



35^o
Bonito - MS

ANAIS do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

MARTINS, V.M.; FERREIRA, R.L. Fatores ambientais que estruturam a assembleia de insetos aquáticos em um rio cárstico neotropical. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.655-661. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_655-661.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

FATORES AMBIENTAIS QUE ESTRUTURAM A ASSEMBLEIA DE INSETOS AQUÁTICOS EM UM RIO CÁRSTICO NEOTROPICAL

ENVIRONMENTAL FACTORS STRUCTURING THE ASSEMBLY OF AQUATIC INSECTS IN A NEOTROPICAL KARSTIC RIVER

Vanessa Mendes MARTINS; Rodrigo Lopes FERREIRA

Centro de Estudos em Biologia Subterrânea, Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.

Contatos: vanessa.belbelita@gmail.com.

Resumo

Embora sistemas cavernícolas sejam excelentes modelos para estudos ecológicos devido à sua estabilidade ambiental e presença de comunidades simplificadas, ainda é incipiente o conhecimento sobre como as comunidades subterrâneas são estruturadas em rios com trechos hipógeos. Portanto, o presente estudo objetivou identificar quais variáveis estruturam a assembleia de insetos aquáticos no ambiente subterrâneo, além de identificar se a assembleia hipógea estrutura-se da mesma forma que a do epígeo. Também buscamos identificar se as restrições ambientais causadas pelo habitat subterrâneo causam redução na riqueza e abundância das espécies. Para tal, amostramos um trecho de 345m do rio Pai João, no Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros-MG, utilizando a rede surber para coleta de insetos aquáticos em ambiente epígeo e hipógeo. Os resultados do presente estudo demonstraram haver relação positiva da riqueza com as variáveis: porcentagem de imersão, substrato fino, matéria orgânica e de relação negativa com a condutividade. Verificamos também a diferença entre os ambientes epígeo e hipógeo quanto à diversidade e composição. As variáveis que melhor explicaram a estrutura da assembleia incluíram o ambiente, a porcentagem de substrato grosso e fino. Diante das diferenças entre epígeo e hipógeo ressaltamos a necessidade de que ações de manejo em regiões cársticas levem em consideração a descontinuidade da comunidade dos rios destas regiões, a fim de conservar todos os componentes da diversidade.

Palavras chaves: habitat físico; caverna; epígeo; macroinvertebrados bentônicos.

Abstract

Although cave systems are excellent models for ecological studies due to their environmental stability and the presence of simplified communities, knowledge about how the subterranean communities are structured in rivers with hypogean stretches is still incipient. Therefore, this study aimed to identify which variables structure the aquatic insect's assembly in the subterranean environment, and identify if the epigeal aquatic insect's assembly is structured similarly to the hypogean. We also sought to identify whether environmental restrictions caused by the subterranean cave habitat cause reduction in the species richness and abundance. For that, we sampled a 345m stretch of the Pai João river in the Lapa Grande State Park, Montes Claros, MG, using a Surber net to collect aquatic insects in epigeal and hypogean environment. The results of the present study showed a positive relation of richness with the variables: immersion percentage, fine substrate, organic matter and negative relation with conductivity. We also verified the difference between the epigeal and hypogean environments regarding diversity and composition. The variables that best explained the assembly structure included the environment, the percentage of coarse and fine substrate. In view of the differences between epigeal and hypogean we emphasize the need for management actions in karstic regions to take into account the discontinuity of the community of the rivers of these regions in order to conserve all components of diversity.

Keywords: physical habitat; cave; epigeal; benthic macroinvertebrates.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a estruturação de insetos aquáticos em ambientes cavernícolas ainda é

incipiente, em função da quase inexistência de trabalhos que exploram tal assunto (e.g. Taylor et al., 2012, McNie & Death, 2017, Pellegrini, et al.

2018). Compreender, por exemplo, a estruturação de uma assembleia frente à variação ambiental natural subsidia a tomada de decisões em ações de manejo, bem como possibilita prever alterações na biota frente às mudanças antrópicas.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi verificar a influência da caverna nos parâmetros biológicos, físicos e químicos em um rio cárstico alogênico. Além de identificar se as alterações ambientais impostas pelo trecho subterrâneo causam redução na diversidade, bem como identificar quais variáveis ambientais estruturam os insetos aquáticos no ambiente epígeo e hipógeo.

