



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Câmpus de Três Lagoas
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas



**COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE INSETOS AQUÁTICOS AO LONGO DE UMA BACIA
HIDROGRÁFICA TROPICAL**

Aluna: Alana de Almeida Fonseca
Orientador: Prof. Luiz Ubiratan Hepp

Três Lagoas – MS

2025

COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE INSETOS AQUÁTICOS AO LONGO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA TROPICAL¹

RESUMO

Objetivos: Os objetivos deste estudo são (i) analisar a distribuição dos insetos aquáticos em riachos ao longo da bacia hidrográfica do rio Verde, (ii) avaliar se as variáveis ambientais influenciam na composição da fauna desses organismos e (iii) mensurar a proporção dos grupos tróficos funcionais nos riachos. **Métodos:** O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Verde, localizada no Mato Grosso do Sul. Foram selecionados nove riachos distribuídos nas porções alta, média e baixa da bacia hidrográfica. As coletas dos insetos aquáticos foram realizadas utilizando uma rede-D em substratos variados no trecho do riacho. Os organismos foram coletados e fixados em álcool 70% e identificados até o nível de família. **Resultados:** Os riachos da porção alta apresentaram maior temperatura, fósforo total e amônia. A granulometria foi semelhante ao longo de toda bacia, com predomínio dos sedimentos entre as malhas 0.5 a 0.125 mm. Foram coletados 3120 insetos aquáticos, sendo as famílias mais abundantes Elmidae (1208 indivíduos, 38% do total) e Chironomidae (949 indivíduos, 30%). A abundância e riqueza foram semelhantes ao longo da bacia. Os EPT contribuíram com 25% da fauna total, sendo Baetidae a família mais abundante (27% do total de EPT). Coletores foram os organismos mais abundantes (78%), enquanto que os menos abundantes foram os filtradores (0,06%). Os organismos estiveram mais associados à temperatura da água, condutividade, TDS e íons amônia. **Conclusão:** A composição da comunidade de insetos aquáticos variou ao longo da bacia, e esteve mais associada às variáveis limnológicas que às características do sedimento. Esse estudo reforça a contribuição dos insetos aquáticos como bioindicadores eficientes, ressaltando a importância de considerar o uso e a ocupação da terra no entorno dos corpos hídricos, dado seu papel direto na alteração das variáveis limnológicas e na distribuição das comunidades aquáticas.

Palavras chave: indicadores ambientais; grupo trófico funcional; EPT; qualidade ambiental.

¹ Este trabalho está formatado conforme as normas da revista Acta Limnologica Brasiliensia. Disponível em: <https://actalb.org/instructions#nav0>

INTRODUÇÃO

Os rios e riachos são essenciais para o funcionamento e equilíbrio dos ecossistemas (Giehl & Flores, 2022). A vegetação ripária atua de maneira vital para a dinâmica do ambiente aquático, fornecendo matéria orgânica que é a base alimentar desse meio (Tonello et al., 2014). O uso e ocupação das terras ao longo das bacias hidrográficas afeta a composição da fauna, principalmente nos corpos d'água, por conta de desmatamento dessa cobertura ciliar, entrada de nutrientes oriundos de agriculturas e modificação das variáveis limnológicas locais (Hepp et al., 2016; Pastore et al., 2024).

Para entender o funcionamento das bacias hidrográficas é essencial analisar como os fatores abióticos (e.g., granulometria do substrato, temperatura e oxigênio dissolvido) variam gradualmente ao longo do sistema de drenagem (Vannote et al., 1980). Desse modo, a entrada de material alóctone, que é a base da energia trófica desses ambientes, varia ao longo dos riachos, assim como o aporte da matéria orgânica. Esses fatores impactam diretamente sobre a fauna de invertebrados nesses sistemas fluviais, além de promoverem uma diversificação entre os grupos funcionais dos mesmos organismos ao longo dos corpos d'água (Vannote et al., 1980; Sitati et al., 2021). Huiñocana et al. (2020) citam como os táxons de invertebrados respondem ao gradiente ambiental e aos usos e ocupação da terra. Os táxons mais sensíveis são abundantes em regiões com maior porcentagem de vegetação ripária, enquanto que os táxons mais tolerantes são abundantes em áreas com o uso e ocupação da terra dominada pela agricultura. Os mesmos autores citam ainda, que as variáveis físico-químicas dos corpos d'água são alteradas por conta dessas modificações no uso do solo, o que reforça a importância dessas características ambientais na permanência das comunidades dos invertebrados nos rios e riachos.

Os insetos aquáticos, além de desenvolverem um papel essencial na manutenção do ecossistema, são também excelentes indicadores ambientais (Martins et al., 2014). As comunidades de insetos aquáticos apresentam uma diversidade funcional e taxonômica importantes para o fluxo de energia nesses ambientes já que abrangem todos os níveis tróficos da cadeia alimentar (Menna-Barreto et al., 2024), além de serem sensíveis às alterações dos habitats permanecendo somente os mais tolerantes (Pastore et al., 2024). Ainda, o hábito alimentar e tamanho do corpo ajudam a entender a associação dos insetos em diferentes tipos de substrato e também a colonização dos mesmos no ambiente (Milesi et al., 2016).

O uso de atributos funcionais permite avaliar os efeitos de diferentes impactos ao longo de rios e riachos, auxiliando no complemento de informações taxonômicas das comunidades aquáticas (Hepp et al., 2023). De modo geral, os insetos aquáticos podem ser classificados em Grupos Tróficos Funcionais (GTF), de acordo com Hamada et al. (2014), como: fragmentador-detritívoro,

fragmentador-herbívoro, coletor-filtrador, coletor-catador, raspador, sugador-herbívoro, predador-engolidor e predador-perfurador. Ainda, os fragmentadores são os primeiros a fazer a transformação da matéria orgânica grossa para partículas mais finas, que por sua vez servem de alimento para os coletores. Os raspadores e sugadores se encontram nas porções mais abertas, onde há maior incidência de sol, e pouca cobertura vegetal, locais com bastante perifíton. Por fim, os predadores auxiliam no equilíbrio da cadeia trófica, se alimentando, basicamente, de todos os demais GTF. Além do uso dos GTF, existem grupos específicos de invertebrados aquáticos usados para mensurar a qualidade do ambiente, Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT). Por serem grupos que apresentam uma baixa tolerância a modificações limnológicas, como alterações do meio e entrada de nutrientes, eles são bons indicadores de qualidade ambiental (Alcantra et al., 2022; Hepp et al., 2023).

