http://doi.org/17648/heringeriana.v16i1.917962

Heringeriana 16: e917962. 2021.
http://revistas.jardimbotanico.ibict.br/
Jardim Botânico de Brasília

ISSN 1983-6996 Versão impressa
Heringeriana
ISSN 2359-165X Versão *on-line*

Artigo original

Insetos bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental no Jardim Botânico de Brasília

Milena da Silva-Leite [1], Clapton Olimpio de Moura [2] & Maria Júlia Martins-Silva [1*]

RESUMO: O Cerrado é conhecido por possuir clima estacional, com duas estações bem marcadas – chuvosa e seca, e abriga em seu território nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul. Deste modo, o objetivo desse trabalho foi realizar o biomonitoramento do córrego Cabeça de Veado por meio dos índices biológicos *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) e *Average Score per Taxon* (ASPT), aplicados aos dados da entomofauna. Com este propósito foram realizados, no intervalo de um ano, dois períodos de coletas em cinco pontos do curso d'água. Foram realizadas análises físicas e químicas e granulométricas sobre a água e sedimentos. Os espécimes coletados foram identificados a nível de família. Para todos os pontos amostrados, os resultados das análises indicam qualidade 'Duvidosa' ou em categorias inferiores, sendo esses valores explicados pela ausência de ordens características de ambientes conservados. Assim, fica evidente a necessidade de acompanhamento da qualidade do curso d'água, para que ações de manejo, manutenção e recuperação sejam implementadas no córrego.

Palavras-chave: Biomonitoramento, Cerrado, Ecossistemas aquáticos, Gama-Cabeça de Veado, Macroinvertebrados.

ABSTRACT (Benthic insects as bioindicators of environmental quality at the Jardim Botânico de Brasília): Cerrado is known for its seasonal climate, with two well-defined seasons - rainy and dry, and houses in its territory the three largest hydrographic basins headwaters in South America. Therefore, the objective of this work was to carry out the biomonitoring of the Cabeça de Veado stream using the Biological Monitoring Working Party (BMWP) and Average Score per Taxon (ASPT) biological indexes, applied to entomofauna data. For this purpose, four data collection periods were carried out over a year, at different watercourse spots. Physico-chemical and particle size analysis were carried out on water and sediments. The collected specimens were identified at the family level. For all sampled spots, the results of the analyzes indicate 'Doubtful' quality or lower categories. These values are being explained in part by the absence of characteristic orders from conserved environments. Hence the need to monitor the quality of the watercourse is evident, so that management, maintenance, and recovery actions can be implemented.

Keywords: Biomonitoring, Cerrado, Aquatic ecosystem, Gama-Cabeça de Veado, Macroinvertebrates

[1] Laboratório de Bentos, Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil.
[2] Laboratório de Fanerógamas, Departamento de Botânica, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil.
* Autor para correspondência: mariajulias@gmail.com

INTRODUÇÃO

A preservação dos corpos d'água, em especial os de água potável, garante melhores condições para a saúde pública e a manutenção da biodiversidade nativa. Deste modo é importante que os ecossistemas aquáticos sejam protegidos, uma vez que a falta de boas ações para a sua conservação pode acarretar em uma diminuição desses recursos, trazendo prejuízos tanto ambientais quanto sociais (Goulart & Callisto 2003, Allan 2004, Rufo & Cristo 2014).

Ocupando originalmente uma área de 2.036.448 km^2 (cerca de 22% do território nacional), o Cerrado abriga em seu território nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (São Francisco, Prata e Amazônica/Tocantins), e de rios que originam seis das principais regiões hidrográficas brasileiras: Parnaíba, Paraná, Paraguai, Tocantins-Araguaia, São Francisco e Amazônica. Sendo assim, uma região com elevado potencial aquífero (MMA 2018, Souza *et al.* 2019), o que lhe concede o título de "berço das águas" (Ferrer & Del Negro 2012). O Cerrado é um domínio fitogeográfico caracterizado pelo clima estacional, com duas estações bem marcadas, uma seca (abril a setembro) e outra chuvosa (outubro a março), com precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média variando de 18 °C e 28 °C ao longo do ano (Dias 1996).

Inserido no Cerrado, o Distrito Federal vem passando por uma constante expansão urbana e agrícola, algumas vezes de forma desordenada. Esse crescimento acelerado e desordenado dificulta a criação e aplicação de ações de controle ambiental, o que pode também afetar esses sistemas aquáticos. Dessa forma, se faz necessário a contínua realização de esforços para que possamos conhecer melhor os corpos d'água em Unidades de Conservação (UC) e pensar em sua manutenção, já que estes são locais em que se espera que as condições estejam próximas das ideais, seja para garantir a qualidade daquele ambiente no que se refere ao uso humano ou para garantir as condições ideais para a manutenção da vida dos organismos dependentes dele (Tucci & Silveira 2001, Costa 2018).

Parâmetros físicos e químicos são importantes na medição de características abióticas do ambiente aquático, indicando modificações imediatas nas propriedades da água, e com isso fornecendo uma visão momentânea de algo que pode ser dinâmico e contínuo (Whitfield 2001). Dessa forma, se faz necessário o uso de análises complementares que acessem diretamente as comunidades biológicas e as consequências sobre esses organismos advindas da alteração da qualidade do ambiente. Essas comunidades refletem diretamente os impactos sobre esses ecossistemas (integridade física, química e biológica), sofrendo os efeitos de diversos impactos ambientais e fornecendo uma medida desses impactos de forma agregada (Barbour *et al.* 1999, Sterz *et al.* 2011). As comunidades biológicas são compostas por organismos que possuem adaptações evolutivas à determinadas condições ambientais e níveis diferentes de tolerância a alterações nessas condições (Alba-Tercedor 1996).