2.METODOLOGIA

Área de estudo

O rio amostrado compreende um trecho epígeo e um hipógeo do rio Pai João localizado no Parque Estadual da Lapa Grande (PELG) em Montes Claros-MG. O trecho subterrâneo localiza-se na caverna Boqueirão da Nascente (Lat 16.712645 Long: 43.941671), cuja extensão linear é de 620 m e encontra-se à montante em relação ao trecho epígeo (Figura 1A).

A amostragem foi autorizada por meio de licença concedida pelo Governo do Estado de Minas Gerais (número 114/2014) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (número 43593-1).

Coleta de dados

Macroinvertebrados bentônicos

Amostramos, em único evento, um trecho de 345 m do rio Pai João com 23 unidades amostrais, dispostas a cada 15 m. A fim de estudar o gradiente ambiental estabelecemos 11 pontos na região epígea (jusante), 11 na região hipógea (montante) e um na região ecotonal. Cada ponto amostral foi composto por três subamostras, nos quais os espécimes foram coletados com auxílio da rede Surber (250 mm x 250 mm, malha de 250 µm). A amostragem foi realizada no sentido jusante-montante com o cuidado de se coletar em todos os micro-habitats possíveis.

Variáveis físico-químicas e matéria orgânica

As variáveis: oxigênio, condutividade, turbidez, pH e temperatura foram medidas em todos os 23 três pontos amostrais, antes da coleta biológica e do habitat físico, com auxílio da sonda multiparâmetro Horiba U50.

Avaliamos o habitat físico utilizando o protocolo Peck et al. (2006), simplificado para a finalidade do estudo. Em todos os transectos estabelecemos cinco subdivisões equidistantes, transversais ao sentido da corrente, no qual medimos a profundidade e estimamos visualmente o substrato (rocha, concreto, pedregulho, cascalho grosso, cascalho fino, areia, silte, argila, serapilheira, matéria orgânica fina, sedimentada, madeira, raízes, macrófitas e algas) (Figura 1B). Avaliamos a complexidade do habitat por meio da presença e profundidade de margem escavada, bem como pela ocorrência de madeira e depósito de matéria orgânica. Além disso, medimos a largura molhada do transecto e a inclinação da margem.

Para o meio externo medimos a cobertura do dossel, acima do canal, com o densiômetro florestal. No centro de cada transecto realizamos quatro medidas (centro-jusante, centro-montante, centro-direita e centro-esquerda), além de medidas nas margens esquerda e direita (Figura 1C).

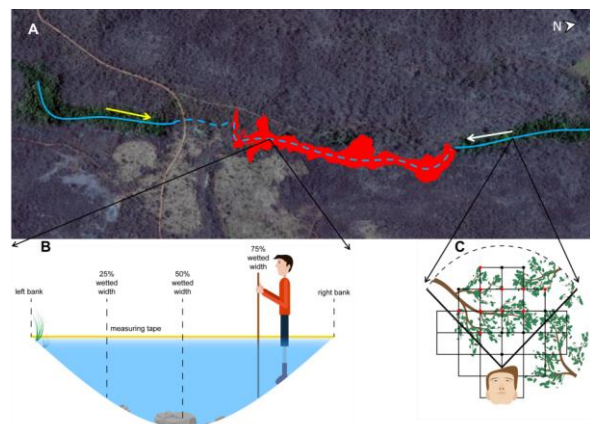


Figura 1: Imagem de satélite da região amostrada e esquemas de coleta de dados físicos no rio Pai João, Parque Estadual da Lapa Grande-MG. A) A linha azul tracejada e contínua ilustra o trecho subterrâneo e epígeo do rio, respectivamente. Em vermelho o mapa da caverna; setas amarela e branca demonstram o sentido da corrente e da coleta, respectivamente. B) Esquema das medidas realizadas para coleta de variáveis físicas em 23 pontos amostrais, de acordo com o protocolo de habitat físico (figura adaptada de Peck et al. 2006). C) Esquema para medidas da cobertura do dossel com auxílio do densiômetro na região epígea.

Análise de dados

A fim de avaliar se as alterações ambientais impostas pelo subterrâneo reduzem a diversidade e se as variáveis diferiram entre os ambientes, realizamos análises de Mann-Witney. Além disso, para verificar relação entre riqueza e as variáveis

ambientais realizamos a análise de Modelo Linear Generalizado (GLM).