Situada na região leste do estado de Mato Grosso do Sul, a bacia hidrográfica do rio Verde possui importante relevância econômica para o estado, tendo em vista a ampla diversidade de usos do solo existentes em sua área de drenagem (IMASUL, 2010). Segundo Silva & Capoane (2024) o uso e ocupação do solo ao longo da bacia do rio Verde apresenta 12,5% de cobertura de silvicultura, localizada na porção baixa e média da bacia, e 60,3% de ocupação por pastagens, localizada nas porções média e alta da bacia. As porções de coberturas nativas (florestas savânicas, campestre e alagados) apresentam 18,3% de ocupação, distribuídas em fragmentos separados distantes e em maior quantidade na porção alta da bacia. Há também ocupação por um mosaico de usos, como lavouras temporárias e outros tipos de agriculturas (<10%). Considerando a relevância da área de drenagem desta bacia hidrográfica para o desenvolvimento social e econômico do estado, além, obviamente, da sua importância ambiental, os riachos que compõem a bacia hidrográfica do rio Verde, estão sob intensa pressão antrópica. Desta forma, é importante conhecer a biodiversidade aquática, para que seja possível a tomada de decisão acerca da gestão e conservação desses recursos hídricos. Os objetivos deste estudo foram (i) analisar a distribuição dos insetos aquáticos em riachos ao longo da bacia hidrográfica do rio Verde, (ii) avaliar se as variáveis ambientais (i.e., limnológicas e granulométricas) influenciam na composição da fauna desses organismos e (iii) mensurar a proporção dos GTF nos riachos considerando a qualidade ambiental dos riachos estudados. Como hipóteses do presente trabalho se espera que haja uma variação na composição dos insetos aquáticos ao longo da bacia, sendo a porção alta com maior riqueza de organismos e maior quantidade de EPT e, na porção baixa, menor riqueza e maior abundância de organismos mais tolerantes, assim como uma maior quantidade de Chironomidae. Nos riachos da porção alta, se espera maior concentração de fragmentadores e coletores, na porção média maior abundância de raspadores e filtradores e na porção baixa maior quantidade de coletores, com alguns grupos fazendo a função de fragmentadores.

METODOLOGIA

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Verde se encontra na região nordeste do estado de Mato Grosso do Sul, flui em direção leste, desaguando na porção alta da bacia do rio Paraná localizada entre as coordenadas $18^{\circ}45'06,1''\text{S}$ $53^{\circ}43'46,7''\text{O}$ e $21^{\circ}11'55,2''\text{S}$ $51^{\circ}53'22,4''\text{O}$ (Figura 1). A bacia se estende por áreas de cinco municípios: Água Clara, Brasilândia, Camapuã, Ribas do Rio Pardo e Três Lagoas. O clima da região é caracterizado como tropical úmido, com estações de seca e chuva bem definidas, sendo a estação seca o período de inverno e a estação chuvosa o período de verão. Segundo a Classificação Climática de Köppen, a bacia hidrográfica do rio Verde se encontra na faixa Aw, com pluviosidade média anual entre 1300 e 1500 mm, e temperatura entre $19,1^{\circ}\text{C}$ e $26,4^{\circ}\text{C}$. A vegetação natural está no bioma Cerrado, em sua maioria, com exceção da planície do rio Paraná, que pertence à Mata Atlântica.

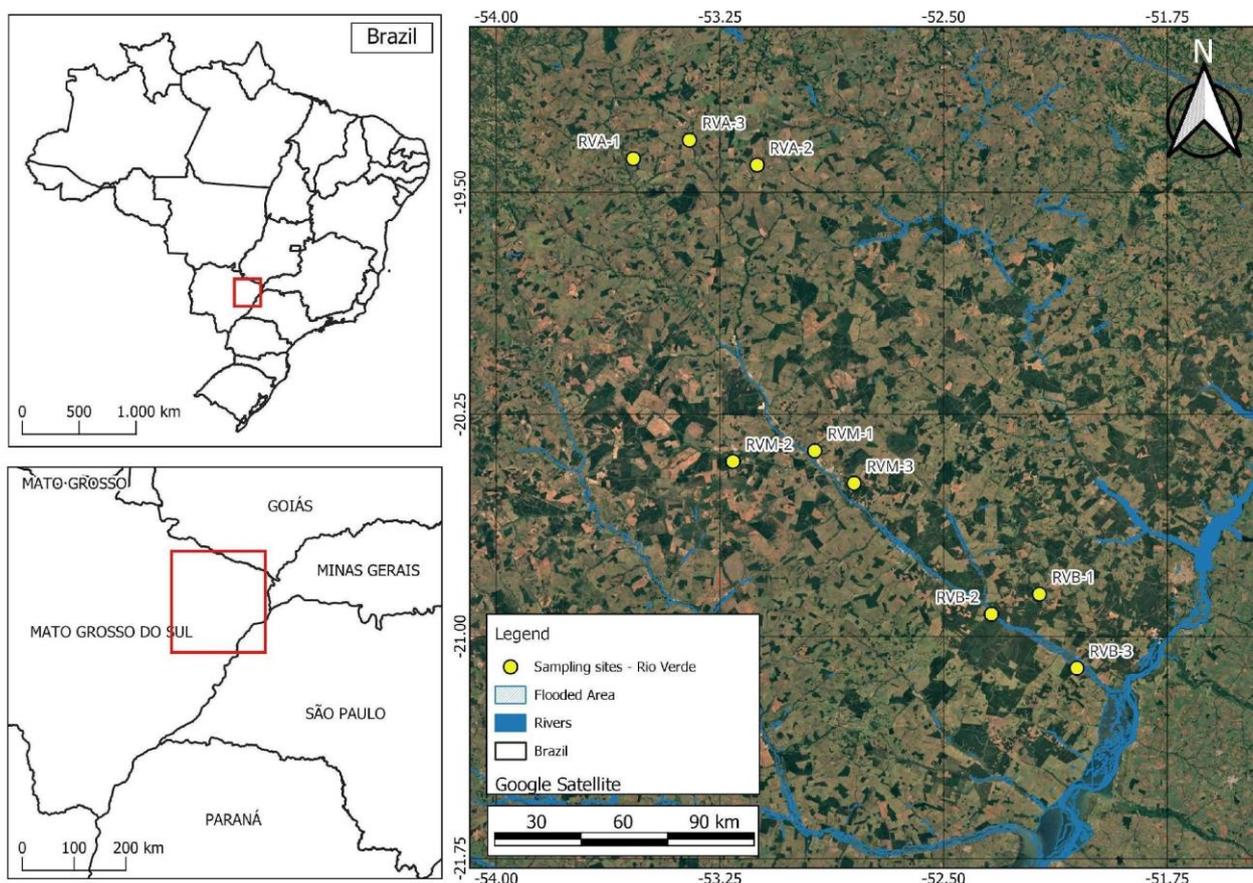


Figura 1. Localização geográfica dos riachos amostrados na bacia hidrográfica do rio Verde, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Amostragem biológica

As coletas foram realizadas em setembro de 2024, utilizando uma Rede-D (malha de $500\ \mu\text{m}$) com esforço de coleta de ~ 3 minutos por local de coleta. Foram selecionados nove pontos em riachos de baixa ordem ($<3^{\text{a}}$ ordem) distribuídos nas porções alta (denominados em RVA 1, 2 e 3), média

(RVM 1, 2 e 3) e baixa (RVB 1, 2 e 3) da bacia. Em cada ponto foram realizadas três sub-amostragens abrangendo 20-30 metros de trecho de varredura. Ao final das coletas, os organismos foram fixados em campo com álcool 70% e em seguida levados ao laboratório para realização de triagem e identificação. O material coletado foi identificado até nível taxonômico de família utilizando a chave Hamada et al. (2014) e Mugnai et al. (2010).