Os macroinvertebrados bentônicos, comumente utilizados para análises de impacto ambiental, são organismos que vivem associados ao substrato de ambientes aquáticos, sejam eles orgânicos (folhiço, macrófitas aquáticas etc.) ou inorgânicos (cascalho, areia etc.), por, pelo menos, parte de seu ciclo de vida (Rosenberg & Resh 1993). Possuem hábito sedentário e ciclo de vida relativamente longo, o que os torna bastante representativos espacial e temporalmente. Além disso, é um grupo muito diverso, sendo composto por

vários taxa de invertebrados, que apresenta grande variabilidade de reações frente aos diferentes impactos ambientais (Rosenberg & Resh 1993, Holmes *et al*. 1994, Reece & Richardson 1999, Callisto *et al*. 2001, Kuhlmann *et al.* 2012).

Um protocolo ideal de biomonitoramento ambiental integra medições físicas, químicas, e biológicas, possibilitando uma caracterização mais abrangente, tanto do ambiente físico como da ecologia dos organismos indicadores da qualidade desses ambientes (Callisto *et al*. 2005, Callisto & Moreno 2006).

Este trabalho objetivou: realizar um levantamento quali-quantitativo dos insetos bentônicos no Córrego Cabeça de Veado, situado no Jardim Botânico de Brasília (JBB), com auxílio de índices bióticos. Assim, gerando informações que possam trazer um maior conhecimento sobre a atual qualidade do córrego e da riqueza e abundância de sua entomofauna aquática. Auxiliando, dessa forma, os tomadores de decisão com dados importantes para o correto manejo e manutenção desses ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente trabalho foi realizado em cinco pontos da Estação Ecológica do JBB (EEJBB), Distrito Federal, em trechos do córrego Cabeça de Veado. A EEJBB tem área total de 4.429,63 ha (GDF 1996), é uma importante área de preservação e estudo do Cerrado e, juntamente com a Reserva Ecológica do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e a Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, formam a Zona de Vida Silvestre da Área de Proteção Ambiental (APA) Gama-Cabeça de Veado e estão situadas na Área Núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado, um recorte de UC's que favorecem a proteção ambiental da região, com destaque para a preservação de recursos hídricos e da biodiversidade do Cerrado (Salgado & Galikin 2008, Bezerra 2012).

A APA Gama-Cabeça de Veado possui uma área de aproximadamente 25 mil ha e se encontra a cerca de 1.100 m de altitude, na bacia do Paraná, região centro-sul do Distrito Federal. O córrego Cabeça-de-Veado nasce no JBB e possui cerca de 6,91 km de comprimento, com parte do seu curso protegidos no interior da EEJBB (Bezerra 2012).

A fitofisionomia predominante em todos os pontos amostrados é a de mata de galeria, entretanto existem alguns trechos onde a vegetação natural foi suprimida devido a presença de estruturas destinadas a captação de água pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Foram selecionados cinco pontos de amostragem ao longo do córrego Cabeça de Veado (Figura 1): JBB1 (15°53'51.5''S, 47°50'19.4''W), JBB2 (15°53'51.4''S, 47°50'19.3''W), JBB3 (15°53'17.8''S, 47°50'54.2''W), JBB4 (15°53'22.9''S, 47°50'34.8''W) e JBB5 (15°51'49.9''S, 47°51'14.0''W). Sendo JBB1, JBB2 e JBB3 pontos de captação de água da CAESB. JBB4 é o ponto com menor atividade antrópica e JBB5 é vizinho a uma área residencial.

Os pontos JBB1, JBB2 e JBB3 possuem um fluxo de água reduzido, quando comparados aos demais, e mata de galeria presente em suas margens, causando sombreamento em parte do curso d'água. Nos pontos JBB1 e JBB3 havia presença de muitas macrófitas, principalmente na estação chuvosa. Estes pontos possuem, respectivamente, 8 e 13 m de largura, de uma margem a outra, e menos de 1 m de profundidade, enquanto o ponto JBB2 possui cerca de 20 m de largura e 2 m de profundidade. Esse ponto recebe uma maior incidência solar, já que parte da sua vegetação foi retirada em suas margens.

Quando comparado aos pontos anteriores, os pontos JBB4 e JBB5 possuem maior fluxo de água, com cerca de 4 m de largura e 40 cm de profundidade, e 6 m de largura e cerca de 80 cm de profundidade, respectivamente. O ponto JBB5 está localizado próximo à quadra 10 do Setor de Mansões Dom Bosco (SMDB), uma área residencial e urbanizada pertencente a Região Administrativa do Lago Sul, possui diversas casas e não conta com a presença de prédios. Devido à proximidade com a área residencial esse ponto está sob influência de atividades antrópicas, tais como acúmulo de rejeitos, colonização por espécies vegetais invasoras, supressão de vegetação nativa etc.