Para verificar redução na similaridade, em função da distância do centro da região ecotonal (entrada), realizamos a análise de similaridade utilizando o ponto epígeo e o hipógeo mais distante da entrada da caverna, como pontos de referência. Para ordenar e comparar a composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos entre os ambientes realizamos a análise de n-MDS (Análise multidimensional não métrica). Utilizamos como fator (variável categórica) o ambiente epígeo, hipógeo e ecótone. Para verificar se os grupos formados diferiram significativamente realizamos a análise de ANOSIM (Análise de Similaridade).

Para identificar quais variáveis estruturam insetos aquáticos no epígeo e no hipógeo realizamos, primeiramente, uma análise de correlação para selecionarmos as variáveis com maior poder de explicação. Logo, aquelas que apresentaram mais de 70% de correlação foram eliminadas. Posteriormente, realizamos a análise de componentes principais (PCA) para exclusão de variáveis que apresentaram baixa ou nenhuma correlação com o eixo 1. Por fim, realizamos a análise de DistLM (Modelo baseado em distância linear) para o ambiente epígeo e o hipógeo, excluindo a região de ecótone. Além disso, o DistLM também foi realizado para analisar os ambientes conjuntamente. Utilizamos o método *forward* e critério de seleção de r^2 ajustado, no qual variáveis com maior poder explicativo são adicionadas uma a uma em ordem de importância. A significância é dada a cada inclusão de uma variável (Anderson et al. 2008), o que possibilita a escolha do modelo com maior poder explicativo. Consideramos o nível de erro para todas as análises de 0,05.

3.RESULTADOS

Do total de 1566 indivíduos coletados o ambiente epígeo foi 14 vezes mais abundante do que o hipógeo. Do montante amostrado, 97 gêneros ocorreram no ambiente epígeo, 21 no hipógeo e 5 na entrada. Diptera foi a ordem mais abundante (1163 indivíduos) e rica (49 gêneros), representando 74,3% dos organismos coletados. No ambiente epígeo, a família Chironomidae apresentou um total de 736 indivíduos (46 gêneros) seguida por Ceratopogonidae com 378 indivíduos. No ambiente hipógeo, contudo, a abundância da família Ceratopogonidae e Chironomidae restringiu-se a 40 e 39 indivíduos (14 gêneros), respectivamente.

As seguintes variáveis demonstraram diferenças entre os ambientes epígeo e hipógeo: pH ($MW-U_{(1;22)} = 7.1371$; $p=0.0076$, (8.474 ± 0.30)), condutividade ($MW-U_{(1;22)} = 13.0449$; $p=0.0003$, (0.323 ± 0.006)), porcentagem de cobertura de dossel ($MW-U_{(1;22)} = 18.0679$; $p = 0.00002$, (41.71 ± 42.95)), profundidade média ($MW-U_{(1;22)} = 43.2627$; $p = 0.0709$, (56.31 ± 30.02)), porcentagem de imersão ($MW-U_{(1;22)} = 5.3153$; $p = 0.0211$, (72.27 ± 24.07)), porcentagem de substrato fino ($MW-U_{(1;22)} = 6.0557$; $p = 0.0139$, (33.33 ± 23.09)), porcentagem de substrato grosso ($MW-U_{(1;22)} = 4.3688$; $p = 0.0366$, $(37,33\pm 19.80)$) e matéria orgânica ($MW-U_{(1;22)} = 5.4341$; $p = 0.0197$, (13.85 ± 15.47)).

Dentre essas a porcentagem de imersão ($F=4.85356$, $df=1$, $p<0.038893$), porcentagem de cobertura de dossel ($F= 25.10502$, $df=1$, $p< 0.000058$), matéria orgânica ($F=7.11093$, $df=1$, $p< 0.014437$) e porcentagem de substrato fino ($F=4.9112$, $df=1$, $p< 0.037861$) apresentaram relação positiva com a riqueza de espécies. Contudo, a condutividade ($F=18.19583$, $df=1$, $p<0.000344$) demonstrou relação negativa.

Observamos também diferença na riqueza entre os pontos epígeos e hipógeos, sendo menor no ambiente subterrâneo. A abundância apresentou o mesmo padrão, sendo maior no ambiente epígeo (Figura 2).