Variáveis limnológicas

As variáveis limnológicas mensuradas foram: pH, turbidez, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, condutividade elétrica, temperatura e sólidos dissolvidos totais. As variáveis foram mensuradas com uma sonda multiparâmetro Horiba U51®. Também, foram coletadas amostras de água para a determinação da alcalinidade e das concentrações de nitrito, amônia e fósforo total de acordo com Standard Methods (APHA, 2017). Em cada riacho amostras de sedimento foram coletadas a uma profundidade de ~10 cm. Em laboratório as amostras foram secas em estufa (40°C/72 horas) e posteriormente, as frações granulométricas foram determinadas em uma série de tamises de 2 mm à 0,062 mm sendo classificadas conforme Wentworth (1922).

Análise de dados

Foram determinadas a abundância e a riqueza taxonômica da comunidade de insetos em cada riacho da bacia hidrográfica; para comparar esses dados foi realizada uma ANOVA. Além disso, foram quantificadas as proporções dos GTF de cada riacho baseado em Hamada et al. (2014) e Milesi et al. (2016). Utilizamos uma ordenação NMDS (Bray-Curtis) para ordenar os riachos de acordo com a similaridade das assembleias de insetos aquáticos nas porções dos riachos. Em seguida, relacionamos as variáveis limnológicas e granulométricas (separadamente). Repetimos este procedimento utilizando a matriz de GTF. As análises foram realizadas através do software R (R Core Team, 2025).

RESULTADOS

Os riachos da porção alta do rio Verde apresentaram maior temperatura da água ($26,18 \pm 0,39^\circ\text{C}$), fósforo total ($0,091 \pm 0,021 \text{ mg/L}$) e amônia ($0,031 \pm 0,005 \text{ m/L}$) (Tabela 1). Por sua vez, os riachos da porção baixa apresentaram pH levemente ácido ($5,02 \pm 0,40$), maior condutividade elétrica ($0,057 \pm 0,01 \text{ mS/cm}$), oxigênio dissolvido ($7,64 \pm 0,86 \text{ mg/L}$), sólidos totais dissolvido ($0,038 \pm 0,007 \text{ g/L}$) e alcalinidade ($4,8 \pm 0,57 \text{ mg/L}$). A granulometria dos riachos não apresentou variação ao longo de toda bacia (Figura 2). Os sedimentos ficaram mais concentrados nas malhas 0.5 a 0.25mm e 0.25 a 0.125mm, correspondentes a areia média e areia fina.

Tabela 1. Variáveis limnológicas mensuradas nos riachos da bacia hidrográfica do rio Verde, Mato Grosso do Sul.

Variáveis Limnológicas	RVA	RVM	RVB
Temperatura (°C)	26,18±0,39	22,03±0,35	25,97±0,36
pH	4,85±0,59	4,87±0,48	5,02±0,40
Condutividade Elétrica (mS/cm)	0,038±0,02	0,049±0,01	0,057±0,01
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,67±0,88	6,38±0,26	7,64±0,86
Sólidos Totais Dissolvidos (g/L)	0,025±0,017	0,026±0,001	0,038±0,007
Alcalinidade (mg/L)	3,3±1,44	2,8±0,28	4,8±0,57
Fósforo Total (mg/L)	0,091±0,021	0,032±0,003	0,056±0,016
Amônia (mg/L)	0,031±0,005	0,019±0,004	0,011±0

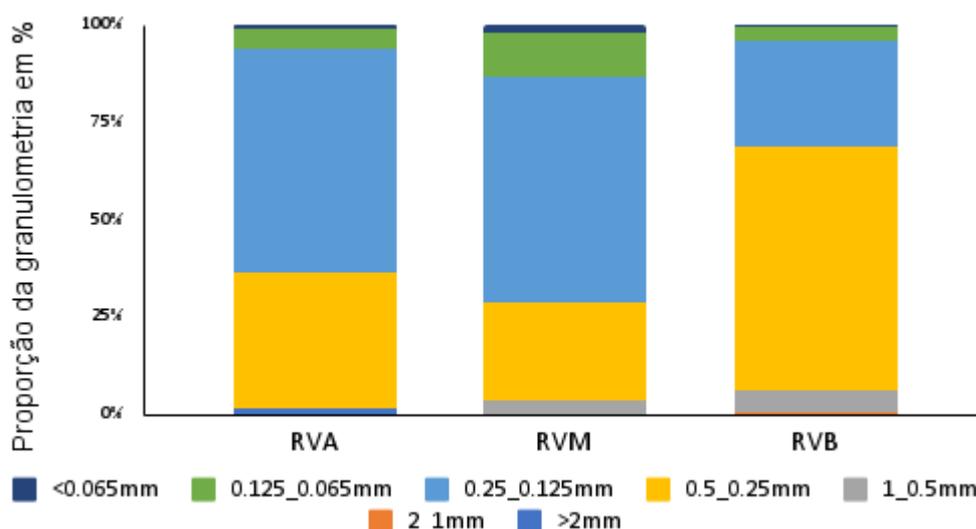


Figura 2. Proporção das análises granulométricas de sedimentos dos riachos coletados na bacia hidrográfica do rio Verde, Mato Grosso do Sul. Pontos agregados por porções, sendo: RVA - rio Verde alto; RVM - rio Verde médio; RVB - rio Verde baixo.

Foram coletados 3120 insetos aquáticos, sendo as famílias mais abundantes Elmidae (1208 indivíduos, 38% do total) e Chironomidae (949 indivíduos, 30% do total). Também houve registros de Coenagrionidae e Perilestidae com três indivíduos ao todo, Calopterygidae e Thaumalidae com dois indivíduos, Libellulidae, Noteridae, Haliplidae, Staphylinidae, Hydroptilidae, Philopotamidae, Caenidae, Euthypholiidae e Veliidae apresentaram apenas um indivíduo do total coletado. Por serem menos abundantes são consideradas famílias raras.

A abundância de insetos aquáticos não apresentou variação significativa ao longo da bacia ($F_{(2;6)}=0,54$; $p=0,61$) foi encontrada nos riachos da porção baixa maior abundância (1602 indivíduos,

51,3% do total), seguido da porção alta (811, 26% do total) e com menor abundância a porção média (707, 22,6% do total). A riqueza de insetos aquáticos também não apresentou variação ao longo da bacia ($F_{(2;6)} = 0,62$, $p=0,57$), sendo a porção alta com maior riqueza (RVA = 49) e a porção baixa com menor riqueza (RVB = 41) (Figura 3).

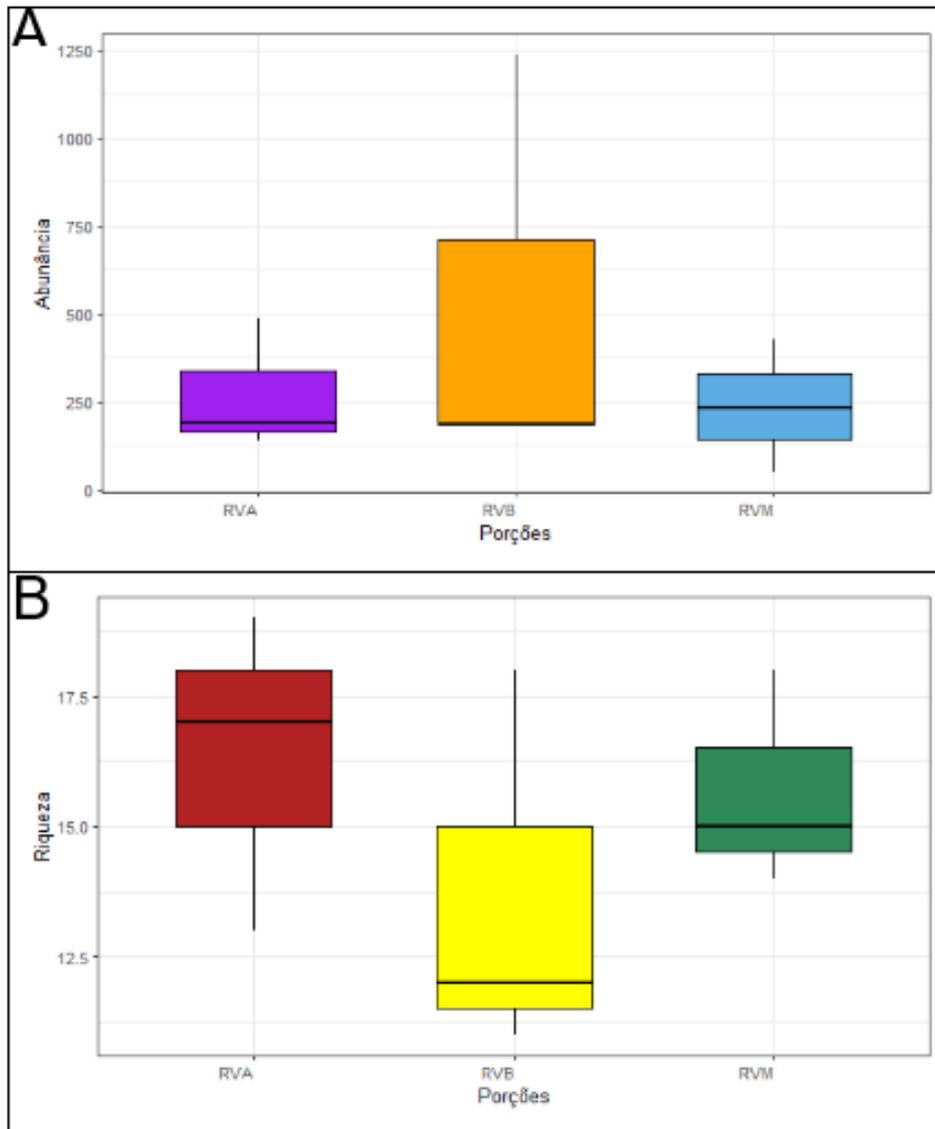


Figura 3. Box-plot dos valores de abundância e riqueza observado nos riachos. A- valores de abundância. B- valores de riqueza

Na porção alta, foi encontrada maior abundância de Chironomidae (374 indivíduos, 39% do total da família), menor na porção média (209 indivíduos, 22% do total da família) e média abundância na porção baixa (366 indivíduos, 38% do total da família) (Figura 4). As famílias de EPT apresentaram 802 indivíduos, sendo 25% da fauna total. Ephemeroptera foi a ordem mais abundante, com 436 indivíduos, a família mais abundante foi Baetidae (223 indivíduos, 27% do total de EPT). A ordem Trichoptera foi a segunda mais abundante com 342 indivíduos, a família mais abundante foi Glossosomatidae (164 indivíduos, 20% do total de EPT). A ordem menos abundante foi Plecoptera

com 24 indivíduos, apresentando somente uma família, Perlidae (3% do total de EPT). A porção baixa apresentou maior quantidade de EPT (324 indivíduos, 40% do total de EPT), seguido da porção média (316 indivíduos, 39% do total de EPT) e por fim com a menor quantidade de indivíduos, a porção alta (162 indivíduos, 20% do total de EPT).

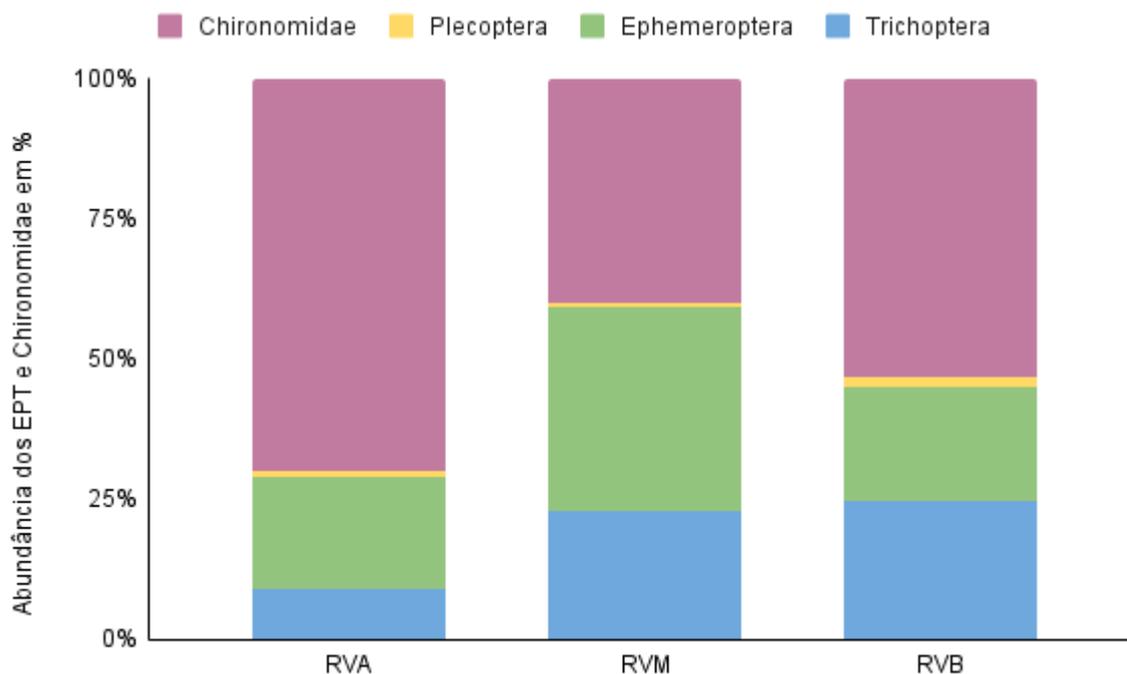


Figura 4. Proporção relativa da abundância de EPT e Chironomidae presente nas diferentes porções da bacia hidrográfica do rio Verde, Mato Grosso do Sul. Pontos agregados por porções, sendo: RVA - rio Verde alto; RVM - rio Verde médio; RVB - rio Verde baixo.

O GTF mais abundante foi o de coletores (78%), enquanto que o menos abundante foram os filtradores (0,06%) (Tabela 2 e Figura 6). Os riachos da porção alta apresentam maior número de fragmentadores (63% do total do grupo). No RVA, os coletores apresentaram abundância de 80% sendo o GTF com maior % nos riachos, seguido dos raspadores (13%), predadores (5%), fragmentadores (1%) e filtradores (0,1%). No RVM, os coletores também são mais abundantes (68%), seguido dos raspadores (25%), predadores (6%) e fragmentadores (0,4%), sem registro de filtradores nesses riachos. Na porção baixa, RVB, coletores apresentaram uma abundância de 82%, seguido dos raspadores (14%), predadores (3%), fragmentadores (0,2%) e por fim filtrador (0,06%).

Tabela 2. Abundância de insetos aquáticos nos riachos amostrados na bacia hidrográfica do rio Verde, Mato Grosso do Sul. *GTF: Grupos tróficos funcionais (C= coletor, P= predador, R= raspador, F= filtrador, FG= fragmentador).

TÁXON	GTF	RVA	RVM	RVB
Plecoptera				
Perlidae	P	6	4	14
Odonata				
Corduliidae	P	2	10	10
Gomphidae	P	1	1	3
Coenagrionidae	P	0	0	3
Calopterygidae	P	2	0	0
Perilestidae	P	0	3	0
Libelludidae	P	0	1	0
Coleoptera				
Elmidae	C	229	114	865
Lutrochidae	C	2	1	1
Noteridae	P	1	0	0
Psephenidae	R	0	12	6
Haliplidae	R	0	1	0
Staphilinidae	P	0	0	1
Trichoptera				
Helicopsychidae	R	18	9	13
Hydropsychidae	C	18	95	4
Leptoceridae	FG	12	3	4
Hydroptilidae	R	1	0	0
Glossosomatidae	R	0	13	151
Philopotamidae	C	0	1	0
Ephemeroptera				
Baetidae	R	58	127	38
Leptophlebiidae	R	26	15	22
Leptohyphidae	C	22	49	77
Caenidae	R	0	0	1
Euthyplociidae	F	1	0	0
Diptera				
Chironomidae	C	374	209	366
Ceratopogonidae	P	10	13	9
Simuliidae	C	6	15	5
Empididae	P	3	7	1
Tipulidae	P	1	1	6
Thaumalidae	P	2	0	0
Hemiptera				
Veliidae	P	1	0	0
Naucoridae	P	15	1	1
Megaloptera				
Corydalidae	P	0	2	1

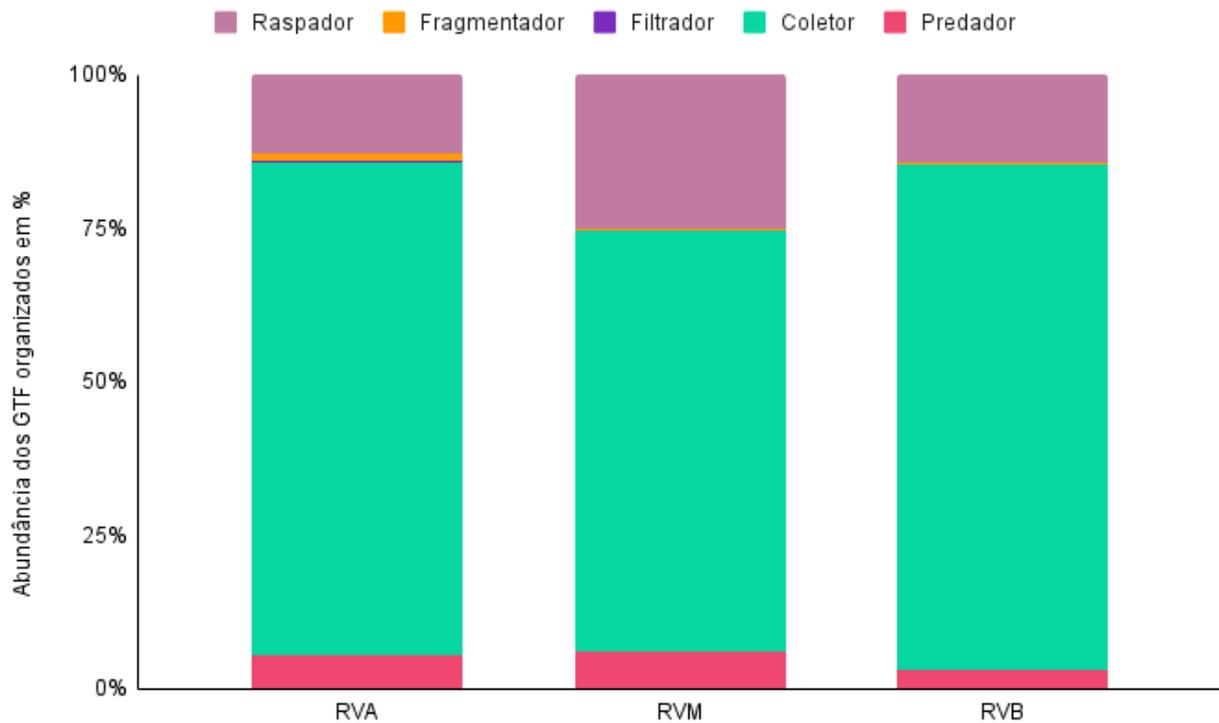


Figura 5. Proporção da abundância dos grupos tróficos funcionais presente nas diferentes porções da bacia hidrográfica do rio Verde, Mato Grosso do Sul. Pontos agregados por porções, sendo: RVA - rio Verde alto; RVM - rio Verde médio; RVB - rio Verde baixo.

A composição taxonômica apresentou maior dispersão na porção baixa da bacia hidrográfica (Figura 6). Por sua vez, a composição de GTF apresentou maior dispersão na composição nas porções média e baixa (Figura 6). As variáveis ambientais, temperatura da água, condutividade, TDS e íons amônia, estiveram associados à composição da assembleia de insetos aquáticos nos riachos da porção baixa (Figura 6A e Tabela3). Os organismos não estiveram associados à granulometria do substrato dos riachos, mesmo padrão observado para a composição de GTF com as variáveis ambientais (Tabelas 4, 5 e 6).

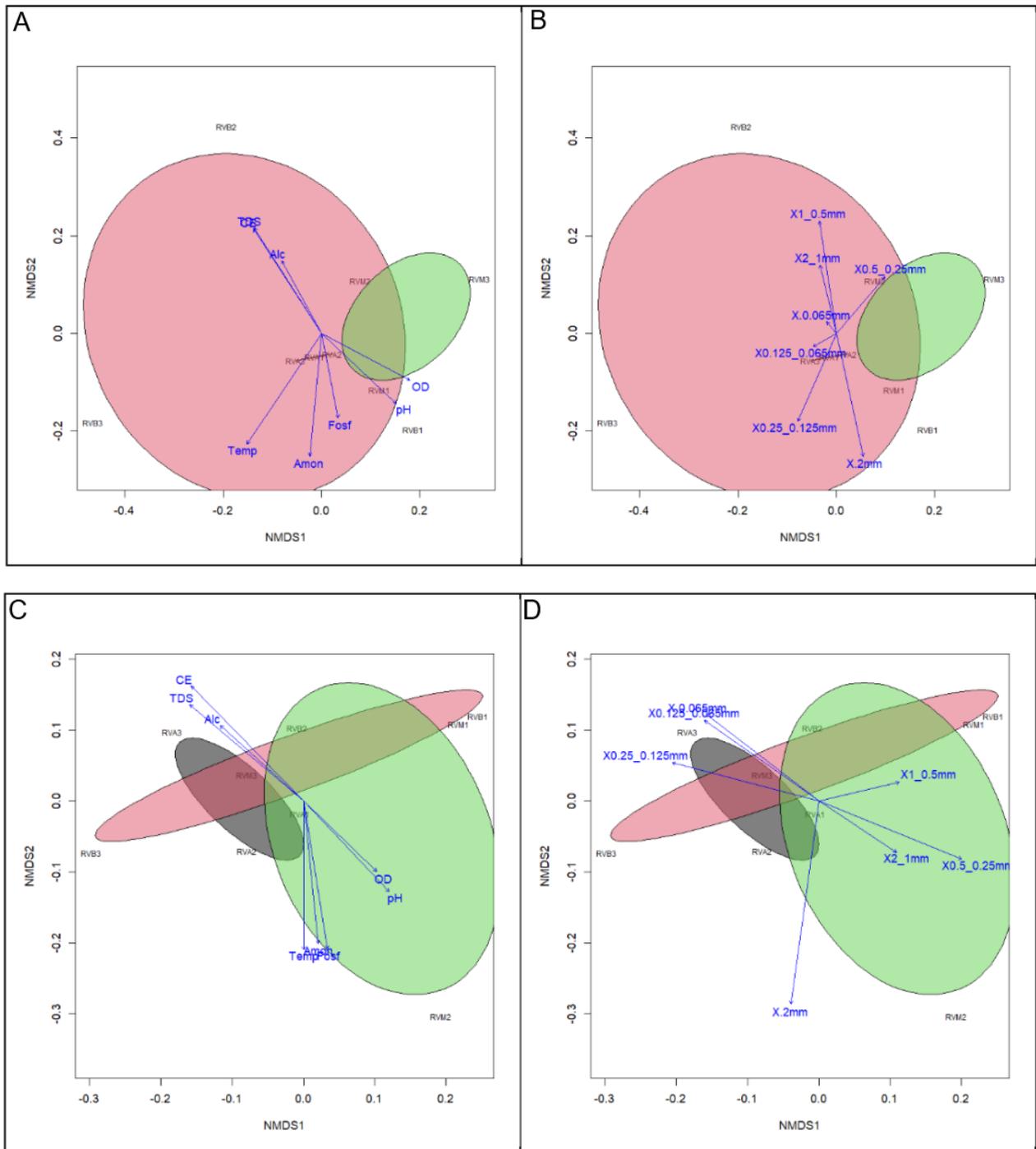


Figura 6. Ordenação NMDS da composição das famílias de insetos aquáticos e GTF nos riachos da bacia hidrográfica do rio Verde, Mato Grosso do Sul. A - Relação da composição com as variáveis limnológicas. B- Relação da composição com a granulometria do substrato. C- Relação dos GTF com as variáveis limnológicas. D- Relação dos GTF com o substrato.

Tabela 3. Resultados NMDS de cada porção da Bacia Hidrográfica do rio Verde da composição de insetos em resposta às variáveis ambientais.

Variáveis limnológicas	RVA1	RVA2	R2	Pr(>r)
Temperatura (°C)	-0,55	-0,83	0,82	0,00
pH	0,72	-0,68	0,48	0,10
Condutividade Elétrica (mS/cm)	-0,54	0,83	0,72	0,01
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,88	-0,47	0,46	0,14
Sólidos Totais Dissolvidos (g/L)	-0,53	0,84	0,73	0,01
Alcalinidade (mg/L)	-0,47	0,87	0,32	0,30
Fósforo Total (mg/L)	0,19	-0,98	0,34	0,28
Amônia (mg/L)	-0,09	-0,99	0,70	0,01

Tabela 4. Resultados NMDS de cada porção da Bacia Hidrográfica do rio Verde da composição de insetos em resposta à granulometria.

Granulometria	RVA1	RVA2	R2	Pr(>r)
>2mm	0,21	-0,97	0,49	0,19
2_1mm	-0,23	0,97	0,15	0,65
1_0.5mm	-0,15	0,98	0,40	0,23
0.5_0.25mm	0,64	0,76	0,17	0,60
0.25_0.125mm	-0,39	-0,91	0,28	0,38
0.125_0.065mm	-0,86	-0,49	0,02	0,92
<0.065mm	-0,62	0,78	0,01	0,95

Tabela 5. Resultados NMDS de cada porção da Bacia Hidrográfica do rio Verde dos GTF em resposta às variáveis ambientais.

Variáveis limnológicas	RVA1	RVA2	R2	Pr(>r)
Temperatura (°C)	0,00	-1,00	0,44	0,14
pH	0,68	-0,72	0,31	0,35
Condutividade Elétrica (mS/cm)	-0,69	0,71	0,51	0,10
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,71	-0,69	0,20	0,52
Sólidos Totais Dissolvidos (g/L)	-0,75	0,65	0,44	0,17
Alcalinidade (mg/L)	-0,73	0,67	0,25	0,41
Fósforo Total (mg/L)	0,16	-0,98	0,44	0,14
Amônia (mg/L)	0,10	-0,99	0,41	0,16

Tabela 6. Resultados NMDS de cada porção da Bacia Hidrográfica do rio Verde da composição de GTF em resposta à granulometria.

Granulometria	RVA1	RVA2	R2	Pr(>r)
>2mm	-0,13	-0,99	0,50	0,12
2_1mm	0,83	-0,55	0,10	0,75
1_0.5mm	0,97	0,23	0,08	0,76
0.5_0.25mm	0,92	-0,37	0,28	0,40
0.25_0.125mm	-0,96	0,25	0,27	0,41
0.125_0.065mm	-0,81	0,57	0,23	0,47
<0.065mm	-0,78	0,61	0,23	0,46

DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que as variáveis limnológicas variaram ao longo da bacia hidrográfica. Este resultado pode ter acontecido em virtude do uso e ocupação do solo ao longo da bacia hidrográfica, visto que a ocupação ao longo de toda a área de drenagem é heterogênea (Silva & Capoane., 2024). Além disso, a vegetação ripária presente ao redor desses riachos influenciou nessas variáveis, pois alguns riachos podem apresentar uma mata ripária bem diversa e densa, assim como pode ser aberta e de pastagem, justificando a alteração da temperatura e de outras variáveis ali dentro dos riachos. Por sua vez, a granulometria do substrato se mostrou bastante homogênea ao longo da bacia, o que justifica este parâmetro não ter influenciado na composição das comunidades.

A maior porcentagem de Chironomidae foi observada na porção alta. Por terem hábitos fossoriais e serem coletores, os Chironomidae conseguem tolerar ambientes com baixa concentração de oxigênio e ambientes mais extremos (Goulart & Callisto., 2003) sendo tolerantes e indicadores de ambientes impactados. Pastore et al. (2024) citam que a maior abundância de invertebrados é encontrada em riachos com maior uso e ocupação de terra de agricultura e que Chironomidae é uma das famílias responsáveis por essa maior abundância. O mesmo pode ser aplicado pela alta concentração de Chironomidae nas porções altas da bacia hidrográfica do rio Verde, pelo uso de solo predominante ser a agricultura (Silva & Capoane, 2024). O mesmo pode ser relacionado para a porção baixa por conta das extensas áreas de silvicultura . De acordo com Roque et al. (2000) a família Chironomidae é muito utilizada como organismos muito tolerantes e generalistas, no entanto é preciso ter cuidado, já que apresenta diversos gêneros que são sensíveis às variações do ambiente.

Os EPT representaram 25% da fauna total, mostrando um percentual baixo, indicando que essas variáveis limnológicas estão afetando os mesmos. Ephemeroptera foi a ordem mais abundante e apesar de generalizarem o grupo EPT como sensíveis, alguns gêneros de Ephemeroptera são mais tolerantes a alterações do ambiente (Restello et al., 2024), assim como alguns gêneros de Trichoptera. Como as identificações seguiram a nível taxonômico de família não foi possível indicar se de fato são tolerantes ou sensíveis ao meio e também não é possível afirmar com maior certeza se o uso da terra ao redor está impactando ou não, apesar de haverem muitos trabalhos indicando fortemente essa influência, porém trabalhando a nível de gênero. Baetidae (Ephemeroptera) apresenta gêneros tolerantes e está bastante associada a riachos com influência de agricultura ao redor (Pastore et al., 2024) e foi uma família muito abundante, sendo a terceira família mais abundante da fauna total e a mais abundante dentro dos EPT.

Os GTF apresentaram maior dispersão nos riachos das porções média e baixa. A partir das hipóteses do trabalho, era esperado que na porção alta haveria maior quantidade de fragmentadores e coletores, na porção média maior quantidade de raspadores e filtradores e na porção baixa maior quantidade de coletores. Por ser um ambiente mais próximo das nascentes, se espera que os riachos da porção alta apresentem condições ambientais mais conservadas, mesmo que sejam minimamente impactados pela ação da agricultura. Por conta disso, se supõe que haja maior aporte de matéria orgânica, o primeiro GTF que habita essa área são os fragmentadores (Hepp et al., 2020). Os resultados apresentaram maior quantidade de fragmentadores nos riachos da porção alta (63% do total do grupo), corroborando com a hipótese levantada. No entanto, outros GTF se mostraram mais abundantes comparado com os fragmentadores, como os coletores. O GTF coletor foi o mais abundante ao longo de todos os riachos ao longo da bacia, relacionado fortemente com a abundância de Elmidae e Chironomidae em todos os riachos.

Na porção média obteve maior abundância de coletores e raspadores. Como nessa região o maior uso e ocupação da terra é composto em maior quantidade por pastagem, se espera que os riachos ali sejam mais abertos e não tenham tanta cobertura vegetal, com maior incidência luminosa, gerando perífiton, o que beneficia os grupos de raspadores. Associado à grande abundância de Chironomidae e Baetidae nos riachos da porção média, se justifica a maior quantidade desses GTF. Na porção baixa os coletores seguem sendo os mais abundantes, a vegetação ripária pode estar sendo fortemente afetada pela presença de silvicultura apresentando novamente um maior aporte de matéria orgânica dentro desses corpos d'água. No entanto, por ser um material orgânico que possui rápida decomposição, acaba tendo baixa abundância de fragmentadores e outros GTF e maior abundância dos coletores (Fonseca & Hepp, 2024). Os resultados mostraram que nesses riachos há muitos coletores (82%), enquanto os outros GTF, em comparação com os riachos das outras porções, apresentam uma diminuição na sua composição.

CONCLUSÃO

Os insetos apresentaram uma composição diferente nos riachos da porção baixa da bacia, sendo justificada por conta das variáveis ambientais. Por haver grandes florestas de silvicultura ali próximo aos riachos, isso pode ter refletido nas variações limnológicas. Além disso, os riachos próximos à foz foram os que mais tiveram abundância de Elmidae e Chironomidae, podendo justificar essa composição dispersa. As famílias raras (aquelas em que apareceram até três indivíduos do total coletado) foram encontradas principalmente nos riachos da porção média e alta, respectivamente.

Deste modo, o presente estudo mostrou que a distribuição da comunidade de insetos aquáticos variou ao longo da bacia, apesar dessas variações não serem estatisticamente significativas a porção baixa com maior abundância de organismos, a porção média com maior quantidade de famílias raras e a porção alta com maior riqueza. Além disso, apontou que a hipótese sobre os EPT estava errada, mostrando que a maior abundância dos mesmos foi encontrada nos riachos da porção baixa e não nos riachos da porção alta. Isso pode se justificar por conta das variáveis limnológicas, elas alteraram ao longo dos riachos e influenciaram na dispersão dos insetos aquáticos ao longo dos riachos da bacia, diferentemente da granulometria que não influenciou em nada na composição dos insetos aquáticos. Os GTF responderam às variáveis ambientais, corroboram em parte com as hipóteses do trabalho, os fragmentadores se mostraram pouco presentes nos riachos nas diferentes porções, o que sugere que outros grupos de organismos estão assumindo a função de fragmentadores. Por fim, para se obter resultados mais refinados seria necessário fazer a identificação dos insetos até nível de gênero, como também análises filogenéticas, para poder identificar melhor essa relação da diversidade trófica funcional. Esse estudo reforça a importância dos insetos aquáticos como bioindicadores eficientes, a partir da relação entre esses organismos e variáveis limnológicas associadas às atividades antrópicas no entorno (e.g., agricultura, urbanização), ressaltando a importância de considerar o uso e a ocupação

da terra no entorno dos corpos hídricos, dado seu papel direto na alteração dessas variáveis e na distribuição das comunidades aquáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcantra, E., Costa, H. A. C., Moraes, C. H. R. de, Teodoro, J. C. M., Marques, R. F. D. P. V., & Oliveira, A. S. de. (2022). Avaliação da qualidade da água por meio de insetos bioindicadores em Três Corações, MG. *Conjecturas*, 22(6), 150–165. <https://doi.org/10.53660/conj-1034-o18>

American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), & Water Environment Federation (WEF). (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). APHA.

Fonseca, A. A., & Hepp, L. U. (2024). Efeitos da estrutura química do detrito sobre a colonização de invertebrados durante a decomposição em córregos [Relatório de iniciação científica não publicado]. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Giehl, J. L. R., & Flores, M. L. T. (2022). Diversidade de macroinvertebrados bentônicos encontrados no Arroio Monjolo no Sul do Brasil. *Revista Perspectiva*, 46(173), 57–67. <https://doi.org/10.31512/persp.v.46.n.173.2022.174.p.57-67>

Goulart, M. D., & Callisto, M. (2003). Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, 2(1), 156–164.

Hamada, N., Nessimian, J. L., & Querino, R. B. (Eds.). (2014). *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia* (724 p.). Manaus: Editora do INPA

Hepp, L. U., Biasi, C., & Fontana, L. E. (2020). Decomposição de detritos foliares em riachos de floresta com araucária (Rio Grande do Sul). In L. U. Hepp & R. M. Restello (Orgs.), *Ecologia de riachos no Alto Uruguai Gaúcho* (pp. 74–99). Edifapes.

Hepp, L. U., & Restello, R. M. (Orgs.). (2020). *Ecologia de riachos no Alto Uruguai Gaúcho* [Recurso eletrônico]. Erechim, RS: EdiFAPES. <https://www.uricer.edu.br/site/publicacoes/153.pdf>

Hepp, L. U., Milesi, S. V., Picolotto, R. C., Decian, V. S., Restello, R. M., Huiñocana, J. S., & Albertoni, E. F. (2023). Agriculture affects functional diversity of aquatic insects in Subtropical Atlantic Forest streams. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 35. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2323>

Hepp, L. U., Urbim, F. M., Tonello, G., Loureiro, R. C., Sausen, T. L., Fornel, R., & Restello, R. M. (2016). Influência do uso da terra sobre a composição estrutural e funcional da comunidade de macroinvertebrados associados a detritos em riachos subtropicais da Floresta Atlântica. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 28. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X0616>

Huiñocana, J. C. S., Albertoni, E. F., Picoletto, R. C., Milesi, S. V., & Hepp, L. U. (2020). Nestedness of insect assemblages in agriculture-impacted Atlantic forest streams. *Annales de Limnologie*, 56. <https://doi.org/10.1051/limn/2020002>

IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. (2021). Avaliação Ambiental Estratégica da Sub-bacia do Rio Verde (versão 01): Volume I – Caracterização da sub-bacia hidrográfica do Rio Verde (Capítulo III). Campo Grande, MS: IMASUL. https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2021/05/c_III-Characterizacao-da-Bacia.pdf

Martins, R. T., Oliveira, V. C., & Salcedo, A. K. M. (2020). Uso de insetos aquáticos na avaliação de impactos antrópicos em ecossistemas aquáticos. In R. T. Martins, V. C. Oliveira, & A. K. M. Salcedo (Orgs.), *Insetos aquáticos da Amazônia Brasileira: Taxonomia, biologia e economia* (pp. 117–128). Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Menna-Barreto, T. R., Siegloch, A. E., Santos, S., dos Santos, T. G., Velloso, M. A. P., & Spies, M. R. (2024). Aquatic insects in subtropical streams: the role of different grassland ecosystems and local environmental descriptors. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 96(4). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202420230918>

Milesi, S. V. (2016). Influência de fatores espaciais e temporais sobre a composição funcional da comunidade de insetos aquáticos em riachos (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/143882>

Mugnai, R., Nessimian, J. L., & Baptista, D. F. (2010). Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: Para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos. Technical Books Editora.

Ongaratto, R. M., Loureiro, R. C., Restello, R. M., & Hepp, L. U. (2018). Effects of land use and limnology variables on the dissimilarity of common and rare aquatic insects in Atlantic Forest streams. In *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN (Vol. 66, Issue 3)*.

Pastore, B. L., Ebling, L. A., & Restello, R. M. (2024). OS USOS E COBERTURA DA TERRA INFLUENCIAM A COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM RIACHOS? *Vivências*, 20(40), 461–483. <https://doi.org/10.31512/vivencias.v20i40.985>

R Core Team. (2025). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.5.1) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>

- Restello, R. M., da Silva, G. S., Loureiro, R. C., Ebling, L. A., Hepp, L. U., & Milesi, S. V. (2024). Ephemeroptera genera as bioindicators of agricultural impact on Atlantic Forest streams. *Iheringia - Serie Zoologia*, 114. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e283573>
- Roque, F. O., Corbi, ;, & Trivinho-Strixino, &. (n.d.). Considerações sobre a utilização de larvas de Chironomidae (Diptera) na avaliação da qualidade da água de córregos do Estado de São Paulo.
- Silva, I. S., & Capoane, V. (2024). Análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Verde – MS [Spatio-temporal analysis of land use and land cover in the Rio Verde watershed – MS]. *Revista Pantaneira*, 25(Edição Especial XXIII ENSUL), 26–37.
- Sitati, A., Raburu, P. O., Yegon, M. J., & Masese, F. O. (2021). Land-use influence on the functional organization of Afrotropical macroinvertebrate assemblages. *Limnologica*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2021.125875>
- Tonello, G., Loureiro, R. C., Krause, P., da Silva, C., Ongaratto, R. M., Sepp, S., Restello, R. M., & Hepp, L. U. (2014). Colonização de invertebrados durante a decomposição de diferentes detritos vegetais em um riacho subtropical. *Revista Brasileira de Biociências*, 12(1), 29–39. <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2807>
- UEMS – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. (2010). Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (194 p.). Campo Grande, MS: Editora UEMS. Disponível em <https://www.servicos.ms.gov.br/imasuldownloads/PERH-MS.pdf>
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., Cushing, C. E., Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. 1980. (n.d.). The River Continuum Concept, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* Vol. 37(1), 1980, 130-137.
- Wentworth, C.K. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, Vol. 30(5), 377-392.