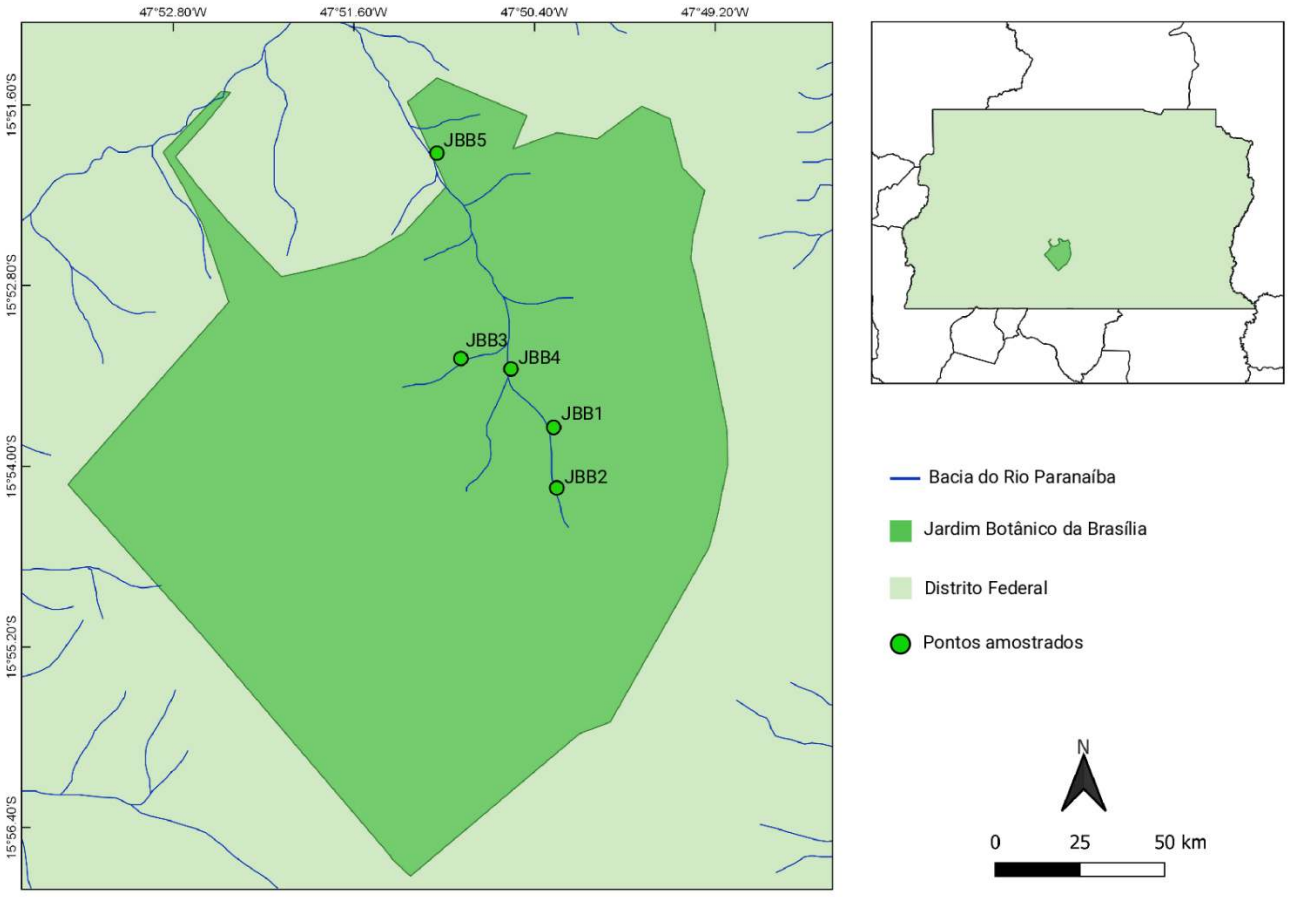


Figura 1. Pontos de coleta JBB1 (ponto de captação da CAESB), JBB2 (ponto de captação da CAESB), JBB3 (ponto de captação da CAESB), JBB4 e JBB5 no córrego Cabeça de Veado, Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília.

Coleta de dados

Foram realizadas duas campanhas de coletas, uma na estação chuvosa (fevereiro de 2018) e outra na estação seca (julho de 2018), todas as coletas ocorreram no período da manhã. Para amostragem da entomofauna bentônica foram utilizadas redes manuais em formato "D" com malha de 250 micra (Santos *et al.* 2016) e peneiras com diferentes aberturas, o esforço amostral foi de 20 minutos por ponto e a coleta abrangeu 2m^2 por ponto amostral. A triagem dos indivíduos foi realizada em duas etapas, a primeira executada ainda em campo com auxílio de pinças e frascos com etanol 70%, para a separação dos indivíduos de maior tamanho (visíveis a olho nu). Foram coletadas também outras duas amostras de sedimento com a rede manual de arrasto em formato "D", sendo uma para análise granulométrica e outra para triagem de organismos de menor tamanho (visíveis apenas com o auxílio de estereomicroscópio).

A triagem do sedimento para isolamento dos indivíduos menores foi realizada em laboratório com o auxílio de peneiras, com abertura entre 2 mm e 0.090 mm, e os indivíduos encontrados foram separados com auxílio de estereomicroscópio. Todos os indivíduos coletados foram fixados em etanol 70% e depositados na Coleção de Invertebrados Aquáticos da Universidade de Brasília (CIAq/UnB). Para identificação dos organismos foram utilizadas as chaves taxonômicas de Merritt & Cummins (1996) e Hamada *et al*. (2014). Os indivíduos foram identificados a nível de família, seguindo os requisitos para a aplicação dos índices biológicos adotados.

Além dos dados citados acima, foram feitas medições de pH e da temperatura da água. Ambos os dados foram obtidos com um medidor multiparâmetro de água da marca Horiba.

Análise de dados

Para avaliar a qualidade dos ambientes estudados foram aplicados os índices *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) e *Average Score per Taxon* (ASPT) (Thorne & Williams 1997, Buss *et al.* 2003, Alba-tercedor *et al.* 2002) tendo como base a fauna de insetos, como adotado por Souza (2013). O índice BMWP pontua de 1 a 10 o grau de tolerância de famílias de organismos bentônicos, famílias sensíveis recebem pontuações mais altas e famílias mais tolerantes recebem pontuações mais baixas. A pontuação de um ponto amostral é obtida pela soma dos valores de todas as famílias registradas. O índice ASPT é obtido pela divisão de BMWP pelo número total de famílias identificadas no ponto analisado, ou seja, ele é a média dos valores das famílias encontradas. Ambos os índices categorizam a qualidade do local amostrado com base na sua pontuação final (Hawkes 1998, Silveira 2005, Silva *et al*. 2016; Tabelas 1 e 2).

Uma vez que a dimensão das partículas de sedimento influencia os processos ecológicos, e por consequência a qualidade ambiental, foram realizadas análises granulométricas pelo método de peneiramento através de um agitador de peneiras por vibração com temporizador. Quatro peneiras granulométricas ABNT com aro em metal e com malhas progressivamente menores (2 mm – 0.090 mm) seguindo uma escala granulométrica (Wentworth 1922) foram inseridas no agitador, formando uma coluna, e agitadas por 1 h. Ao final desse procedimento, o conteúdo retido em cada uma das peneiras foi separado em sacos plásticos e sua massa foi mensurada por meio de balança de precisão, como descrito por Suguio (1973).