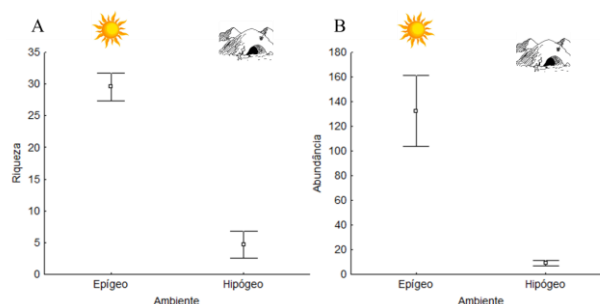


Figura 2: A) Variância da riqueza ($MW-U_{(1;22)} = 158183$; $p = 0.00007$, $(17,04545\pm 14,75991)$) e B) variância da abundância ($MW-U_{(1;22)} = 158183$; $p = 0.00007$, $(70,81818 \pm 91,82366)$) entre os ambientes epígeo e hipógeo. □ Média, — Média± Erro padrão.

Houve uma redução dos valores de similaridade, entre os pontos amostrais, em relação ao ponto mais distante da entrada. Assim, quanto mais à montante menores foram esses valores, culminando numa total dissimilaridade (valor igual a zero) no ponto mais interno do hipógeo (Figura 3). Todos os pontos do hipógeo demonstraram total dissimilaridade em relação ao ponto da entrada. Baseado na matriz de similaridade a composição de

espécies entre os ambientes epígeo, hipógeo e ecotonal, indicou diferenças entre os ambientes ANOSIM ($R=0.746$, $p=0,001$).

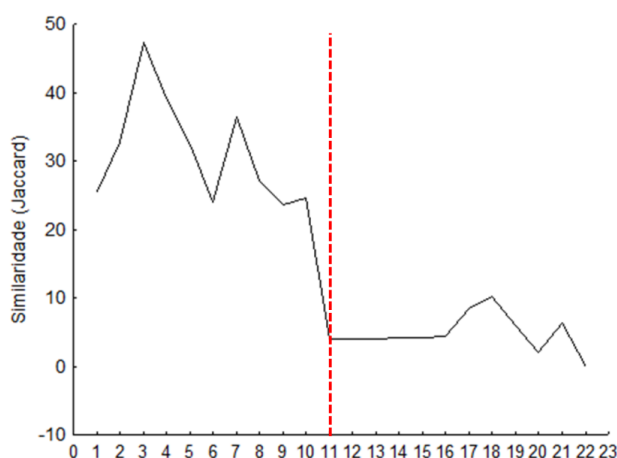


Figura 3: Similaridade dos pontos epígeos e hipógeos em relação ao transecto mais externo do epígeo (sentido: jusante-montante). A linha tracejada representa a entrada da caverna.

As variáveis não foram capazes de explicar a estruturação da assembleia no ambiente epígeo e hipógeo quando analisadas separadamente. Contudo, quando a análise foi realizada conjuntamente para ambos ambientes, as variáveis: ambiente, porcentagem de substrato fino e substrato grosso explicaram 23,3% da estrutura da assembleia (Tab. 1).

Tabela 1: Variáveis que melhor explicam a composição de insetos aquáticos para o ambiente epígeo e hipógeo conjuntamente.

Variável	R ² Ajustado	Pseudo-F	P
Ambiente	7,03E-2	2,6635	0,001
+% substrato grosso	9,0838E-2	1,4744	0,016
+% substrato fino	0,11179	1,4717	0,018

4.DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho demonstraram que embora o rio seja um contínuo, o trecho subterrâneo, quando comparado ao trecho epígeo, apresenta características químicas, físicas e biológicas distintas. As modificações nos parâmetros analisados se dão em função das características hidrológicas, geológicas e pela ausência de luz que impossibilita a produtividade primária. Diante disso, os organismos aquáticos respondem a essa brusca alteração ambiental através

da modificação na composição e riqueza e abundância das espécies de insetos bentônicos.

Relação das variáveis ambientais com a diversidade

Os padrões de riqueza, distribuição e abundância de organismos aquáticos correlacionam-se e são fortemente afetados pela cobertura de dossel (Binckley & Resetarits Jr., 2007, Dolný et al., 2012) e, conseqüentemente, pela quantidade de matéria orgânica. Por exemplo, a falta de vegetação ripária no ambiente subterrâneo reduz o aporte de recursos tróficos, o que por sua vez afeta a produtividade do ambiente, resultando em uma menor abundância de organismos.

