhas verticais mostram o limite da comunidade.

As espécies que responderam positivamente ao gradiente foram *Brachymetra lata*, *Rhagovelia jubata* e *Rhagovelia elegans*. As que responderam negativamente ao aumento da integridade ambiental foram *Rhagovelia hambletoni* e *Rhagovelia sp.7* (Figura 05, figura 06, figura 07 e Tabela 01). Para os gêneros somente *Brachymetra* respondeu positivamente ao gradiente ambiental (Figura 08, figura 09 e Tabela 02).



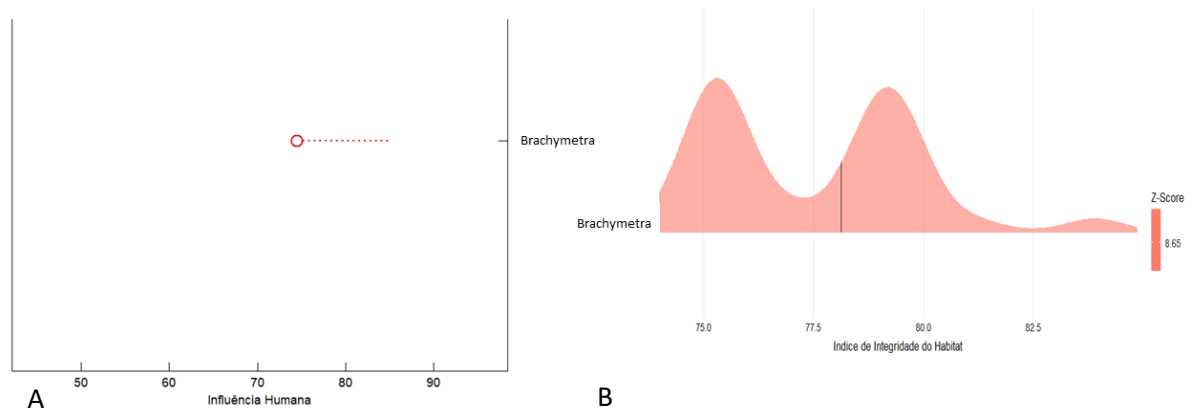
**Figuras 05:** Threshold Indicator Taxa Analysis for assemblage-TITAN, representa as abundâncias individuais das espécies ao gradiente de integridade ambiental (IIIH). Em A: As curvas nos gráficos representam, individualmente para cada espécie, as flutuações da abundância em relação ao gradiente ambiental. Em B: Os círculos pretos mostram associação negativa ( $z^-$ ) com o aumento de IIIH; os círculos cinza mostram a associação positiva ( $z^+$ ). O tamanho dos círculos é proporcional à magnitude da resposta (pontuação  $z$ ). As linhas horizontais representam os quartis 5 e 95 dos valores, resultando uma maior mudança nas pontuações  $z$  para cada táxon entre 500 repetições por bootstrap.



**Figura 06:** Threshold Indicator Taxa Analysis for assemblage-TITAN, representa as abundâncias individuais das espécies ao gradiente de integridade ambiental (IIIH). As barras mostram a distribuição da abundância do indivíduo pela alteração do gradiente ambiental.

**Tabela 01:** Threshold Indicator Taxa Analysis for assemblage-TITAN, Tabela contendo as informações para cada espécie, indicando em negrito as que melhor responderam ao teste positivamente e negativamente.