Tabela 1. Valores de referência para o índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*).

BMWP		
Pontuação	**Classe**	**Qualidade**
> 150	I	Bom
101 - 150		
61 - 100	II	Aceitável
36 - 60	III	Duvidosa
15 - 35	IV	Crítico
< 15	V	Muito crítico

Tabela 2. Valores de referência para o índice ASPT (*Average Score per Taxon*).

ASPT	
Pontuação	**Qualidade**
>6	Água limpa
5-6	Qualidade duvidosa
4-5	Provável poluição moderada
<4	Provável poluição severa

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Organismos encontrados

Foram coletados e identificados no total 204 indivíduos, pertencentes a 24 famílias (Tabela 3). Destas, 54,2% ocorrem no ponto JBB3, sendo 41,6% encontradas exclusivamente nesse ponto. Os pontos JBB4 e JBB5 apresentam apenas 16,7% e 8,3% das famílias, respectivamente, sendo os pontos com o menor número de famílias. Já nos pontos JBB1 e JBB2, 37,5% e 21% das famílias foram encontradas.

Dentre todos os pontos, o JBB3 se destaca pela maior abundância de indivíduos encontrados, sendo 110 na estação seca e 41 na estação chuvosa, enquanto o ponto JBB5 apresenta o menor número de indivíduos coletados, dois na estação chuvosa e nenhum registro na estação seca (Tabela 3).

Tabela 3. Número de indivíduos registrados nos pontos amostrados no córrego Cabeça de Veado, Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília, durante as estações seca (Sec) e chuvosa (Chu).

	JBB1		JBB2		JBB3		JBB4		JBB5		N
	Sec	Chu	Sec	Chu	Sec	Chu	Sec	Chu	Sec	Chu	
Coleoptera											
Dytiscidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Gyrinidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Noteridae	-	-	-	-	34	5	-	-	-	-	39
Diptera											
Ceratopogonidae	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	5
Chironomidae	3	3	2	7	9	4	2	-	-	-	30
Culicidae	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	5
Empididae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Tabanidae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ephemeroptera											
Baetidae	-	-	-	-	2	15	-	-	-	-	17
Euthyplociidae	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3
Leptophlebiidae	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2
Hemiptera											
Belostomatidae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Gerridae	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Mesoveliidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Naucoridae	-	-	-	-	7	3	-	-	-	-	10
Veliidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Megaloptera											
Sialidae	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	4
Odonata											
Aeshnidae	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2
Coenagrionidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Gomphidae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2
Libellulidae	4	3	1	2	28	4	-	-	-	-	42

Protoneuridae	5	-	-	-	22	2	-	-	-	-	29
Trichoptera											
Hydropsichidae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Leptoceridae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
TOTAL	**19**	**9**	**5**	**11**	**110**	**41**	**6**	**1**	**0**	**2**	**204**

O volume de chuva acumulada no período de seca (julho de 2018) foi de 0,0 mm, enquanto no período chuvoso (fevereiro de 2018) foi de mais de 250 mm (Figura 2). O período de seca apresentou maior abundância, em concordância com os estudos de Kikuchi & Uieda (1998) e Lucca (2006). Isso pode ser explicado pela ausência de chuva, que proporciona um substrato mais estável, além de uma menor velocidade de correnteza e volume de água, o que gera um menor efeito de arraste (Bispo *et al.* 2001).

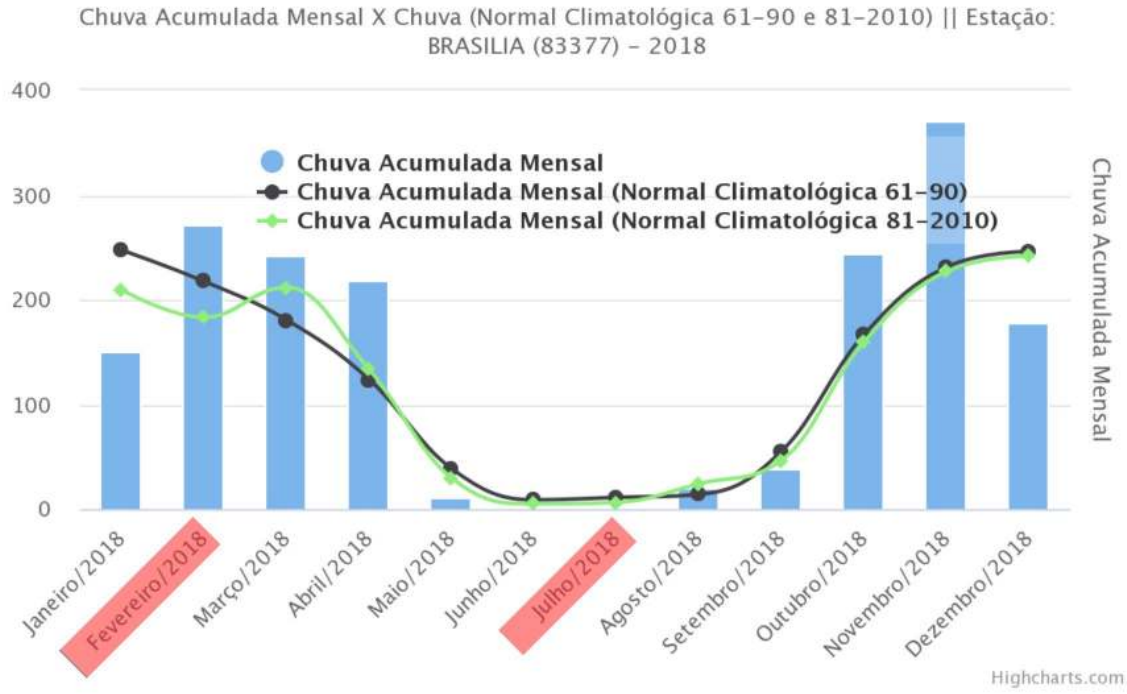


Figura 2. Chuva acumulada para o ano de 2018 com destaque para os meses do estudo (fevereiro e julho). Fonte: INMET.

A ausência de representantes do grupo Plecoptera em todos os pontos chama a atenção, uma vez que esta ordem compõe a tríade EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), ordens sensíveis a impactos como redução da cobertura vegetal e processos de erosão (Silveira *et al.* 2005). Não foram coletados indivíduos de Trichoptera no período chuvoso, apenas casulos vazios, o que pode ser explicado pelo aumento da instabilidade do substrato que ocorre nesta estação (Bispo *et al.* 2001). Na ordem Ephemeroptera (Figura 3) foram coletados 22 indivíduos, sendo Baetidae a família com mais representantes (17). Segundo Buss *et al*. (2002), esse é um grupo pouco sensível às alterações ambientais, estando presentes em locais com algum nível de degradação, sendo uma exceção à essa tríade.

Em ambas as estações, chuvosa e seca, o ponto com maior abundância de indivíduos foi o JBB3, com 110 indivíduos coletados na estação seca e 41 indivíduos coletados na estação chuvosa. A disponibilidade de alimento é um fator que controla a abundância e ocorrência das espécies, as quais são

observadas onde seu alimento está disponível (Kikuchi & Uieda 1998). Nesse ponto, visivelmente havia maior presença de organismos fotossintetizantes, o que pode ser influenciado pela menor cobertura vegetal que essa área possui, ou seja, uma maior radiação solar é recebida, aumentando então o número de indivíduos autotróficos (Martins-Silva *et al*. 2008).

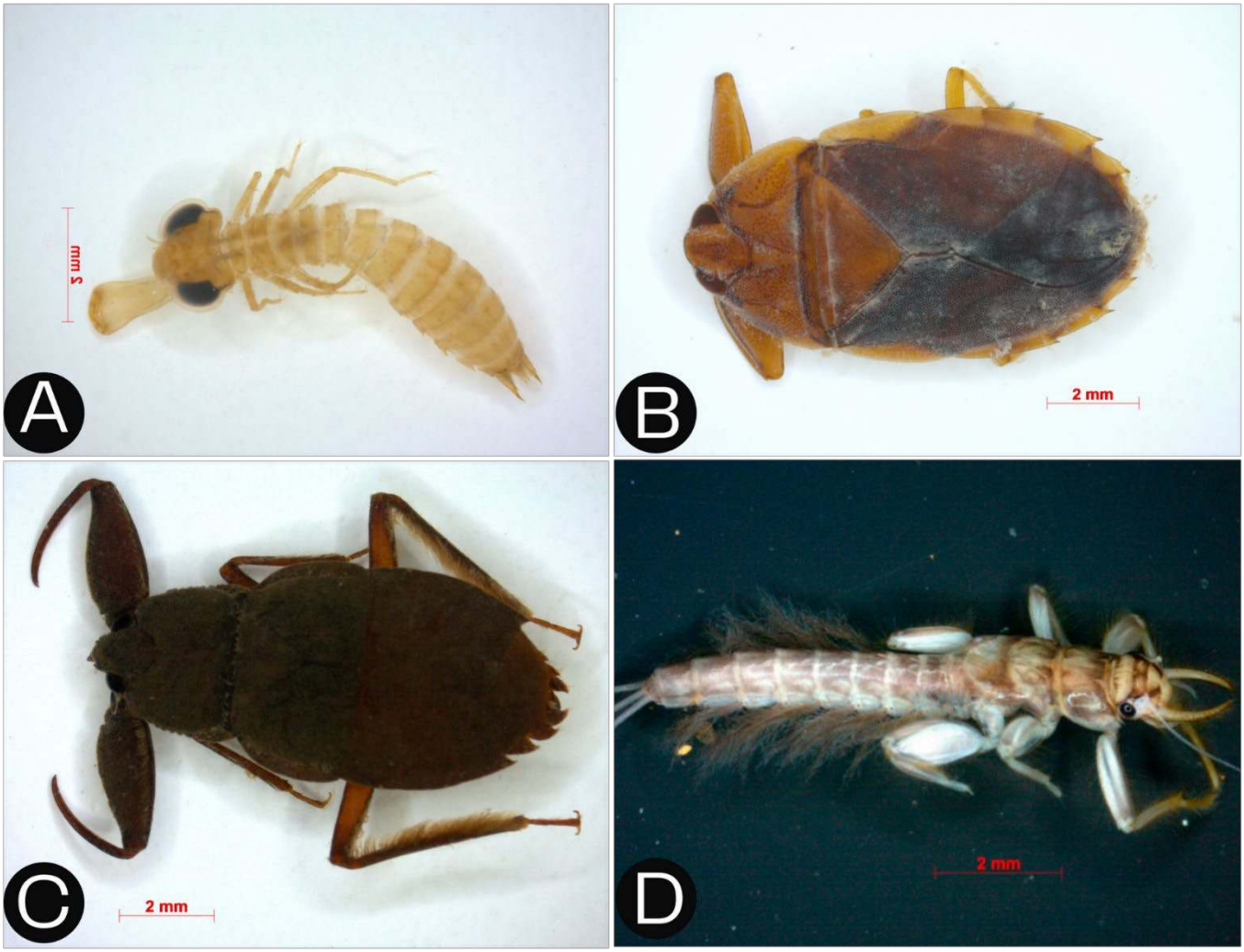


Figura 3. A. Náiade de Gomphidae (Odonata). B. Adulto de Naucoridae (Hemiptera). C. Ninfa de Belostomatidae (Hemiptera). D. Náiade de Euthyplociidae (Ephemeroptera).

Análises físicas e químicas

Os resultados das análises da água revelaram que o ponto JBB3 apresentou os maiores valores de temperatura em ambas as estações, quando comparado aos demais, com 24,1°C na estação chuvosa e 20,3°C na estação seca. Em contrapartida, o ponto JBB5 apresenta os menores valores, 22,1°C na estação chuvosa e 17,2°C na estação seca (Tabela 4). De forma geral, os valores de temperatura observados nos pontos amostrados não apresentaram grande variação, com intervalo máximo de 3°C.