Características do leito também influenciaram a riqueza, por meio da relação positiva dessa com a imersão e a porcentagem de substrato fino. Contudo, isso contradiz inúmeros trabalhos que afirmam que a sedimentação afeta negativamente a diversidade de invertebrados aquáticos (e.g. Henley et al., 2000; Allan, 2004; Rabení et al., 2005; Connolly et al., 2016). Entretanto, segundo Rabení e colaboradores (2005), invertebrados bentônicos podem tolerar a sedimentação desde que ela não afete sua fonte de alimento ou método de aquisição de recursos. Cabe ressaltar que a maior sedimentação no ambiente externo deve-se às condições hidrológicas e não a impactos. Em períodos de chuva, os pulsos de inundação no ambiente subterrâneo removem grande parte do sedimento fino e da matéria orgânica acumulada no leito do rio. Todavia, no meio epígeo os pulsos de inundação são menos intensos, uma vez que água extravasa para a área de inundação. A vegetação ripária por sua vez, supre constantemente de matéria orgânica os ambientes epígeos, além de exercer grande influência nas comunidades aquáticas através de alterações do habitat e mudanças físicas e químicas da água (Souza et al., 2012).

Entre as variáveis químicas avaliadas, somente a condutividade demonstrou relação negativa com a riqueza. Essa variável reflete a quantidade de sais no ambiente aquático (íons inorgânicos tais como cálcio, sódio e magnésio) (Payakka & Prommi, 2015). Diferenças na composição e proporção de íons levam a alterações na diversidade e na distribuição de organismos no ambiente (Tundisi & Tundisi, 2008). O aumento da condutividade gera um custo de ajuste homeostático sendo, portanto, negativo para os organismos (Herbst, 2001).

A diferença na riqueza e na abundância, entre os ambientes, demonstra que o meio hipógeo é mais restritivo, portanto, limita a ocorrência de inúmeras espécies e reduz a abundância daquelas que conseguem tolerar as pressões ambientais. A redução da diversidade no ambiente subterrâneo ocorre, muito provavelmente, em função da diminuição da disponibilidade de alimento (Death, 1989), uma vez que o ambiente hipógeo apresentou menos matéria orgânica (Figura 2). Essa observação é corroborada pela relação entre a riqueza e matéria orgânica, demonstrada pela análise de GLM.

Similaridade entre ambientes

A redução abrupta da similaridade entre pontos epígeos e hipógeos à medida que se afasta da entrada de uma caverna também foi observada por Prous et al. (2015) para fauna terrestre. A redução da similaridade se dá em função das alterações também abruptas das variáveis ambientais, modificações essas que tornam o ambiente extremamente restritivo para a maioria das espécies que existem nos ambientes epígeos.

De acordo com Prous et al. (2004), o limite de um ecótono entre sistemas epígeos e hipógeos é aquele em que a similaridade entre pares de pontos equidistantes passam a corresponder a 0. Apesar da mudança abrupta entre os ambientes percebe-se que essa alteração não foi suficiente para modificar completamente a composição de insetos aquáticos. Logo, isso demonstra que todo o trecho amostrado no presente estudo faz parte do ecótono entre os sistemas subterrâneo e epígeo. Trajano e Andrade (2005), afirmam que ecótonos são áreas de maior diversidade, pois apresentam espécies dos ambientes adjacentes e espécies exclusivas. Contudo, Hansen et al. (1988) sugerem que é possível encontrar menor diversidade em ecótonos que sofram distúrbios constantes. Sendo assim, as características hidrogeológicas do ambiente cavernícola, diante de um evento chuvoso, conferem aumento do volume de água e, possivelmente, resultam em um enorme distúrbio para a assembleia.

A entrada da caverna encontra-se na interseção entre os ambientes e, embora tenha apresentado similaridade com o epígeo, apresentou-se totalmente dissimilar em relação aos transectos hipógeos. Desta forma, é provável que os organismos que a colonizam percebem essa região como um ambiente totalmente distinto do subterrâneo.

Variáveis ambientais e composição da assembleia

O ambiente (epígeo e hipógeo) foi uma das variáveis que explicaram a composição de insetos, visto que dentre os inúmeros aspectos mensurados a maior parte delas demonstraram diferenças entre os ambientes. Diante disso, o subterrâneo impõe inúmeras restrições às espécies que nele adentram, logo, ele funciona como um filtro de espécies do *pool* regional.