Espécies	ienv.cp	zenv.cp	fre q	maxgr p	IndVa l	obsiv.pro b	zscor e	5%	10%	50%	90%	95%	purit y	reliabilit y	z.median	filte r
<b><i>Brachymetra lata</i></b>	<b>8.489.58</b>	<b>7.968.75</b>			<b>2</b>				<b>7.500.00</b>	<b>7.864.58</b>	<b>8.489.58</b>	<b>8.854.16</b>			<b>9.476.28</b>	
	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>74.24</b>	<b>0.004</b>	<b>8.88</b>	<b>7.447.917</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>1.000</b>	<b>0.998</b>	<b>7</b>	<b>2</b>
<i>Cylindrostethus palmaris</i>	4.843.75	5.468.75			2				4.843.75	5.468.75	6.197.91	7.916.66			3.984.03	
<i>Neogerris lotus</i>	0	0	26	2	56.93	0.012	3.23	4.843.750	0	0	7	7	0.948	0.932	1	0
	8.906.25	7.552.08			2				4.890.62	7.552.08	8.906.25	9.114.58			3.590.53	
	0	3	6	2	23.97	0.060	2.11	4.773.438	5	3	0	3	0.784	0.742	9	0
<b><i>Rhagovelia elegans</i></b>	<b>6.614.58</b>	<b>6.510.41</b>			<b>2</b>				<b>5.625.00</b>	<b>6.614.58</b>	<b>6.718.75</b>	<b>7.622.39</b>			<b>5.137.46</b>	
	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>58.22</b>	<b>0.004</b>	<b>4.55</b>	<b>5.572.917</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0.996</b>	<b>0.988</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<i>Rhagovelia evidis</i>	7.031.25	7.291.66			2				5.463.54	7.031.25	8.072.91	8.906.25			2.870.11	
	0	7	32	2	53.89	0.028	2.42	4.895.833	2	0	7	0	0.850	0.756	4	0
<b><i>Rhagovelia hambletoni</i></b>	<b>4.843.75</b>	<b>4.895.83</b>			<b>1</b>				<b>4.843.75</b>	<b>5.208.33</b>	<b>6.510.41</b>	<b>6.562.50</b>			<b>6.707.26</b>	
	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>65.82</b>	<b>0.004</b>	<b>6.74</b>	<b>4.843.750</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0.994</b>	<b>0.980</b>	<b>9</b>	<b>1</b>
<b><i>Rhagovelia jubata</i></b>	<b>7.291.66</b>	<b>6.718.75</b>			<b>2</b>				<b>6.458.33</b>	<b>7.291.66</b>	<b>7.708.33</b>	<b>7.760.41</b>			<b>5.984.94</b>	
	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>51.40</b>	<b>0.004</b>	<b>5.34</b>	<b>6.354.167</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>1.000</b>	<b>0.984</b>	<b>7</b>	<b>2</b>
<i>Rhagovelia sp5</i>	6.614.58	6.614.58			1				4.895.83	6.562.50	6.666.66	6.721.35			3.458.20	
	3	3	5	1	23.81	0.008	2.99	4.895.833	3	0	7	4	0.984	0.740	5	0
<b><i>Rhagovelia sp7.complexo angustipes.</i></b>	<b>4.843.75</b>	<b>4.895.83</b>			<b>1</b>				<b>4.843.75</b>	<b>5.468.75</b>	<b>6.614.58</b>	<b>6.721.35</b>			<b>6.310.77</b>	
	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>60.68</b>	<b>0.004</b>	<b>5.71</b>	<b>4.843.750</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1.000</b>	<b>0.988</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<i>Stridulivelia tersa</i>	6.354.16	6.354.16			2				5.208.33	6.458.33	8.020.83	8.854.16			2.743.51	
	7	7	16	2	36.26	0.044	2.19	4.791.667	3	3	3	7	0.824	0.692	1	0
<i>Tachygerris celosis</i>	8.854.16	8.854.16			2				7.343.75	8.437.50	8.906.25	8.906.25			4.378.02	
	7	7	5	2	38.77	0.008	5.00	5.000.000	0	0	0	0	0.930	0.782	0	0



**Figura 07:** Threshold Indicator Taxa Analysis for assemblage-TITAN, representa a abundância individual do gênero *Brachymetra* ao gradiente de integridade ambiental (IIH). Em A: o círculo vermelho mostra a associação positiva ( $z +$ ). O tamanho do círculo é proporcional à magnitude da resposta (pontuação  $z$ ). A linha horizontal representa os quartis 5 e 95 dos valores, resultando uma maior mudança nas pontuações  $z$  para cada táxon entre 500 repetições por bootstrap. Em B: As curvas nos gráficos representam, individualmente para cada espécie, as flutuações da abundância em relação ao gradiente ambiental.

**Tabela 02:** Threshold Indicator Taxa Analysis for assemblage-TITAN, Tabela contendo as informações para cada gênero amostrado, indicando em negrito o que melhor respondeu ao teste positivamente, não apontando nenhum gênero que responda de forma negativa.