Em relação ao pH, todos os pontos apresentaram águas ácidas em ambas as coletas (Tabela 4). Os menores valores de pH em ambas as estações foram encontrados no ponto JBB1 (5,15 na chuvosa e 5,38 na seca). O maior valor de pH na estação seca foi encontrado no ponto JBB5 (6,53) e na estação chuvosa no JBB2 (6,03). Apesar de não estarem de acordo com a Resolução n° 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de

2005, que discorre sobre a classificação dos corpos de águas e estabelece padrões de qualidade desses corpos, esse baixo valor de pH é esperado, uma vez que os solos do Cerrado são ácidos e, de acordo com Silva (2007), os córregos que drenam esses solos comumente apresentam águas ácidas. Outra possível explicação é a presença de matéria orgânica em decomposição, como folhas que caem da vegetação presente na margem ou macrófitas que habitam o corpo d'água, pois a dissociação do dióxido de carbono eliminado durante o processo de decomposição da matéria orgânica eleva a concentração de íons H^+, tornando o meio mais ácido (Silva 2007). Nos pontos JBB1 e JBB3 havia presença de macrófitas e em todos os cinco pontos havia vegetação em ao menos uma das margens.

Tabela 4. Parâmetros físico-químicos dos pontos amostrados no córrego Cabeça de Veado, Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília, nas estações chuvosa e seca.

Pontos	**Chuvosa**		**Seca**	
	T (°C)	pH	T (°C)	pH
JBB1	23,1	5,15	17,3	5,38
JBB2	22,8	6,03	17,8	5,69
JBB3	24,1	5,72	20,3	5,54
JBB4	24,1	5,49	19,1	5,77
JBB5	22,1	6,01	17,2	6,53

A qualidade dos substratos em rios e lagos tem sido considerada um dos fatores que mais influencia a distribuição de macroinvertebrados bentônicos, tendo em vista que alguns táxons de macroinvertebrados bentônicos são restritos a tipos específicos de substratos com diferenças na biomassa, densidade total e riqueza (Vitousek 1990). Um substrato mais heterogêneo oferece maior disponibilidade de alimentos, habitats, microhabitats e proteção (contra a correnteza ou predadores, por exemplo) (Carvalho & Uieda 2004). Estudos afirmam que substratos formados por cascalho suportam uma maior quantidade de macroinvertebrados e por isso apresentam grande riqueza (Dias-Silva *et al*. 2013, St. Pierre & Kovalenko 2014). Esse é o substrato predominante em três dos cinco pontos amostrados (Tabela 5), sendo eles o segundo (JBB1), terceiro (JBB2) e último (JBB5) ponto em número de indivíduos coletados. O ponto com maior número de indivíduos foi o JBB3, que tem predominância de substrato do tipo areia muito fina, o que vai de encontro ao encontrado na literatura. *Índices bióticos*

Para o índice BMWP (Tabela 6) os maiores valores foram obtidos nos pontos JBB1 e JBB3 (42 e 54, respectivamente). Os pontos JBB2 e JBB4 apresentaram valores mais baixos (28 e 15, respectivamente), classificando-os como locais de qualidade crítica. Enquanto o ponto JBB5 apresentou o valor 12, tendo sua qualidade classificada como muito crítica. Já para o índice ASPT (Tabela 6), o ponto JBB3 apresentou o valor de 6,5, tendo sua qualidade classificada como provável poluição moderada, enquanto os demais tiveram pontuações maiores e foram classificados como locais de qualidade duvidosa.

Tabela 5. Análise granulométrica com as porcentagens de composição do substrato para os pontos amostrados no córrego Cabeça de Veado, Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília, segundo a escala de Udden-Wentworth (Wentworth 1922).

Granulometria		**JBB1**	**JBB2**	**JBB3**	**JBB4**	**JBB5**
Cascalho	> 2mm	58,8%	45,6%	13,9%	30,7%	35,0%
Areia muito grossa	> 1mm	4,3%	4,7%	2,1%	14,9%	19,1%
Areia fina	> 0.250	15,5%	14,8%	24,7%	26,3%	27,7%
Areia muito fina	> 0.090	14,5%	27,9%	55,8%	19,4%	13,5%
Silte e argila	< 0.090	06,9%	07,0%	02,9%	07,8%	04,7%

Tabela 6. Índices BMWP e ASPT avaliados para os pontos amostrados do córrego Cabeça de Veado, Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília.

Pontos	Classe	BMWP	Qualidade	ASPT	Qualidade
JBB1	III	42	Duvidosa	6,0	Duvidosa
JBB2	IV	28	Crítica	5,6	Duvidosa
JBB3	III	54	Duvidosa	4,5	Provável poluição moderada
JBB4	IV	15	Crítica	5,0	Duvidosa
JBB5	V	12	Muito crítica	6,0	Duvidosa

De modo geral, os valores dos índices encontrados nesse estudo estão abaixo dos resultados encontrados em locais não impactados de estudos em outros corpos d'água continentais brasileiros (Cota *et al*. 2002, Vilas Boas & Camargo 2017), apresentando qualidade duvidosa ou crítica na maioria dos pontos amostrados. O número de famílias coletadas menor do que o encontrado em outros estudos (Lucca 2006, Santos 2014, Santos et al. 2016, Alessio 2020) e a ausência de alguns grupos considerados sensíveis a alterações ambientais indicam um estado alarmante de conservação do Córrego Cabeça-de-Veado (Rosenberg & Resh 1993, Maxted *et al*. 2000).

As atividades antrópicas presentes em alguns pontos pela captação da CAESB e no ponto JBB5, pela proximidade com um bairro residencial e o acesso que as pessoas têm ao local, podem explicar o estado de conservação observado. Neste último, que apresenta qualidade muito crítica pelo índice BMWP, há indícios de uso frequente pela população, como por exemplo: dano ao cercado que limita a UC, restos de lixo (sacolas, embalagens de alimentos, restos de comida) e peças de roupa, influenciando diretamente o corpo d'água e deixando grande quantidade de rejeitos no local. A eutrofização gerada por efluentes provenientes de áreas domésticas e industriais, o acúmulo de metais pesados e outros nutrientes advindos de atividades antrópicas, a erosão e outras modificações no solo causadas pelo desmatamento decorrente da constante urbanização e agricultura (Alessio 2020, Aragão *et al.* 2011, Santos 2014, Yu et al. 2013) são alguns dos impactos antrópicos que afetam esses organismos e que além de provocarem mudanças na qualidade da água, também podem diminuir a capacidade que esses sistemas aquáticos têm de manter suas comunidades (Fernandes 2007).

CONCLUSÃO

Todos os pontos analisados neste estudo encontram-se classificados ao menos na qualidade duvidosa, suscitando o alerta para a aplicação de medidas de proteção dessas áreas, considerando que a integridade dos corpos d'água é um fator importante para a manutenção da saúde ambiental e humana. Assim, tendo em vista que esse trabalho é um levantamento preliminar, consideramos importante a implementação de análises contínuas desses pontos, bem como de pontos adicionais, com um maior esforço amostral no que se refere ao número de campanhas, para que os agentes competentes, munidos de informações adequadas, possam assegurar a boa qualidade dos corpos d'água presentes na EEJBB, bem como recuperar áreas que apresentem má qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS

Alba-Tercedor, J. (1996) Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*. Anais do IV Simposio del Agua en Andaluzia*. Almeria, pp. 203–213.

Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuéllar, P., Álvarez, M., Avilés, J., Bonada, N., Casas, J., Mellado, A., Ortega, M., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Robles, S., Sáinz-Cantero, C.E.,

Sánchez-Ortega, A., Suárez, M.L., Toro, M., Vidal-Abarca, M.R., Vivas, S. & Zamora-Muñoz, C. (2002) Caracterización del estado ecológico de los rios mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnetica* 21(2): 175–185. https://doi.org/10.23818/limn.21.24

Allan, J.D. (2004) Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 35: 257–284. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122

Alessio, C.E. (2020) *Impactos antrópicos na comunidade de macroinvertebrados bentônicos em lagos subtropicais*. Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 29 pp.

Aragão, R., Almeida, J.A.P., Figueiredo, E.E. & Srinivasan, V.S. (2011) Mapeamento do potencial de erosão laminar na Bacia do Rio Japaratuba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15(7): 731–740. https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000700012

Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. & Stribling, J.B. (1999) *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. 2 ª Ed., U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington - D.C., 337 pp.

Bezerra, F.A. (2012) *Variação temporal da decomposição de detritos foliares em córregos de cabeceira no Cerrado*. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 109 pp.

Bispo, P.C., Oliveira, L.G., Crisci-Bispo, V.L. & Silva, M.M. (2001) Pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 13(2): 1–9.

Buss, D.F., Baptista, D.F., Silveira, M.P., Nessimian, J.L. & Dorvillé, L.F.M. (2002) Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. *Hydrobiologia* 481: 125–136. https://doi.org/10.1023/A:1021281508709

Buss, D.F., Baptista, D.F. & Nessimian, J.L. (2003) Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cadernos de Saúde Pública* 19(2): 465–473. https://doi.org/10.1590/S0102-311X2003000200013

Callisto, M., Gonçalves, G.F. & Moreno, P. (2005) Invertebrados como bioindicadores. In: Goulart, E.M.A. *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. 2ª Ed., v. 2, UFMG, Belo Horizonte, 360 pp.

Callisto, M. & Moreno, P. (2006) Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental. *Anais do II Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental "Sociedade e Sustentabilidade"*. Erechim, pp. 206–223.

Callisto, M., Moretti, M. & Goulart, M. (2001) Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 6(1): 71–82. https://doi.org/10.21168/rbrh.v6n1.p71-82

Carvalho, E.M. & Uieda, V.S. (2004) Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21(2): 287–293. https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000200021

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) Resolução nº. 357de março de 2005, Ministério do Meio Ambiente.

Costa, D.F. (2018) *Zooplâncton de riachos de cabeceiras de áreas de proteção ambiental do Cerrado, Distrito Federal, Brasil Central*. Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade de Brasília, Brasília, 68 pp.

Cota, L., Goulart, M., Moreno, P. & Callisto, M. (2002) Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 28: 1–4.

Dias, B.F.S. (1996) *Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais não renováveis.* 2ª Ed., Fundação Pró-Natureza, Brasília, 97 pp.

Dias-Silva, K.; Cabette, H.S.R.; Giehl, N.F.S. & Juen, L. (2013) Distribuição de Heteroptera Aquáticos (Insecta) em

Diferentes Tipos de Substratos de Córregos do Cerrado Matogrossense. *EntomoBrasilis* 6(2): 132–140. https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v6i2.302

Fernandes, A.C.M. (2007) *Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores Biológicos de Qualidade da Água: Proposta para Elaboração de um Índice de Integridade Biológica.* Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília, 226 pp.

Ferrer, G.G. & Del Negro, G. (2012) Unidades de Conservação Ambiental da Bacia do Lago Paranoá. *Revista dos Estudantes de Direito da UnB* 10: 365–399.

GDF – Governo do Distrito Federal (1996) Decreto nº. 17.277 de 10 de abril. de 1996. Diário Oficial do Distrito Federal, Seção I, pp. 2913.

Goulart, M.D.C. & Callisto, M. (2003) Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM* 2(1): 1–9.

Hamada, N., Nessimian, J.L. & Querino, R.B. (2014) *Insetos Aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia.* 1ª Ed., INPA, Manaus, 724 pp.

Hawkes, H.A. (1998) Origin and development of the Biological Monitoring Working. Party Score System: technical note. *Water Research* 32: 964–968. https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00275-3

Holmes, N. Ward, D. & José, P. (1994) The New Rivers & Wildlife Handbook. Royal Society for the Protection of Birds, Bedfordshire, 426 pp.

Kikuchi, R.M. & Uieda, V.S. (1998) Composição da comunidade de Invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. *Oecologia Brasiliensis*. 5: 157–173.

Kuhlmann, M.L., Johnscher-Fornasaro, G., Ogura, L.L. & Imbimbo, H.R.V. (2012) *Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo,* CETESB, São Paulo. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/protocolo-biomonitoramento-2012.pdf (Acesso: 20 de dezembro de 2021).

Lucca, J.V. (2006) *Caracterização limnológica e análise de comunidades bentônicas sujeitas à invasão por espécies exóticas, em lagos do Vale do Rio Doce, MG, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 235 pp.

Martins-Silva, M.J., Padovesi-Fonseca, C. & Frenand, A.C.M. (2008) Comunidade bentônica. In: Oliveira-Fonseca, F. (org), Águas Emendadas. Seduma, Brasília, pp. 277–279.

Maxted, J.R., Barbour, M.T., Gerritsen, J., Poretti, V., Primrose, N., Silvia A., Penrose, D. & Renfrow, R. (2000) Assessment framework for mid-Atlantic coastal plain streams using benthic macroinvertebrates. *Freshwater Science* 19(1): 128–144.

Merritt, R.W. & Cummins, K.W. (1996) *An introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3 ed, Kendall-Hunt, Dubuque, 860 pp.

MMA – Ministério do Meio Ambiente (2018) *O Bioma Cerrado*, Brasília. Disponível em: http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado(Acesso: 28 de julho de2018).

Reece, P.F. & Richardson, J.S. (1999) Biomonitoring with the reference condition approach for the detection of aquatic ecosystems at risk. In: Darling, L.M. (ed.) *Proceedings of a Conference on the Biology and Management of Species and Habitats at Risk.* University College of the Cariboo, Kamloops, pp. 549–552.

Rosenberg, D.M. & Resh, V.H. (1993) Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.* Rosenberg, D.M. & Resh, V.H. (eds.) Chapman and Hall, New York, pp. 1–9.

Rufo, R.L.T., Cristo, S.S.V. (2014) Sensoriamento remoto aplicado na análise do uso e ocupação da bacia hidrográfica do Córrego Titira, Porto Nacional, Tocantins. *Revista Interface* 7: 47–60.

Salgado, G.S.M. & Galikin, M. (2008) Reserva da biosfera do Cerrado. In: Fonseca, F.O. (org.). Águas Emendadas. SEDUMA, Brasília, pp. 79–87.

Santos, M.R. (2014) *Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos de baixa ordem, sob diferente grau de impacto antrópico, na bacia hidrográfica do Ribeirão das Antas (planalto de Poços de*

Caldas, MG). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 92 pp.

Santos, L.B., Correia, D.L.S. & Santos, J.C. (2016) Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores do impacto urbano. *Journal of Environmental Analysis and Progress* 1(1): 34–42. https://doi.org/10.24221/jeap.1.1.2016.965.34-42

Silva, N.T.C. (2007) *Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na Bacia do Ribeirão Mestre d'Armas, DF.* Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 113 pp.

Silva, K.W.S., Everton, N.S. & Melo, M.A.D. (2016) Aplicação dos índices biológicos BMWP e ASPT para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri. *Revista Pan-Amazônica de Saúde* 7(3): 13–22. http://doi.org/10.5123/s2176-62232016000300002

Silveira, M.P., Baptista, D.F., Buss D.F., Nessimian, J.L. & Egler, M. (2005) Application of Biological measures for stream integrity assessment in South-East Brazil. Environmental Monitoring and Assessment 101: 117–128. http://doi.org/10.1007/s10661-005-9141-1

Souza, F. N. (2013) *Utilização de insetos aquáticos como indicadores da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Almada – Bahia.* Programa de Pós graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 80 pp.

Souza, C.L.F., Oliveira, R.B., Mustafé, D.N., Nunes, K.A.C. & Morais, E.M. (2019) O Cerrado como o "Berço das águas": potencialidades para a educação geográfica. *Revista Cerrados* 17(1): 86–113. https://doi.org/10.22238/rc24482692201917018611 3

St. Pierre, J.I. & Kovalenko, K.E. (2014) Effect of habitat complexity attributes on species richness. *Ecosphere* 5: 1–10. http://doi.org/10.1890/ES13-00323.1

Sterz, C., Roza-Gomes, M.F. & Rossi, E.M. (2011) Análise microbiológica e avaliação de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do Riacho Capivara, município de Mondaí, SC. *Unoesc & Ciência - ACBS* 2(1): 7–16.

Suguio, K. (1973) Introdução à sedimentologia. Edgard Blucher, São Paulo, 317 pp.

Thorne, R.S. & Williams, W.P. (1997) The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioasessment. *Freshwater Biology* 37: 671–686. https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00181.x

Tucci, C.E. & Silveira, A. (2001) Gerenciamento da drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 7(1): 5–27. https://doi.org/10.21168/rbrh.v7n1.p5-27

Vilas Boas, A.H. & Camargo, F.V. (2017) Avaliação rápida da qualidade da água utilizando invertebrados bentônicos, através dos índices bióticos BMWP' e ASPT no Ribeirão São Bernardo, Piranguçu, sul de Minas Gerais. *CES Revista* 1(1): 7–25.

Vitousek, P.M. (1990) Biological invasions and ecosystem processes: towards integration of population biology and ecosystem studies. *Oikos* 57: 7–13. https://doi.org/10.2307/3565731

Wentworth, C.K. (1922) A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal Geology* 30: 377–392.

Whitfield, J. (2001) Vital signs. *Nature* 411(6841): 989–990. http://doi.org/10.1038/35082694

Yu, D., Shi, P., Liu, Y., Xun, B. (2013) Detecting land use-water quality relationships from the viewpoint of ecological restoration in an urban area. *Ecological Engineering* 53: 205–216. http://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.045

Recebido em 01/07/2021
Aceito em 07/01/2022
Publicado em 07/02/2022

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.