A porcentagem de substrato fino e grosso reflete a heterogeneidade de habitat, que além de permitir que mais espécies coexistam, confere às comunidades maior resistência a distúrbios (Schneck et al. 2013). A composição da assembleia demonstrou relação com a porcentagem de substrato fino, cuja ocorrência foi maior no ambiente epígeo. A deposição de substrato fino ocorre somente em locais com baixa velocidade de correnteza (Wood, 1997). Sendo que essa, além de possibilitar a deposição de substrato fino, também possibilita o maior acúmulo de matéria orgânica, que está altamente relacionada à riqueza e abundância de invertebrados aquáticos (Arimoro & Ikomi, 2009).

Assim sendo, como observado pelo presente estudo, a composição de insetos aquáticos é influenciada por múltiplas variáveis, que se alteram de acordo com características locais, regionais e climáticas (Heino, 2007). A composição distinta e a menor diversidade do ambiente hipógeo em relação ao epígeo demonstram que a caverna age como uma barreira à colonização e, principalmente, ao estabelecimento de várias espécies (Death, 1989).

Em suma, os resultados do presente estudo demonstram que os insetos aquáticos foram prioritariamente influenciados por variáveis do habitat físico, embora variáveis químicas também modelem a composição e diversidade da assembleia. Com base nesses resultados, ressalta-se que o manejo em paisagens cársticas deve, necessariamente, considerar as peculiaridades do ambiente subterrâneo e, portanto, traçar medidas adequadas para manter a integridade biótica destes ambientes únicos.

5. AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do CEBS que contribuíram em campo e em laboratório para realização deste trabalho, especialmente ao Gilson Argolo pelo auxílio na triagem. A Ana Clara Viana pela elaboração da figura esquemática da metodologia. Aos funcionários do Parque Estadual da Lapa Grande por ter viabilizado a estadia da equipe no

alojamento. VMM é grata à Vale pela bolsa concedida. RLF é grato ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq bolsa no. 304682/2014-4).

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J.D. Landscapes and riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems, Annual Review of Ecology, **Evolution and Systematics**, v. 35, p.257–84, 2004.
- ARIMORO, F.O., IKOMI, R.B. Ecological integrity of upper Warri River, Niger Delta using aquatic insects as bioindicators. **Ecological indicators**, v. 9, p. 455 – 461, 2009.
- CONNOLLY, N.M., PEARSON, R.G., AND PEARSON, B.A. Riparian vegetation and sediment gradients determine invertebrate diversity in streams draining an agricultural landscape, Agriculture, **Ecosystems and Environment**, v. 221, p. 163–173, 2016.
- DEATH, R.G. **Drift distance, periodicity and frequency of benthic invertebrates in a cave stream**, Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, v. 23, p.1446-1450, 1988.
- DEATH, R.G. The effect of a cave on benthic invertebrate communities in a South Island stream, **New Zealand Natural Sciences**, v. 16, p.67-78, 1989.
- DOLNÝ, A., HARABIŠ, F., BÁRTA, D., LHOTA, S. AND DROZD, P. Aquatic insects indicate terrestrial habitat degradation: changes in taxonomical structure and functional diversity of dragonflies in tropical rainforest of East Kalimantan, **Tropical Zoology**, v.25, no.3, p. 141-157, 2012.
- FERRINGTON, L.C, J. Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater, **Hydrobiologia**,v.595, p.447–455, 2008.
- FORD, D. & WILLIAMS, P. **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. England: John Wiley & SONS, 2007. 578p.
- GILLI, E. **Karstology: karsts, caves and springs**. Dunod: Paris, 2011, p.256 .
- HANSEN, A. J., di Castri F., Naiman, R. J. Ecotones: what and why? **Biology International**, v.17, p.9–46, 1988.
- HEINO, J., MYKRA, H., KOTANEN, J., AND MUOTKA, T. Ecological filters and variability in stream macroinvertebrate communities: do taxonomic and functional structure follow the same path? **Ecography**, v. 30, p. 217-230, 2007.
- HENLEY, W.F., PATTERSON, M.A., NEVES, R.J., AND LEMLY, A.D. Effects of sedimentation and turbidity on lotic food webs: a concise review for natural resource managers. **Reviews in Fisheries Science** , v.8, p.:125–39, 2000.
- HERBS, D.B. Gradients of salinity stress, environmental stability and water chemistry as a templet for defining habitat types and physiological strategies in inland salt Waters, **Hydrobiologia**, v.466, p. 209–219, 2001.
- HOLT, R.D. Population dynamics in two-patch environments: some anomalous consequences of an optimal habitat distribution. **Theor. Popul. Biol.** V. 28, p. 181-208, 1985,.
- HYNES, H. B. N. 1975. **The stream and its valley**. Verhandlungen der internationale Vereinigung der theoretische und angewandte Limnologie, v. 19,p.1 – 15, 1975.

- IEF. **Estudo técnico para ampliação dos limites do parque estadual da lapa grande, município de Montes Claros, MG.** Belo Horizonte. p.66, 2014.
- LARSON, K.C., AND WHITHAM, T.G. Manipulation of food resources by a gall-forming aphid: the physiology of sink-source interactions, **Oecologia**, v. 88, p.15-21, 1991.
- MARTÍNEZ, M.I. **Estratigrafia e Tectônica do Grupo Bambuí no Norte do Estado de Minas Gerais** (Mestrado em Geologia). UFMG/Belo Horizonte. p. 122, 2007.
- MCNIE, P. M., & DEATH, R. G. The effect of agriculture on cave-stream invertebrate communities. **Marine and Freshwater Research**, v.68, n. 11, p. 1999-2007, 2017.
- MERRITT, R.W., CUMMINS, K.W., AND BERG, M.B. **An Introduction to the Aquatic Insects of North American.** 4th edition. Kendal: Hunt Publishing Company. p.1158, 2008.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, G., FONSECA, G.A.B., KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities, **Nature**, v. 403, p. 853–858, 2000.
- PECK, D.V., HERLIHY, A.T., HILL, B.H., HUGHES, R.M., KAUFMANN, P.R., KLEMM, D.J., LAZORCHAK, J.M., MCCORMICK, F.H., PETERSON, S.A., RINGOLD, P.L., MAGEE, T., CAPPAERT, M.R. **Western Pilot Study: field operations manual for wadeable streams.** Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency, p. 332, 2006.
- PELLEGRINI, T. G., POMPEU, P. S., & FERREIRA, R. L. Cave benthic invertebrates in south-eastern Brazil: are there ‘key’ factors structuring such communities? **Marine and Freshwater Research**, 2018.
- PINDER, L.C.V. Biology of freshwater Chironomidae. **Annual Review of Entomology**, v.31, p. 1-23, 1986.
- PROMMI, T., AND PAYAKKA, A. Aquatic Insect Biodiversity and Water Quality Parameters of Streams in Northern Thailand, **Sains Malaysiana**, v. 44, no.5, p. 707–717, 2015.
- PROUS, X, FERREIRA R.L., AND PARENTONI, R. Ecotone delimitation: Epigeal–hypogean transition in cave ecosystems, **Austral Ecology**, no 29, p. 374–382, 2004.
- PROUS, X, FERREIRA, R.L., AND JACOBI C.M. The entrance as a complex ecotone in a Neotropical cave. **Journal of Speleology**, v. 44, no2, p. 177-189, 2015.
- PULLIAM, H.R. Sources, sinks and population regulation, **American Naturalist**, v. 132, p.652-661, 1988.
- RABENÍ, C.F., DOISY, K.E., AND ZWEIG, L.D. Stream invertebrate community functional responses to deposited sediment. **Aquatic Sciences**, v. 67, n. 395 – 402, 2005.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado.** In: Cerrado: ecologia e flora. Publisher: Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica, Editors: Sueli Matiko Sano, Semíramis Pedrosa de Almeida, José Felipe Ribeiro, p.151-212, 2008.
- ROMERO, A., 2009, **Cave Biology Life in Darkness.** Cambridge University Press. p.319.
- SANKARPERUMAL, G., AND PANDIAN, T.J. Larval abundance of Chironomus circumdatus in relation to biotic and abiotic factors, **Hydrobiologia**, v. 246, p. 205-212, 1992.
- SCHNECK, F., SCHWARZBOLD, A & MELO, A.S. Substrate roughness affects stream benthic algal diversity, assemblage composition, and nestedness, **Journal of the North American Benthological Society**, v. 30, p.1049–1056, 2013.