Gêneros	ienv.cp	zenv.cp	fre q	maxgr p	IndVa l	obsiv.pro b	zscor e	5%	10%	50%	90%	95%	purit y	reliabilit y	z.median	filte r
	<b>8.489.58</b>	<b>7.916.66</b>						<b>7.447.91</b>	<b>7.500.00</b>	<b>7.864.58</b>	<b>8.489.58</b>	<b>8.489.58</b>			<b>9.534.09</b>	
<i>Brachymetra</i>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>76.83</b>	<b>0.004</b>	<b>8.65</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
<i>Cylindrostethus</i>	4.843.75	5.625.00	0	2	54.11	0.012	3.01	4.843.75	4.843.75	5.468.75	6.203.12	7.768.22			4.054.93	
	0	0	26	2				0	0	0	5	9	0.958	0.930	3	0
<i>Limnogonus</i>	4.843.75	4.843.75	0	1	29.76	0.124	1.14	4.427.08	4.479.16	4.895.83	8.906.25	9.166.66			2.782.90	
	0	0	8	1				3	7	3	0	7	0.752	0.698	8	0
<i>Neogerris</i>	8.906.25	7.552.08	0	2	23.97	0.032	2.16	4.791.66	5.177.08	7.552.08	8.906.25	9.117.18			3.418.67	
	0	3	6	2				7	3	3	0	7	0.778	0.750	4	0
<i>Rhagovelia</i>	9.010.41	6.458.33	7	2	56.61	0.036	2.24	4.791.66	4.843.75	6.354.16	8.854.16	8.958.33			2.822.50	
	7	3	40	2				7	0	7	7	3	0.858	0.778	3	0
<i>Stridulivelia</i>	9.010.41	7.968.75	7	2	60.10	0.004	4.30	6.354.16	7.005.20	7.968.75	9.010.41	9.010.41			4.370.94	
	7	0	21	2				7	8	0	7	7	0.954	0.918	8	0
<i>Tachygerris</i>	8.854.16	8.489.58	7	2	34.19	0.008	4.21	5.000.00	7.343.75	8.437.50	8.854.16	8.906.25			4.363.78	
	7	3	5	2				0	0	0	7	0	0.922	0.776	8	0

## 5. DISCUSSÃO

Resultados semelhantes foram encontrados por Dias-Silva *et al* (2010) no cerrado, também apontando correlação positiva entre a integridade do habitat e a riqueza de gêneros e espécies mostrando que mesmo em biomas diferentes as relações entre a composição da riqueza de gêneros, espécies e morfoespécies de Gerromorpha e a integridade do ambiente mantém-se positiva.

O efeito significativo que o efeito do gradiente ambiental tem sobre a composição das espécies e gêneros de Gerromorpha diz muito sobre a grande diferença morfológica e funcional que os espécimes de Gerromorpha tem entre si como apontado por Guterres *et al* (2019), fazendo com que muitos sejam específicos em seus ambientes. O aumento da integridade de habitat está relacionado a presença de vegetação ripária, essa vegetação tem funções importantes no ecossistema, tais como estabilização das margens, manutenção da temperatura e provimento de substrato e alimento para os organismos (Nessimian *et al.*, 2008). Desta forma a retirada da vegetação leva a homogeneização de habitats, perda de qualidade de água e de espécies (Allan, 2004; Allan & Castillo, 2007).

Os resultados mostram que riqueza de Gerromorpha tem uma relação positiva com a integridade ambiental dos igarapés das localidades amostradas. Assim, comunidade de Gerromorpha em locais mais íntegros com proteção e preservação da mata ciliar apresentam maior riqueza do que em igarapés mais degradados. Giehl *et al* (2019) obteve resultados semelhantes, discutindo que esses organismos respondem negativamente a alterações na vegetação ciliar e na qualidade da água. E um trabalho na Amazônia Cunha e Juen (2017) obtiveram relação de Gerromorpha com a condutividade elétrica. E a integridade ambiental está relacionada positivamente aos valores de condutividade (Gihel, *et al.* 2019).

As espécies que responderam positivamente ao gradiente ambiental foram *Brachymetra lata*, *Rhagovelia jubata* e *Rhagovelia elegans*. O gênero *Brachymetra* Mayr, 1865 é composto por cinco espécies e é encontrado principalmente em riachos sombreados (Nieser & Melo, 1997; Dias-Silva, *et al.*, 2010). *Rhagovelia jubata* foi indicadora de ambientes preservados no estudo de Cunha *et al.*, (2015). A novidade nas espécies que respondem ao gradiente foi *Rhagovelia elegans*. Alterações na vegetação ciliar podem resultar em diminuição da integridade ambiental e podem atuar como filtros ambientais restringindo alguns organismos. Além disso, Heteroptera, geralmente, responde a alterações físicas do

habitat, o que nos leva a concluir que o mesmo apresenta maior associação com vegetação ripária (Cunha & Juen 2015, Juen et al. 2016; Chen et al. 2017; Brasil et al., 2022).

E negativamente *Rhagovelia hambletoni* e *Rhagovelia* sp.7, a primeira se confirmarmos a identificação, será a primeira ocorrência para o estado do Pará, recentemente houve a ampliação dessa espécie para o estado do Maranhão (Franco et al., 2022). Estes resultados tornam importante a análise de espécies para resultados mais robustos, sobre como as comunidades respondem às alterações ambientais, visto que dentro de um mesmo gênero podemos ter espécies com respostas distintas ao gradiente ambiental.

Compreender como os principais elementos do igarapé mantêm a diversidade de comunidades biológicas auxilia os programas de uso da terra em uma perspectiva de conservação e restauração eficientes para riachos tropicais.

## 6. REFERÊNCIAS

- ANDERSON, N. M. "The Semiaquatic Bugs", **Entomograph**, v. 3, p. 439, 1982.
- BAKER, M. E., KING, R. S. A. "New method for detecting and interpreting biodiversity and ecological community thresholds". **Methods in Ecology and Evolution**, v. 1, n. 1, p. 25-37, 2010.
- BOBOT, T. E.; HAMADA, N. A utilização de Perlidae (Insecta, Plecoptera) como bioindicador em igarapés na Amazônia Central, Brasil. **Livro de Resumos do XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia**, pg. 266-266. Brasil, 2000.
- CUNHA, E. J., JUEN, L. "Impacts of oil palm plantations on changes in environmental heterogeneity and Heteroptera (Gerromorpha and Nepomorpha) diversity", **Journal of Insect Conservation**, v. 21, n. 1, p. 111–119, 18 fev. 2017.
- DALA-CORTE, R. B., MELO, A. S., SIQUEIRA, T., BINI, L. M., MARTINS, R. T., CUNICO, A. M., PES, A. M., MAGALÃES A. L. B., GODOY, B. S., LEAL, C. G., MONTEIRO-JÚNIOR, C. S., STENERT, C., CASTRO, D. M. P., MACEDO, D. R., LIMA-JÚNIOR, D. P., GUBIANI, E. A., MASSARIOL, F. C., TERESA, F. B., BEKER, F. G., SOUZA, F. N., VALENTE-NETO, V., SOUZA, F. L., SALLES, F. F., BREJÃO, G. L., BRITO, J. G., VITULE, J. R. S., SIMÃO-FERREIRA, J., DIAS-SILVA, K., ALBUQUERQUE, L., JUEN, L., MALTCHIK, L., CASATTI, L., MONTANG, L., RODRIGUES, M. E., CALISTO, M., NOGUERIRA, 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., MONTEIRO, Y., SÚAREZ, Y. R., ROQUE, F. O., "Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the Neotropical region", **Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 7, p. 1391–1402, 29 jul. 2020.
- DIAS-SILVA, K., CABETTE, H. S. R., JUEN, L., DE MARCO, P., "The influence of habitat integrity and physical-chemical water variables on the structure of aquatic and semi-aquatic Heteroptera", **Zoologia (Curitiba)**, v. 27, n. 6, p. 918–930, 2010.
- DIAS-SILVA, K.; BRASIL, L. S.; JUEN, L.; CABETTE, H. S. R.; COSTA, C. C.; FREITAS, P. V.; DE MARCO, P. Influence of local variables and landscape metrics on Gerromorpha

(Insecta: Heteroptera) assemblages in savanna streams, Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 2, p. 191–202, 2020.

DRAKE, C. J., HUSSEY, R. F. Concerning Some American Microvelia (Hemiptera: Veliidae), **Florida Entomological Society**, v. 34, n. 4, p. 137–145, 1951.

DUFRENE, M., LEGENDRE, P. SPECIES ASSEMBLAGES AND INDICATOR SPECIES : THE NEED FOR A FLEXIBLE ASYMMETRICAL APPROACH, **Ecological Monographs**, v. 67, n. 3, p. 345–366, 1997.

ESPINOSA, A. C. E., SHIMANO, Y., ROLIM, S., MAIOLI, L., JUEN, L., DUNCK, B. Effects of mining and reduced turnover of Ephemeroptera ( Insecta ) in streams of the Eastern Brazilian Amazon. **Journal of Insect Conservation**, v. 24, n. 6, p. 1061–1072, 2020.

FIRMIANO, K., LIGEIRO, R., CALLISTO, M. Ephemeroptera (insecta) como bioindicadores de condições ecológicas em riachos a montante de barramentos hidrelétricos. **Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2015.

FLORIANO, C. F. B., PALADINI, A., CAVICHIOLI, R. R. Systematics of the South American species of *Cylindrostethus* Mayr , 1865 ( Hemiptera : Heteroptera : Gerridae ), with a new species from Amazonian Brazil and Peru, **Invertebrate Systematics**, v. 1865, n. 1960, p. 431–462, 2016.

FOLEY, J. A., RAMANKUTTY, N., BRAUMAN, K. A., CASSIDY, E. S., GERBER, J. S., JOHNSTON, M., MUELLER, N. D., CONNELL, C. O., RAY, D. K., WEST, P. C., BALZER, C., BENNETT, E. M., SHEEHAN, J., SIEBERT, S., CARPENTER, S. R., HILL, J., MONFREDA, C., POLASKY, S., ROCKSTRO, J., TILMAN, D., ZAKS, D. P. M. Solutions for a cultivated planet, **ANALYSIS**, v. 478, n. 337, 2011.

GEIST, H. G., LAMBIN, E. F. "Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation", **BioScience**, v. 52, n. 2, p. 143–150, 2002.

GIEHL, N. F. S., CABETTE, H. S. R., DIAS-SILVA, K., JUEN, L., MOREIRA, F. F. F., CASTRO, L. A., FERREIRA, V. R. S., BATISTA, J. D. Variation in the diversity of semiaquatic bugs (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha) in altered and preserved veredas. **Hydrobiologia**, v. 847, n. 16, p. 3497–3510, 2020.

KARR, J.R. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries**, v.6, n.6, p.21-27, nov.,1981.

KAUFMANN, P. R., LEVINE, P., ROBISON, E. G., SEELIGER, C., PECK, D. V. **QUANTIFYING PHYSICAL HABITAT IN WADEABLE STREAMS**. 1999.

KENAGA, E. E. The genus *Telmatometra* Bergroth (Hemiptera-Gerridae). **University of Kansas**, v. 17, p. 169–183, 1941.

MCGEOCH, M. A., CHOWN, S. L. Scaling up the value of bioindicators. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 13, p. 46–47, 1998.

MENDES, T. P., CABETTE, H. S. R., JUEN, L. Setting boundaries: Environmental and spatial effects on Odonata larvae distribution (Insecta). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, p. 239-248, 2015.

MERRITT R.W. & CUMMINS K.W. **An Introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendall / Hunt Publishing Company, p. 311, 1984.

MERRITT, R. W., WALLACE, J. R., HIGGINS, M. J., ALEXANDER, M. K., BERG, M. B., MORGAN, T. W., CUMMINS, K. W., VANDENEEDEN, B. Procedures for the functional analysis of invertebrate communities of the Kissimmee River-floodplain ecosystem. **Florida Scientist**, v. 59, n. 4, p. 216-274, 1996.

MOREIRA F. F. F., ALECRIM V., RIBEIRO J. R. I., NESSIMIAN J. L. Identification key to the Gerridae (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha) from the Amazon River floodplain, Brazil, with new records for the Brazilian Amazon. **Zoologia**, v. 28, p. 269–279, 2011.

MOREIRA, F. F. F., BARBOSA, J. F. A. New *Rhagovelia* (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from the Brazilian Amazon, with a key to species of the robusta group known from the country. **Zootaxa**, v. 3790, p. 595–600, 2014.

NESSIMIAN, J. L., VENTICINQUE, E. M., ZUANON, E., DE MARCO JUNIOR, P. GORDO, M., FIDELIS, L., BATISTA, J. D., JUEN, L.; Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. **Hydrobiologia**, v. 614(1), p. 117-131, 2008

NIEMI, G. J.; McDONALD, M. E. Application of ecological indicators. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** v. 35, p. 89-111, 2004.

NIESER, N.; MELO, A. L. Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais: guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha, **Editora UFMG**, p. 180, 1997.

PECK, D. V., HERLIHY, A. T., HILL, B. H., HUGHES, R. M., KAUFMANN, P. R., KLEMM, D. J., LAZORCHAK, J. M., MCCORMICK, F. H., PETERSON, S. A., RINGOLD, P. L., MAGEE, T., CAPPAERT, M. R. Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters: Western Pilot Study field operations manual for wadeable streams, **Environmental Protection Agency**, p. 275, 2006.

PEREIRA, D. L. V., MELO, A. L., HAMADA, N. Chaves de identificação para as famílias e gêneros de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) na Amazônia Central. **Neotropical Entomology**, v. 36 (1), p. 2010-228, 2007.

PHIPPS, J.B; O'KENNON, R; LANCE, R. **Australian water bugs: their biology and identification (Hemiptera-Heteroptera, Gerromorpha & Nepomorpha)**. 14. ed. Australia, 2004.

RAINIO, J., NIEMELÄ, J. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. **Biodiversity & Conservation**, v. 12(3), p. 487-506, 2003.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. *In*: **FRESHWATER BIOMONITORING AND BENTHIC MACROINVERTEBRATES**. New York: Chapman & Hall, p. 1–9, 1993.

VIEIRA, T. B., DIAS-SILVA, K., PACÍFICO, E. S. Effects of riparian vegetation integrity on fish and heteroptera communities. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 13(1), p. 53-65, 2015.