

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

MARCELO RODRIGUES FREITAS DE OLIVEIRA

Distribuição e uso do habitat por esponjas de águas continentais em uma
bacia hidrográfica do noroeste paulista

Maringá

2017

MARCELO RODRIGUES FREITAS DE OLIVEIRA

Distribuição e uso do habitat por esponjas de águas continentais em uma
bacia hidrográfica do noroeste paulista

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia das Interações Orgânicas.

Orientador: Prof^a. Dra. Evanilde Benedito

Co-Orientador: Prof^o. Dr. Mauro Parolin

Maringá

2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)**

048d Oliveira, Marcelo Rodrigues Freitas de
Distribuição e uso do habitat por esponjas de
águas continentais em uma bacia hidrográfica do
noroeste paulista / Marcelo Rodrigues Freitas
de Oliveira. -- Maringá, 2017.
82 f. : il. color., figs., tabs.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Evanilde
Benedito. Coorientador: Prof. Dr. Mauro
Parolin.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual
de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Programa
de Pós-Graduação em Biologia Comparada, 2017.

1. Ecologia de Demospongiae. 2. Biogeografia -
Bacia hidrográfica - Baixo rio Tietê. 3.
Biogeografia de esponjas de águas continentais.
4. Bentos de água doce - Ecologia de riachos -
Baixo rio Tietê. 5. Impactos ambientais - Uso do
solo -
Baixo rio Tietê. 6. Esponjas de águas continentais
- São Paulo (estado) - Região noroeste. I.
Benedito, Evanilde, orient. II. Parolin, Mauro,
coorient. III. Universidade Estadual de Maringá.
Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-
Graduação em Biologia Comparada. IV. Título.

CDD 21.ed. 577.6

AMMA-003449

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARCELO RODRIGUES FREITAS DE OLIVEIRA

Distribuição e uso do habitat por esponjas de águas continentais em uma
bacia hidrográfica do noroeste paulista

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia das Interações Orgânicas pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof.^a. Dra. Evanilde Benedito
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dra. Norma Segatti Hahn
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Ulisses dos Santos Pinheiro
Universidade Federal de Pernambuco

Aprovada em: 12 de abril de 2017.

Local de defesa: Auditório do Nupélia, Bloco H90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao sr. Antônio Fernando Pacheco Melhado, um apaixonado por esponjas e que me forneceu apoio integral na concretização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Essa dissertação foi construída graças à ajuda, participação e apoio de muitas pessoas, se hoje concluo mais essa etapa da minha vida, posso dizer que consegui graças aqueles que me fortaleceram ao longo desse percurso, um tanto rápido (dois anos apenas), mas que provocou profundas mudanças em minha maneira de ver e viver a vida. O produto final, a dissertação, e acima de tudo, meu caráter e formação como pesquisador, foi esculpido pelas dificuldades enfrentadas e que foram além de se sentar, ler e escrever, por isso começo agradecendo aos meus pais, Josina Aparecida de Freitas Oliveira e Valdeci Rodrigues de Oliveira, além do meu irmão Gustavo R. F. de Oliveira que deram apoio incondicional, tanto moral quanto financeiro, visto que o primeiro ano de estudos foi realizado sem bolsa. Também agradeço a professora Dra. Sandra Maria de Melo, que na graduação em Ciências Biológicas (Universidade Paulista – UNIP), me despertou a paixão pela ciência e pesquisa, dando-me encaminhamento ao mestrado e oportunizando o primeiro contato com pesquisadores da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O primeiro ano de curso (2015) foi um verdadeiro teste de resistência, sem auxílio de bolsa de estudos e visto a marcante crise e recessão financeira que decaiu sobre o Brasil, conciliei o trabalho como professor (ministrando aulas em Guararapes – SP) e mestrado (UEM – PR), se deslocando semanalmente aproximadamente 700 km e neste sentido, em nome da Sra. Rita Angelotti, Diretora da Associação de Ensino de Guararapes (Colégio ETAPA), agradeço a todos os amigos de trabalho, professores, funcionários e alunos que, em muitos momentos, foram compreensíveis com minha ausência ou mesmo permitindo a flexibilidade de horários, apoiando firmemente a continuidade dos meus estudos. A dificuldade financeira no primeiro ano de estudos impossibilitou o aluguel de um espaço para o pouso nos dias que ocorriam as disciplinas (quarta, quinta e sexta), estar em Maringá durante esses dias só foi possível graças ao acolhimento de vários amigos, alguns que me levaram à sua casa no mesmo dia que nos conhecemos, pernoites semanais essas que, muitas vezes, foram acompanhadas de uma boa refeição, surgindo novas amizades e histórias que guardo carinhosamente, assim, agradeço a Helen Cassia Proença, Louise Cristina Gomes, Danilo Leone Estevam, Cláudia Aparecida Barbosa (amigos da turma 2015 do PGB), Raquel Barel Matos, Henrique Gama Ferreira da Silva, Luis Gustavo e Dr. Fabrício Hiroiuki Oda. Este

ultimo, além de oferecer seu lar, faço um agradecimento especial, pois sempre esteve ao meu lado, auxiliando e contribuindo com sua experiência científica. Ajudando a superar os desafios do primeiro ano de estudos, agradeço também à coordenadora do PGB neste período, a professora Dra. Rosilaine Carrenho, e para todos os momentos, agradeço também a secretária do programa, maravilhosa Maria Estela Afonso, por ter sido paciente e por sempre ter prestado um atendimento com extremo alto-astral. Superado o primeiro ano, e cumpridos os créditos, novos desafios iniciaram com o segundo ano (2016), os exaustivos trabalhos de campo e no laboratório. Nesta etapa, inicio agradecendo o apoio recebido de todos os amigos e parceiros do Laboratório de Ecologia Energética, em especial a técnica do laboratório, um verdadeiro anjo chamado Érica Ikedo, e que auxiliou dos trabalhos no laboratório até ajuda na aquisição de móveis para a república nova. Neste segundo ano pude dedicar-se integralmente ao mestrado graças ao auxílio financeiro (bolsa de mestrado) oferecida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a quem agradeço imensamente. Aos amigos de república (Sobradinho), Aline Maria, Mariana Petean e o casal Marlon Xavier e João Paulo Garcia, agradeço pela amizade, apoio e confiança. Agradeço (além de dedicar essa dissertação) o amigo Antônio Fernando Pacheco Melhado, responsável por me fazer apaixonar-se pelo estudo das esponjas de águas continentais, ele ainda deu todo o suporte para os trabalhos de campo entre algumas etapas laboratoriais. Ainda quanto às ajudas no trabalho de campo, agradeço aos amigos Nisley Rossigali, Higor Alves Felix, Marcia Pereira e Josue Soares, este ultimo em especial, por ter auxiliado em praticamente todas as campanhas. Agradeço aos proprietários que autorizaram o acesso a suas propriedades e assim, execução deste trabalho, especialmente o sr. Gilson Katayama e Marcelo Melo, este ultimo agradeço também pela amizade e impagáveis orientações para a vida. Pela amizade e conversas para o despertar, agradeço à Marcia Gonçalves Santos . Agradeço ainda toda a equipe do Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUPELIA), em especial a Sue Ellen Gomes e Nathalia Lopes do Laboratório de Limnologia Básica que auxiliaram nas análises de nitrogênio e fosforo total. Agradeço ao sr. Jaime Luis Lopes Pereira pela elaboração dos mapas nos capítulos 1 e 2. Um agradecimento muito especial ao Prof^o Dr. Mauro Parolin pela co-orientação e também por ter disponibilizado as instalações do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (LEPAFE/Universidade Estadual do Paraná/Campo Mourão). Em nome das amigas Mayara dos Reis Monteiro e Giliane Gessica Rasbold, agradeço toda equipe do

LEPAFE pelo auxílio no preparo das lâminas de sedimento, tombamento das amostras em coleção e ajuda em dúvidas taxonômicas, além de terem me acolhido durante a visita à Campo Mourão – PR. Também agradeço a equipe do Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP), em especial a técnica Andressa da Central de Microscopia, pelo auxílio na obtenção das fotomicrografias. Por fim, expresso minha maior gratidão a minha orientadora, Evanilde Benedito que, desde o início, recebeu a “exótica” proposta de investigar esponjas de águas continentais com entusiasmo, e ao longo de todo o percurso do mestrado, me mostrou como superar cada desafio com muito alto astral e perseverança, sobretudo, realizando ótimas sugestões que sabiamente me proporcionaram a capacidade de encontrar meu próprio caminho.

EPÍGRAFE

“As pessoas não são más,
elas só estão perdidas.
Ainda há tempo...”

(Criolo)

Distribuição e uso do habitat por esponjas de águas continentais em uma bacia hidrográfica do noroeste paulista

RESUMO GERAL

A presente dissertação é composta por dois capítulos, estruturados na forma de artigos e que objetivam compreender a distribuição e o uso do habitat por esponjas de águas continentais em uma região Neotropical submetida a diferentes impactos antrópicos. Ambos os trabalhos foram conduzidos na bacia hidrográfica do baixo Rio Tietê, no noroeste do estado de São Paulo. O primeiro trabalho oferece uma descrição detalhada tanto da composição quanto do uso do habitat das esponjas de um pequeno riacho no município de Guararapes. Em três períodos diferentes, realizamos levantamentos sobre as esponjas (espículas e espécimes vivos), tanto em ambientes lóticos como lênticos ao longo do córrego da Onça. Vivas foram registradas *Corvoheteromeyenia australis* e *Radiospongilla amazonensis*. Através da análise de sedimentos, foram registradas espículas de *Metania spinata*, *Dosilia pydanieli*, bem como dos gêneros *Tubella* e *Heteromeyenia*. Em ambientes lênticos, *C. australis* e *R. amazonensis* foram encontradas incrustadas em troncos de árvores, raízes e ramos de macrófitas aquáticas, indicando um uso similar de substrato. Ambientes lóticos indicaram a presença de apenas *C. australis*, incrustada em substrato rochoso. Além disso, para *C. australis* este é o seu primeiro relato no estado de São Paulo. Para uma investigação do ponto de vista ecológico, o segundo trabalho expandiu os levantamentos de esponjas para mais outras duas sub-bacias, onde foram investidos esforços em investigar o tipo de correlação existente entre características funcionais e uso do solo, para isso a dispersão de características funcionais das esponjas foram calculadas e correlacionadas com os percentuais de uso do solo, explorando ambientes lênticos e lóticos em dois períodos distintos. Como suporte, informações ecológicas e limnológicas foram tomadas. Foi assumida como hipótese a existência de correlação negativa para a dispersão dos atributos funcionais de esponjas cuja microbacia habitada tenha predomínio de uso e cobertura do solo por cana, pasto e cultura anual e, correlação positiva esperada apenas para o uso por vegetação nativa. Os resultados obtidos invalidaram as hipóteses propostas, sendo sugeridas explicações alicerçadas em dados locais, e que se mostraram de relevante valor para explicar a distribuição de esponjas de águas continentais nos ambientes investigados.

Este segundo estudo sugere novos trabalhos que investiguem as características funcionais em esponjas dulceaquícolas, assim como a necessidade de desenvolver um banco de dados com essas características, a fim de agregar informações ecológicas que promovam ações de conservação desta fauna.

Palavras-chave: Demospongiae, ecologia de populações, biogeografia, bentos, impactos ambientais.

Distribution and habitat use by freshwater sponges in a river basin of the northwest State of São Paulo

ABSTRACT

The present dissertation is composed of two chapters, structured in the form of articles and that aim to understand the distribution and the use of the habitat by freshwater sponges in a Neotropical region submitted to different anthropic impacts. Both works were conducted in the basin of the lower Tietê River, in the northwest of the state of São Paulo. The first work gives a detailed description of both the composition and the habitat use of the sponges of a small stream in the municipality of Guararapes. In three different periods, we performed surveys on sponges (spicules and live specimens), both in lotic and lentic environments along the Onça stream. *Corvoheteromeyenia australis* and *Radiospongilla amazonensis* were recorded. Through the analysis of sediments, spindles of *Metania spinata*, *Dosilia pydanieli*, as well as of the genera *Tubella* and *Heteromeyenia* were recorded. In lentic environments, *C. australis* and *R. amazonensis* were found embedded in tree trunks, roots and branches of aquatic macrophytes, indicating a similar use of substrate. Lotic environments indicated the presence of only *C. australis*, embedded in rocky substratum. In addition, this record of *C. australis* presented here is its first report in the state of São Paulo. For an ecologically-based investigation, the second paper expanded the sponge surveys to two other sub-basins, where efforts were made to investigate the type of correlation between functional characteristics and soil-use data, for which dispersion Of functional characteristics of the sponges was calculated and correlated with the percentages of soil use, exploring lentic and lotic environments in two distinct periods. As support, ecological and limnological information was taken. It was hypothesized that there is a negative correlation for the dispersion of the functional attributes of sponges whose inhabited microbasin has a predominance of soil use and cover by cane, pasture and annual crop, and a positive correlation expected only for use by native vegetation. The results obtained invalidated the hypothesis proposed, explanations based on local data are suggested as more importance and determinants to explain the distribution of freshwater sponges through an anthropic landscape. The present study suggests new works that try the use of alternative functional characteristics, as well as to explore more adequate

statistical analyzes in order to aggregate ecological information that promote conservation actions for sponges of Fresh water.

Keywords: Demospongiae, population ecology, biogeography, benthos, environmental impacts

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. REFERÊNCIAS	17
ARTIGO 1	20
1. INTRODUCTION	22
2. MATERIAL AND METHODS	23
3. RESULTS	27
4. DISCUSSION	36
5. ACKNOWLEDGMENTS	37
6. REFERENCES	37
ANEXO 1	42
ARTIGO 2	47
1. INTRODUÇÃO	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1. DADOS DE USO DO SOLO	54
2.2. LEVANTAMENTO DE ESPONJAS VIVAS OU ESPICULAS	57
2.3. ANÁLISE DE DADOS	58
3. RESULTADOS	59
4. DISCUSSÃO	67
5. AGRADECIMENTOS	68
6. REFERÊNCIAS	69
7. MATERIAL SUPLEMENTAR	75
7.1 APÊNDICES	75
ANEXO 2	79

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os primeiros estudos e levantamentos de fauna espongiológica para o estado de São Paulo reportam ao final do século XIX quando Weltner (1895) registrou *Eunapius fragilis* (como *Spongilla fragilis*). No mesmo ano Traxler (1895) registrou para o Estado de São Paulo mais três espécies, *Metania spinata* (como *Tubella spinata*), *Dosilia pydaniele* (como *Meyenia plumosa* var. *palmieri*) e *Corvospongilla thumi* (como *Tubella thumi*).

Até aquele momento, apenas pesquisadores estrangeiros atuaram nesta área de pesquisa no Brasil, o que resultou em poucos trabalhos conduzidos com as esponjas de águas continentais brasileiras ao final do século XIX. Já na primeira metade do século XX foram realizados os primeiros trabalhos conduzidos por pesquisadores brasileiros, Carvalho (1942) registrou *Radiospongilla amazonensis* (como *Ephydatia crateriformis*) para Ribeira do Iguape, litoral de São Paulo.

Em 1992, Volkmer-Ribeiro relatou pela primeira vez a espécie *Tubella variabilis* (Bonetto e Ezcurra de Drago, 1973) como *Trochospongilla variabilis*, o material analisado na ocasião foi originário da Fazenda São Geraldo, município de Porto Ferreira, Estado de São Paulo, relatando também a ocorrência de outras espécies já citadas anteriormente (Volkmer-Ribeiro, 1992).

Após quase dez anos da última espécie registrada, Pinheiro et al. (2003) forneceu o registro de mais três novas espécies para o Estado de São Paulo: *Oncosclera navicella* (Carter, 1881), *Uruguayia corallioides* (Bowerbank, 1863) e *Corvospongilla sekti* (Bonetto e Ezcurra de Drago, 1966). As três espécies foram coletadas na foz do Rio Tietê, próximo ao município de Itapura. O mesmo autor registrou ainda *Sterrastrolepis brasiliensis* Volkmer-Ribeiro & De Rosa Barbosa, 1978, para o rio Paranapanema, município de Palmital (Pinheiro, 2007).

Fusari et al. (2008) ao investigar a fauna de quironomídeos associados a esponjas de águas continentais nas localidades de Itapura e Jupiá, registrou *Drulia uruguayensis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1969, e *Tubella repens* Hinde, 1888.

Custódio & Hadju (2011) forneceram um *checklist* de Porifera para o Estado de São Paulo, com comentários a respeito de lacunas no conhecimento e perspectivas dos estudos envolvendo esponjas de águas continentais nos próximos 10 anos.

Por fim, recentemente Pinheiro et al. (2015) registraram uma nova espécie para o estado com base em material encontrado em um aquário, sendo que a nova espécie descrita, *Heteromeyenia barlettai*, ainda não possui informações de sua distribuição na natureza ou informações ecológicas.

A escassez de informações sobre esponjas de águas continentais para o estado contrasta com informações geológicas. Estudos identificaram uma concentração de formações de espongilitos, principalmente na região do município de Araçatuba (Cabral Junior et al. 2001), porém investigações da composição de espécies, vivas ou espículas do sedimento, nunca foram desenvolvidas. Neste contexto, o primeiro artigo desta dissertação oferece uma descrição detalhada, tanto da composição quanto do uso de habitat das esponjas de um pequeno riacho na referida região, com o primeiro registro de *Corvoheteromeyenia australis* (Bonetto & Ezcurra de Drago, 1966) no estado.

Já o segundo trabalho explorou um campo de investigação ecológica, utilizando características funcionais de esponjas de águas continentais. Características funcionais são propriedades mensuráveis dos organismos e compreendem aquelas propriedades que influenciam fortemente o seu desempenho no ambiente (McGill et al., 2006; Podgaiski et al., 2011). Tendo em vista que o nicho ecológico é a combinação das condições e recursos que permitem às espécies (e indivíduos) existir, crescer e reproduzir, os atributos funcionais serão as características dos organismos que refletem suas respostas ao ambiente, fazendo uma ligação com sua atividade e função (Hutchinson, 1957).

A utilização dessa abordagem para invertebrados aquáticos é relativamente recente (Poff et al., 2006; Vieira et al., 2006) e incipiente para esponjas de águas continentais, mesmo estes organismos apresentando características funcionais relevantes como, variação nos valores de biomassa (Melão & Rocha, 1999), presença de algas associadas (Melão & Rocha, 1997), posição ou ângulo da esponja no substrato (Lauer et al., 2001) e a presença de gêmulas (Manconi & Pronzato, 2016).

Neste contexto, o segundo artigo além de identificar as variáveis limnológicas relacionadas com a distribuição das espécies, também buscou correlacionar a diversidade de características funcionais das esponjas de águas continentais com os diferentes percentuais de usos do solo nas microbacias onde estes organismos ocorreram. Supondo que o predomínio de uso do solo por atividades antrópicas provoca alterações em parâmetros limnológicos, como o aumento nos valores de turbidez, tomou-se como hipótese a existência de correlação negativa para a dispersão dos

atributos funcionais de esponjas cuja microbacia habitada tenha predomínio de uso e cobertura do solo por cana, pasto e cultura anual. Em uma hipótese alternativa, são esperadas correlações significativas e positivas entre a dispersão das características funcionais e as porcentagens de uso das microbacias por vegetação nativa.

2. REFERÊNCIAS

BONETTO, A.A.; EZCURRA DE DRAGO, I. El genero *Drulia* en el Rio Uruguayi (Porifera, Spongilidae) . **Physis**. v. 28, n. 76, p. 211-216, 1969.

BONETTO, A.A.; EZCURRA DE DRAGO, I. Nuevos aportes al conocimiento de las esponjas argentinas. **Physis**. v. 26, n. 71, p. 129-140, 1966.

BOWERBANK, J.S. A Monograph of the Spongillidae. **Proceedings of the Zoological Society of London**. p. 440-472, 1863.

CABRAL, J. M.; MOTTA, J.F.M.; MELLO, I.S.C.; TANNO, L.C.; SINTONI, A.; SALVADOR, E.D.; CHIEREGATTI, L.A. Recursos minerais do Fanerozóico no estado de São Paulo. **Geociências**. n. 20, p. 105-150, 2001.

CARTER, H.J. History and Classification of the known Species of *Spongilla*. **Annals and Magazine of Natural History**. v. 7, n. 38, p. 77-107, 1881.

CARVALHO, J. P. Ocorrência de *Ephydatia crateriformis* (Potts) na América do Sul. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**. São Paulo. n. 6, p. 267-269, 1942.

CUSTÓDIO, M.R., HADJU, E. *Checklist* dos Porifera do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**. n. 11, p. 424-444, 2011.

FUSARI, L.M., ROQUE, F.O. & HAMADA, N. Sponge-dwelling chironomids in the upper Paraná river (Brazil): little known but potentially threatened species. **Neotropical Entomol.** v. 37, n. 5, p. 522-527, 2008.

HINDE, G.J.. On some new Species of Uruguaya, Carter, with Remarks on the Genus. **Annals and Magazine of Natural History**. v. 6, n. 7, p. 1-12, 1888.

HUTCHINSON, G.E. Concluding remarks. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**. n. 22, p. 415-427, 1957.

LAUER, T. E.; SPACIE, A.; BARNES, D. K. The distribution and habitat preferences of freshwater sponges (Porifera) in four southern Lake Michigan harbors. **American Midland Naturalist**. v. 146, n. 2, p. 243-253, 2001.

MANCONI, R.; PRONZATO, R. How to survive and persist in temporary freshwater? Adaptive traits of sponges (Porifera: Spongillida): A review. **Hydrobiologia**. n. 782, p. 11-22, 2016.

MCGILL, B.J.; ENQUIST, B.J.; WEIHER, E. & WESTOBY, M. Rebuilding community ecology from functional traits. **Trends in Ecology and Evolution**. n. 2, p. 178-185, 2006.

MELÃO, M.G.G. & ROCHA, O. Biomass and productivity of the freshwater sponge *Metania spinata* (Carter, 1881) (Demospongiae: Metaniidae) in a Brazilian reservoir. **Hydrobiologia**. n. 390, p. 1-10, 1999.

MELÃO, M.G.G. & ROCHA, O. Associação simbiótica de *Metania spinata* (Porifera, Metaniidae) com uma *Chlorophyceae*. **Braz. J. Ecol.** n. 1, p. 1-9, 1997.

PINHEIRO, U. S.; HAJDU, E. & CABALLERO, M. E. Três novos registros de esponjas (Porifera, Demospongiae): para águas continentais do Estado de São Paulo. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia**. Rio de Janeiro, n. 498, p. 1-14, 2003.

PINHEIRO, U.S. **Contribuições à taxonomia e biogeografia das esponjas de águas continentais brasileiras**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

PINHEIRO, U.; CALHEIRA, L.; HAJDU, E.. A new species of freshwater sponge, *Heteromeyenia barlettai* sp. nov. from an aquarium in São Paulo, Brazil (Spongillida: Spongillidae). **Zootaxa**. n. 4034, v. 2, p. 351-63, 2015.

PODGAISKI, L. R.; MENDONÇA JR, M. S.; PILLAR, V.D.. O uso de atributos funcionais de invertebrados terrestres na ecologia: o que, como e por quê. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 4, p. 835-853, 2011.

POFF, N.L.; OLDEN, J.D.; VIEIRA, N.K.M.; FINN, D.S.; SIMMONS, M.P.; KONDRATIEFF, B.C. Functional trait niches of North American lotic insects: trait-based ecological applications in light of phylogenetic relationships. *Journal of the North American Benthological Society*, n. 25, p. 730-755, 2006.

TRAXLER, L. Spikules von Subwasserschwammen aus Brasilien. **Foldtani Kozlony**. Colônia, n. 25, p. 62-64, 1895.

VIEIRA, N.K.M.; POFF, N.L.; CARLISLE, D.M.; MOULTON, S.R.; KOSKI, M.L.; KONDRATIEFF, B.C. A database of lotic invertebrate traits for North America. U.S. Geological Survey Data Series 187, **US Department of the Interior**, Reston, Virginia. 15p., 2006.

VOLKMER-RIBEIRO, C .; DE ROSA BARBOSA, R. Um novo gênero e espécies de esponjas neotropicais de água doce. **Iheringia**. Série Zoologia, n. 52, p. 103-107, 1978.

VOLKMER-RIBEIRO, C. The Freshwater Sponges In Some Peat-Bog Ponds In Brazil. **Amazoniana**. Riel, n. 12, v. 2, p. 317-335, 1992.

WELTNER, W. Spongilliden studien III. Katalog und Verbreitung der bekannten Süßwasserschwämme. **Archiv für Naturgeschichte**. n. 61, v. 1, p. 114–144, 1895.

ARTIGO 1

Sponge species composition and habitat use in a small stream within the agricultural landscape in the lower Tietê River basin in southeastern Brazil, with the first record of *Corvoheteromeyenia australis* (Demospongiae: Spongillidae) from São Paulo state

Artigo elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica no periódico *North-Western Journal of Zoology*.

Sponge species composition and habitat use in a small stream within the agricultural landscape in the lower Tietê River basin in southeastern Brazil, with the first record of *Corvoheteromeyenia australis* (Demospongiae: Spongillidae) in São Paulo state

Marcelo Rodrigues Freitas de OLIVEIRA^{1,5}, Antônio Fernando Pacheco MELHADO², Fabrício Hiroiuki ODA^{3,4}, Sandra Maria de MELO⁵, Mauro PAROLIN⁶ & Evanilde BENEDITO¹

1. Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Bloco G-80, Sala 201, Avenida Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brazil.
2. Rua Conselheiro Antonio Prado 134, Birigui, São Paulo, Brazil.
3. Centro Universitário Cesumar, Programa de Pós-Graduação em Promoção da Saúde, Maringá, Paraná, Brazil.
4. Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura, Laboratório de Ictioparasitologia, Maringá, Paraná, Brazil.
5. Universidade Paulista, Núcleo de Ciências da Saúde, Araçatuba, São Paulo, Brazil.
6. Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão, Departamento de Geografia, Campo Mourão, Paraná, Brazil.

Corresponding author: Marcelo Rodrigues Freitas de Oliveira, Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Bloco G-80, Sala 201, Avenida Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brazil. E-mail: m_marcelo_bio@yahoo.com.br

Running title: Sponges from lower Tietê River basin

Abstract

This paper offers a detailed description on both the composition and habitat use of the sponge species of a small stream in an agricultural landscape of the lower Tietê River basin, in the municipality of Guararapes, São Paulo state, southeastern Brazil. Over three different periods, we conducted surveys on the sponges (spicules and live specimens) both in lotic and lentic environments along Onça stream. Through the sediment analysis, we found spicules of *Metania spinata*, *Dosilia pydanieli*, *Corvoheteromeyenia australis*, *Radiospongilla amazonensis*, as well as of the genera *Tubella* and *Heteromeyenia*. In lentic environments, *Corvoheteromeyenia australis* and *R. amazonensis* were found encrusted on tree trunks, roots, and branches of aquatic macrophytes, indicating similar substrate use. Lotic environments indicated the presence of only *C. australis*, encrusted on rocky substrate. Furthermore, this record of *C. australis* here presented is its very first indication in the state of São Paulo.

Key words: freshwater sponges, lentic and lotic environments, Neotropical region, Upper Paraná River basin

1. INTRODUCTION

Sponges are filter feeders, benthic, sessile, and seasonal macroinvertebrates found in marine and freshwater environments (Van Soest et al. 2016). In freshwater ecosystems, the main environmental stressors threatening sponge species include changes in the hydroperiod of water bodies, water contamination with domestic and industrial effluents, and turbidity increase through surface runoff from agricultural and urban areas carrying soil to the inside of water bodies, as well as riparian vegetation loss (Volkmer-Ribeiro & Parolin 2010, Batista et al. 2013). Sponges have a close association with the abiotic characteristics of their habitats and therefore very sensitive to environmental stress (Carballo et al. 1996), which leads to their classification as excellent bioindicators for aquatic environments, and palaeoenvironmental and palaeoclimatic conditions (Machado et al. 2014, 2016).

Despite this important role as bioindicators, the diversity of freshwater sponges is probably still underestimated in Brazil with studies offering poor understanding on their ecological profile and leaving many aspects unexplored or without proper

sampling (Custódio & Hadju 2011, Nicacio & Pinheiro 2015, Kalinovski et al. 2016). Muricy et al. (2011) provides a detailed review on freshwater sponge records in Brazil having reported 11 species in the state of São Paulo: *Radiospongilla amazonensis* Volkmer-Ribeiro & Maciel, 1983; *Metania spinata* Carter, 1881; *Corvomeyenia thumi* Traxler, 1895; *Dosilia pydanieli* Volkmer-Ribeiro, 1992; *Eunapius fragilis* Leidy, 1851; *Oncosclera navicella* Carter, 1881; *Uruguayia corallioides* Bowerbank, 1863; *Corvospongilla seckti* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1966; *Drulia uruguayensis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1969; *Tubella repens* Hinde, 1888 and *Tubella variabilis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1973.

Most of the species records for the state of São Paulo are concentrated in the northwestern region, in Tietê and Paraná Rivers (reservoirs of Jupuíá and Ilha Solteira power plants) at the border of the states of São Paulo and Mato Grosso do Sul (Pinheiro et al. 2003, Roque et al. 2004, 2005, Fusari et al. 2008). Disturbed areas (e.g. *Metania spinata* in a small pond in a pasture area of Brotas, São Paulo state, southeastern Brazil) (Melão & Rocha 1998, 1999, Pinheiro et al. 2003) as well as preserved ones (e.g. *Radiospongilla amazonensis* in a preserved forest in the region of Ribeira do Iguape, São Paulo state, southeastern Brazil) also present some records (Volkmer-Ribeiro 1999). Even so, the state of São Paulo still lacks on proper information regarding freshwater sponges diversity (Custódio & Hadju 2011). This paper offers a detailed description on both the composition and habitat use of the sponge species of a small stream in an agricultural landscape of the lower Tietê River basin, in the municipality of Guararapes, São Paulo state, southeastern Brazil revealing the very first record of *Corvoheteromeyenia australis* (Bonetto & Ezcurra de Drago, 1966) in the state of São Paulo, southeastern Brazil.

2. MATERIAL AND METHODS

The northwestern region of the state of São Paulo has a landscape with small mesophytic semideciduous Atlantic Forest and Cerrado remnants within pastures, as well as diverse cultures, urban areas, and extensive sugar cane plantations (Rodrigues et al. 2008). Another remarkable, yet unfortunate, characteristic of the region is the most severe deforestation rate currently presenting only a four-percent remnant of the original vegetation (SMA/IF 2005). Aw in Köppen's system is the climate type in the

region, a hot, humid tropical climate (Peel et al. 2007) with mean annual temperature of 24°C (minimum average of 13°C, in June, and maximum average of 32°C, in February) and mean annual rainfall of approximately 1300 mm (CEPAGRI 2015).

Onça stream was the location to our sponge surveys; it is a small tributary of Ribeirão Barra Grande – tributary of the left margin of the Tietê River – in the municipality of Guararapes, São Paulo state, southeastern Brazil (Fig. 1). The study site is located in the region of Araçatuba, a concentration zone of spongillite deposits (Cabral Junior et al. 2001). Onça stream is approximately 5 km long with both lotic (rapids) and lentic (five reservoirs and a small backwater) environments along its course and margins presenting both anthropized and preserved riparian forest remnants. We selected ten stretches (50 m long each) to survey both the lotic and lentic environments along Onça stream (Table 1, Fig. 2); whenever the sponge was found, we marked the geographic coordinates in each stretch using GPS Garmin Etrex®.

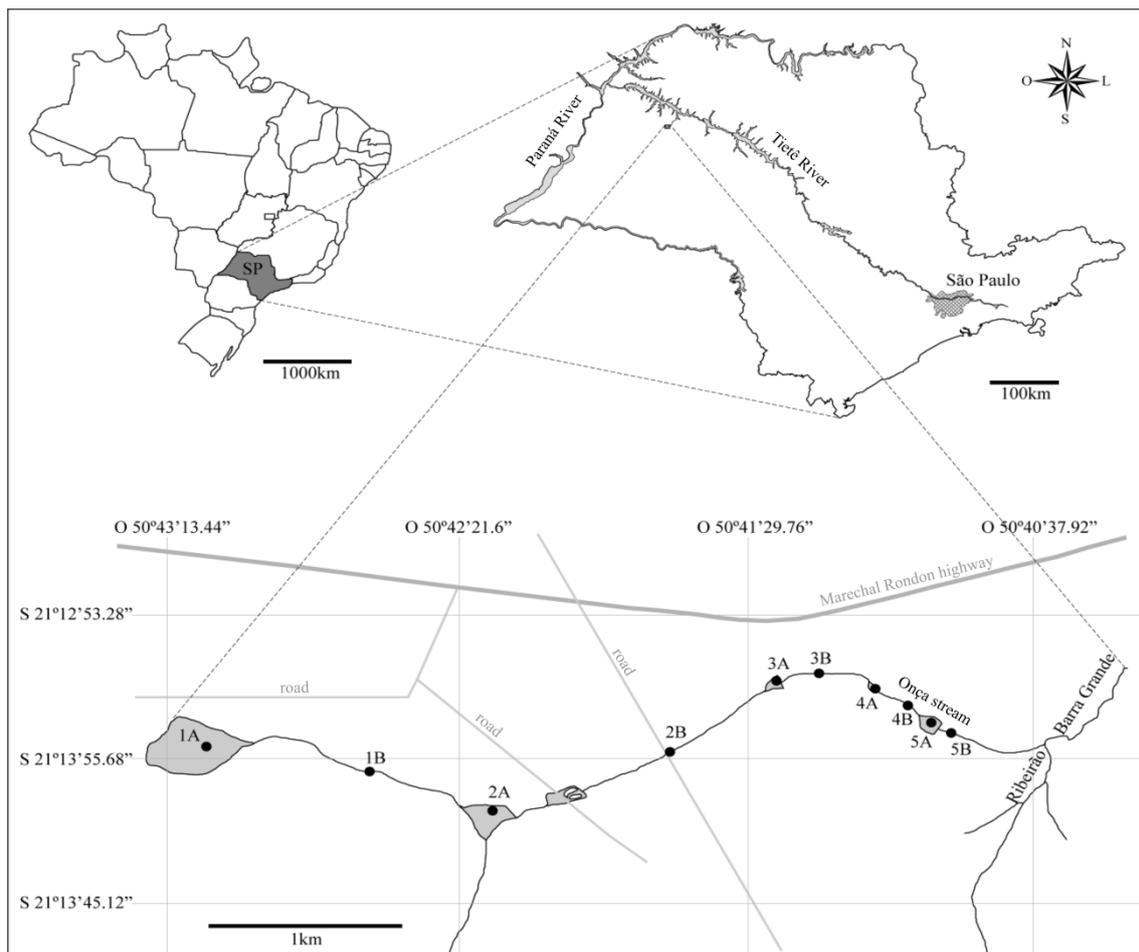


Figure 1 : Map of the study site in the municipality of Guararapes, São Paulo state, southeastern Brazil, presenting the surveyed sites (lentic and lotic environments) along Onça stream. Map: Jaime Luis Lopes Pereira.

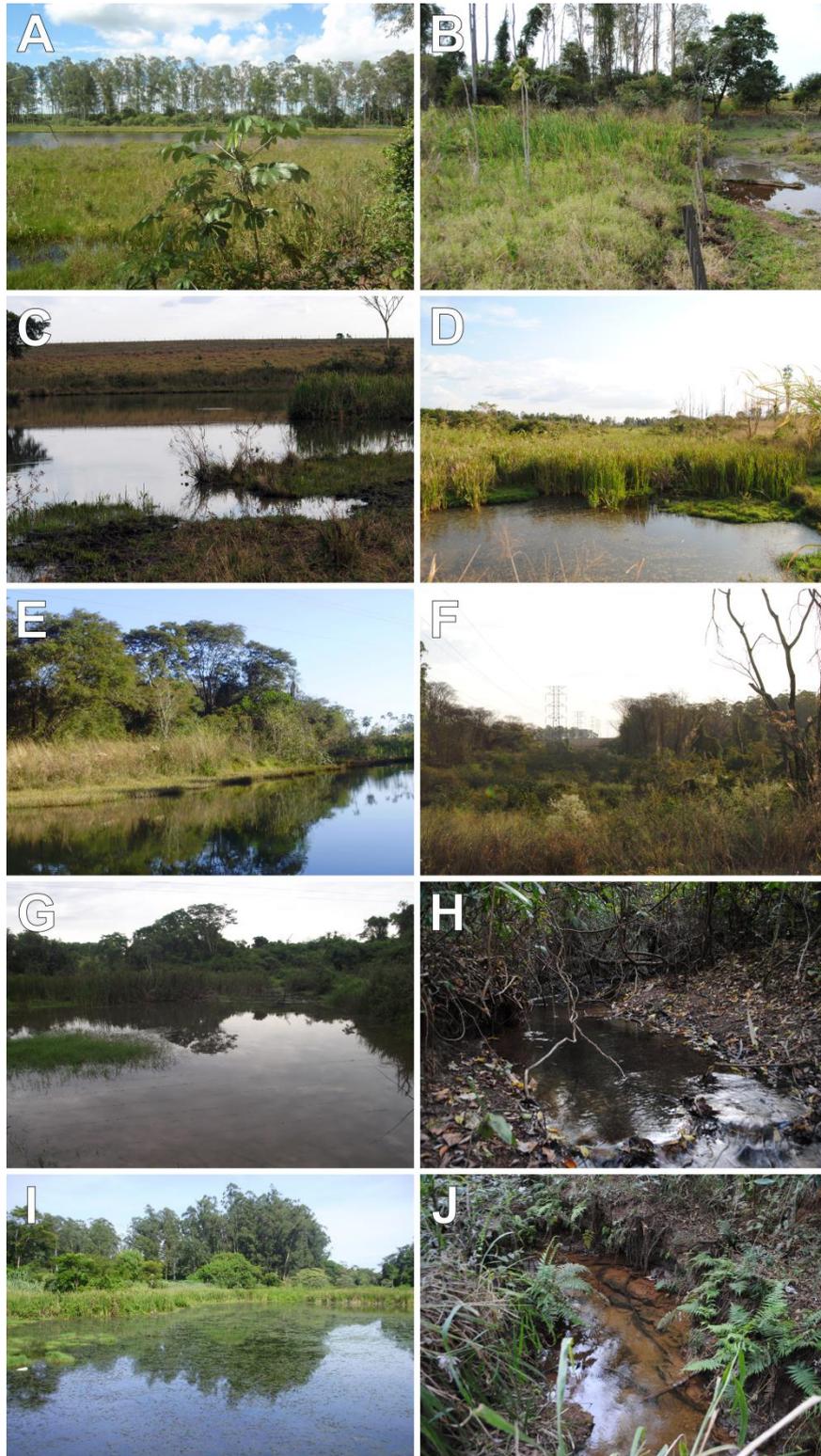


Figure 2: General view of the lentic and lotic environments surveyed in Onça stream, in the municipality of Guararapes, São Paulo state, southeastern Brazil. (A) Lagoa Preta reservoir; (B) Lagoa Preta downstream; (C) Lagoa Alexandão reservoir; (D) Lagoa Alexandão downstream; (E) Lagoa Doce; (F) Lagoa Doce downstream; (G) Lagoa Oncinha; (H) Lagoa Oncinha downstream; (I) Lagoa do Confinamento, (J) Lagoa do Confinamento downstream. Photos by MRFO.

Tabela 1: Main characteristics of the ten environments surveyed along Onça stream, in the municipality of Guararapes, São Paulo state, southeastern Brazil.

Site	Habitat type	Geographic Coordinates	Altitude (m)	Area (m ²)	Depth (m)	Vegetation type	Substrate
Lagoa Preta	Reservoir	21°13'22" S 50°42'37" W	412	20382	2.30	Ec, Tp, Sv, En	Floating macrophytes, twigs
	Downstream	21°13'29" S 50°42'16" W	401	1200	0.30	Tp	Twigs, rocks
Lagoa Alexandão	Reservoir	21°13'19" S 50°41'44" W	393	17630	2.50	Tp, En	Macrophytes, siltite-argilite ground
	Downstream	21°13'06" S 50°41'25" W	385	5690	0.40	Tp, En	Twigs, macrophytes
Lagoa Doce	Reservoir	21°13'04" S 50°41'17" W	376	2800	1.60	Eg, Ec, Tp	Twigs and trunks, macrophytes, siltite-argilite ground
	Downstream	21°13'07" S 50°41'07" W	374	490	0.50	Eg	Twigs, rocks, siltite-argilite ground
Lagoa Oncinha	Reservoir	21°13'10" S 50°41'01" W	371	350	1.00	Eg, Tp	Twigs and trunks, macrophytes and siltite-argilite ground
	Downstream	21°13'13" S 50°40'57" W	368	280	0.40	Eg	Twigs, rocks, siltite-argilite ground
Lagoa do Confinamento	Reservoir	21°13'14" S 50°40'53" W	364	4990	1.50	Eg, Tp	Twigs and trunks, macrophytes, siltite-argilite ground
	Downstream	21°13'22" S 50°42'37" W	358	680	0.40	Eg, Tp	Twigs, rocks, siltite-argilite ground

Note: Ec = *Eichhornia* sp.; Eg = *Egeria* sp.; Sv = *Salvinia* sp.; Tp = *Typha* sp.; En = edge of native forest.

Three survey periods encompassed the fieldworks. The first occurred between April and May 2009 with the collection of stream sediment near (collected in lentic environment) the spillway of the first reservoir to verify sponge spicules presence by using modified Petersen dredge. The samples were subsequently stored in plastic pots and subjected to the following procedures in laboratory: filtration, boiling in 65% nitric acid, washing with distilled water, insertion in permanent blades, fixation, and preservation for further taxonomic identification using an optical microscope.

Preparation, fixation, and mounting of sponge spicules followed the method by Volkmer-Ribeiro (1985).

The second survey occurred between August and September 2010 and the third between August and September 2011, periods when our team searched for living sponges along Onça stream. In shallow stretches (rapids and backwater), we used the visual search method in the stream bed to survey the sponges, whereas in deep stretches (reservoirs), we carried out Scuba diving or Skin. Both the specimens and sediments collected were stored and catalogued in the Porifera collection of Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil (MCN-POR 8664, 8666-8669).

3. RESULTS

The analysis of the collected sediment in Lagoa Preta reservoir revealed spicules of six sponge taxa belonging to six genera: *Metania spinata*, *Dosilia pydanieli* Volkmer-Ribeiro (1992), *Radiospongilla amazonensis*, *Corvoheteromeyenia australis*, *Tubella variabilis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1973, and *Heteromeyenia* (Table 2, Figs. 3-5). *Tubella* and *Heteromeyenia* did not present a complete spicular set, which hampered a more accurate taxonomic identification. *Corvoheteromeyenia australis* and *Radiospongilla amazonensis* live specimens were recorded in Lagoa Preta reservoir, Lagoa Doce reservoir, Lagoa do Confinamento reservoir, and Lagoa do Confinamento downstream (Table 2). Information and comments on live specimens of *R. amazonensis* and *C. australis* are presented below.

Class Demospongiae Sollas, 1885

Family Spongillidae Gray, 1867

Genus *Radiospongilla* Penney & Racek, 1968

Radiospongilla amazonensis Volkmer-Ribeiro & Maciel, 1983 (Fig. 6)

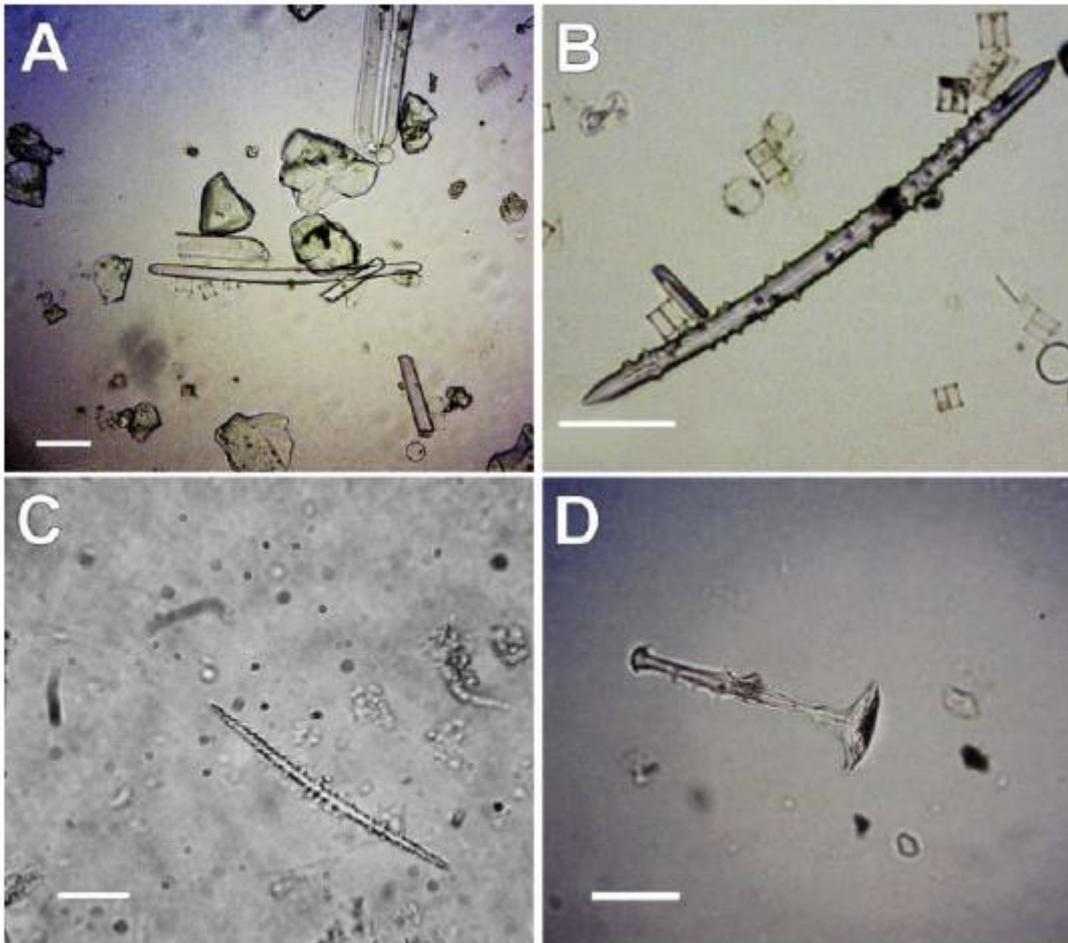


Figure 3: Spicules of *Metania spinata* Carter, 1881. (A) alfa megasclere, bar = 60 μm ; (B) beta megasclere, bar = 45 μm ; (C) acanthoxea microscelere, bar = 15 μm ; (D) boletiform gemmulosclere, bar = 20 μm . Photos: Antonio Fernando Pacheco Melhado.

Remarks

Spicule dimensions of *Radiospongilla amazonensis* live specimens are provided in Table 3. Lagoa Preta reservoir presented more developed sponges with higher amount of gemmules (Fig. 7A, B). Lagoa Doce reservoir indicated the presence of *R. amazonensis* specimens encrusted in a submerged tree trunk (Fig. 7C, D) as well as in *Egeria* sp. branches (Fig. 7E). The green coloration of sponges is a result of their association with algae. This is the first that *R. amazonensis* green specimens are record. Lagoa Preta reservoir also presented other *R. amazonensis* specimens encrusted on the roots of various macrophyte species; Lagoa do Confinamento reservoir, in turn, had the specimens in *Egeria* sp. branches (Fig. 7F). In the early rainy season (November 2009), we observed that the sponges were gradually degenerating with the release of their

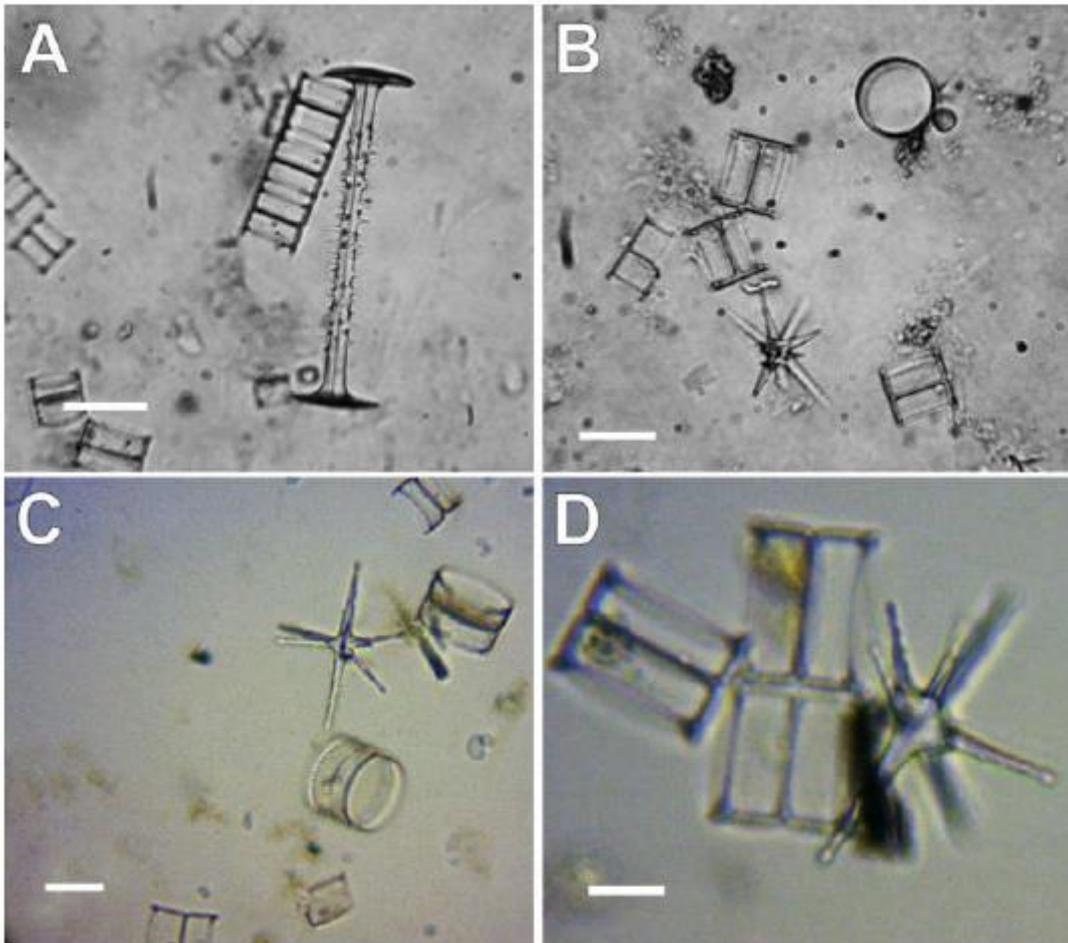


Figure 4: Spicules of *Dosilia pydanieli*: (A) spiny birotuled gemmulosclere, bar = 25 μm ; (B) (C) (D) oxiaster microscleres, bars = 5 μm . Photos: Antonio Fernando Pacheco Melhado

gemmules in the water body. Aquatic invertebrates, such as Chironomidae larvae (Diptera), were associated with *R. amazonensis* specimens from Lagoa Preta reservoir.

Genus *Corvoheteromeyenia* Ezcurra de Drago, 1979

Corvoheteromeyenia australis (Bonetto & Ezcurra de Drago, 1966) (Fig. 8)

Remarks

Spicule dimensions of *Corvoheteromeyenia australis* live specimens are provided in Table 3. In Lagoa do Confinamento downstream, we collected small *C. australis* specimens, encrusted on rocky and in arborescent format (Fig. 9A, B).

Corvoheteromeyenia australis also presented green coloration due to the association with unicellular algae (Fig. 9C). Additionally, we found other small *C. australis* specimens encrusted on the roots and branches of various macrophytes species in Lagoa Preta reservoir and Lagoa do Confinamento reservoir, near the water surface (Fig. 9D, E). This sponge species was the only one to occur both in the lotic and lentic environments of Onça stream. All specimens recorded had a small amount of gemmules. The specimen found in lotic environment (Lagoa do Confinamento downstream) was monitored during the year of 2010. After a few months, the skeleton of the sponge began to degenerate (Fig. 9F). This period coincided with the presence of cattle in a pasture area surrounding the sampling site, having remained for over two months with access to the stream for water.

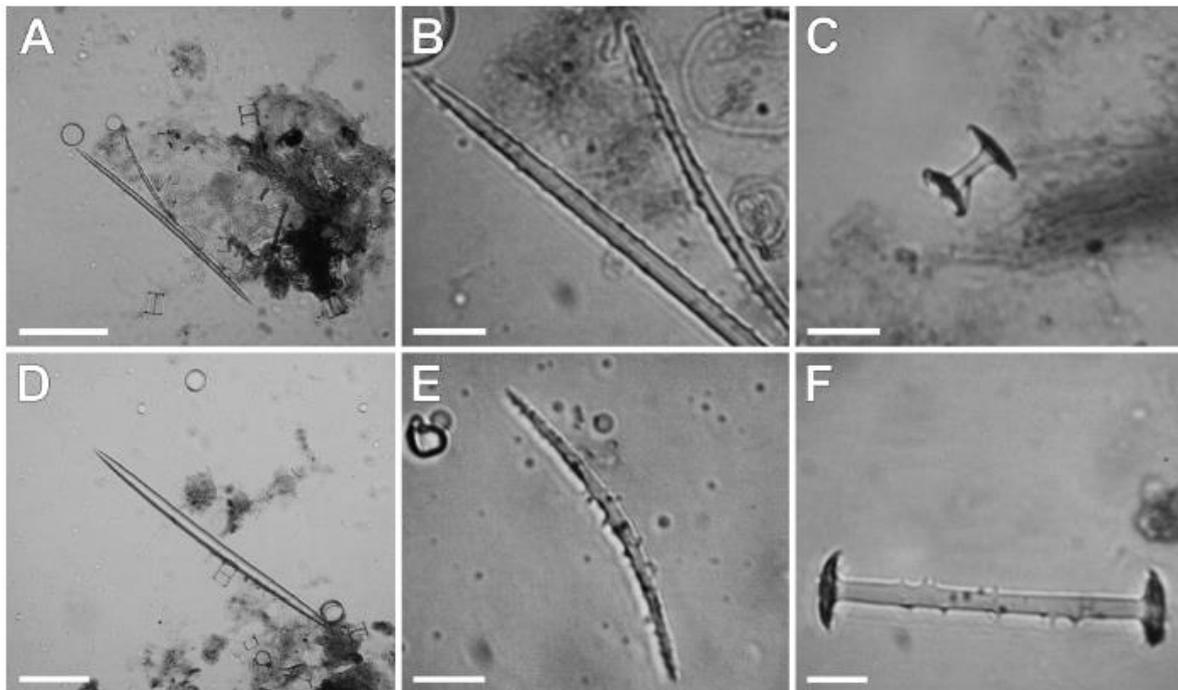


Figure 5: Spicules of *Tubella variabilis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1973. (A) general view of acanthoaxea megascleres, bar = 100 μm ; (B) detail of the acanthoaxea megascleres, bar = 20 μm ; (C) birotule gemmulosclere, bar = 20 μm . Spicules of *Heteromeyenia*. (D) oxea megasclere, bar = 100 μm ; (E) acanthoaxea microsclere, bar = 20 μm ; (F) acanthoaxea birotuled gemmulosclere, bar = 20 μm . Photos: Antonio Fernando Pacheco Melhado.

Tabela 2: Sponge taxa recorded in Onça stream, in the municipality of Guararapes, São Paulo state, southeastern Brazil.

Sites		Sponge taxa					
		<i>M. spinata</i>	<i>D. pydanieli</i>	<i>C. australis</i>	<i>R. amazonensis</i>	<i>Tubella</i>	<i>Heteromeyenia</i>
Lentic environments	1A	spl	spl	spl, lsp	spl, lsp	spl	spl
	2A	-	-	-	-	-	-
	3A	-	-	-	lsp	-	-
	4A	-	-	-	-	-	-
	5A	-	-	lsp	lsp	-	-
Lotic environments	1B	-	-	-	-	-	-
	2B	-	-	-	-	-	-
	3B	-	-	-	-	-	-
	4B	-	-	-	-	-	-
	5B	-	-	lsp	-	-	-

Note: spl = spicules; lsp = live specimens.

Tabela 3: Spicule dimensions (minimum-mean-maximum length) for live specimens of *Radiospongilla amazonensis* and *Corvoheteromeyenia australis* recorded in Onça stream, in the municipality of Guararapes, São Paulo state, southeastern Brazil.

Species	Spicular type	Length		
		minimum	mean	maximum
<i>R. amazonensis</i>	Acanthostrongyle megasclere	318	368	422.6
	Acanthostrongyle gemmuloscleres	84.5	91.4	103.7
	Oxea megasclere	333.7	405.3	454.6
	Biotule gemmuloscleres	74.9	83	89.6
<i>C. australis</i>	Pseudobiotule microscleres with pseudorotules of long hooks	20	23.5	29.9
	Pseudobiotule microscleres with pseudorotules of short hooks	29	40	59.3

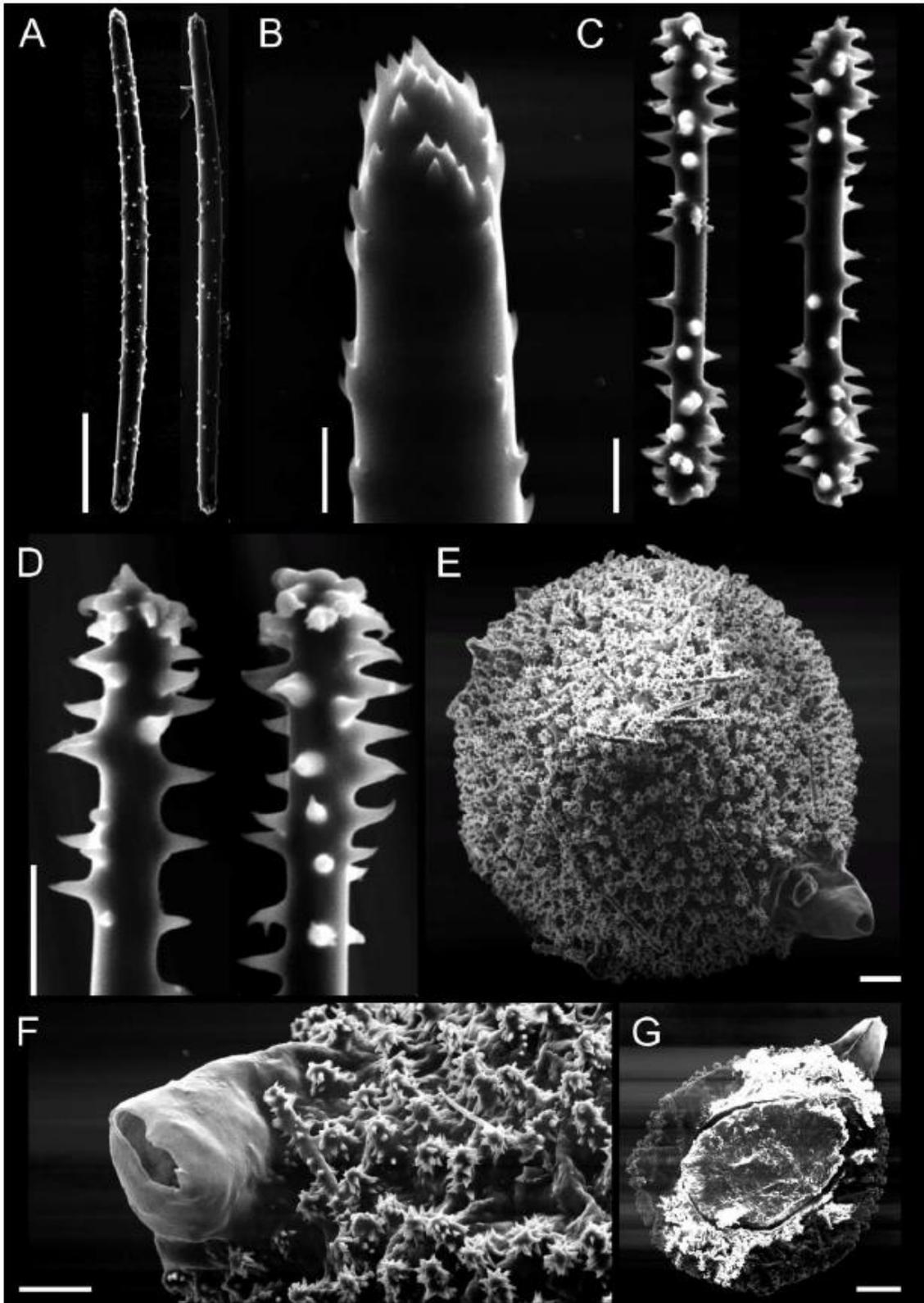


Figure 6: Scanning electron microscopy images of the spicular set of *Radiospongilla amazonensis*. (A) spiny tornotes megascleres, bar = 50 μm ; (B) detail of the thorns of spiny tornotes megasclere, bar = 5 μm ; (C) gemmuloscleres sanidaster, bar = 20 μm ; (D) detail of the thorns (centrifugal orientation) of gemmunoscleres sanidaster, bar = 10 μm ; (E) general view of

gemmule, bar = 50 μm ; (F) detail of gemmular foramen, bar = 20 μm ; (G) cross-section of a gemmule, bar = 50 μm . Photos: Marcelo Rodrigues Freitas de Oliveira.

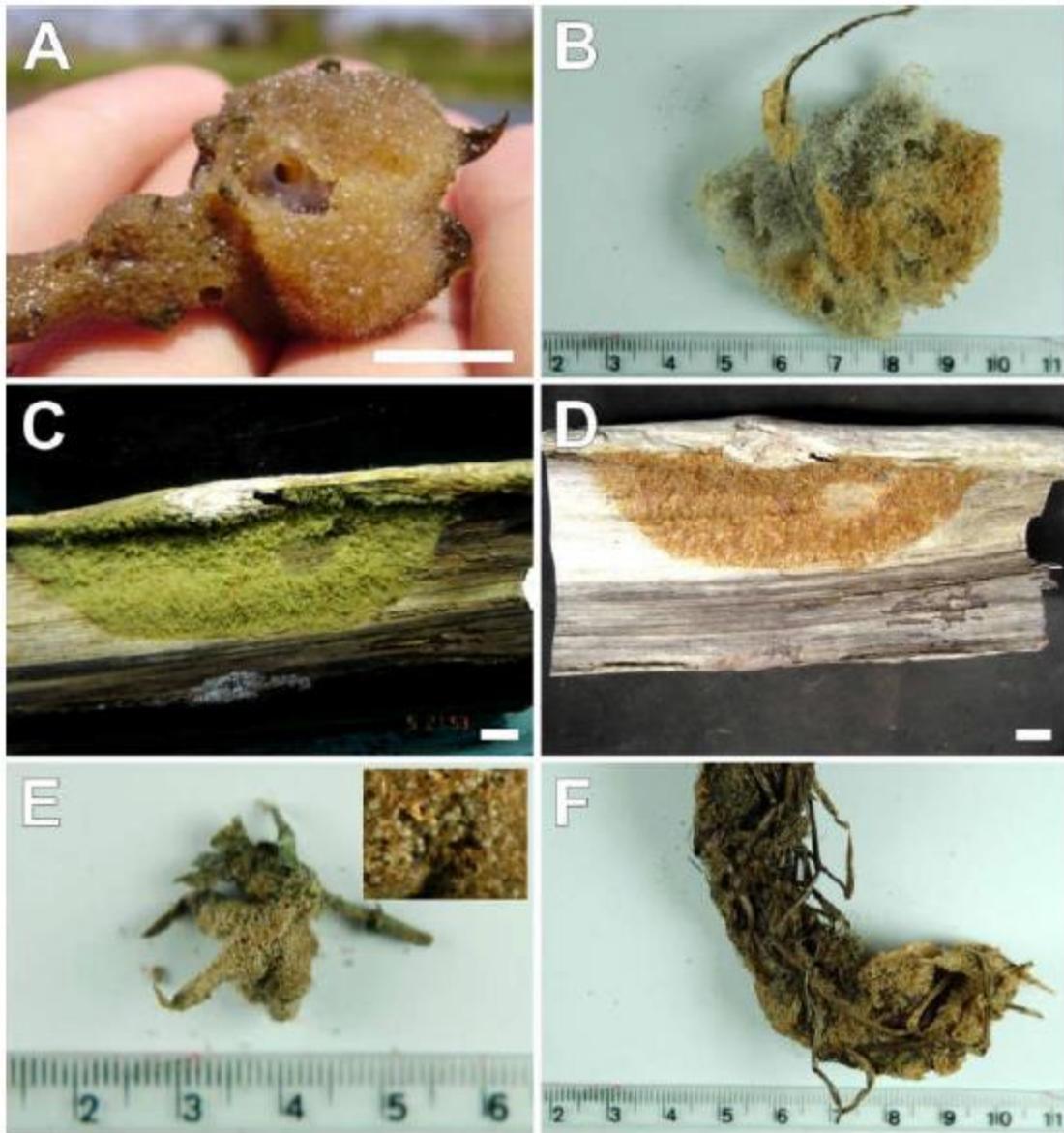


Figure 7: Characterization of *Radiospongilla amazonensis* specimens. (A) live specimen presenting developed oscules; (B) specimen with bulky aspect; (C) specimen encrusted on a trunk, bar = 1 cm; (D) dry specimen aspect, bar = 1 cm; (E) specimen with large amount of gemmules (holotype) encrusted on branch of *Egeria* sp.; (F) specimen encrusted in roots of several aquatic macrophytes. Photos: Marcelo Rodrigues Freitas Oliveira and Antonio Fernando Pacheco Melhado.

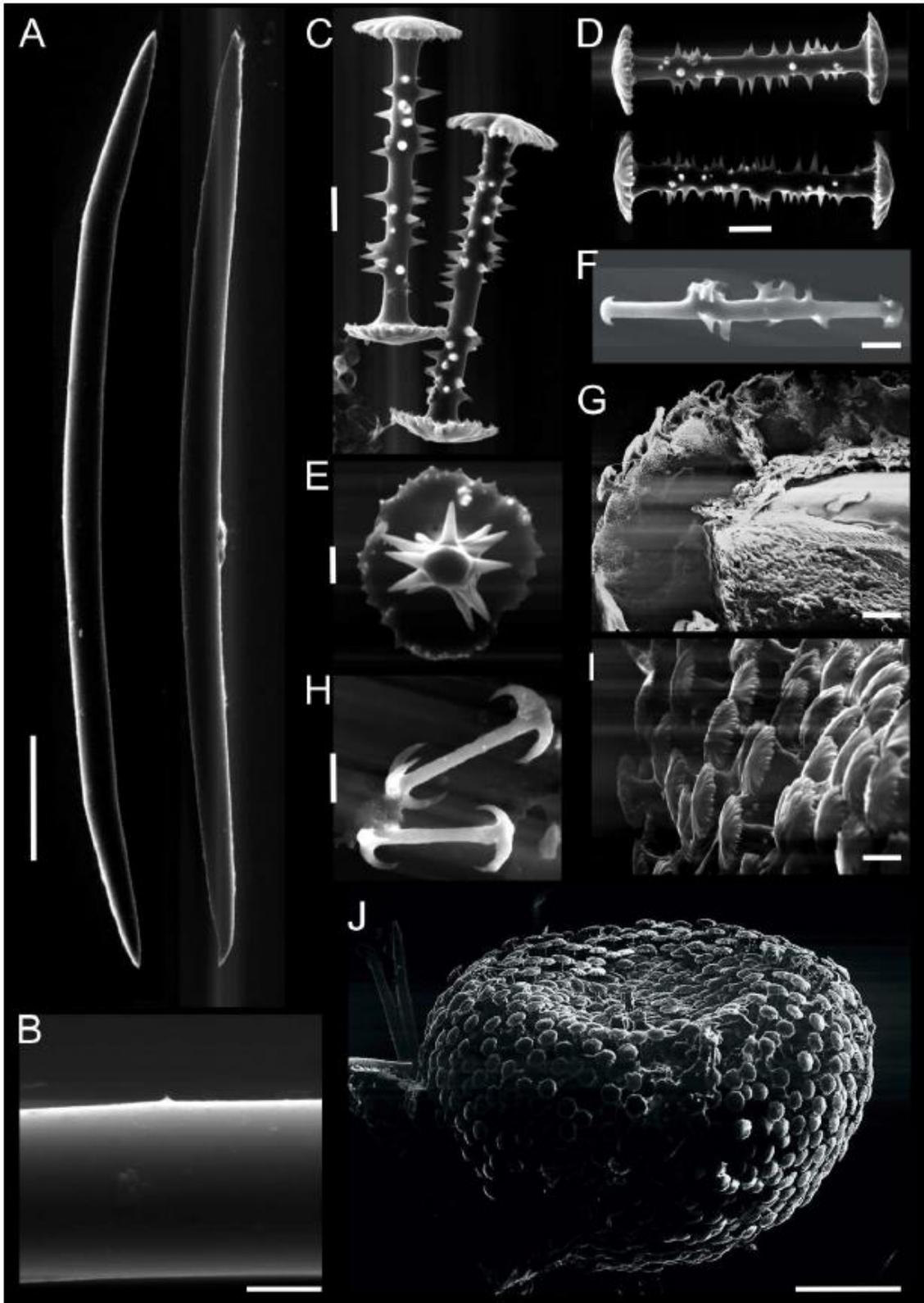


Figure 8: Scanning electron microscopy images of the spicular set of *Corvoheteromeyenia australis*. (A) oxea megasclere, bar = 50 μm ; (B) detail of the thorn of oxea megasclere, bar = 5 μm ; (C) and (D) birotuled gemmuloscleres, bar = 10 μm ; (E) cladome of birotuled

gemmales, bar = 5 μm ; (F) pseudobiotule microsclere with pseudorotules of short hooks, bar = 5 μm ; (G) cross-section of the gemmule, bar = 20 μm ; (H) pseudobiotule microscleres with pseudorotule of long hooks, bar = 5 μm ; (I) close-up of gemmular surface, bar = 10 μm ; (J) gemmule, bar = 100 μm . Photos: Marcelo Rodrigues Freitas de Oliveira.

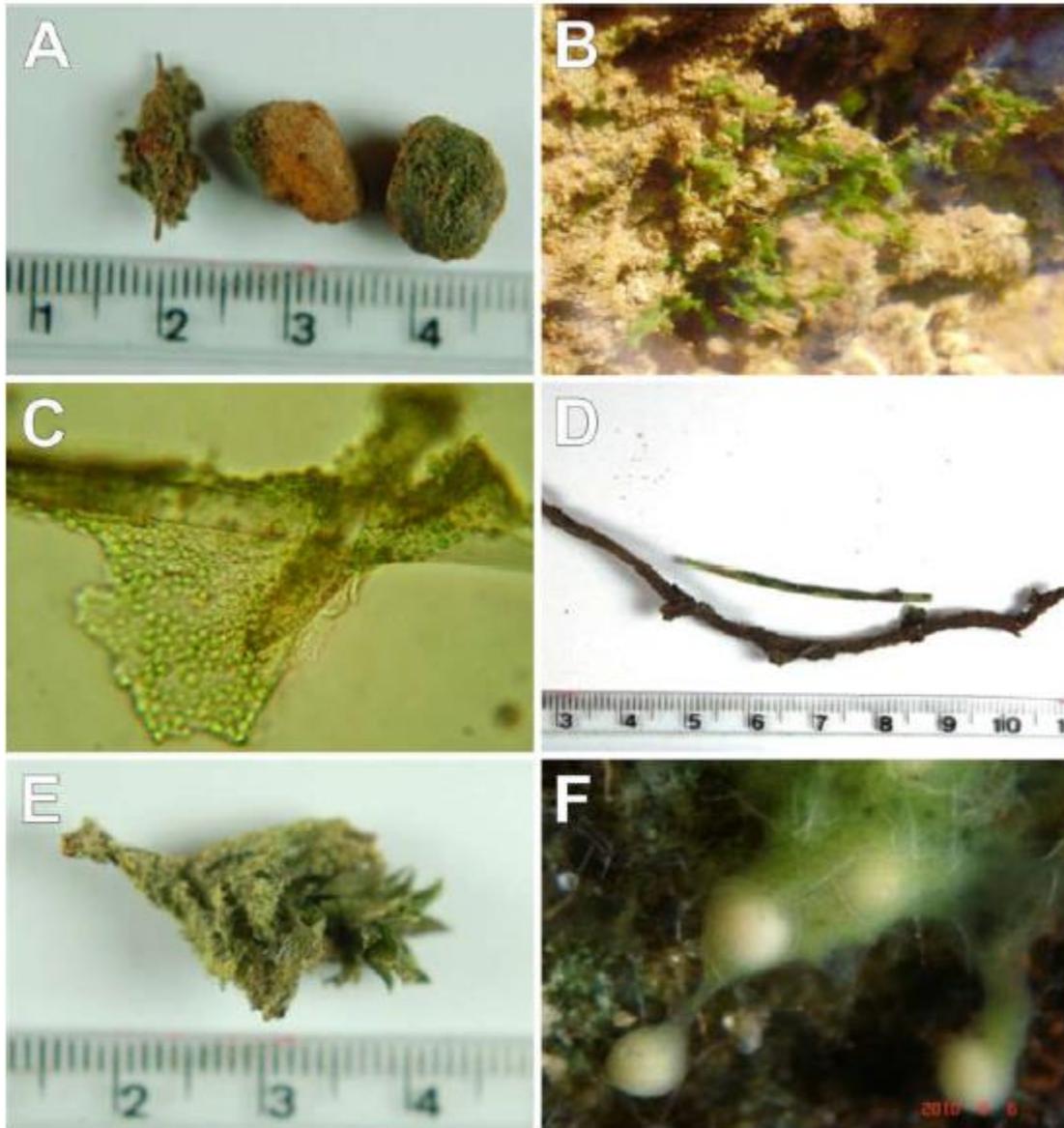


Figure 9: Characterization of *Corvoheteromeyenia australis* specimens. (A) specimen encrusted in rocky substrate in the lotic stretch; (B) live specimen; (C) zoochlorellas algae incorporated to spongin; (D) small specimen encrusted in floating macrophyte; (E) specimen encrusted on branch of *Egeria* sp.; (F) gemmules amidst to skeleton in degeneration. Photos: Marcelo Rodrigues Freitas de Oliveira and Antonio Fernando Pacheco Melhado.

4. DISCUSSION

This is first study characterizing the sponge fauna related to the spongillite deposits in the region of Araçatuba. The spicules detected in Lagoa Preta reservoir indicate a sponge assemblage typical of Cerrado ponds, as reported in previous studies (Volkmer-Ribeiro et al. 1999, Machado et al. 2012, 2016). With exception of the genera *Tubella* and *Heteromeyenia*, the others sponge species found in the study site are typical of lentic paleoenvironments, as reported by Machado et al. (2012). The study site revealed expressive species richness and a few preserved riparian forest remnants indicating that the conservation of aquatic environments and surroundings is essential for the occurrence of a rich sponge fauna, which also applies to first-order water courses such as Onça stream.

In addition to *M. spinata*, *D. pydanieli*, and *R. amazonensis*, previously recorded in other parts of the state (Volkmer-Ribeiro 1999, Pinheiro et al. 2003), we also present the very first record of *C. australis* for the state of São Paulo, southeastern Brazil. This freshwater sponge had been recorded in Laguna Setúbal or Guadalupe (type locality), Don Felipe wetland, and Laguna Carabajal from Santa Fe province, Argentina (Ezcurra de Drago 1979). In Brazil, the first *C. australis* record was reported in Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul state (Tavares et al. 2003). *Corvoheteromeyenia australis* was also recorded in Área de Preservação Ambiental (APA) of the Ibirapuitã river basin, located on the international border between Brazil and Uruguay (Tavares-Frigo et al. 2015). In a recent review of the genus *Corvoheteromeyenia*, Calheira & Pinheiro (2016) presented the redescription of *C. australis*, and provided records of the species in Nossa Senhora do Livramento, Mato Grosso state, and in Curaçao.

The exposition of freshwater sponges to environmental stress (e.g. increase in turbidity) can lead to degeneration or production of a large amount of gemmules (Pronzato & Manconi 1994). In this study, we observed anthropic alterations along the stream, including the absence of riparian forest in some stretches and the frequent access of the cattle to the water body. In this aquatic environment, these potential environmental stressors could have a negative effect on the occurrence of sponge species.

A previous study had recorded similar substrate use between *Radiospongilla amazonensis* and *C. australis* in lentic environments. The Delta do Jacuí, Rio Grande do

Sul state, Tavares et al.(2003) revealed *R. amazonensis* and *C. australis* encrusted on submerged parts of macrophytes, reflecting these substrates availability in the environment. Furthermore, as observed in this study, *C. australis* also occurs in lotic environments.

Against other states of Brazil, the sponge fauna of the state of São Paulo is still poorly investigated and known since Amazonas, Goiás, and Rio Grande do Sul, for example, count with deeper and more detailed survey (Muricy et al. 2011, Kalinovski et al. 2016). This new occurrence of *C. australis* in the state emphasizes the necessity of further, long-term studies in continental waters to fill the many gaps in the knowledge of freshwater sponges diversity in São Paulo state, as well as in other Brazilian states. In addition, riparian forest conservation in the margins of streams and other types of water courses is an important factor to maintain freshwater sponge populations, especially in aquatic environments within agricultural landscapes.

5. ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Cecília Volkmer-Ribeiro, Maria da Conceição Marques Tavares, and Vanessa de Souza Machado for confirming the identification and categorization of the sampled materials, as well as Jhonny de Freitas Siqueira and Gustavo Rodrigues Freitas de Oliveira for field assistance, and Gilson Tadashi Katayama, who granted us access their property. We would also like to thank Jaime Luis Lopes Pereira for helping with the study site map and to the two anonymous reviewers for valuable suggestions in the manuscript. Marcelo R.F de Oliveira and Fabrício Hiroiuki Oda worked in partnership with CAPES. Evanilde Benedito is a CNPq grantee of a research productivity partnership. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/SISBIO) (process #51079-3) for providing collection permit.

6. REFERENCES

Batista, D., Tellini, K., Nudi, A.H., Massone, T.P., Scofield, A.L., Wagener, A.L.R. (2013): Marine sponges as bioindicators of oil and combustion derived PAH in coastal waters. *Marine Environmental Research* 92: 234-243.

- Bonetto, A.A., Ezcurra de Drago, I. (1966): Nuevos aportes al conocimiento de las esponjas argentinas. *Physis*. 71: 129-140.
- Bonetto, A.A., Ezcurra de Drago, I. (1969): El genero *Drulia* en el Rio Uruguay (Porifera, Spongilidae) . *Physis*. 76: 211-216.
- Bonetto, A.A., Ezcurra de Drago, I. (1973): Las esponjas del género *Trochospongilla* Vejdovsky em aguas argentinas. *Physis*. 84: 13-18.
- Bowerbank, J.S. (1863): A Monograph of the Spongillidae. Proceedings of the Zoological Society of London. 440-472.
- Cabral Junior, M., Motta, J.F.M., Mello, I.S.C., Tanno, L.C., Sintoni, A., Salvador, E.D., Chierigatti, L.A. (2001): Recursos minerais do Fanerozóico no estado de São Paulo. *Geociências* 20: 105-150.
- Calheira, L., Pinheiro, U. (2016): *Corvoheteromeyenia* Ezcurra de Drago, 1979 (Spongillidae, Porifera): Genus review with proposal of neotype of *Corvoheteromeyenia heterosclera* (Ezcurra de Drago, 1974). *Zootaxa* 4126: 351-374.
- Carballo, J.L., Naranjo, S.A., García-Gómez, J.C. (1996): Use of marine sponges as stress indicators in marine ecosystems at Algeciras Bay (southern Iberian Peninsula). *Marine Ecology Progress Series* 135: 109-122.
- Carter, H.J. (1881): History and Classification of the known Species of *Spongilla*. *Annals and Magazine of Natural History* 7: 77-107.
- CEPAGRI (2015): Clima dos municípios paulistas: Guararapes. <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_209.html, accessed at: 2016.05.29.>
- Custódio, M.R., Hadju, E. (2011): Checklist dos Porifera do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* 11: 424-444.
- Ezcurra de Drago, I. (1979): Un nuevo género sudamericano de esponjas: *Corvoheteromeyenia* gen. nov. (Porifera Spongillidae). *Neotropica* 25: 109-118.
- Fusari, L.M., Roque, F.O., Hamada, N. (2008): Sponge-dwelling chironomids in the upper Paraná river (Brazil): little known but potentially threatened species. *Neotropical Entomology* 37: 522-527.

Gray, J.E. (1867): Notes on the Arrangement of Sponges, with the Descriptions of some New Genera. Proceedings of the Zoological Society of London 2: 492-558.

Hinde, G.J. (1888): On some new Species of Uruguay, Carter, with Remarks on the Genus. Annals and Magazine of Natural History 7: 1-12.

Kalinovski, E.C.Z., Parolin, M., Souza Filho, E.E. (2016): Freshwater sponges in South America: the state of the art of scientific production in Brazil. Terrae Didática 11: 4-18.

Leidy, J. (1851): On Spongilla. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 5: 278.

Machado, V.S., Volkmer-Ribeiro, C., Iannuzzi, R. (2012): Inventory of the Sponge Fauna of the cemitério Paleolake, Catalão, Goiás, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 84: 17-34.

Machado, V.S., Volkmer-Ribeiro, C., Iannuzzi, R. (2014): Late Pleistocene Climatic Changes in Central Brazil Indicated by Freshwater Sponges. International Journal of Geosciences 5: 799-815.

Machado, V.S., Volkmer-ribeiro, C., Iannuzzi, R. (2016): Investigation of freshwater sponges spicules deposits in a karstic lake in Brazil. Brazilian Journal of Biology 76: 36-44.

Melão, M.G.G., Rocha, O. (1998): Growth rates and energy budget of *Metania spinata* (Cartes 1881) (Porifera, Metaniidae) in Lagoa Dourada, Brazil. Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology 26: 2098-2102.

Melão, M.G.G., Rocha, O. (1999): Biomass and productivity of the freshwater sponge *Metania spinata* (Carter, 1881) (Demospongiae: Metaniidae) in a Brazilian reservoir. Hydrobiologia 390: 1-10.

Muricy, G., Lopes, D.A., Hajdu, E., Carvalho, M.S., Moraes, F., Klautau, M., Menegola, C., Pinheiro, U. (2011): Catalogue of Brazilian Porifera. Museu Nacional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Nicacio, G., Pinheiro, U. (2015): Biodiversity of freshwater sponges (Porifera: Spongillina) from northeast Brazil: new species and notes on systematics. Zootaxa 3981: 220-240.

- Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A. (2007): Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1633-1644.
- Penney, J.T.; Racek, A.A. (1968): Comprehensive revision of a worldwide collection of freshwater sponges (Porifera: Spongillidae). *Bulletin of the United States National Museum* 272: 1-184.
- Pinheiro U.S., Hajdu, E., Caballero, M.E. (2003): Três novos registros de esponjas (Porifera, Demospongiae): para águas continentais do Estado de São Paulo. *Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia* 498: 1-14.
- Pronzato, R., Manconi, R. (1994): Life history of *Ephydatia fluviatilis* a model for adaptive strategies in discontinuous habitats. pp. 327-331. In: Van Soest R.W.M., Van Kempen T.M.G., Braekman J.C. (eds), *Sponges in time and space*. Balkema, Rotterdam.
- Rodrigues, R.R., Joly, C.A., de Brito, M.C.W., Paese, A., Metzger, J.P., Casatti, L., Nalon, M. A., Menezes, N., Ivanauskas, N.M., Bolzani, V., Bononi, V.L.R. (2008): Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo. FAPESP, São Paulo.
- Roque, F.O., Trivinho-Strixino, S. (2005): *Xenochironomus ceciliae* (Diptera: Chironomidae), a new chironomid species inhabiting freshwater sponges in Brazil. *Hydrobiologia* 534: 231-238.
- Roque, F.O., Trivinho-Strixino, S., Couceiro, S.R.M., Hamada, N., Volkmer-Ribeiro, C., Messias, M.C. (2004): Species of *Oukuriella* Epler (Diptera, Chironomidae) inside freshwater sponges in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 48: 291-292.
- SMA/IF (2005): Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo. <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/publicacoes.html>, accessed at: 2016.04.15.>
- Sollas, W.J. (1885): A Classification of the Sponges. *Annals and Magazine of Natural History* 16: 395
- Tavares, M.C.M., Volkmer-Ribeiro, C., de Rosa-Barbosa, R. (2003): Primeiro registro de *Corvoheteromeyenia australis* (Bonetto & Ezcurra de Drago) para o Brasil com

chave taxonômica para os poríferos do Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 169-182.

Tavares-Frigo, M.C., Volkmer-Ribeiro, C., Oliveira, A.E.Z., Machado, V.S. (2015): Freshwater sponges from the PampaBiome, Brazil, with description of a new species of *Oncosclera*. *Neotropical Biology and Conservation* 10: 110-122

Traxler, L. (1895): Spikules von Subwasserschwammen aus Brasilien. *Foldtani Kozlony*. Colônia 25: 62-64.

Van Soest, R.W.M., Boury-Esnault, N., Hooper, J.N.A., Rützler, K., de Voogd, N.J., Alvarez de Glasby, B., Hajdu, E., Pisera, A.B., Manconi, R., Schoenberg, C., Janussen, D., Tabachnick, K.R., Klautau, M., Picton, B., Kelly, M., Vacelet, J., Dohrmann, M., Díaz, M.-C.; Cárdenas, P., Carballo, J.L. (2016): World Porifera database. <<http://www.marinespecies.org/porifera> on 2016-05-30, accessed at: 2016.05.29.>

Volkmer-Ribeiro, C. (1985): Manual de Técnicas para a preparação de Coleções Zoológicas 3. Sociedade Brasileira de Zoologia, CNPq, São Paulo.

Volkmer-Ribeiro, C. (1992): The Freshwater Sponges In Some Peat-Bog Ponds In Brazil. *Amazoniana*. Riel, 12:317-335.

Volkmer-Ribeiro, C. (1999): Esponjas. pp. 1-9. In: Joly, C.A., Bicudo, C.E.M. (eds), Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo.

Volkmer-Ribeiro, C., Maciel, S. B. (1983) New Freshwater Sponges From Amazonian Waters.. *Amazoniana* 2: 255-264.

Volkmer-Ribeiro, C., Parolin, M. (2010): As esponjas. pp. 105-130. In: Parolin, M., Volkmer-Ribeiro, C., Leandrini, J.A. (eds), Abordagem ambiental multidisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. Editora da Fecilcam, Campo Mourão.

ANEXO 1

Normas do periódico North-Western Journal of Zoology:

I. Type of papers:

1.) Research articles: both as **full-length papers** (>2.000 words, >six printed pages) or **short papers** (1.500-2.000 words, approx. four-six printed pages).

2.) Correspondence: high quality manuscripts with important field data, but below of Research articles criteria, are considered to be published as short communications (more than 1000 but less than 1.500 words, one-two, maximum three printed pages).

These papers should have no more than 15-20 references.

The following type of short communications are considered:

- **natural history notes:** interesting field observations, especially those which can be the starter of further studies.

- **fauna notes:** interesting fauna records (e.g., range expansions, new records); but new records of species with large distribution are discouraged.

- **taxonomic notes:** interesting records of new species for science; but descriptions of species belonging to taxa with large number of species are discouraged.

- **book reviews** (ask the editor first!)

- **in memoriam** (ask the editor first!): in memory of deceased zoologists.

- **opinions** on current issues of interest on zoology (ask the editor first!).

The Editor reserves the right to convert to Correspondence paper any manuscript if they are too short to qualify as full-length research paper or short research paper.

II. Preparation of the manuscript:

Manuscripts must be submitted in **electronic version only**, as well as the original figures and tables. The manuscript text should be **MS-Word** processed, typed throughout in letter quality with font size **12, Times New Roman**, without footnotes, **without section breaks(!)**, **double spaced** (about 30 lines per page), **continuous line numbered** (do not use page numbers!), on A4

(210 x 297mm) paper, with **margins** of at **25mm** on each side. All pages should be **numbered** consecutively in the bottom, right-hand corner.

For all types of papers, **the title page** must contain and only contain the following: title of paper (bold); full name(s) of the author(s); address of the institution where the work was done, and the name and address of the corresponding author with an email address. Provide a title that is concise but also an informative synthesis of the study. Where appropriate, include mention of the family or higher taxon. Please provide a short **running title** of five words or less.

The **Abstract** of maximum 300 words should summarize the essential results and conclusions. The introduction has to be a concise description of the background, rationale, aims and specific objectives of the paper.

Key words: all of the manuscripts, **including short notes, correspondence papers must contain abstract** and at least **5 key words**.

Materials and methods have to provide sufficient information to permit repetition of the experiment and/or fieldwork. The technical description of study methods should be given only if such methods are new; otherwise a short presentation is enough.

The **Results** section must be a concise presentation of the finding of the study. Avoid the presentation of same information as text and/or figure and/or table.

Discussion section should be separate from the results section at full-length papers and should deal with the significance of the results and their relationship to the aims of the paper. Also include how the findings of the paper will change, influence the state of our knowledge about model organism.

Papers **without** the main headings, Introduction, Discussions, are **rejected** without review. We cannot accept manuscripts having only the Methods and Result section (mainly used by some authors in taxonomic papers).

Short papers (generally less than four-five manuscript pages) should have the same structure such as full-length papers with an abstract of no more than 150 words.

Correspondence papers at the submission must have an Abstract and at least five Key words (needed for the review process - will not be published if the paper is accepted).

Cited sources should be referred to as follows: (Huey & Pianka 1981, Pianka 1989, Haydon et al. 1997).

All authors of a paper should be cited in the list of references. References "in press" shall only be cited when they have been accepted for publication. Avoid quoting unpublished reports or thesis. Names of persons who provided unpublished information should be cited as follows: "(Andersson, Stockholm, pers. comm. 2005)". List references **alphabetically by author** under *References* and **date of publication at the same author**.

Because the *North-west. J. Zool.* wants to promote *research of current interest*, the references **must contain** titles published in the **past two years (including the submission year)** in other **leading journals**.

Journal and series names have to be spelled out fully. We doesn't accept abbreviated journal titles.

For old journals you can try the following links to get their full titles:

<http://openwetware.org/wiki/Journals>

<http://home.ncifcrf.gov/research/bja/>

http://www.wsulibs.wsu.edu/general/journal_abbreviations.html

<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>

<http://www.bioscience.org/atlas/jourabbr/list.htm>

<http://www.library.illinois.edu/biotech/j-abbrev.html>

http://www.ams.org/mathweb/annser_f/

http://entnemdept.ufl.edu/all_journals.htm

Use the following **format** for references section:

Hard copy publications:

Click here to download the references EndNote style for NwJZ

Haydon, D.T., Crother, B.I., Pianka, E.R. (1994): New directions in biogeography? *Trends in Ecology and Evolution* 9: 403-406.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J. (1995): *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research.* 3rd Edition. W. H. Freeman & co, New York.

Huey, R.B., Pianka, E.R. (1983): Temporal separation of activity and interspecific dietary overlap (with an Appendix by S. L. Pimm). pp. 281-296. In: Huey, R.B., Pianka, E.R., Schoener, T.W. (eds.), *Lizard Ecology: Studies of a Model Organism.* Harvard University Press.

Online publications:

Smielowski, J (2003): Monitoring of Polish market of pet animals covered by CITES convention. Biblioteka Ekologiczna. Poznan.<www.wwf.pl, accessed at: 2005.02.20.>

Mercurio, V., Andreone, F. (2008): New distribution data of the green mantella, *Mantella viridis*, from northern Madagascar (Anura: Mantellidae). Herpetology Notes 1: Art.#01, pp. 3-9.

Statistics. Mean values should always be accompanied by some measure of variation. If the goal is to describe variation among individuals that contribute to the mean standard deviation (SD) must be used. When the aim is to illustrate the precision of the mean use rather confidence intervals (CI) than standard errors (SE). Avoid using the sign \pm , instead present means as: mean 13.15 (1SD: 3.30); 13.15 (1SE: 1.04) or 13.15 [95%CI: 10.78 – 15.51]. Proportions also must be quoted together with a measure of variation according to the respective binomial or multinomial distribution. Sample sizes always have to be noted.

The last paragraph of Materials and Methods section should briefly present the significance test used. Quote when possible the used software. Real p values must be quoted both at significance or non-significance. The use of the sign is acceptable only at low values of p (e.g. $p < 0.0001$).

Ethics. The authors of articles that are based on experiments that caused injuries or death of animals should explain and justify the grounds of the study and state that the scientific results of the study is at least in trade-off with the sufferings caused. In the Materials and Methods of the manuscript, authors should detail as precisely the conditions of maintenance, transport, anaesthesia, and marking of animals. When available, references should be added to justify that the techniques used were not invasive. When alternative non-harming techniques exist, but were not used, the manuscripts may not be considered for publication.

Word 2007-up. Unfortunately, the journal **cannot accept** Microsoft Word 2007/2010/2013 documents. Please use Word's 'Save As' option therefore to save your document as an older (2003 or later) ***.doc file** type. Otherwise the editor in chief reserve the right to refuse the proofing until to have the paper XP compatible.

 **Word 2013-up.** The authors have the full responsibility to set up the correct template and compatibility with XP and 2003 versions! Papers with formatting inconsistencies are denied from proofing.

Tables and Figures:

All illustrations, including charts, photos, illustrations must be labeled as Figures. At the end of the manuscript, before the tables and figures must have a **table and figure caption page**. All tables and figures must be numbered consecutively and given at the **end of the manuscript**. Landscape Tables must be sent in **separate** Ms Word (*doc) file. If the Ms Word file (*doc) **exceed 1-1.5MB** all of the **figures** must be sent in a separate ***pdf file**. After the paper is accepted the editors will ask for figures in *jpg or *tif format with 300Dpi.

Color Figures: The editor in chief reserve the right to decide what figures are justified and can be published in RGB color (another figures will be removed or published in black and white). Only the online version of the journal will have all color pages.

The structure of the manuscript:

<sample cover letter is attached>

1. Title page (title, authors full name, authors affiliation, corresponding author);
2. Abstract page (Abstract, key words, running title);
3. The main text of the manuscript (Introduction, Materials and methods, Result, Discussion);
4. References;
5. Table and figure captions following the tables and figures.

CONTACTS / SUBJECT EDITORS:

GENERAL ZOOLOGY and CORRESPONDENCE (see above the list):

For another type of papers please ask the editor first:

Severus D. COVACIU-MARCOV: sever.covaciu_at_yahoo.com

or (do not send to both!)

ARTIGO 2

Correlação entre diversidade funcional e uso do solo: o caso de esponjas de águas continentais distribuídas em uma paisagem neotropical predominantemente agrícola

Artigo elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica no periódico *Hydrobiologia*.

Correlação entre diversidade funcional e uso do solo: o caso de esponjas de águas continentais distribuídas em uma paisagem neotropical predominantemente agrícola

Marcelo Rodrigues Freitas de Oliveira¹, Antônio Fernando Pacheco Melhado², Rafael da Silva Nunes³, Gisele Daiane Pinha⁴, Mauro Parolin⁵, Evanilde Benedito^{1,4}

¹*Universidade Estadual de Maringá (UEM), Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Bloco G-80, Sala 201, Avenida Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.*

²*Rua Conselheiro Antonio Prado, 134, 16200-052, Birigui, São Paulo, Brasil.*

³*Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Jacareí (FATEC), Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento, Avenida Faria Lima, 155, CEP 12328-070, Jacareí, São Paulo, Brasil.*

⁴*Universidade Estadual de Maringá (UEM), Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia)/PEA, Bloco H-90, Avenida Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.*

⁵*Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão, Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (LEPAFE)/Universidade Estadual do Paraná, Avenida Comendador Norberto Marcondes, 733, CEP 87302-060, Campo Mourão, Paraná, Brasil.*

Resumo: Muitos impactos aos ambientes límnicos estão relacionados aos diferentes usos do solo. Apesar de muitas espécies de Spongillida serem reconhecidas por sua sensibilidade a fatores impactantes de origem antrópica, este artigo registra a distribuição de espécies distribuída em uma paisagem com predomínio de pastagem e cana. Visto que, características funcionais podem ser utilizadas para avaliar o desempenho de vida dos organismos, assim como compreender componentes espaciais que indiquem o bom funcionamento do ecossistema em que habitam, tais características são propostas para esponjas de águas continentais. Para investigar o tipo de correlação existente entre características funcionais e dados de uso do solo, a dispersão dos atributos das esponjas foi calculado e correlacionado com os percentuais de uso do solo para três sub-bacias, explorando ambientes lênticos e lóticos em dois períodos distintos. Como suporte, informações ecológicas e limnológicas foram tomadas. Foi assumida como hipótese a existência de correlação negativa para a dispersão dos atributos funcionais de esponjas cuja microbacia habitada tenha predomínio de uso e cobertura do solo por cana, pasto e cultura anual e, correlação positiva esperada apenas para o uso por vegetação nativa. Os resultados obtidos invalidaram as hipóteses propostas, sendo

sugeridas explicações alicerçadas em dados locais, e que se mostraram de relevante valor para explicar a distribuição de esponjas de águas continentais nos ambientes investigados.

Este segundo estudo sugere novos trabalhos que investiguem as características funcionais em esponjas de águas continentais, assim como a necessidade de desenvolver um banco de dados com essas características, a fim de agregar informações ecológicas que promovam ações de conservação das esponjas dulciaquícolas.

Palavras-chave: *Spongillida*, Espículas, Baixo Tietê, Cobertura do solo, Limnologia.

1. INTRODUÇÃO

A diversidade de esponjas de águas continentais corresponde a 251 espécies conhecidas (Van Soest et al., 2016). Apesar de serem os animais multicelulares mais simples conhecidos, cada espécie possui um conjunto de estratégias adaptativas em seu ciclo de vida, que as permite sobreviver nos mais variados ambientes aquáticos e distribuírem-se em todas as áreas biogeográficas, excetuando-se a Antártida (Manconi & Pronzato, 2008).

Os poríferos exclusivos dos ambientes dulcícolas representam uma fauna ameaçada, principalmente devido à degradação dos ambientes em que estes organismos habitam (Bell et al., 2015). Como componentes dos bentos, constituem organismos indicadores eficazes para ambientes aquáticos naturais e mesmo de biomas, dada a sua reconhecida sensibilidade a fatores impactantes de origem antrópica (Amaral et al., 2008). Fatores negativos que incluem contaminação de água (por exemplo, efluentes domésticos e industriais) ou aumento de turbidez (por exemplo, escoamento superficial de áreas agrícolas e urbanas que transportam o solo para o interior das massas de água), afetam negativamente a ocorrência de esponjas (Volkmer-Ribeiro & Parolin, 2010). Muitos desses impactos estão relacionados aos diferentes usos do solo, sendo que globalmente, a proporção de terra já transformada ou degradada foi estimada entre 40 e 50% desde 1945 para o final do século passado (Daily, 1995).

Características funcionais podem ser utilizadas para avaliar o desempenho de vida dos organismos, assim como compreender componentes espaciais que indiquem o bom funcionamento do ecossistema em que habitam (McGill et al., 2006; Ricotta & Burrascano, 2008). Pesquisas em ecologia vegetal foram as pioneiras no uso de

características funcionais para entender a organização das populações (Podgaiski et al., 2011). A utilização dessa abordagem para invertebrados aquáticos é relativamente recente (Poff et al. 2006, Vieira et al. 2006) e incipiente para esponjas de águas continentais, mesmo estes organismos apresentando características funcionais relevantes como, variação nos valores de biomassa (Melão & Rocha, 1999), presença de algas associadas (Melão & Rocha, 1997), posição ou ângulo da esponja no substrato (Lauer et al., 2001) e a presença de gêmulas (Manconi & Pronzato, 2016).

Neste contexto, além de identificar as variáveis limnológicas relacionadas com a distribuição das espécies, o presente trabalho buscou correlacionar a diversidade de características funcionais das esponjas de águas continentais com os diferentes percentuais de usos do solo nas microbacias onde estes organismos ocorreram. Supondo que o predomínio de uso do solo por atividades antrópicas provoca alterações em parâmetros limnológicos, como o aumento nos valores de turbidez, tomou-se como hipótese a existência de correlação negativa para a dispersão dos atributos funcionais de esponjas cuja microbacia habitada tenha predomínio de uso e cobertura do solo por cana, pasto e cultura anual. Em uma hipótese alternativa, são esperadas correlações significativas e positivas entre a dispersão das características funcionais e as porcentagens de uso das microbacias por vegetação nativa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A distribuição de esponjas de águas continentais foi investigada em três sub-bacias integrantes da Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Tietê, região de Araçatuba, noroeste do estado de São Paulo, região reconhecida como zona de concentração de depósitos de espongilito (Cabral Junior et al., 2001). Todas as sub-bacias amostradas possuem um riacho ou córrego com pequenos represamentos artificiais em seu trecho. Desta forma, foram referenciados para a coleta, um ambiente lêntico e outro lótico, totalizando seis pontos (Figura 1), e que foram amostrados no verão (quente e chuvoso) e inverno (frio e seco), a amostragem de sedimento foi realizada ao final do inverno, devido a ausência de chuvas, propiciando uma maior integridade do material autóctone no sedimento.

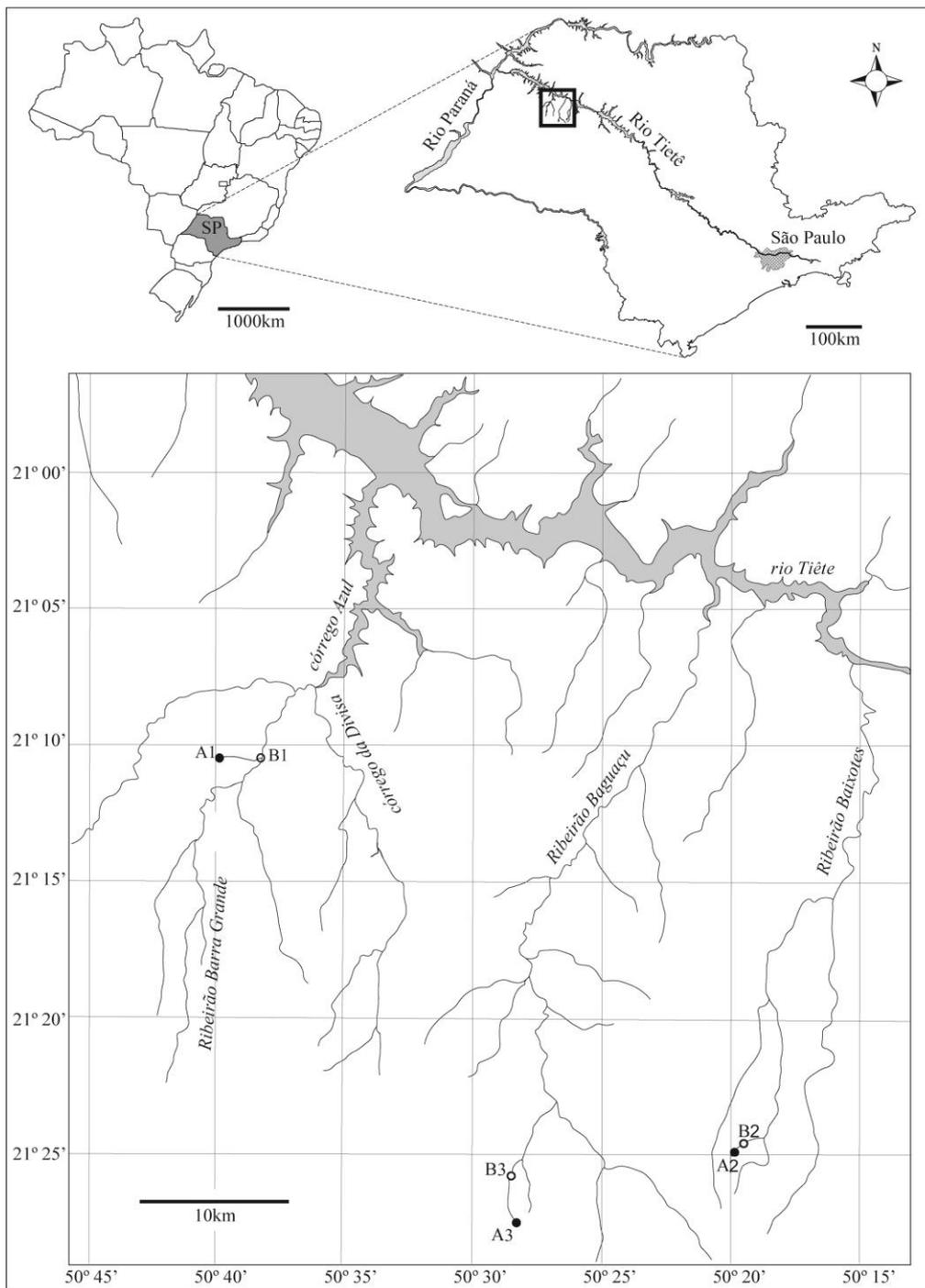


Figura 1: Localização das áreas de amostragens para esponjas e sedimento (baixo rio Tietê). A= ambientes lânticos, à montante; B = ambientes lóuticos à jusante; A1 e B1, sub-bacia do córrego da Onça; A2 e B2 , sub-bacia do riacho do Pau Lavrado; A3 e B3, sub-bacia do córrego Colônia.

O noroeste do estado de São Paulo caracteriza-se por pequenos remanescentes de Mata Atlântica Mesófila Semidecídua e Cerrado, além de pastagens, diversas culturas agrícolas, incluindo plantações de cana-de-açúcar e áreas urbanas (Rodrigues et al., 2008). A região conta com uma severa taxa de desmatamento e resta apenas um remanescente de quatro por cento da vegetação original (SMA / IF, 2005). O clima é classificado como tipo “Aw” no sistema de Köppen, clima tropical quente e úmido (Peel et al., 2007). A temperatura média anual é de 24°C (média mínima de 13°C em junho e média máxima de 32°C em fevereiro), enquanto que a precipitação média anual é de aproximadamente 1.300 mm (CEPAGRI, 2016). As estações do ano não são bem definidas, predominando um clima transitando entre quente e chuvoso para frio e seco (Brito, 2011) (Apêndice 1).

Através de visitas in loco, foram tomadas as seguintes observações qualitativas de cada ambiente: largura da faixa de preservação permanente (APP), tipo de vegetação ou de uso de solo existente no entorno (até 50m), existência de acessos para animais, existência de erosão exposta da margem, profundidade mínima e máxima de cada ambiente límnic (sendo utilizado para as medidas uma vara graduada e trena), tipos principais de substratos disponíveis imersos e uma estimativa de área do ambiente, sendo que para ambientes lênticos se calculou o perímetro das lagoas e nos lóticos foi calculada a distância do ponto de cabeceira (nascente ou barreira artificial à montante) até o ponto final do ambiente lótico (foz ou o próximo represamento).

Para os represamentos, foram investigadas junto aos proprietários as informações relevantes a respeito do histórico de uso e ocupação do solo, assim como, quais foram as intervenções antrópicas que formaram os ambientes lênticos investigados e a idade dos barramentos. Tais informações foram sumarizadas na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização qualitativa (ecológica) dos ambientes investigados.

Ambientes	Largura da Área de Preservação Permanente (m)	Tipo de vegetação ou uso do entorno	Acesso para animal	Sinais de erosão na margem	Profundidade (m)	Perímetro da área (m)	Histórico
Lagoa Preta (A1)	50 a 100	20 a 60 metros de uma formação densa de macrófitas flutuantes ou enraizadas (camalote), seguido por um cinturão de 30 a 80 metros de cultivo de <i>Eucalyptus</i> sp	Não possui.	Não	2,8	950	Represamento formado após a exploração de argila (espongilito) aplicada na produção de cerâmicas, principalmente tijolos. Idade do barramento estimado em 70 anos.
Córrego da Onça (B1)	30 a 90	Floresta secundária em estágio intermediário de regeneração	Possui acesso ocasionalmente apenas na estação fria (seca)	Sim	0,6	640	Área desmatada na década de 1930 para o plantio de café.
Lagoa do Pau Lavrado (A2)	20 a 90	Formação densa de macrófitas flutuantes ou enraizadas (camalote).	Possui ocasionalmente	Sim	4,5	1.400	Represamento formado após a exploração de argila (espongilito) aplicada principalmente na produção de tijolos. Idade do barramento estimado em 70 anos.
Riacho do Pau Lavrado (B2)	0	Pastagem	Possui	Sim	0,4	970	Área desmatada na década de 1930 para o plantio de café.
Lagoa Seca (A3)	Mais de 100	No geral o ponto está inserido meio a um fragmento de floresta secundária em estágio avançado de regeneração.	Possui acesso ocasionalmente apenas na estação fria (seca)	Não	2,8	470	Represamento construído com fins de reserva hídrica para à propriedade rural. Idade do barramento estimado em 40 anos.
Córrego Colônia (B3)	De 0 até 30	Possui APP fragmentada, quando a vegetação esta presente é uma formação secundária em estágio inicial de regeneração.	Possui	Sim	0,6	3.490	Área desmatada na década de 1930 para o plantio de café.

2.1. DADOS DE USO DO SOLO

Para determinação dos diferentes tipos de uso do solo na área de drenagem referente a cada ambiente amostrado e obtenção dos valores da área de cobertura em hectare (ha), as unidades foram delimitadas e quantificadas utilizando o software ArcGIS 10.2, datum WGS84, projeção UTM fuso 22 sul na escala de edição 1:5.000. Os dados vetoriais foram armazenados em formato Shapefile (SHP) e imagem em formato TIF.

Utilizou-se dos seguintes dados cartográficos para apoiar as atividades: Carta Topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em escala de 1:50.000, imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de 30m (1 Arc-Second) obtidos na plataforma EarthExplorer da USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) e imagem do satélite WorldView-2 tipo Pan Sharpened Natural Color com acurácia espacial de 1:12.000 e resolução espacial de 50 cm de 25/jun/2014, obtidas pela plataforma My Digital Globe (<https://services.digitalglobe.com>).

Os pontos de coleta foram processados a partir dos dados de coordenadas latitude e longitude, coletadas em campo utilizando aparelho GPS portátil Garmin Etrex®, organizados em planilhas do Excel e convertidos para arquivo Shapefile tipo ponto.

Os limites das sub-bacias foram vetorizados (polígono) manualmente sendo apoiado pelas curvas de nível da carta topografia do IBGE e imagem SRTM com rampa de cor continua apropriada para identificar o divisor de águas. As sub-bacias foram divididas em unidade de contribuição para os pontos amostrados (microbacias) observando os divisores de água e utilizando na edição o recorte do polígono. Em ambos os dados foi calculado a geometria de área dos polígonos, armazenado em coluna especifica na tabela de atributos de cada microbacia.

As unidades de uso e cobertura foram delimitadas recortando-se o polígono de sub-bacia por classificação manual (interpretação visual) e fotointerpretação como definido por Richards (2013), utilizando imagem do satélite WorldView-2 e após a edição vetorial foi atribuindo em campo textual o nome da classe (Tabela 2) identificada conforme hierarquização das classes de uso e cobertura da terra proposto pelo IBGE (2013).

A área para cada unidade de contribuição foi obtida pelo cruzamento dos vetores da unidade de contribuição com o uso da sub-bacia e por fim executado o calculo da

geometria, obtendo o valor de área em hectare para cada polígono armazenado na tabela de atributos. Os atributos deste último vetor foram exportados para DBF para que se pudesse trabalhar os dados no software Excel, gerando sumarizações dos usos por microbacia, e soma do valor de área para montar a tabela de situação para cada ponto de coleta (Apêndice 3).

Por fim, são apresentados três layouts (Figura 3) com os limites das sub-bacias e microbacias, identificados os pontos de coleta e curso de água principal.

Tabela 2: Hierarquização das classes identificadas (adaptado).

1º Nível - Classe	2º Nível – Sub-Classe	3º Nível - Unidade
Água	Água Continental	Corpo D'Água
Área Antrópica	Agrícola	Cultura Permanente Cultura Temporária: Cana de Açúcar Cultura Temporária: Outra Pastagem Silvicultura
	Não Agrícola	Caminho ou Solo Exposto Construção Reflorestamento Rodovia ou Leito Férreo
Área Natural	Campestre	Campo
	Florestal	Mata

Duas amostras de água para cada ponto foram tomadas em frascos de acrílico (100 ml) e mantidas refrigeradas. Estas amostras foram destinadas à análise de silicato, nitrogênio total e fósforo total conforme metodologia descrita para cada nutriente disponível em APHA (2012).

Dados pluviométricos foram obtidos de diferentes fontes próximas de cada sub-bacia. Para a sub-bacia do córrego da Onça foram utilizados dados fornecidos pela empresa local Katayama Alimentos Ltda (pontos A1, B2), para o restante das sub-bacias as informações pluviométricas foram adquiridas no site eletrônico da CEPAGRI (2016).

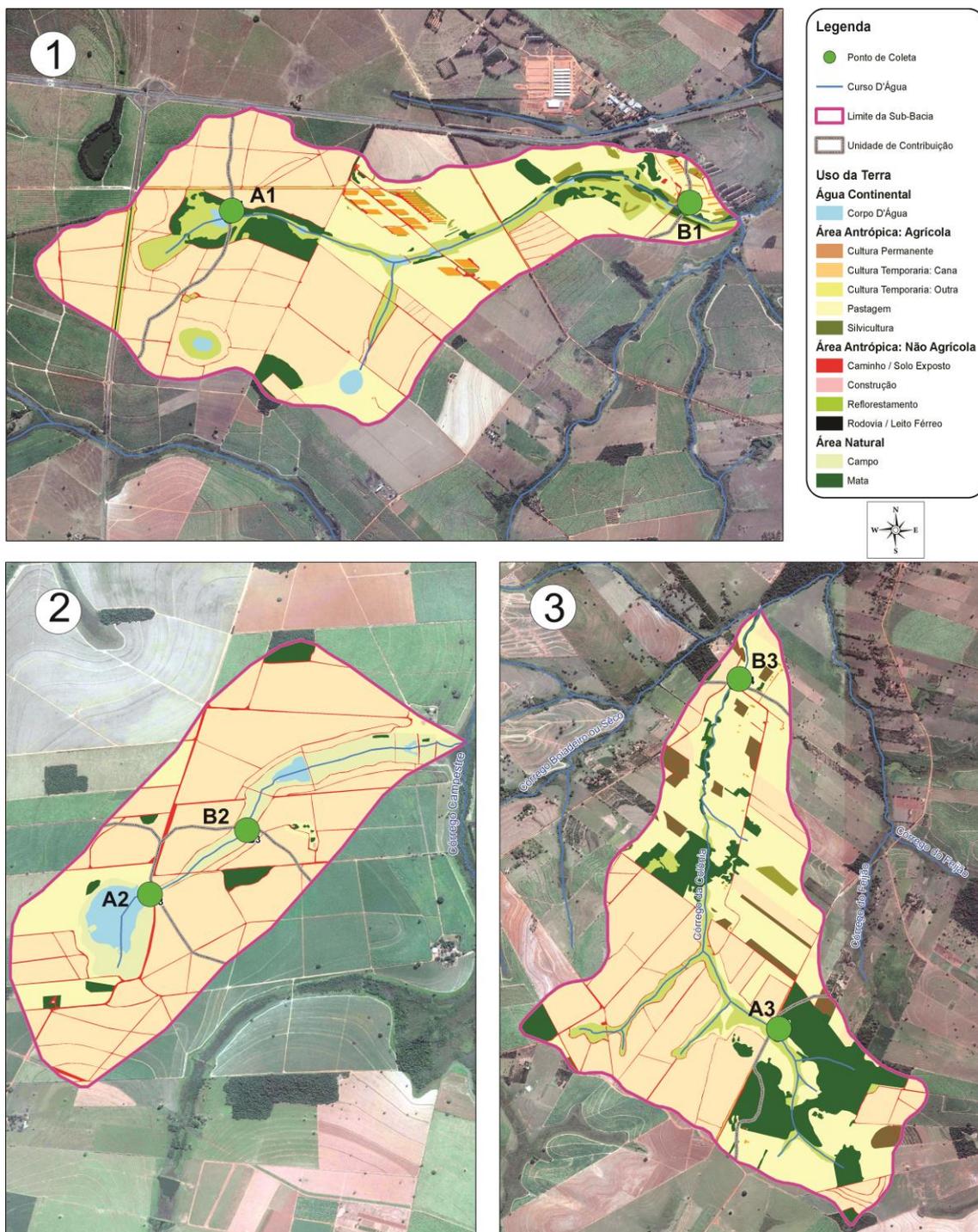


Figura2: Identificação dos diferentes tipos de uso do solo. 1, sub-bacia córrego da Onça; 2, sub-bacia riacho do Pau Lavrado e 3, sub-bacia Córrego Colônia.

2.2. LEVANTAMENTO DE ESPONJAS E ESPÍCULAS NO SEDIMENTO

Conforme autorização SISBIO número 51079-3, as coletas foram realizadas manualmente. Nos riachos, foram percorridos 70 metros da margem em trechos pré-determinados, investigando a presença de esponjas nos substratos disponíveis, de maneira a promover o mínimo impacto no ambiente. Nos represamentos, foi utilizado um caiaque de água doce, realizando o esforço de coleta por 100 metros ao longo das margens.

Para a sub-bacia do córrego da Onça, as informações taxonômicas foram obtidas em Oliveira et al. (2017, no prelo). Para as demais sub-bacias, lâminas microscópicas de espículas dissociadas foram preparadas conforme Volkmer-Ribeiro (1985). Fotos digitais das espículas foram tomadas em microscopia óptica, e eletromicrografias foram confeccionadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Para a microscopia eletrônica de varredura, o material foi preparado conforme Volkmer-Ribeiro & Tavares (1995). Todos os espécimes, após terem sido raspados dos substratos, foram acondicionados em potes individuais e catalogados na coleção do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Universidade Estadual do Paraná, campus de Campo Mourão com a numeração sequencial iniciada em C11 até C36.

A matriz funcional das espécies de esponjas foi construída a partir de mensurações e observações de atributos funcionais de no mínimo três espécimes encontrados, escolhidos aleatoriamente, em cada local amostrado e período. A matriz foi composta por variáveis quantitativas (e.g., abundância e peso seco) e qualitativas (e.g., presença de algas associadas, tipo de substrato, posição no substrato, estágio e presença de gêmulas) de modo a incluir as características mais importantes quanto à sobrevivência dos indivíduos no ambiente.

Em campo foi observado o tipo de substrato e a posição da esponja no substrato (sob ou na superfície, sombreado ou exposto ao sol). Para abundância foi ponderado o número de indivíduos, maciço ou mancha única no substrato, dividido pelo trecho amostrado (100m nos ambientes lênticos e 70m nos ambientes lóticos) multiplicado pelo perímetro total do ambiente. Para o peso seco, no mínimo três amostras de esponjas de cada ambiente e período foram coletadas, postas para secar primeiro ao sol e posteriormente em estufa de circulação a 60° por 48h, raspadas do substrato e pesadas em balança de precisão (mlg). Cada espécime coletado, ainda fresco, passou por

minuciosa avaliação utilizando uma lupa estereoscópica binocular a fim de identificar a presença de algas associadas, estágio de desenvolvimento (esqueleto jovem, desenvolvido ou em estado de degeneração) e presença de gêmulas. As informações funcionais foram organizadas em tabela e estão disponíveis no Apêndice 2.

Para investigar a presença de espículas nos sedimentos, foram preparadas seis lâminas permanentes a partir de material superficial, de cada ambiente estudado. Sob microscopia ótica, todas foram vistoriadas a presença de espículas. Destas, três lâminas de cada ambiente foram tomadas para análise em três transectos cada, onde os tipos espiculares foram quantificados e tabulados no software Tilia Graph®. O conjunto de lâminas produzido foi armazenado junto à coleção do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Universidade Estadual do Paraná, campus de Campo Mourão com a numeração sequencial iniciada em C37 até C95.

2.3. ANÁLISE DE DADOS

Para sumarizar as influências das variáveis limnológicas em relação às ocorrências das espécies de esponjas registradas em cada local, foi realizada uma Análise de Redundância (RDA). Esta técnica multivariada envolve a ordenação de uma matriz de variáveis dependentes por meio de uma Análise de Componentes Principais (PCA), seguida da associação dos resultados desta análise com uma segunda matriz de variáveis explanatórias. Essa análise assume uma associação linear entre as variáveis dependentes e independentes (Legendre & Legendre, 1998; Leps & Smilauer, 2003), fornecendo uma porcentagem de explicação em um intervalo de confiança ($p < 0,05$) entre os eixos gerados.

A dispersão das características funcionais foi avaliada através de testes de homogeneidade de dispersões multivariadas, a PERMDISP (Anderson et al., 2006). Dessa forma, foi avaliada a diversidade beta dos diferentes atributos apresentados por cada espécime separadamente em relação a cada local amostrado, a partir da distância média das similaridades de atributos para cada espécime ao centroide em um espaço multidimensional. As matrizes de dissimilaridade foram calculadas a partir do Índice de Gower. A análise de variância das distâncias em relação ao seu grupo centroide foi realizada para cada ambiente como a variável explicativa. Os valores de P foram calculados a partir de 999 permutações de resíduos do modelo que foram utilizados para gerar uma distribuição de permutação de F sob a hipótese nula de não haver diferença

na dispersão entre os grupos (Anderson, 2006). Diferenças espaciais nos atributos funcionais foram testadas através de uma Análise Permutacional Multivariada (método proposto por Anderson, 2001), a partir dos valores de distâncias de cada espécime resultantes da PERMDISP. As análises foram realizadas no ambiente estatístico R (R Core Team, 2015), com a utilização do pacote Vegan (Oksanen et al., 2015), a partir da função *betadisper*, que é uma das formas de cálculo da PERMDISP proposta por Anderson et al. (2006).

Para avaliar a hipótese de redução da similaridade dos atributos funcionais das espécies de esponjas em relação às porcentagens de uso da bacia, foram testadas as correlações entre os valores de dispersão encontrados na PERMDISP com os valores de porcentagens dos diferentes usos da bacia levantados. Para analisar se houve relações entre os atributos testados, índices de correlação linear de Pearson foram calculados e as significâncias das correlações foram verificadas por testes *t*. Os cálculos das correlações, assim como as significâncias dos testes foram realizados no ambiente estatístico R (R Core Team 2015).

3. RESULTADOS

Esponjas *in vivo* ocorreram em quatro dos seis pontos amostrados e não foi observada a coexistência de espécies, ou seja, uma única espécie viva foi registrada por ambiente (Tabela 3), outras três foram identificadas exclusivamente por suas espículas encontradas no sedimento. Nos represamentos Lagoa do Pau Lavrado e Lagoa Seca, as esponjas encontradas foram identificadas ao nível de gênero (Tabela 4, Figura 4)

Tabela 3: Distribuição das esponjas de águas continentais por local amostrado. A1, Lagoa Preta; B1, córrego da Onça; A2, Lagoa do Pau Lavrado; B2, riacho do Pau Lavrado; A3, Lagoa Seca; B3, córrego Colônia.

	Taxonomia	Ambientes					
		A1	B1	A2	B2	A3	B3
Viventes	<i>Radiospongilla amazonensis</i> (Volkmer-Ribeiro & Maciel, 1983)	x					
	<i>Corvoheteromeyenia australis</i> (Bonetto & Ezcurra de Drago, 1966)		x				
	<i>Heteromeyenia sp.</i> (Potts, 1881)			x		x	
Presentes em sedimento	<i>R. amazonensis</i>	x	x				
	<i>C. australis</i>	x	x				
	<i>Heteromeyenia</i> sp.	x		x			
	<i>Metania spinata</i> (Carter, 1881)	x		x			
	<i>Dosilia pydanieli</i> (Volkmer-Ribeiro, 1992)	x		x			
	<i>Tubella variabilis</i> (Bonetto & Ezcurra de Drago, 1973)	x	x	x			

Tabela 4: Medidas em micrômetros (μm) das espículas de *Heteromeyenia* sp.1(Lagoa do Pau Lavrado) e *Heteromeyenia* sp. 2(Lagoa Seca).

Espécies	MEGASCLERAS		MICROSCLERAS		GEMOSCLERAS		GÊMULA
	Comprimento	Comprimento	1ª	2ª	Rótula	Diâmetro	
			categoria	categoria			
<i>Heteromeyenia</i> sp ¹ .	232-410	52-82	70-112	-	17	520-600	
<i>Heteromeyenia</i> sp ² .	215-387	62-105	52,5-65	-	-	-	

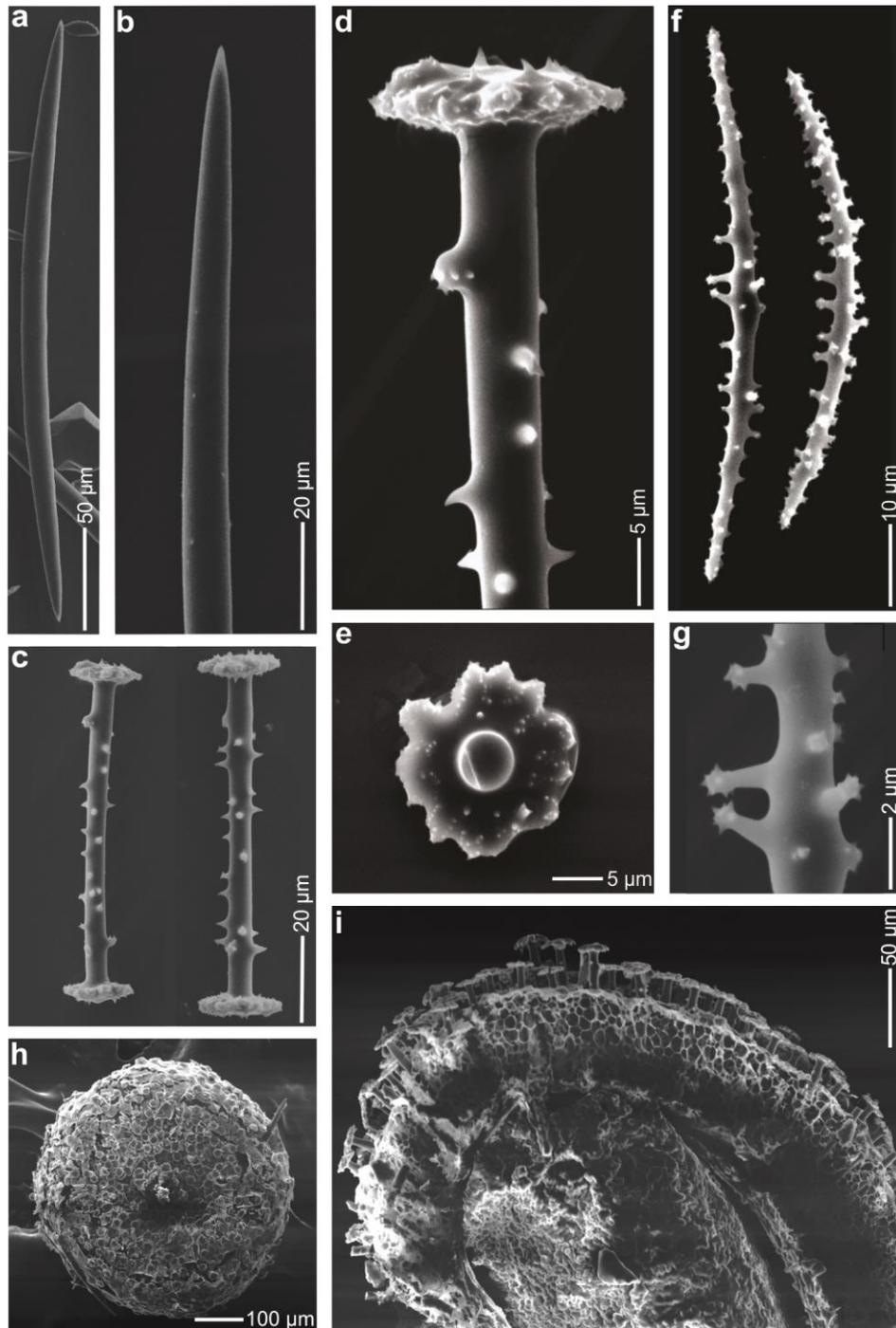


Figura 4: Micrografias do conjunto espicular de *Heteromeyenia* sp. da Lagoa do Pau Lavrado. (a-b) megascleras, (c) gemoscleras, (d) detalhes da gemosclera, (e) rótula de gemosclera, (f) microscleras, (g) detalhe dos espinhos de uma microsclera, (h) gêmula inteira (i) camada pneumática.

De modo geral, os ambientes com maior número de espículas no sedimento foram os lânticos (Figura 5). A Lagoa do Pau Lavrado apresentou os maiores valores, seguido pela Lagoa Preta e também foi expressiva a quantidade de espículas encontradas no trecho lótico do Córrego da Onça.

As fotografias de microscopia ótica dos tipos espiculares encontrados no sedimento, assim como micrografias eletrônicas do conjunto espicular de *R. amazonensis* e *C. australis*, estão disponíveis em Oliveira et al. (no prelo).

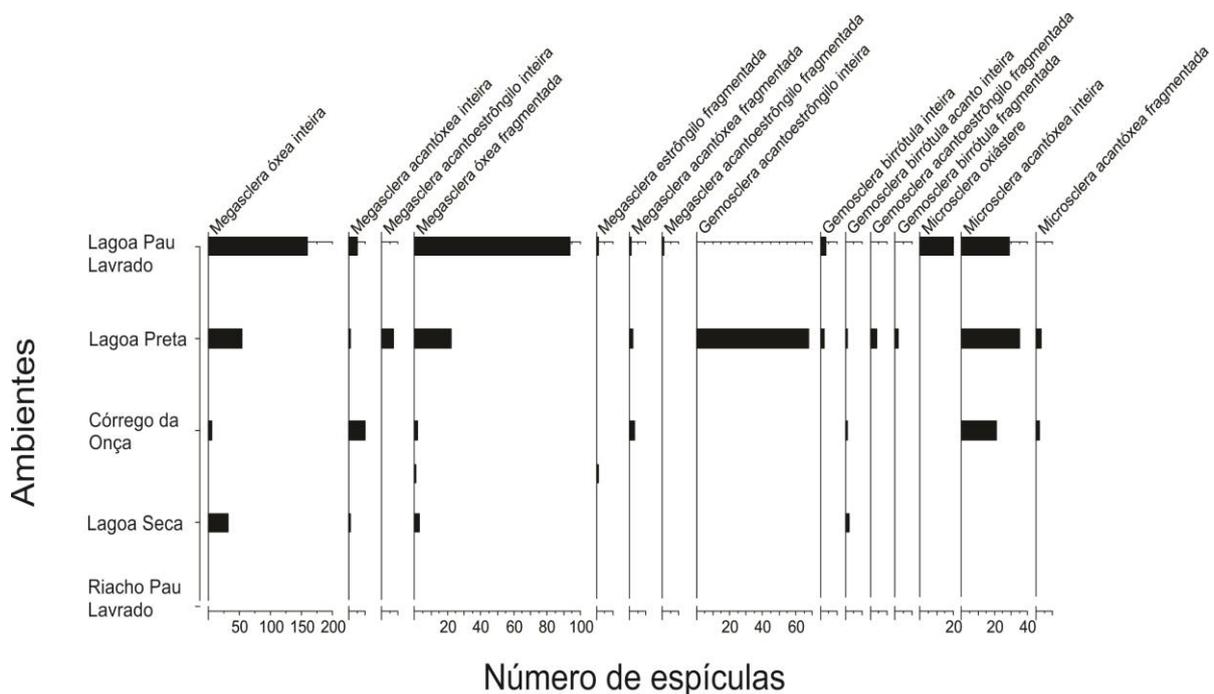


Figura 5: Valores dos diferentes tipos espiculares encontrados no sedimento de cada ambiente.

Na Lagoa Preta *R. amazonensis* foi abundante na amostragem do período quente e chuvoso (verão), apresentando indivíduos massivos e globulares (até 30cm de diâmetro), de coloração caramelo, marrom a cinza. A biomassa no verão foi a maior observada (inclusive entre as outras espécies), colônias de *R. amazonensis* chegaram a pesar secas uma média de 10g. Não foram encontrados espécimes em simbiose com algas. Os substratos preferenciais foram as partes submersas de macrófitas do gênero *Typha* sp. (praticamente o único tipo de substrato disponível no ambiente) ou galhos secos de *Phyllostachy*ssp.. Todos os espécimes observados ou coletados colonizaram substratos na face voltada para superfície, em até uma profundidade máxima de 30 cm. No verão, as colônias apresentaram um aspecto estrutural bem desenvolvido, de

superfície hispida, coloração caramelo, esponjina bastante escassa conferindo uma consistência bastante frágil, principalmente após a secagem. Na amostragem de inverno, período frio e seco, as poucas colônias encontradas estavam fixadas no caule submerso de *Typha* sp., sendo que estas plantas já se encontravam mortas, muitas vezes flutuando desprendidas dos bancos de macrófitas. Neste período, a maior parte das amostras analisadas apresentou coloração do marrom ao cinza, estrutura do esqueleto danificada, em partes já mortas e, em alguns substratos, apenas uma crosta de esponjina, espículas e muitas gêmulas, que foram abundantes nos dois períodos, espalhadas por toda a esponja, desde a superfície, dentro do esqueleto até a base.

No trecho lótico do Córrego da Onça *C. australis* não apresentou variação significativa na abundância para os dois períodos e o mesmo para peso seco. Algas só não estiveram presentes nas colônias jovens, recém-estabelecidas, ou naquelas sombreadas, geralmente na face inferior de substratos rochosos. O leito do Córrego da Onça apresentou rochas sedimentares dos tipos Argilito e Siltito, partes soltas desse material compõem o principal substrato para fixação de *C. australis*. A maior parte das colônias se localizou justamente na face inferior das pedras. Os espécimes observados aferiram características de um esqueleto, na maioria dos casos jovem, variando de formas delgadas incrustantes até colônias com formato arborescente (as maiores manchas possuíam 6 cm de diâmetro), sendo que esta última forma foi atribuída aos espécimes encontrados em regiões de remansos do riacho. A maior parte das colônias não possuíam gêmulas, porém entre as que produziram, estas foram visualmente mais abundantes no inverno.

Na Lagoa do Pau Lavrado *Heteromeyenia* sp.1 não sofreu variação significativa para peso seco, mas uma abundância maior no verão pode ser observada (apêndice 2). Todos os espécimes encontrados apresentaram simbiose com algas, produzindo esponjas de coloração variando de tom verde claro ao mais escuro. Neste ambiente, assim como na Lagoa Preta, *Typha* sp. foi o substrato disponível em maior quantidade, sendo que as esponjas no período de inverno, também foram encontradas fixadas nessas plantas já mortas e soltas do camalote. No verão, os espécimes de *Heteromeyenia* sp. formaram incrustações delgadas, a superfície da esponja ainda fresca revelou pequenos ósculos e megascleras conspícuas, gêmulas presentes apenas na face basal, num tom fluorescente à luz do sol, sendo facilmente encontradas durante o esforço de coleta. As maiores colônias mediram 15 cm de diâmetro. No inverno, os espécimes encontrados apresentavam coloração verde escuro, parte da esponja já danificada e com parte do

esqueleto morto ou ainda, apenas gêmulas agrupadas presas ao substrato. *Heteromeyeniasp.* habitou a profundidade de até 50cm, sempre colonizando a superfície exposta ao sol nos substratos. Todos os espécimes coletados apresentaram gêmulas, sem distinção do volume de produção nos períodos estudados.

Na Lagoa Seca *Heteromeyeniasp.*2 ocorreu exclusivamente na forma de microespécimes (maiores colônias mediram 5mm) e para as análises estatísticas foi considerado peso seco de 0,0001g. Os únicos substratos disponíveis para colonização neste ambiente foram as raízes fasciculadas de *Eichhornia sp.*. Para uma referência de abundância neste ambiente, optou-se ao invés da contagem de colônias de esponjas, realizar a contagem de unidades de macrófitas colonizadas pelas esponjas. Foi possível perceber uma abundância maior no inverno. Não ocorreu a presença de algas simbiontes e gêmulas foram praticamente ausentes, apenas uma gêmula foi encontrada para todos os espécimes observados (“N” aproximado de 60 microespécimes analisados).

Os dois primeiros eixos da RDA sumarizaram a variância total das ocorrências das espécies de esponjas (Figura 7). Os maiores valores de temperatura da água e pH aliados à similaridade na ocorrência de *Heteromeyenia sp.*, agruparam as Lagoa Pau Lavrado e Seca. Por outro lado, os maiores valores de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez e Nitrogênio total foram correlacionados com a ocorrência de *Corvoheteromeyenia australis* no Córrego da Onça. A lagoa Preta foi agrupada apenas pela ocorrência de *R. amazonensis*, em uma correlação baixa com a pluviosidade registrada para o período de estudo.

As dispersões dos atributos funcionais das espécies de esponjas em relação ao grupo centroide foram estatisticamente diferentes entre os locais amostrados ($F = 15,95$; $P = 0,001$), sendo que a menor dispersão dos atributos funcionais foi observada para a Lagoa Seca e a maior, para a Lagoa Preta (Figura 8). Similarmente, as características funcionais foram estatisticamente diferentes espacialmente ($F = 67,50$; $P = 0,001$), sendo tal observação mais evidente no eixo dois em que o Córrego da Onça foi separado das demais Lagoas. Entretanto, não houve diferenças na composição funcional entre ambientes lênticos e lóticos ($F = 2,35$; $p = 1,32$).

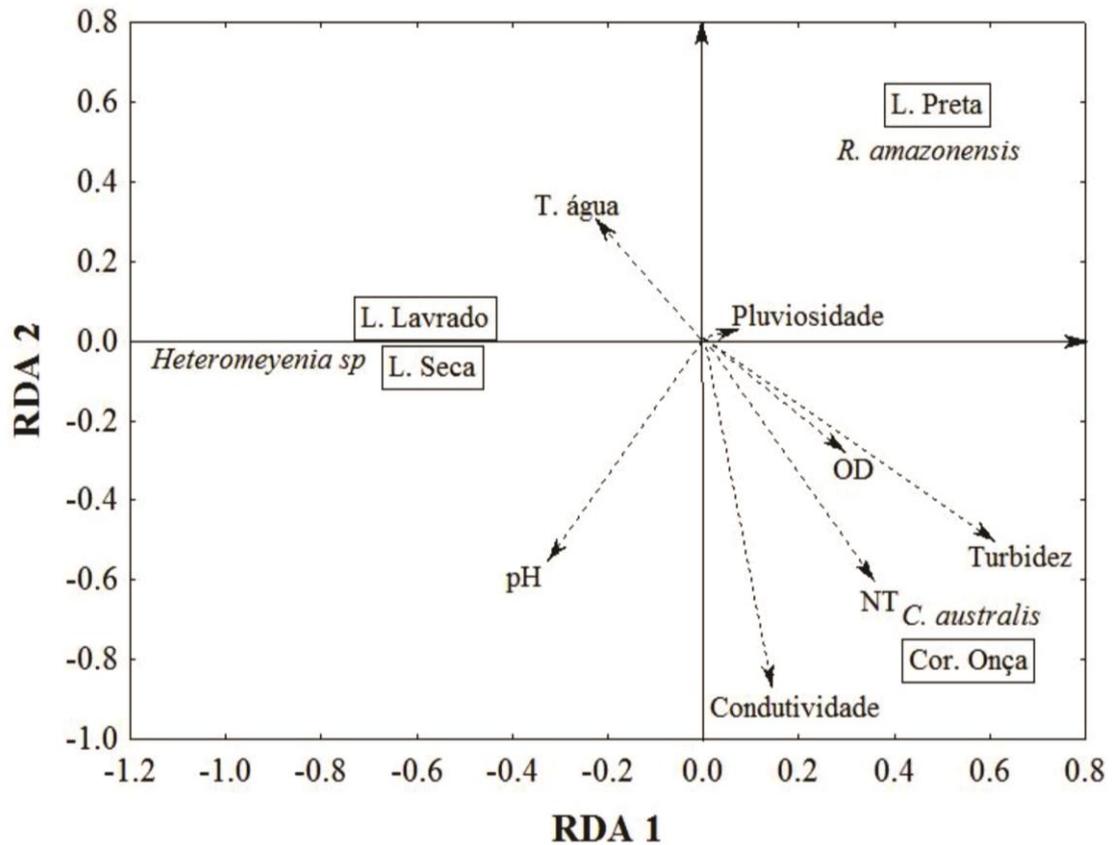


Figura 7: Ordenação da Análise de Redundância entre as ocorrências das espécies de esponjas em relação aos dados limnológicos dos pontos amostrados. T. = Temperatura; OD = Oxigênio dissolvido; NT = Nitrogênio total. L = Lagoa; Cor = Córrego.

Correlações significativas e positivas foram observadas entre as porcentagens de cana e campo/brejo e a dispersão dos atributos funcionais das espécies de esponjas (Tabela 8). As maiores porcentagens de pasto e mata foram correlacionadas negativamente com os valores de dispersão dos atributos funcionais, i.e., quanto maiores as porcentagens de tais usos da bacia, menores foram as dispersões dos atributos das espécies de esponjas.

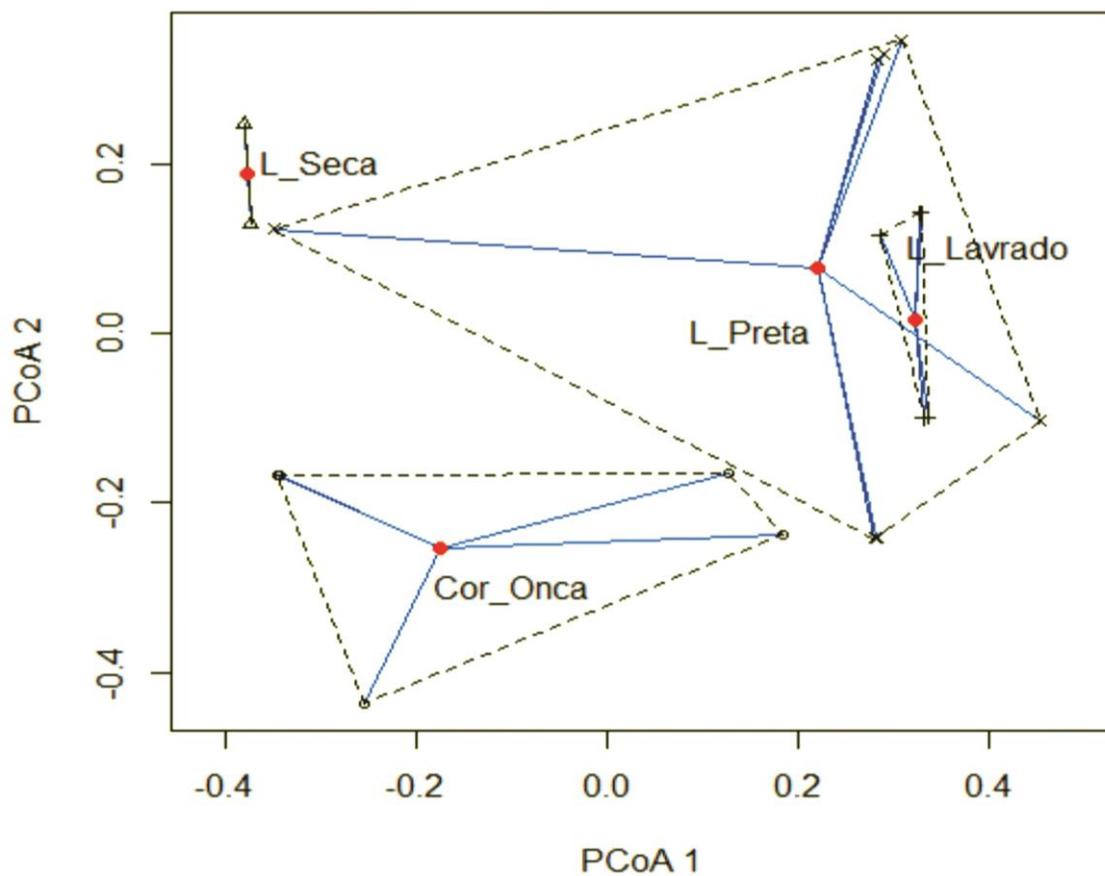


Figura 8: Análise de Dispersão Multivariada (PERMDISP) com base nas diferenças das características funcionais dos espécimes de esponjas em cada local amostrado. Cada ponto representa a dissimilaridade de cada espécime em relação ao seu centroide.

Tabela 4: Correlação de Pearson entre os valores de dispersão da Permdisp e as porcentagens de usos das bacias hidrográficas amostradas.

	DMC	
	Correlação	<i>P</i>
campo/brejo	0.96	0.03
cana	0.99	0.01
mata	-0.89	0.10
silvicultura	0.23	0.77
construção	0.05	0.95
pasto	-0.88	0.11

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos invalidaram as hipóteses propostas. Os ambientes Lagoa Preta e Lagoa do Pau Lavrado apresentaram similaridades, principalmente em relação à dispersão das características funcionais das espécies de esponjas registradas. A correlação positiva destes dados com o uso do solo por cana-de-açúcar contraria trabalhos que evidenciam este tipo de uso como prejudicial à qualidade dos ambientes aquáticos (Ometo et al., 2000). O uso do solo por campo, também correlacionado positivamente a diversidade funcional das esponjas, foi o uso do solo dominante na área de preservação permanente dos dois represamentos mencionados, e pode então estar mais relacionado ao suporte da ocorrência de esponjas nestes ambientes.

Para a Lagoa Preta *Radiospongilla amazonensis* apresentou uma significativa diferença na abundância e biomassa, sendo que o inverno conferiu as piores condições para esta espécie. *Heteromeyenia* spp. apesar de não ter demonstrado grande variação para os períodos investigados, a similaridade de uso de *Typha* sp. como principal substrato ou mesmo a presença de gêmulas em praticamente todos os espécimes encontrados justifica a proximidade espacial que estes ambientes foram plotados na PERMDISP.

Sumariamente, ambientes de represamento artificial como a Lagoa Preta e Lagoa do Pau lavrado, existentes há mais de 70 anos, localizadas no topo das sub-bacias, com áreas de drenagem menores em relação aos pontos da montante, protegidos por faixas de preservação permanente com mais 50 metros e uso do solo nessas faixas por campo, se apresentaram mais biodiversos para esponjas de águas continentais no noroeste do estado de São Paulo. Estes dois ambientes se destacam ainda por apresentarem características próximas às descritas para típicas lagoas de coceira do Cerrado (Volkmer-Ribeiro, 1999; Machado et al. 2012, 2016).

A baixa dispersão dos atributos funcionais de *Heteromeyenia* spp. contribuíram para uma correlação negativa entre tais valores e o uso do solo por mata. Esse resultado contrasta com demais dados coletados *in situ*, a exemplo da ausência de gêmulas observada para os espécimes desse ambiente, e que pode indica o predomínio da reprodução sexuada para estas esponjas (Pronzato & Manconi, 1994). Esse tipo de reprodução ocorre apenas em ambientes estáveis e bem preservados (Manconi & Pronzato, 2016). No mais, a ausência de espículas no sedimento da Lagoa Seca sugere

que a colonização por esponjas de águas continentais nesse ambiente tenha ocorrido recentemente.

Apesar da necessidade de um estudo mais aprofundado para a determinação específica, as ocorrências vivas de *Heteromeyenia* spp. para a Lagoa do Pau Lavrado e Lagoa Seca, configuram o primeiro registro deste gênero em ambiente natural para o estado de São Paulo. Até o presente constava apenas um registro recente realizado por meio de material encontrado em um aquário, sendo que a nova espécie descrita, *Heteromeyenia barlettai* (Pinheiro et al., 2015), ainda não possui informações de sua distribuição na natureza ou informações ecológicas.

Quanto a utilização de dados de uso do solo, o valor preditivo destes pode diminuir com o tamanho da bacia (Strayer et al., 2010). Por outro lado, menores áreas de drenagem, como dos represamentos Lagoa Preta e Pau Lavrado, por se localizarem no topo de suas sub-bacias, possuem uma menor área de drenagem (Kratz et al., 1997), levando a crer que nestes ambientes as variáveis locais sejam mais eficazes para explicar a distribuição de esponjas.

Embora a teoria sugira uma ligação direta entre a diversidade funcional e funções do ecossistema, vários fatores impedem conclusões gerais dos estudos existentes (Schmera et al., 2017), o presente trabalho, primeiro explorando o uso de características funcionais em esponjas de águas continentais, não nega esta afirmação.

São sugeridos novos estudos que investiguem as características funcionais em esponjas de águas continentais, assim como a necessidade de desenvolver um banco de dados com essas características. Serão de grande valia os resultados que contribuirão para o conhecimento ecológico a respeito dos poríferos de águas continentais, possibilitando, por exemplo, restabelecer a espongofauna para o bioma cerrado por meio de identificação de áreas prioritárias de restauração e uso do solo, diminuindo o conflito entre homem e ambiente, e aumentando o oferecimento de serviços ecossistêmicos.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Josué Soares pelo auxílio nas coletas, Gilson Katayama e Marcelo Melo pela autorização de acesso no caso das áreas particulares. Ao Jaime Luís Lopes Pereira pela elaboração do mapa de localização. Marcelo R.F de Oliveira

agradece pelo subsidio financeiro da CAPES e Evanilde Benedito pela bolsa de produtividade de pesquisa CNPq.

6. REFERÊNCIAS

- APHA, 2012. American Public Health Association. Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater. Washington, 22^a ed.
- Amaral, A.C.Z., C. Volkmer-Ribeiro, M.C.D. Mansur, S.B. Santos, W.E.P. Avelar, H. Mattews-Cascon, F.P.P. Leite, G.A.S. Melo, P.A. Coelho, G.B. Buckup, L. Buckup, C.R.R. Ventura, & C.G. Tiago, 2008. A Situação de Ameaça dos Invertebrados Aquáticos no Brasil. Em Machado, A.B.M., G.M. Drummond & A.P. Paglia (orgs), Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Ministério do Meio Ambiente - MMA, Brasilia (DF) 1: 158-159.
- Anderson, M.J., 2006. Distance-Based Tests for Homogeneity of Multivariate Dispersions. *Biometrics* 62: 245–253.
- Anderson, M.J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32–46.
- Anderson, M.J., K.E. Ellingsen, B.H. McArdle, 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters* 9: 683–693.
- Bell J.J., E. McGrath, A. Biggerstaff, T. Bates, C.A. Cárdenas, H. Bennett, 2015. Global conservation status of sponges. *Conservation Biology* 29: 42-53.
- Bonetto, A.A., Ezcurra de Drago, I., 1966. Nuevos aportes al conocimiento de las esponjas argentinas. *Physis* 71: 129-140.
- Bonetto, A.A., Ezcurra de Drago, I., 1973. Las esponjas del género *Trochospongilla* Vejdovsky em aguas argentinas. *Physis* 84: 13-18.
- Brito, B. M., 2011. Delimitação do início e fim das estações quente, fria e chuvosa no estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 180 p. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/39KH49D>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

Cabral Junior, M., J.F.M. Motta, I.S.C. Mello, L.C. Tanno, A. Sintoni, E.D. Salvador, L.A. Chieregatti, 2001. Recursos minerais do Fanerozóico no estado de São Paulo. *Geociências* 20: 105-150.

Carter, H.J., 1881. History and Classification of the known Species of *Spongilla*. *Annals and Magazine of Natural History* 7: 77-107.

CEPAGRI, 2016. Clima dos municípios paulistas. <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>, acesso em: 29/05/2016.

Daily, G.C., 1995. Restoring value to the worlds degraded lands. *Science*, 269 (5222):350–354.

IBGE, 2013. Manuais técnicos em geociências: Manual Técnico de Uso da Terra, Rio de Janeiro, 7, 3ª ed.

Lauer, T. E., A. Spacie, & D. K. Barnes, 2001. The distribution and habitat preferences of freshwater sponges (Porifera) in four southern Lake Michigan harbors. *American Midland Naturalist*, 146 (2): 243-253.

Legendre, P. & L. Legendre, 1998. *Numerical Ecology*, 2ª.Ed. – Elsevier.

Leps, J. & P. Smilauer, 2003. *Multivariate analysis of ecology data using CANOCO*.– Cambridge University Press.

Kratz, T.K.; K.E. Webster, C.J. Bowser, J.J. Magnuson, B.J. Benson, 1997. The influence of landscape position on lakes in northern Wisconsin. *Freshwater Biology*, 37: 209-217

Machado, V.S., C. Volkmer-Ribeiro & R. Iannuzzi, 2012. Inventory of the Sponge Fauna of the cemitério Paleolake, Catalão, Goiás, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 84: 17-34.

- Machado, V.S., C. Volkmer-ribeiro & R. Iannuzzi, 2016. Investigation of freshwater sponges spicules deposits in a karstic lake in Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 76: 36-44.
- Manconi, R. & R. Pronzato, 2008. Global diversity of sponges (Porifera : Spongillina) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 27-33.
- Manconi, R. & R. Pronzato, 2016. How to survive and persist in temporary freshwater? Adaptive traits of sponges (Porifera: Spongillida): A review. *Hydrobiologia* 782: 11-22.
- Melão, M.G.G. & O. Rocha, 1997. Associação simbiótica de *Metania spinata* (Porifera, Metaniidae) com uma *Chlorophyceae*. *Braz. J. Ecol.* 1:1-9
- Melão, M.G.G. & O. Rocha, 1999. Biomass and productivity of the freshwater sponge *Metania spinata* (Carter, 1881) (*Demospongiae: Metaniidae*) in a Brazilian reservoir. *Hydrobiologia* 390: 1-10.
- Mcgill, B.J., B.J. Enquist, E. Weiher & M. Westoby, 2006. Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution* 2: 178-185.
- Oksanen, J., F.G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M.H.H. Stevens & H. Wagner, 2015. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.3-2 [.http://CRAN.R-project.org/package=vegan](http://CRAN.R-project.org/package=vegan).
- Oliveira, M.R.F. de; Melhado, A. F. P.; Oda, F. H.; Melo, S. M. de; Parolin, M. & E. Bedito. Sponge species composition and habitat use in a small stream within the agricultural landscape in the lower Tietê River basin in southeastern Brazil, with the first record of *Corvoheteromeyenia australis* (Demospongiae: Spongillidae) from São Paulo state. *North-Western Journal of Zoology (no prelo)*.

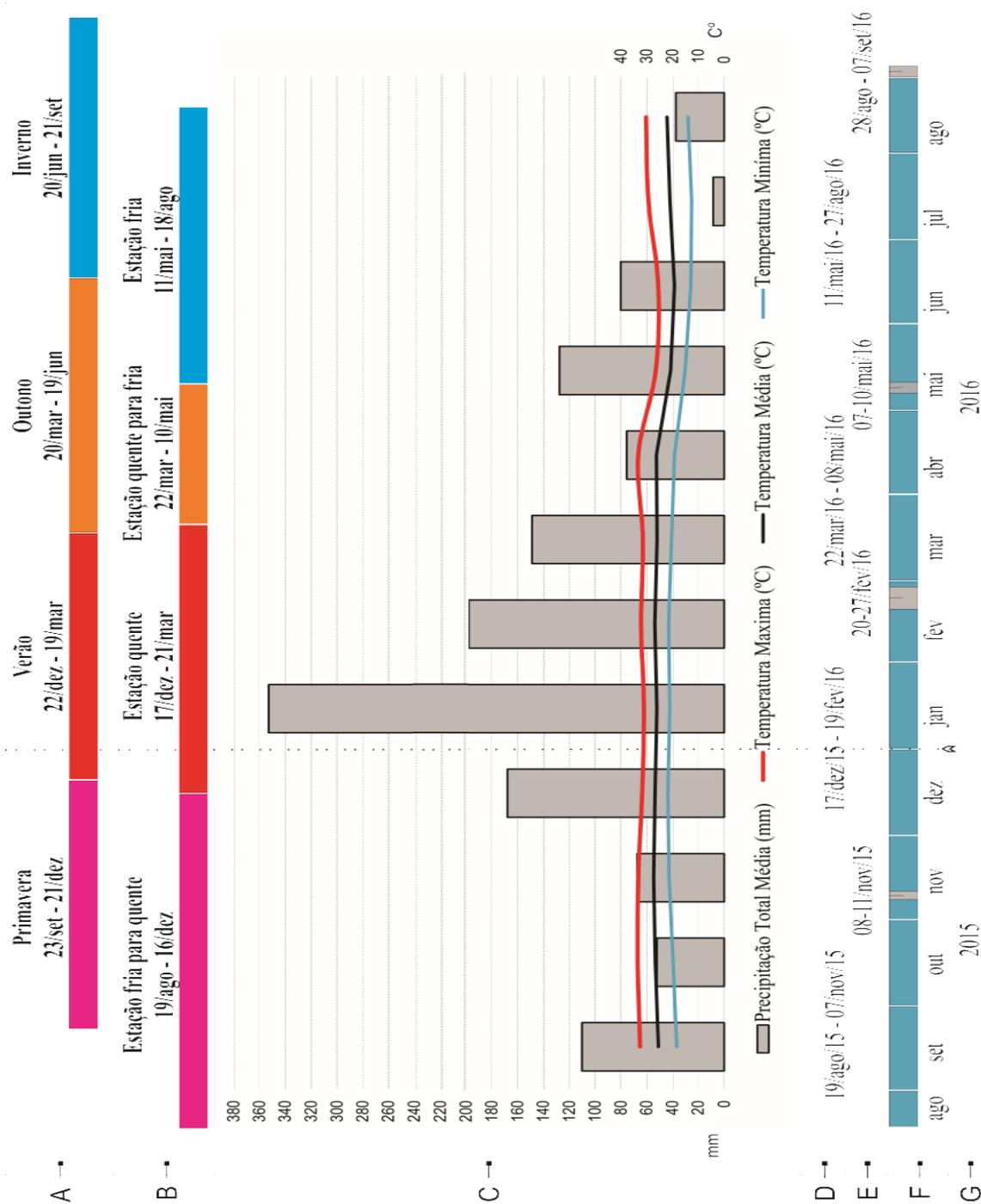
- Ometo, J.P.H.B; L.A. Martinelli, M.V. Ballester, A. Gessner, A.V. Krusche, R.L. Victoria & M. Williams, 2000. Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates rates in two streams of the Piracicaba river basin, south-east Brazil. *Freshwater Biology*, 44 (2): 327-337.
- Peel, M.C., B.L. Finlayson & T.A. McMahon, 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1633-1644.
- Pinheiro, U., L. Calheira & E. Hajdu, 2015. A new species of freshwater sponge, *Heteromeyenia barlettai* sp. nov. from an aquarium in São Paulo, Brazil (Spongillida: Spongillidae). *Zootaxa* 4034 (2): 351-63.
- Podgaiski, L. R.; M. S. Mendonça Jr & V.D. Pillar, 2011. O uso de atributos funcionais de invertebrados terrestres na ecologia: o que, como e por quê. *Oecologia Australis*, 15 (4): 835-853.
- Poff, N.L., J.D. Olden, N.K.M. Vieira, D.S. Finn, M.P. Simmons & B.C. Kondratieff, 2006. Functional trait niches of North American lotic insects: trait-based ecological applications in light of phylogenetic relationships. *Journal of the North American Benthological Society*, 25: 730- 755.
- Potts, E., 1881. Some new genera of freshwater sponges. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 1881: 149-150.
- Pronzato, R. & R. Manconi, 1994. Adaptive strategies of sponges in inland waters. *Bollettino di Zoologia* 61: 395–401.
- R Development Core Team, 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Richards, J.A., 2013. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. 5th Edition, Springer-Verlag, New York. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-30062-2>

- Ricotta, C., & S. Burrascano, 2008. Beta diversity for functional ecology. *Preslia*, 80(1): 61-72.
- Rodrigues, R.R., C.A. Joly, M.C.W. de Brito, A. Paese, J.P. Metzger, L. Casatti, M.A. Nalon, N. Menezes, N.M. Ivanauskas, V. Bolzani & V.L.R. Bononi, 2008. Diretrizes para conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo. FAPESP, São Paulo.
- SMA/IF, 2005. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo. <http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/publicacoes.html>, Acessado em : [2016.04.15](http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/publicacoes.html).
- Schmera, D., J. Heino, J. Podani, T. Eros & S. Doledec, 2017. Functional diversity: a review of methodology and current knowledge in freshwater macroinvertebrate research. *Hydrobiologia* 787: 27-44
- Strayer, D. L., D. Dudgeon, 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society* 29 (1): 344-358.
- Van Soest, R.W.M., N. Boury-Esnault, J.N.A. Hooper, K. Rützler, N.J. de Voogd, B. Alvarez de Glasby, E. Hajdu, A.B. Pisera, R. Manconi, C. Schoenberg, M. Klautau, B. Picton, M. Kelly, J. Vacelet, M. Dohrmann, M.C. Díaz, P. Cárdenas & J.L. Carballo, 2016. World Porifera database. Acesso em 28 de dezembro de 2016, disponível em <http://www.marinespecies.org/porifera>.
- Vieira, N.K.M., N.L. Poff, D.M. Carlisle, S.R. Moulton, M.L. Koski & B.C. Kondratieff, 2006. A database of lotic invertebrate traits for North America. U.S. Geological Survey Data Series 187, US Department of the Interior, Reston, Virginia. 15p.

- Volkmer-Ribeiro, C., 1985. Manual de Técnicas para a preparação de Coleções Zoológicas, Sociedade Brasileira de Zoologia, CNPq, São Paulo, 3º ed.
- Volkmer-Ribeiro, C., 1992. The Freshwater Sponges In Some Peat-Bog Ponds In Brazil. *Amazoniana*. Riel, 12:317-335.
- Volkmer-Ribeiro, C., 1999. Esponjas. Em Joly, C.A., C.E.M. Bicudo (eds), Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo 1-9.
- Volkmer-Ribeiro, C. & S.B Maciel, 1983. New Freshwater Sponges From Amazonian Waters.. *Amazoniana*. 2: 255-264.
- Volkmer-Ribeiro C. & M. Parolin, 2010. As esponjas. In: Parolin M., C. Volkmer-Ribeiro, J.A. Leandrini (eds). Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. Campo Mourão: Editora da Fecilcam. 105-130.
- Volkmer-Ribeiro, C. & M.C.M. Tavares. 1995. Redescrição de *Drulia uruguayensis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1968 com redefinição do gênero *Drulia* Gray, 1867 (Porifera: Metaniidae). *Biociencias*, Porto Alegre 3 (1): 183-205.

7. MATERIAL SUPLEMENTAR

7.1 APÊNDICES



Apêndice 1: Informações climáticas e períodos de amostragem dos dados de campo. A) Régua das estações do ano para o hemisfério sul. B) Régua das estações do ano específica para a região onde ocorreram as amostragens (Brito, 2011). C) Climograma construído com dados referentes aos períodos de amostragem, pluviosidade (mm) e temperatura (C°) foram obtidos a partir do banco de dados da CEPAGRI (2016). D) Período de coleta dos dados pluviométricos utilizados nas análises. E) Período das amostragens em campo. F) meses. G) anos.

Local	Tipo	Período	Espécie	Abundância	PESO_SECO	Algas	Substrato	Posição	Estágio	Gêmulas
Cor_onca	Lótico	verão	<i>C. australis</i>	164.6	0.0119	Parcial	Rocha	Superfície	Desenvolvida	Sim
Cor_onca	Lótico	verão	<i>C. australis</i>	164.6	0.0065	Não	Rocha	Soblítica	Jovem	Não
Cor_onca	Lótico	verão	<i>C. australis</i>	164.6	0.0768	Não	Rocha	Soblítica	Jovem	Não
Cor_onca	Lótico	verão	<i>C. australis</i>	164.6	0.0263	Não	Rocha	Soblítica	Jovem	Não
Cor_onca	Lótico	inverno	<i>C. australis</i>	100.6	0.0142	não	Rocha	Soblítica	Jovem	Não
Cor_onca	Lótico	inverno	<i>C. australis</i>	100.6	0.1246	sim	Rocha	Superfície	Desenvolvida	Sim
Cor_onca	Lótico	inverno	<i>C. australis</i>	100.6	0.0346	não	Rocha	Soblítica	Jovem	Não
L_seca	Lêntico	verão	<i>Heteromeyenia</i> sp	103.4	0.0001	Não	<i>Eichhorniasp.</i>	Raiz/sombra	Microespécimes	Não
L_seca	Lêntico	verão	<i>Heteromeyenia</i> sp	103.4	0.0001	Não	<i>Eichhorniasp.</i>	Raiz/sombra	Microespécimes	Não
L_seca	Lêntico	verão	<i>Heteromeyenia</i> sp	103.4	0.0001	Não	<i>Eichhorniasp.</i>	Raiz/sombra	Microespécimes	Não
L_seca	Lêntico	inverno	<i>Heteromeyenia</i> sp	169.2	0.0001	Não	<i>Eichhorniasp.</i>	Raiz/sombra	Microespécimes	Não
L_seca	Lêntico	inverno	<i>Heteromeyenia</i> sp	169.2	0.0001	Não	<i>Eichhorniasp.</i>	Raiz/sombra	Microespécimes	Não
L_seca	Lêntico	inverno	<i>Heteromeyenia</i> sp	169.2	0.0001	Não	<i>Eichhorniasp.</i>	Raiz/sombra	Microespécimes	Não
L_Lavrado	Lêntico	verão	<i>Heteromeyenia</i> sp	448	0.1106	Sim	Gramínea	Caule/Superfície	Desenvolvida	Sim
L_Lavrado	Lêntico	verão	<i>Heteromeyenia</i> sp	448	0.2466	Sim	<i>Typhasp.</i>	Caule/Superfície	Desenvolvida	Sim
L_Lavrado	Lêntico	verão	<i>Heteromeyenia</i> sp	448	0.1795	Sim	<i>Typhasp.</i>	Caule/Superfície	Desenvolvida	Sim
L_Lavrado	Lêntico	inverno	<i>Heteromeyenia</i> sp	126	0.2406	sim	<i>Typhasp.</i>	Caule/Superfície	Degenerando	Sim
L_Lavrado	Lêntico	inverno	<i>Heteromeyenia</i> sp	126	0.0267	sim	<i>Typhasp.</i>	Caule/Superfície	Degenerando	Sim
L_Lavrado	Lêntico	inverno	<i>Heteromeyenia</i> sp	126	0.0107	sim	<i>Typhasp.</i>	Caule/Superfície	Degenerando	Sim
L_preta	Lêntico	verão	<i>R. amazonensis</i>	399	7.9132	Não	<i>Typhasp.</i>	Caule/Superfície	Desenvolvida	Sim
L_preta	Lêntico	verão	<i>R. amazonensis</i>	399	10.6276	Não	<i>Typhasp.</i>	Caule/Superfície	Desenvolvida	Sim
L_preta	Lêntico	verão	<i>R. amazonensis</i>	399	8.608	Não	<i>Typhasp.</i>	Caule/Superfície	Desenvolvida	Sim
L_preta	Lêntico	verão	<i>R. amazonensis</i>	399	0.0563	Não	<i>Salviniasp.</i>	Folhas/Superfície	Jovem	Não
L_preta	Lêntico	inverno	<i>R. amazonensis</i>	66.5	11.1292	não	bambu	Caule/Superfície	Desenvolvida	Sim
L_preta	Lêntico	inverno	<i>R. amazonensis</i>	66.5	0.2683	não	galho	Caule/Superfície	Degenerando	Sim
L_preta	Lêntico	inverno	<i>R. amazonensis</i>	66.5	0.1717	não	galho	Caule/Superfície	Degenerando	Sim

Apêndice 2: Características funcionais mensuradas para os indivíduos de cada espécie de esponja encontrada ao longo do estudo. