

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**DIVERSIDADE DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÔNICOS EM CÓRREGOS DE ÁREAS PRESERVADAS DO TRIÂNGULO
MINEIRO (MG) E MEIA PONTE (GO).**

Leticia Dinatto Pereira

Orientador: Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci

UBERLÂNDIA – MG

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**DIVERSIDADE DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÔNICOS EM CÓRREGOS DE ÁREAS PRESERVADAS DO TRIÂNGULO
MINEIRO (MG) E MEIA PONTE (GO).**

Leticia Dinatto Pereira

Orientador: Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci
Co-Orientadora: Dr. Renata de Moura Guimarães Souto

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Ciências Biológicas, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de Bacharel em Ciências Biológicas.

UBERLÂNDIA – MG
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**DIVERSIDADE DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÔNICOS EM CÓRREGOS DE ÁREAS PRESERVADAS DO TRIÂNGULO
MINEIRO (MG) E MEIA PONTE (GO).**

Leticia Dinatto Pereira

Orientador: Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci
Co-Orientadora: Dr. Renata de Moura Guimarães Souto

Homologado pela Coordenação do Curso de
Ciências Biológicas em __/__/__.

Coordenadora Profa. Dra. Celine de Melo

UBERLÂNDIA – MG
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**DIVERSIDADE DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÔNICOS EM CÓRREGOS DE ÁREAS PRESERVADAS DO TRIÂNGULO
MINEIRO (MG) E MEIA PONTE (GO).**

Leticia Dinatto Pereira

Aprovado pela Banca Examinadora em: __/__/____ Nota: _____

Profª Drª Fernanda Helena Nogueira-Ferreira

Profª Drª Maria José da Costa Gondim

Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci

Presidente da Banca Examinadora.

Uberlândia, 05 de julho de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia e ao Instituto de Biologia, por proporcionarem um ensino superior gratuito e de excelência. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela oportunidade de realizar um intercâmbio em que tive experiências profissionais indescritíveis.

Ao meu orientador Giuliano, que desde nosso primeiro contato foi extremamente receptivo. Sua tranquilidade, conhecimento e conselhos foram essenciais. Agradeço pela disponibilização de toda a estrutura e equipamentos do Laboratório de Ecologia de Ecossistemas Aquáticos (LEEA). Ainda, agradeço à Marina, que me fez sentir acolhida nesse tempo de trabalho no LEEA.

À minha co-orientadora Renata, que foi fundamental para a realização do meu trabalho, da identificação taxonômica à escrita. Sou extremamente grata por ter encontrado uma pessoa de alma tão leve, tranquila e dedicada. Agradeço pelos dias de trabalho, pelos conselhos (não só profissionais) e paciência. É para mim uma grande inspiração profissional e pessoal.

À Maristelly, parceira de intermináveis dias de triagem no LEEA, e Guilherme, por toda a ajuda nas análises estatísticas, construção de gráficos e revisão. Sem o auxílio de vocês meu trabalho não teria sido possível.

Às professoras Dr^a Fernanda Helena Nogueira-Ferreira e Dr^a Maria José da Costa Gondim, que compuseram a Banca Examinadora deste trabalho, e ofereceram sugestões extremamente valiosas. Agradeço também por terem sido excelentes professoras durante a graduação.

Agradeço também aos meus pais, Renatta e Adelio, meu irmão Igor, e os amigos de toda a vida Thais, Vanessa, Danielle, Katia, Murilo e Bianca, que me apoiaram em todas as ocasiões durante minha graduação. À minha família de Boston, Stéfani, Lucas, Sérgio e Bruna. À família 78, Guilherme, Maristelly, Lara, Matheus e Júlia, pela parceria nos anos de faculdade.

RESUMO

O estudo dos padrões de diversidade de comunidades bentônicas em locais preservados é fundamental para o estabelecimento de locais de referência, visando a realização de diagnósticos de qualidade ambiental e propostas de monitoramento de ambientes aquáticos em escala local e regional. O presente trabalho investigou a estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos em córregos localizados em áreas preservadas de Cerrado, sendo quatro córregos no Triângulo Mineiro e um na microrregião de Meia Ponte, no município de Caldas Novas, sul goiano. Foram coletadas amostras de todos os diferentes substratos encontrados, em cinco setores de cada córrego. Os insetos aquáticos triados foram identificados utilizando estereomicroscópio e chaves dicotômicas. Foram calculadas a abundância de indivíduos, riqueza de táxons, proporção de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), proporção de Chironomidae, Índice de Shannon-Weaver (H'), Índice de Simpson (1-D) e Equitabilidade de Pielou (J). As métricas obtidas foram comparadas através de análise de variância (ANOVA simples). Para avaliar a qualidade dos ecossistemas aquáticos estudados, foi aplicada uma versão adaptada do índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) para o Triângulo Mineiro. Foram identificados indivíduos pertencentes a 49 famílias de insetos aquáticos, sendo a quantidade de famílias de EPT (pouco tolerantes a ambientes perturbados) representativa. O Córrego Marimbondo, Afluente do Panga e Córrego PESCAN, com alta diversidade e riqueza de táxons, se mostraram possíveis locais para estabelecimento de áreas de referência para estudos de biodiversidade e biomonitoramento. É necessária a investigação das condições à montante do trecho de amostragem do Ribeirão Água Fria, cujas comunidades se mostraram perturbadas por pressões antrópicas.

Palavras-chave: Insetos aquáticos; diversidade biológica; qualidade ambiental; bentos.

ABSTRACT

The study of diversity patterns of benthic macroinvertebrates communities in preserved areas is essential for the establishment of ecological reference areas, targeting the development of environmental quality diagnostics and proposals of monitoring in aquatic ecosystems in a local and regional scale. The present work investigated the composition of benthic macroinvertebrates communities on streams in preserved areas of Cerrado, four located at Triângulo Mineiro region and one at the microrregion Meia Ponte, southeast of Brazil. Samples of each available substrate type were collected from five sampling sectors, on each stream. The sorted aquatic insects were identified using stereomicroscopes and a dichotomous key. The values for abundance of individuals, taxa richness, EPT proportion, Chironomidae proportion, Shannon-Weaver Index (H'), Simpson's Index (1-D) and Pielou's Evenness Index (J) were calculated. The metrics were compared through analysis of variance (ANOVA one-way). To assess the quality of the sampled aquatic ecosystems, an adapted version of the BMWP index (Biological Monitoring Working Party) was applied. Individuals of 49 aquatic insects were identified, with a representative occurrence of EPT families (which are less tolerant to disturbed environments). The streams Marimbondo, Panga Affluent and PESCAN, with high diversity and taxa richness, are shown as possible locations for the establishment of reference areas for biodiversity and biomonitoring studies. It is necessary to investigate the upstream conditions of the stream Água Fria, which was disturbed by anthropic pressures.

Key words: Aquatic insects; biological diversity; environmental quality; benthos.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	MATERIAIS E MÉTODOS	3
	2.1 Área de estudo	3
	2.2 Coleta de dados	8
	2.3 Análise de dados	9
3	RESULTADOS	10
4	DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÃO	22
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
7	ANEXO A – ÍNDICE BIOLÓGICO BMWP-TRI	28

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado, localizado no Planalto Central do Brasil, é o segundo maior bioma brasileiro. Ocupando mais de 2.000.000 de km² no território nacional (RIBEIRO; WALTER, 1998), abriga aproximadamente 4.800 espécies endêmicas. Atualmente, com 19,8% de sua vegetação original intacta e remanescentes bastante fragmentados, é um dos hotspots mundiais para conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000; STRASSBURG et al., 2017).

O Cerrado é considerado o “berço das águas”, por abastecer seis das oito principais bacias hidrográficas do país - com destaque para as bacias do São Francisco, do Araguaia-Tocantins e da Prata (WANTZEN et al., 2006). No entanto, em função do desmatamento e de diversos outros impactos relacionados à urbanização e aos processos produtivos agropecuários, a integridade ambiental e a diversidade biológica dos ecossistemas aquáticos do Cerrado estão altamente ameaçadas (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005; KLINK; MACHADO, 2005).

A qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos está intimamente relacionada às características do ambiente terrestre do entorno. A manutenção da integridade dos corpos hídricos depende fortemente da vegetação ripária, que protege contra erosão, minimiza a entrada de sedimentos, herbicidas e pesticidas e provê matéria orgânica alóctone ao ecossistema aquático (LIMA; ZAKIA, 2000). Além disso, fatores como turbidez, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e disponibilidade de nutrientes ditam a presença ou ausência de diferentes organismos aquáticos (BUSS et al., 2004).

Segundo a Teoria do Rio Contínuo, a composição de comunidades em um corpo hídrico é determinada de acordo com o gradiente desses fatores abióticos, como entrada de matéria orgânica e variação de fatores ambientais, como incidência de luz e temperatura. Córregos de cabeceira, de 1ª ordem na hierarquia fluvial, possuem baixa produção primária e são extremamente dependentes da entrada de matéria alóctone (VANNOTE et al., 1980).

Ao longo do curso de um rio, as variáveis ambientais se modificam e a produção de matéria autóctone aumenta, reduzindo a dependência do ambiente terrestre. Rios intermediários apresentam, geralmente, diversidade maior devido à sua heterogeneidade (VANNOTE et al., 1980; SHIMANO et al., 2012). Ainda, em grandes áreas de vegetação preservada, não submetidas a fortes pressões antrópicas, as variáveis ambientais tendem a ser

mais estáveis, possibilitando uma maior diversidade na composição das comunidades (SURIANO; FONSECA-GESSNER, 2004).

Dentre os diversos grupos de organismos aquáticos de águas continentais, os macroinvertebrados bentônicos destacam-se por sua representatividade e diversidade biológica (CAIRNS; PRATT, 1993). São organismos maiores que 0,5 mm que, em ao menos uma fase de seu ciclo de vida, habitam diferentes substratos do fundo de ambientes de água doce, como sedimentos, folhiço, cascalho e vegetação aquática (ROSENBERG; RESH, 1993). Desempenham papel importante nos ecossistemas aquáticos, atuando na ciclagem de nutrientes, bioturbação e fluxo de energia nas teias tróficas (COVICH; PALMER; CROWL, 1999). Abrangem diferentes grupos de invertebrados incluindo crustáceos, moluscos, anelídeos, nemátodos, turbelários e insetos aquáticos, sendo estes mais abundantes (HAUER; RESH, 2006).

Os macroinvertebrados bentônicos possuem diferentes níveis de sensibilidade às condições bióticas e abióticas do ambiente. Sendo frequentemente o grupo mais abundante encontrado em levantamentos de ambientes lênticos e lóticos, a família de insetos Chironomidae, da ordem Diptera, é tolerante a variadas condições ambientais, como nível de matéria orgânica elevado e baixa oxigenação (PINDER, 1986; FERRINGTON, 2007).

Os insetos aquáticos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) também são macroinvertebrados bastante representativos em ambientes lóticos ou lênticos e ocorrem nesses ambientes durante sua fase larval ou juvenil (ROSENBERG; RESH, 1993; BISPO; OLIVEIRA, 2007). Possuem hábitos alimentares variando da herbivoria à predação e onivoria, e obtém o oxigênio dissolvido na água através de brânquias ou por respiração cutânea. É registrada no Brasil a ocorrência de 10 famílias de Ephemeroptera (SALLES et al., 2004), 2 famílias de Plecoptera (FROEHLICH, 1981) e 16 famílias de Trichoptera (PAPROCKI; HOLZENTHAL; BLAHNIK, 2004).

Os representantes de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) são particularmente sensíveis a perturbações ecossistêmicas como o nível de oxigênio dissolvido na água, preferindo ambientes bem oxigenados. Por serem pouco tolerantes a ecossistemas degradados e possuírem período de vida aquática relativamente longo, a quantificação de sua abundância é utilizada como indicador da qualidade das águas (ROSENBERG; RESH, 1993).

Nesse sentido, o estudo dos padrões de diversidade desses insetos aquáticos em áreas preservadas é fundamental para o estabelecimento de locais de referência, visando a

realização de diagnósticos de qualidade ambiental e propostas de monitoramento de ambientes aquáticos em escala local e regional. Além disso, estudos de diversidade fornecem maior embasamento técnico para a definição de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade (CALLISTO; MORENO, 2006).

Aliada à crescente demanda humana por água, a urbanização desestabiliza os ecossistemas aquáticos e leva à degradação e perdas de biodiversidade (FITZHUGH; RICHTER, 2004). Sabe-se que a diversidade na composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos na região do Triângulo Mineiro e estado de Goiás é representativa, com a presença de um número significativo dos táxons registrados no Brasil (BISPO; OLIVEIRA, 2007; SOUSA et al., 2014). Apesar da alta biodiversidade do Cerrado, existe ainda uma deficiência de estudos sobre o bioma, e enquanto isso, as iniciativas de conservação no Brasil são voltadas principalmente à Amazônia e Mata Atlântica (KLINK; MACHADO, 2005).

Nesse contexto, torna-se fundamental investigar a diversidade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos em córregos de áreas preservadas no Triângulo Mineiro e a limítrofe microrregião de Meia Ponte, sul goiano, a fim de fornecer subsídios para o desenvolvimento de trabalhos futuros sobre biomonitoramento e conservação da biodiversidade.

No presente trabalho, foram estudados três córregos localizados no interior de áreas de preservação, com limites demarcados, e dois córregos em áreas não protegidas. Espera-se encontrar uma maior diversidade de táxons nos córregos de áreas de preservação em relação aos córregos que, apesar de possuírem vegetação em seu entorno, não são protegidos. Assim, seria possível reafirmar a importância de unidades de conservação para a manutenção da biodiversidade. Ainda, espera-se que córregos de ordem mais elevada de hierarquia fluvial sejam mais diversos que os demais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Foram selecionados cinco cursos de água localizados em áreas preservadas (Figuras 1 e 2) - que possuem no mínimo 150 metros de vegetação em seu entorno, a partir de seus

limites laterais (DE CASTRO et al., 2016), no Triângulo Mineiro e no município de Caldas Novas, localizado na microrregião Meia Ponte, sul do estado de Goiás (Tabela 1 e Figura 3).

O “Córrego Uberaba” e o “Afluente do Panga” são assim denominados, neste trabalho, por não possuírem um nome oficial. Para fins de identificação dos córregos, foram adotadas essas nomenclaturas, por: Córrego Uberaba, pelo município em que está localizado; Afluente do Panga, pois deságua no Ribeirão do Panga.

Tabela 1. Localização geográfica dos córregos e escala de hierarquia fluvial dos córregos amostrados.

	Município	Hierarquia fluvial	Coordenadas
Córrego PESCAN	Caldas Novas	1ª ordem	17°46'18,8"S 48°39'24,7"O
Ribeirão Água Fria	Araguari	3ª ordem	18°29'40,82"S 48°23'08,40"O
Córrego Marimbondo	Uberlândia	3ª ordem	18°49'17,38"S 48°09'52,05"O
Afluente do Panga	Uberlândia	1ª ordem	19°10'52,81"S 48°23'44,94"O
Córrego Uberaba	Uberaba	1ª ordem	19°32'53,38"S 47°53'25,89"O

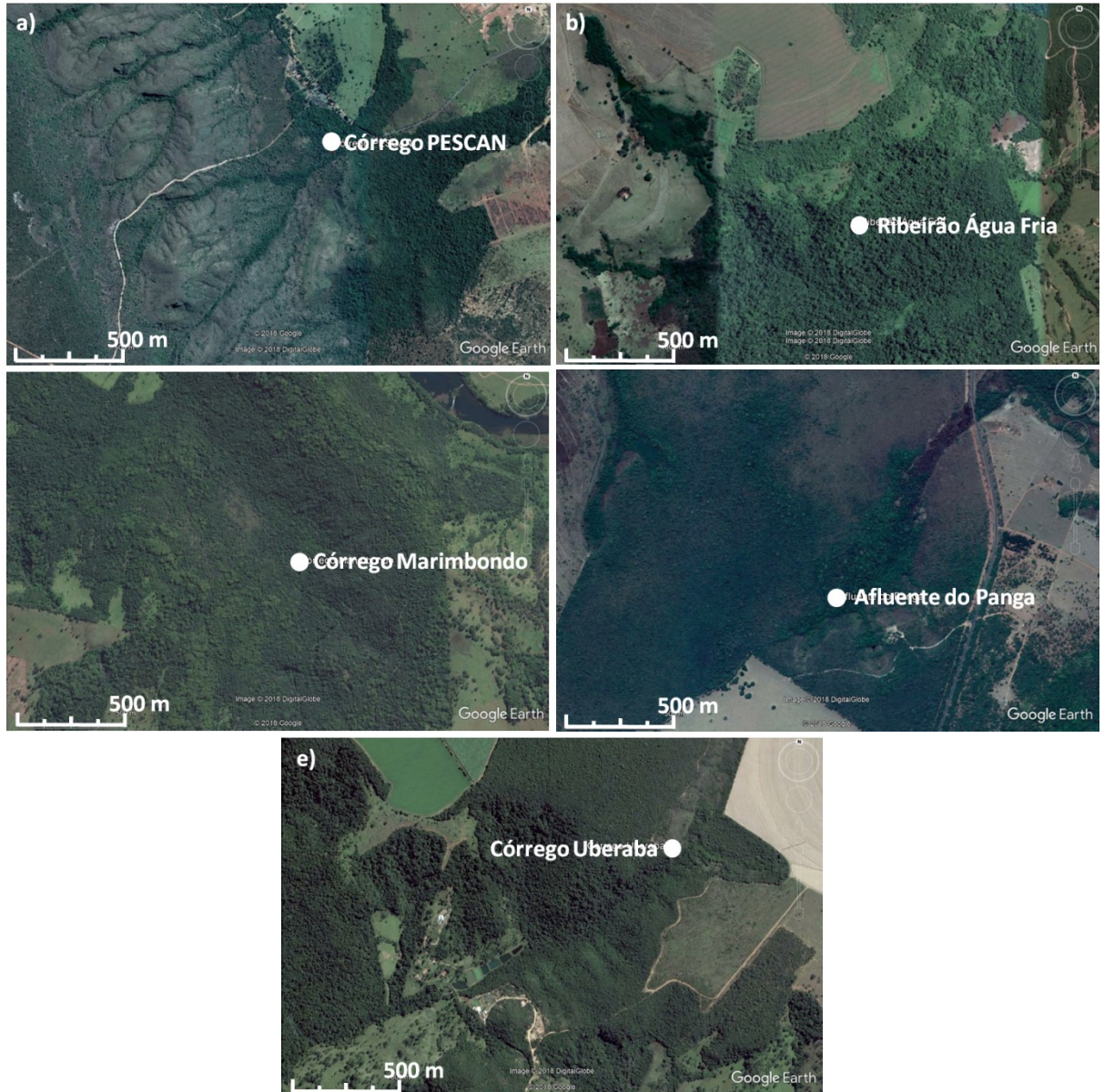


Figura 1. Imagens de satélite da área e entorno de cada córrego. **A)** Localização do trecho de amostragem do Córrego PESCAN. **B)** Localização do trecho de amostragem do Ribeirão Água Fria. **C)** Localização do trecho de amostragem do Córrego Marimbondo. **D)** Localização do trecho de amostragem do Afluente do Panga. **E)** Localização do trecho de amostragem do Córrego Uberaba.



Figura 2. A) Trecho de amostragem no Córrego PESCAN. B) Trecho de amostragem no Córrego Uberaba. C) Trecho de amostragem no Córrego Marimbondo. D) Trecho de amostragem no Ribeirão Água Fria. E) Trecho de amostragem no Afluente do Panga.

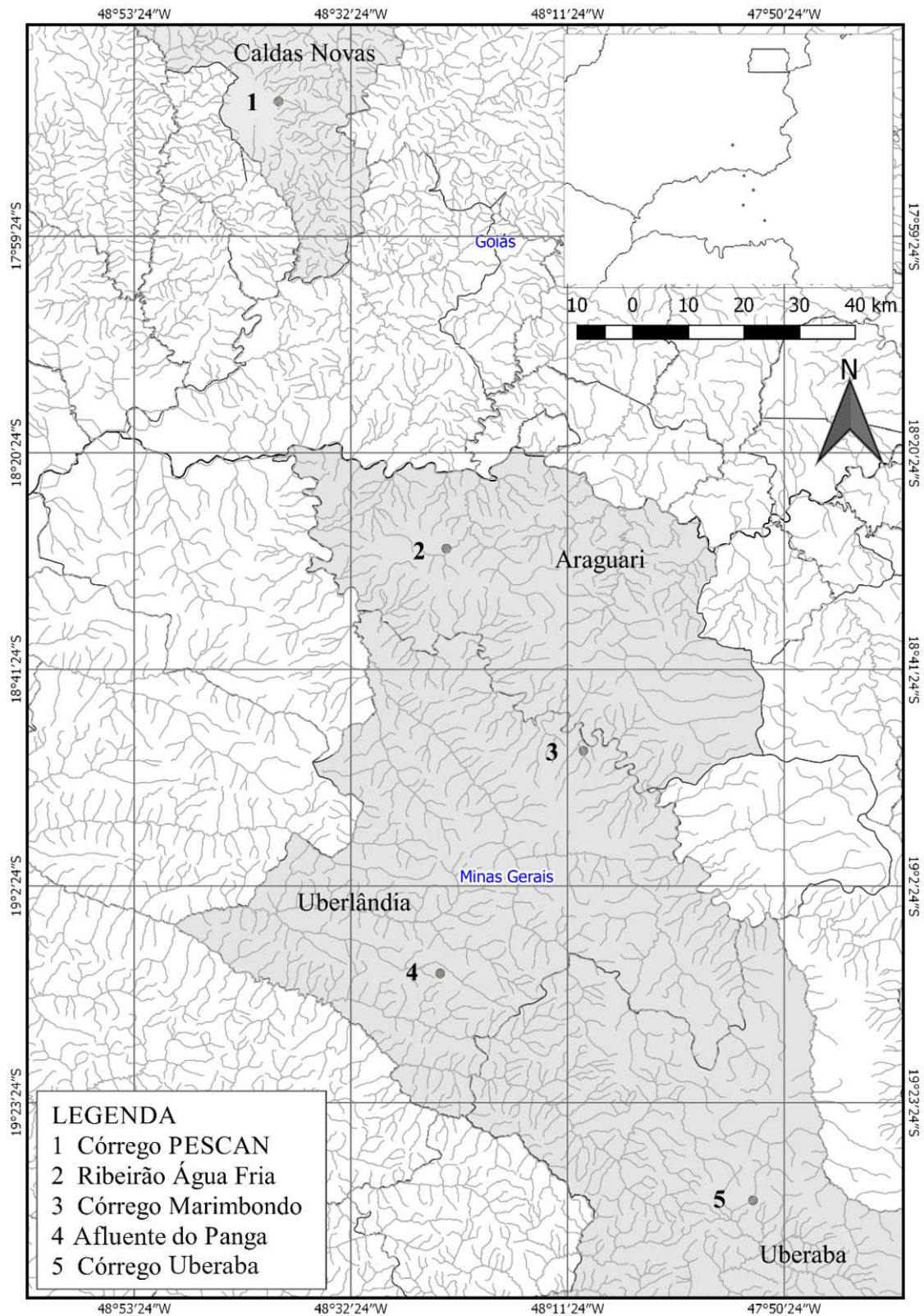


Figura 3. Mapa da localização geográfica dos córregos amostrados. Desenvolvido no software QGIS 2.18.20 (OSGeo). Shapefiles obtidos através do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas e SIEG - Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás.

2.2 Coleta de dados

Para determinação da localização do trecho, principalmente nos córregos que não estão localizados em áreas protegidas, foi considerada a necessidade de um raio de 150 metros de vegetação preservada. Também foi avaliada a facilidade de acesso ao curso d'água. Posteriormente, para a coleta de macroinvertebrados bentônicos, foi selecionado um trecho em cada córrego, sendo o comprimento deste determinado pela largura média do leito multiplicada por 40 (DE CASTRO et al., 2016). As coletas nos córregos localizados no Triângulo Mineiro foram realizadas entre os meses de abril e outubro de 2017, enquanto a coleta no Córrego PESCAN foi realizada em abril de 2018.

Foram registrados os seguintes parâmetros físico-químicos da água com o uso de sonda HORIBA, Medidor Multiparâmetros de Qualidade de Água U-50, no primeiro setor de amostragem de cada córrego: temperatura (°C), potencial hidrogeniônico (pH), turbidez (NTU), condutividade ($\mu\text{S/m}$), sólidos dissolvidos totais (g/L) e concentração de oxigênio dissolvido (mg/L).

Utilizando uma rede em “D” com 30 cm de abertura e malha de 0,25 mm, cinco setores (P1 a P5) em cada trecho foram amostrados (0,09 m² por coleta, 0,45 m² por córrego), partindo do ponto a jusante para o ponto a montante, a fim de não perturbar os microambientes ainda não amostrados. Para representar todos os tipos de hábitat disponíveis para estes organismos, foram coletadas amostras em cada substrato presente - folhas, rochas, areia, musgo.

O material coletado, armazenado em sacos plásticos e fixado com formaldeído a 10%, foi transportado para o Laboratório de Ecologia de Ecossistemas Aquáticos (LEEAA), do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O conteúdo obtido em cada córrego foi então triado com o uso de peneiras granulométricas, sendo a primeira de malha de 2 mm e a segunda de malha de 0,25 mm. Os materiais grosseiros retidos na malha de 2 mm foram lavados cuidadosamente em água corrente sobre a segunda peneira para remoção dos organismos, e descartados em seguida. O material retido na malha de 0,25 mm foi armazenado em recipientes com álcool 70° INPM, identificados com nome do córrego e número do setor de coleta (P1 – P5).

Para triagem e identificação dos macroinvertebrados presentes no material, foram utilizados estereomicroscópios binoculares do LEEAA. Os organismos encontrados permaneceram separados em recipientes identificados com nome do córrego e número do

setor de coleta. Os representantes das ordens de insetos aquáticos, em diferentes estágios de vida (larvas, ninfas, adultos), foram identificados até o nível taxonômico de família com o uso de chaves dicotômicas (MUGNAI, 2010), e depositados na coleção do laboratório em álcool 70° INPM.

2.3 Análise de dados

A fim de analisar a composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, foram calculadas a abundância de indivíduos e a riqueza de táxons para cada unidade amostral (cada setor de amostragem em um córrego, compreendendo então cinco unidades amostrais por córrego). Para análise de diversidade, foram calculados para cada um dos 25 setores o Índice de Shannon-Weaver (H'), Índice de Simpson (D) e Equitabilidade de Pielou (J), analisando a abundância e a uniformidade de distribuição dos indivíduos em cada táxon. Além disso, foram calculadas a proporção de EPT e proporção de Chironomidae em cada unidade amostral.

Os resultados desses cálculos foram comparados através de Análise de Variância (ANOVA simples), considerando estatisticamente significativos os resultados com valor $p < 0,05$. A validade de cada análise estatística foi testada por meio de observação dos valores residuais sobre valores preditos. A fim de atender as premissas do teste, os dados originais que não apresentaram normalidade (Equitabilidade de Pielou (J), abundância de indivíduos, proporção de EPT e proporção de Chironomidae) foram transformados ($\log x$) (ZAR, 1999). Para as análises de variância que apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), foi realizado posteriormente o teste de Tukey, que compara as médias dos córregos e retorna quais diferem estatisticamente entre si.

Para comparar a similaridade das comunidades através da determinação de padrões de distribuição de táxons, foi realizada Análise de Correspondência (CA). Para a análise, as famílias de insetos aquáticos pertencentes a mesma ordem foram agrupadas, com exceção daquelas mais representativas: A ordem Diptera foi dividida em Chironomidae e Outros Diptera, a ordem Ephemeroptera em Baetidae e Outros Ephemeroptera, e a ordem Trichoptera em Hydropsychidae e Outros Trichoptera. As ordens Coleoptera, Hemiptera, Odonata, Plecoptera e filo Annelida não foram divididos. As ordens Lepidoptera, Megaloptera e Blattodea, superordem Collembola, grupo Hydracarina e famílias Planariidae, Planorbidae e Cyrenidae foram agrupadas em Outros, por não serem representativas.

O Índice Biológico BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) é uma métrica em que, para cada família registrada em uma amostra é atribuído um escore de 1 a 10, sendo 10 a menor tolerância a ambientes degradados. Ainda que amplamente utilizado para mensurar a qualidade da água através da aplicação dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores, esse índice apresenta algumas limitações – os escores atribuídas às famílias, de acordo com sua tolerância a perturbações ambientais, estão intimamente relacionadas à região de estudo. Também, famílias que não ocorrem na região em que o índice foi desenvolvido, não são consideradas originalmente. Esses fatores influenciam a pontuação final, e então a qualidade da água pode ser equivocadamente classificada.

A fim de aumentar a confiabilidade e aplicação desse índice, diversas versões adaptadas têm sido desenvolvidas (ZAMORA-MUNOZ; ALBA-TERCEDOR, 1996; JUNQUEIRA; CAMPOS, 1998; COTA et al, 2002). Neste trabalho, foi utilizado o índice biológico BMWP-TRI (ANEXO I), adaptação do original para o Triângulo Mineiro (CAMELO, 2013).

3 RESULTADOS

Os valores para os parâmetros físico-químicos de cada córrego são apresentados na Tabela 2. A largura média do leito de cada córrego foi de 2,41 metros, tendo o trecho mais estreito em média 1,59 metros (Córrego Uberaba) e o mais largo em média 3,4 metros (Ribeirão Água Fria). A profundidade média dos trechos escolhidos em cada córrego foi de 0,31 metros, tendo o córrego com trecho mais profundo em média 0,60 metros (Ribeirão do Panga) e o mais raso em média 0,08 metros (Córrego Marimbondo).

Foram encontrados diversos tipos de substratos nos setores amostrados. No Córrego PESCAN houve uma grande variação, com micro habitats compostos por pedras, cascalho, areia, raízes, folhas e macrófitas. Os setores no trecho amostrado do Ribeirão Água Fria foram pouco distintos, compostos majoritariamente por pedras e folhas. No Córrego Marimbondo, foram coletadas amostras em substratos de pedras, folhas, cascalho e areia. No Afluente do Panga foram encontrados micro habitats formados por seixos e argila, pedras, raízes e lodo. O Córrego Uberaba também apresentou pedras, folhas e areia no trecho de amostragem.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos da água.

	Córrego PESCAN	Ribeirão Água Fria	Córrego Marimbondo	Afluente do Panga	Córrego Uberaba
Temperatura (°C)	21,98	16,3	20,65	18,36	19,65
pH	8,25	6,74	7,94	6,43	8,26
Turbidez (NTU)	0	11,4	17,6	11,9	8,8
Condutividade (S/m)	0,007	0,015	0,043	0,005	0,004
Oxigênio dissolvido (mg/L)	9,23	11,14	10,57	9,88	8,37
Sólidos dissolvidos totais (g/L)	0,004	0,01	0,028	0,004	0,003

Foram encontrados, no total, 11.650 indivíduos de 49 diferentes táxons de Insecta, além de sete táxons pertencentes a superordem Collembola, classes Arachnida, Bivalvia e Gastropoda, filos Annelida (classes Oligochaeta e Hirudinea) e Platyhelminthes. A abundância encontrada por córrego foi de 1.374 indivíduos (11,80%) no Córrego PESCAN, 2.162 (18,56%) no Ribeirão Água Fria, 5.186 (44,51%) no Córrego Marimbondo, 2.220 (19,05%) no Afluente do Panga e 708 (6,08%) no Córrego Uberaba (Tabela 3).

Em relação às famílias de EPT com ocorrência registrada no Brasil, foram identificados representantes de cinco das 10 famílias de Ephemeroptera (Baetidae, Caenidae, Euthyplociidae, Leptohiphidae e Leptophlebiidae), das 2 famílias de Plecoptera (Perlidae e Gripopterygidae) e de 10 das 16 famílias de Trichoptera (Calamoceratidae, Glossomatidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Odontoceridae, Philopotamidae, Polycentropodidae e Sericostomatidae, além de tubos que atestam a presença de indivíduos da família Helicopsychidae).

Dentre os 49 táxons de insetos aquáticos registrados, 19 famílias (38,77%) ocorreram exclusivamente em um local. Destas, sete foram registradas apenas no Afluente do Panga: Psephenidae e Scirtidae (Ordem Coleoptera), Thaumaleidae (Ordem Diptera), Euthyplociidae (Ordem Ephemeroptera), Pleidae (Ordem Hemiptera), Protoneuridae (Ordem Odonata) e ordem Blattodea; 6 famílias apenas no Córrego Uberaba: Gyrinidae (Coleoptera), Chaoboridae e Dixidae (Diptera), Caenidae (Ephemeroptera), Glossomatidae (Ordem Trichoptera) e Gripopterygidae (Ordem Plecoptera); três apenas no Córrego PESCAN: Coccinellidae, Dytiscidae e Hydrophilidae (Coleoptera); e três apenas no Córrego Marimbondo: Lutrochidae (Coleoptera), Philopotamidae e Sericostomatidae (Trichoptera).

Tabela 3. Composição biológica das comunidades de cada setor de amostragem.

Táxons	CÓRREGO PESCAN					RIBEIRÃO ÁGUA FRIA					CÓRREGO MARIMBONDO					AFLUENTE DO PANGA					CÓRREGO UBERABA				
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Filo Arthropoda																									
Classe Insecta																									
Ordem Blattodea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordem Coleoptera																									
Coccinellidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dytiscidae	11	5	16	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	0	0	1	4	0	6	7	3	1	7	190	121	44	62	89	2	5	13	2	1	2	2	11	7	5
Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Hydrophilidae	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lutrochidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psephenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Scirtidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Ordem Diptera																									
Ceratopogonidae	1	2	3	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	33	14	34	5	14	2	1	2	11	1
Chaoboridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Chironomidae	94	299	161	167	37	76	374	511	211	521	281	98	170	183	118	427	127	330	114	196	24	27	150	81	155
Dixidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Empididae	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	7	0	4	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2
Simuliidae	2	165	8	57	9	54	97	66	85	63	776	449	547	52	243	0	2	0	0	0	1	0	3	22	0
Tabanidae	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Thaumaleidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0

Ordem																									
Basommatophora																									
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Filo Platyhelminthes																									
Planariidae	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE INDIVÍDUOS	181	594	261	268	70	137	497	602	313	613	1971	939	1124	476	676	688	263	520	228	521	59	54	258	163	174
Total de individuos por córrego	1.374					2.162					5.186					2.220					708				
Riqueza de táxons	18	25	20	13	14	4	6	14	7	11	16	19	17	17	23	18	24	21	12	20	11	13	19	17	11

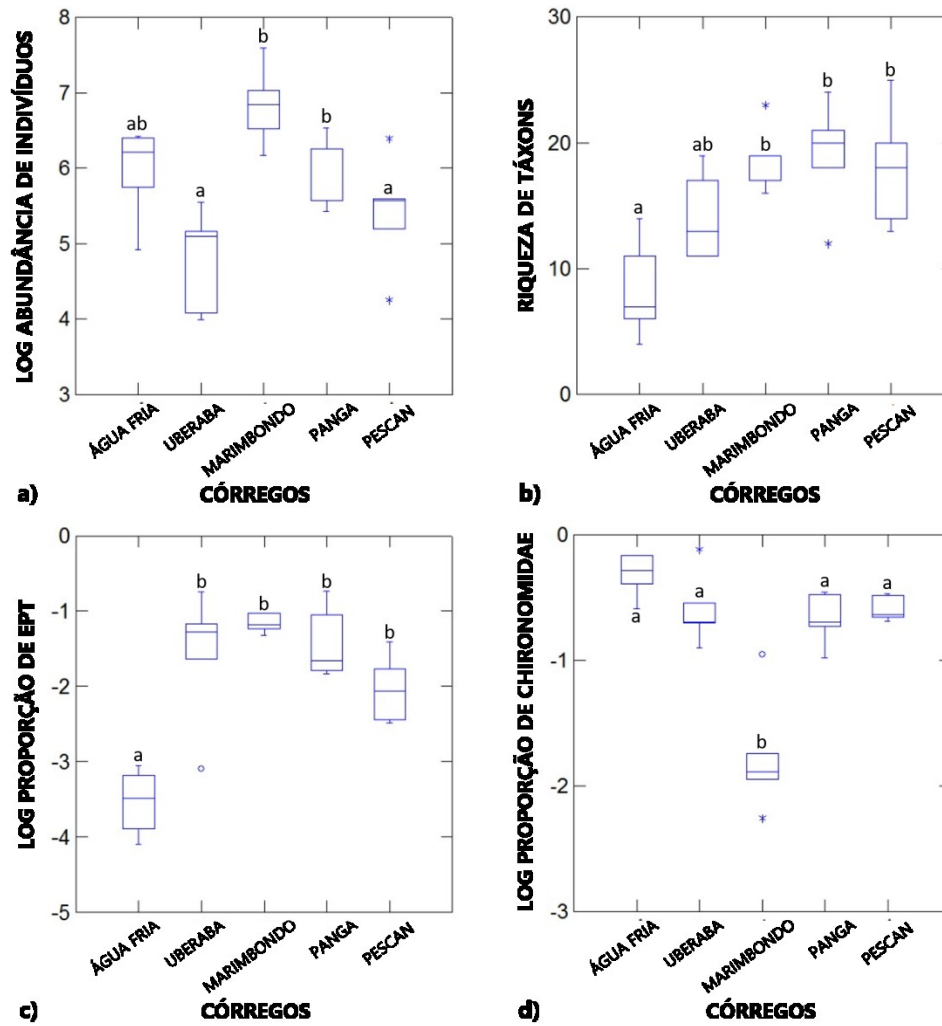


Figura 4. Gráfico boxplot: caixa delimitada pelo primeiro (limite inferior) e terceiro (limite superior) quartis, com mediana na linha central, e hastes inferiores e superiores mostrando ponto mínimo e máximo, respectivamente. Valores discrepantes, outliers, representados por círculo (mais próximos) ou estrela (extremos). As letras em cima das caixas indicam significância, sendo “a” e “b” diferentes entre si e “ab” uma amostra que não difere das demais. **A)** Abundância (log) de indivíduos (P1-P5) em cada córrego. **B)** Riqueza de táxons (P1-P5) em cada córrego. **C)** Proporção (log) de Chironomidae (P1-P5) em cada córrego. **D)** Proporção (log) de EPT (P1-P5) em cada córrego.

A abundância (log) de indivíduos entre os córregos diferiu estatisticamente ($F_{4,20}=7,262$; $p<0,05$). O Córrego Uberaba é menos abundante que o Córrego Marimbondo e Afluente do Panga, enquanto o Córrego Marimbondo é mais abundante que o Córrego PESCAN (Figura 4a). A riqueza de táxons entre os córregos também diferiu significativamente ($F_{4,20}=6,108$; $p<0,05$), sendo a riqueza do Ribeirão Água Fria estatisticamente menor que a dos córregos Marimbondo, Afluente do Panga e Córrego

PESCAN, que são iguais entre si. Por sua vez, a riqueza de táxons encontrada no Córrego Uberaba não diferiu significativamente de nenhum dos outros córregos (Figura 4b).

A proporção (log) de EPT diferiu significativamente entre os córregos ($F_{4,20}= 12,534$; $p<0,05$), sendo o Ribeirão Água Fria estatisticamente diferente de todos os demais (Figura 4c) – apresentando a menor proporção de EPT. A proporção (log) de Chironomidae também diferiu significativamente ($F_{4,20}= 19,117$; $p<0,05$), sendo o Córrego Marimbondo estatisticamente diferente de todos os outros (Figura 4d) com a menor proporção de Chironomidae.

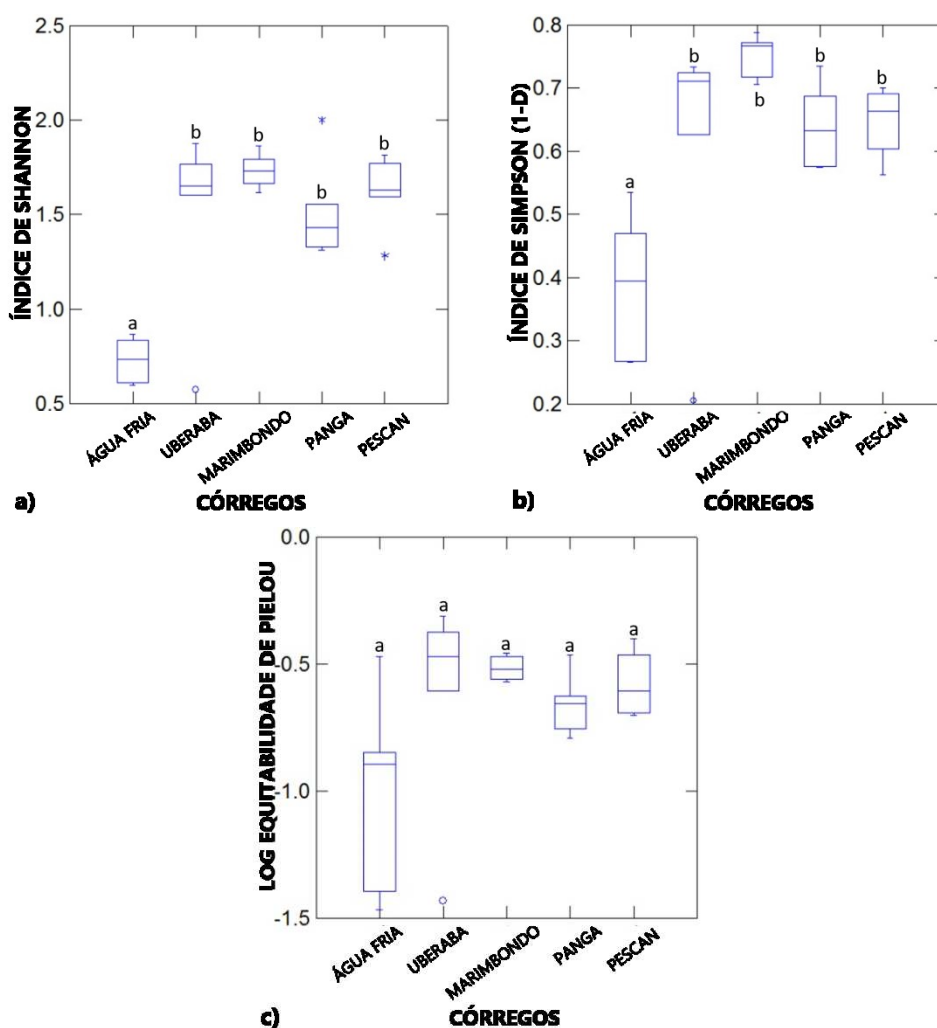


Figura 5. Gráfico boxplot: caixa delimitada pelo primeiro (limite inferior) e terceiro (limite superior) quartis, com mediana na linha central, e hastes inferiores e superiores mostrando ponto mínimo e máximo, respectivamente. Valores discrepantes, outliers, representados por círculo (mais próximos) ou estrela (extremos). As letras em cima das caixas indicam significância, sendo “a” e “b” diferentes entre si e “ab” uma amostra que não difere das demais. **A)** Índice de Shannon-Weaver (H') médio (P1-P5) obtido para cada córrego. **B)** Índice de Simpson (1-D) (P1-P5) obtida para cada córrego. **C)** Índice de Equitabilidade de Pielou (J) médio (log) (P1-P5) obtido para cada córrego.

O valor médio do Índice de Shannon-Weaver (H') diferiu estatisticamente de forma significativa ($F_{4,20} = 9,321$; $p < 0,05$), sendo o Ribeirão Água Fria o córrego menos diverso – diferindo de todos os demais (Figura 5a).

A dominância de Simpson, métrica de biodiversidade, mostra que quanto maior a dominância de um táxon, maior o valor de D e menor a diversidade. O índice é apresentado neste trabalho como $1-D$, apenas para que o valor de D não seja inversamente proporcional à diversidade. Observa-se (Figura 5b) que os menores valores para $1-D$ são encontrados nos pontos de amostragem do Ribeirão Água Fria, mostrando que este é o menos diverso e corroborando os resultados obtidos no Índice de Shannon-Weaver (Figura 5a). O valor médio de $1-D$ diferiu significativamente ($F_{4,20} = 5,984$; $p < 0,05$), sendo o Ribeirão Água Fria estatisticamente diferente dos córregos Marimbondo, Afluente do Panga e Córrego PESCAN – com menor uniformidade na distribuição dos indivíduos.

O Índice de Equitabilidade de Pielou (J) apresenta valores de 0 a 1, sendo 1 para uma amostra uniforme em que todos os táxons são igualmente abundantes. Observa-se que o Ribeirão Água Fria apresenta os valores mais próximos de zero. Todavia, o Índice de Equitabilidade de Pielou (Figura 5c) não é estatisticamente diferente entre os córregos amostrados ($F_{4,20} = 2,278$; $p = 0,097$).

A Análise de Correspondência (Figura 6) explicou no primeiro eixo 53,80% da variância de abundância dos táxons identificados. Os cinco setores de amostragem do Córrego Marimbondo (M1-M5) se encontram separados dos demais, essencialmente devido à alta proporção de famílias de Ephemeroptera (Baetidae e Outros Ephemeroptera), Coleoptera, Plecoptera, Outros Diptera e Hydropsychidae. Ainda, são os pontos mais afastados de Chironomidae – o que também é evidenciado na Figura 2d, em que o Córrego Marimbondo se mostra estatisticamente diferente dos demais córregos quanto à proporção de Chironomidae.

Os setores de amostragem do Ribeirão Água Fria (A1-A5) encontram-se mais próximos de Chironomidae e distantes dos demais táxons. Os pontos dos córregos PESCAN, Afluente do Panga e Córrego Uberaba estão distribuídos no gráfico de maneira semelhante, estando os registros referentes ao Afluente do Panga (P1-P5) mais próximos de Odonata. Quanto mais próximo um ponto do valor 0 no gráfico (e.g. C1 e C4), maior a uniformidade de distribuição dos táxons – a comunidade do córrego ou ponto em questão não tende a nenhum dos extremos em sua composição.

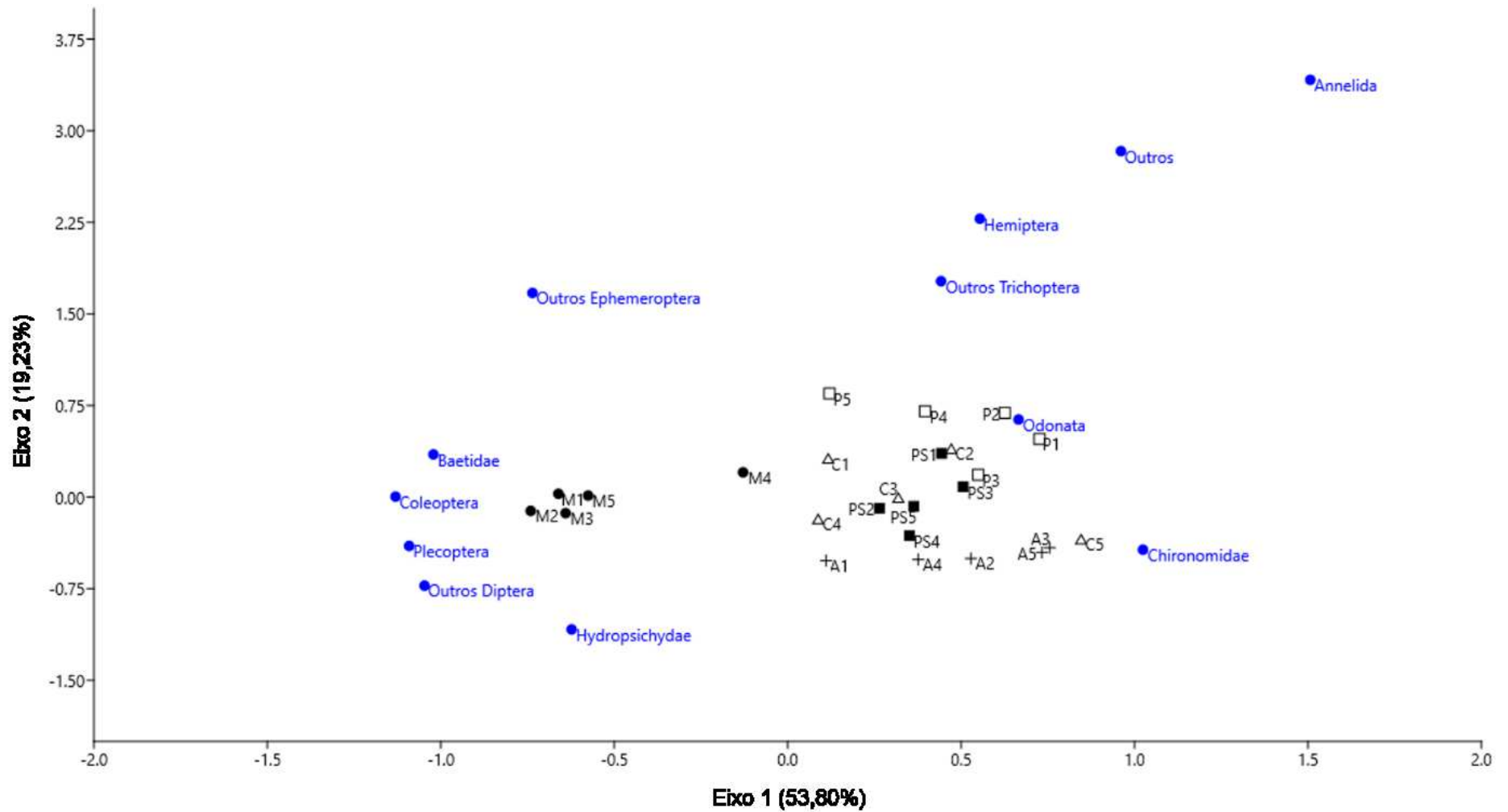


Figura 6. Diagrama de ordenação dos pontos através de Análise de Correspondência (CA), considerando a abundância dos táxons encontrados em cada ponto dos cinco córregos amostrados. A1-A5: Ribeirão Água Fria; C1-C5: Córrego Uberaba; M1-M5: Córrego Marimbondo; P1-P5: Afluente do Panga; PS1-PS5: Córrego PESCAN.

Os resultados do índice biológico adaptado BMWP-TRI são apresentados na Tabela 5. Não são estabelecidos escores para as seguintes famílias encontradas nas amostras: Coccinellidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Lutrochidae e Scirtidae (Ordem Coleoptera), Chaoboridae, Dixidae e Thaumaleidae (Ordem Diptera), Aeshnidae e Protoneuridae (Ordem Odonata) e Gripopterygidae (Ordem Plecoptera), além de Hydracarina e as ordens Megaloptera e Blattodea.

Tabela 5. Classificação da qualidade da água através do Índice Biológico BMWP-TRI.

	Córrego PESCAN	Ribeirão Água Fria	Córrego Marimbondo	Afluente do Panga	Córrego em Uberaba
Pontuação obtida	181	99	179	191	170
Classificação	Excelente	Satisfatória	Excelente	Excelente	Excelente

O Ribeirão Água Fria foi o único a não ser classificado como possuindo excelente qualidade da água. Os demais córregos obtiveram pontuações pelo menos vinte pontos acima do necessário para serem classificados como excelentes (>150).

4 DISCUSSÃO

Contrariando o que é esperado, de acordo com a Teoria do Rio Contínuo, o Ribeirão Água Fria apresentou a menor riqueza de táxons entre os cinco córregos. Uma explicação para a baixa diversidade seria a existência de apenas dois tipos de substrato, pedras e folhas, disponíveis no trecho amostrado do córrego, uma vez que os substratos influenciam fortemente a composição de uma comunidade (BUSS et al., 2004). Outra possibilidade é a perturbação exercida sobre o gradiente do rio por fatores externos, como ação antrópica, à montante do trecho amostrado. Observa-se na Figura 1b áreas de pastagem e plantio, que exercem influência sobre o córrego em questão. O valor de BMWP obtido também é uma evidência de que existe alteração antrópica no local.

Como esperado, os córregos localizados no interior de áreas de preservação apresentaram alta riqueza de táxons. São eles: Córrego Marimbondo, Afluente do Panga e

Córrego PESCAN, localizados, respectivamente, no Parque Estadual do Pau Furado, na Estação Ecológica do Panga e no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas. A grande diversidade encontrada reforça a necessidade de manutenção desses parques.

Foram indentificados neste trabalho representantes de 50% (n=5) das famílias de Ephemeroptera, 100% (n=2) das famílias de Plecoptera e 62,5% (n=10) das famílias Trichoptera com ocorrência registrada no Brasil. Esses resultados condizem com estudos previamente desenvolvidos em áreas de Cerrado, que apresentaram quantificações representativas de famílias de EPT: cinco famílias de Ephemeroptera, um de Plecoptera e 11 de Trichoptera (PAZ et al., 2008); seis famílias de Ephemeroptera, um de Plecoptera e 9 de Trichoptera (CAMELO, 2013); seis famílias de Ephemeroptera, um de Plecoptera e seis de Trichoptera (SOUSA et al., 2014); sete famílias de Ephemeroptera, um de Plecoptera e 14 de Trichoptera (NASCIMENTO et al., 2018).

Observa-se que a presença de ambas famílias de Plecoptera descritas para o Brasil não é tão recorrente na região. Nos quatro estudos citados acima, a única família de Plecoptera identificada foi Perlidae. Destaca-se, no presente trabalho, a ocorrência no Córrego Uberaba da família Gripopterygidae, pouco tolerante à poluição (MAZZONI et al., 2014). Levantamentos da singularidade na composição de comunidades são de grande relevância não só para estudos de diversidade biológica, mas também para desenvolvimento de projetos de conservação (CALLISTO; MORENO, 2006).

Foram identificados quironomídeos em todos os 25 setores de amostragem, corroborando o esperado devido à ampla tolerância da família (FERRINGTON, 2007). O Ribeirão Água Fria apresentou baixos valores para Índice de Shannon-Weaver (H') e Índice de Simpson (1-D), indicando que existe prevalência de alguns táxons sobre outros na composição da comunidade. A dominância de Chironomidae é atestada no diagrama de CA na Figura 6.

Por outro lado, uma grande proporção de indivíduos de EPT em relação aos outros macroinvertebrados bentônicos em uma comunidade, mostra que este hábitat possui as condições bióticas e abióticas necessárias para o desenvolvimento de organismos pouco tolerantes. Em resposta a perturbações ambientais, a proporção de EPT tende a cair (KLEMM, 2002).

O Córrego Marimbondo apresentou a maior abundância de indivíduos registrada, além da menor proporção de Chironomidae e alta proporção de famílias de EPT na composição da

comunidade. Por outro lado, o Ribeirão Água Fria apresentou os menores valores de proporção de EPT, fortalecendo a hipótese de que, devido a fatores externos ao córrego, não possui qualidade tão elevada quanto os demais.

De maneira geral, os dados obtidos para os parâmetros físico-químicos (Tabela 2) não são discrepantes, apresentando um padrão esperado para córregos que se encontram em ambientes com vegetação circundante preservada. A aplicação do índice biológico BMWP-TRI retornou classificações da qualidade da água condizentes com os parâmetros observados. Apesar de não serem estabelecidos escores para 11 famílias de insetos aquáticos, a classificação da qualidade da água dos córregos não foi consideravelmente afetada, uma vez que quatro dos cinco córregos foram alocados na melhor classe possível (excelente, com pontuação superior a 150).

Apenas a eventual atribuição de um escore para a ordem Megaloptera impactaria a classificação final da qualidade da água de um dos córregos, o Ribeirão Água Fria. Sua pontuação atual, 99 pontos, passaria a mais de 100 – o que elevaria a classificação da água de “satisfatória” para “boa”. Essa observação ressalta a importância da adaptação desse índice para diferentes regiões.

5 CONCLUSÃO

O estudo aprofundado das comunidades de macroinvertebrados bentônicos deve ser fomentado, pois pode levar ao registro de cada vez mais táxons na região do Triângulo Mineiro e microrregião de Meia Ponte. Devido à abundância de indivíduos, riqueza de táxons e representatividade da fauna descrita para o Brasil, os córregos Afluente do Panga, Córrego Marimondo e Córrego PESCAN são potenciais locais para estabelecimento de áreas de referência – que mostram o que é esperado em ambientes não degradados.

Investigações da diversidade das comunidades no Córrego Uberaba podem ser motivadas pela presença de indivíduos da família Gripopterygidae, não registrada em nenhum dos estudos anteriormente realizados na região. Faz-se também necessária a investigação dos padrões encontrados no Ribeirão Água Fria, que indicam certo grau de degradação ambiental.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 70-78, 2005.
- BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, p. 283-293, 2007.
- BUSS, D. F. et al. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. **Hydrobiologia**, v. 518, p. 179-188, 2004.
- CAIRNS, J.; PRATT, J. R. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**, v. 10, p. 10-27, 1993.
- CALLISTO, M.; MORENO, P. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental. II Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental, 2006.
- CAMELO, F. R. B. **Avaliação da qualidade ambiental da Bacia do Rio Uberabinha através de um índice BMWP adaptado**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- COTA, L. et al. Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. **Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen**, v. 28, n. 4, p. 1713-1716, 2002.

- COVICH, A.; PALMER, M.; CROWL, T. The Role of Benthic Invertebrate Species in Freshwater Ecosystems - Zoobenthic Species Influence Energy Flows and Nutrient Cycling. **BioScience**, v. 49, n. February, p. 119-127, 1999.
- DE CASTRO, D. M. P. et al. Land use influences niche size and the assimilation of resources by benthic macroinvertebrates in tropical headwater streams. **PLoS ONE**, v. 11, n. 3, p. 1–19, 2016.
- FERRINGTON, L. C. Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater. In: **Freshwater animal diversity assessment**. Springer, Dordrecht, p. 447-455, 2007.
- FITZHUGH, T. W.; RICHTER, B. D. Quenching urban thirst: growing cities and their impacts on freshwater ecosystems. **AIBS Bulletin**, v. 54, n. 8, p. 741-754, 2004.
- FROEHLICH, C.G. Ordem Plecoptera. In: HURLBERT, S. H., RODRIGUEZ, G. & SANTOS, N. D. (Eds.). **Aquatic Biota of Tropical South America**. Part 1, Arthropoda. San Diego, California. San Diego State University, p. 86-88, 1981.
- HAUER, F. R.; RESH, V. H. Macroinvertebrates. In: HAUER, F. R.; LAMBERTI, G. A., (Eds). **Methods in Stream Ecology**. 2nd Ed. Academic Press, San Diego, p. 435-463, 2006.
- JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.
- KLEMM, D. J. et al. Methods development and use of macroinvertebrates as indicators of ecological conditions for streams in the mid-Atlantic highlands region. **Environmental monitoring and assessment**, v. 78, n. 2, p. 169-212, 2002.

- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- LIMA, W. DE P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**, p. 33-44, 2000.
- MAZZONI, A.; LANZER, R.; SCHAFFER, A. Tolerance of benthic macroinvertebrates to organic enrichment in highland streams of northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 2, p. 119-128, 2014.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.
- MUGNAI, R., NESSIMIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Technical Books Editora, 174p. 2010.
- NASCIMENTO, A. L.; ALVES-MARTINS, F.; JACOBUCCI, G. B. Assessment of ecological water quality along a rural to urban land use gradient using benthic macroinvertebrate-based indexes. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 1, p. 194-209, 2018.
- PAPROCKI, H.; HOLZENTHAL, R. W.; BLAHNIK, R. J. Checklist of the Trichoptera (Insecta) of Brazil I. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 1–7, 2004.
- PAZ, A. et al. Efetividade de áreas protegidas (APs) na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no rio das velhas (MG). **Neotropical Biology and Conservation**, v. 3, n. 3, p. 149-158, 2008.
- PINDER, L. C. V. 1986. The pupae of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic region- Introduction, p. 7–10. In: WIEDERHOLM, T. (Eds.). **Chironomidae of the Holarctic region: Keys and diagnoses. Part 2. Pupae**. **Entomol. Scand. Suppl.**, 19.

- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. **Cerrado: ambiente e flora**, p. 87–166, 1998.
- ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Introduction to Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H., (Eds). **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**, New York, Chapman/Hall, 1-9, 1993.
- SALLES, F. F. et al. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2, p. 1-34, 2004.
- SHIMANO, Y. et al. Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 2, p. 187-196, 2012.
- STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**, v. 1, n. 4, p. 1–3, 2017.
- SOUSA, E. F.; SOUTO, R. M. G; JACOBUCCHI, G. B. Distribution and seasonal variation of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Arthropoda: Insecta) in different aquatic environments of a Cerrado area, state of Minas Gerais, Brazil. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 879-890, 2014.
- SURIANO, M. T.; FONSECA-GESSNER, A. A. Chironomidae (Diptera) larvae in streams of Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 2, p. 129-136, 2004.
- VANNOTE, R. L. et al. The river continuum concept. **Canadian Journal of fisheries and aquatic sciences**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.

WANTZEN, K. M. et al. Stream-valley systems of the Brazilian Cerrado: impact assessment and conservation scheme. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 16, p. 713–732, 2006.

ZAMORA-MUNOZ, C.; ALBA-TERCEDOR, J. Bioassessment of organically polluted Spanish rivers, using a biotic index and multivariate methods. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 15, n. 3, p. 332-352, 1996.

ZAR, J. H. et al. **Biostatistical analysis**. Pearson Education India, 1999.

ANEXO A – ÍNDICE BIOLÓGICO BMWP-TRI

Tabela 1. Pontuação atribuída às famílias de macroinvertebrados bentônicos da Bacia do Rio Uberabinha – MG. Fonte: CAMELO; 2013.

Táxon	Pontuação	Táxon	Pontuação
Gerridae		Anomalopsychidae	
Heliopsichidae		Corduliidae	
Hydrobiosidae		Ephemeridae	
Limnephilidae		Glossomatidae	
Mesoveliidae	10	Gomphidae	
Polymirtacyidae		Hydropsychidae	5
Psychodidae		Naucoridae	
Psephenidae		Nototeridae	
Sericostomatidae		Perlidae	
Tabanidae		Philopotamidae	
Belostomatidae	9	Simulidae	
Coenagrionidae		Ancylidae	
Calopterygidae		Bivalvia	
Caenidae		Calamoceratidae	
Euthyplociidae		Carabidae	
Helotrephidae	8	Chironomidae	
Leptoceridae		Collembola	
Pleidae		Culicidae	
Xiphocentronidae		Empididae	4
Ceratopogonidae		Hirudinea	
Elmidae		Hydrophilidae	
Hydroptilidae		Lymnaeidae	
Leptophlebiidae	7	Nematomorpha	
Libellulidae		Oligoneuridae	
Nematoda		Planaridae	
Tipulidae		Sciomyzidae	
Veliidae		Stratiomyidae	
Baetidae		Ephydriidae	
Leptohiphidae		Hydrobiidae	3
Odontoceridae	6	Physidae	
Polycentropodidae		Planorbidae	
Pyralidae		Oligochaeta (toda classe)	1

Tabela 2. Sistema de classificação da qualidade da água estabelecido para os macroinvertebrados bentônicos na Bacia do Rio Uberabinha – MG. Fonte: CAMELO; 2013.

Classe	Valor BMWP-TRI	Qualidade
I	≥ 150	Excelente
II	149 – 100	Boa
III	99 – 60	Satisfatória
IV	59 – 20	Ruim
V	≤ 19	Péssimo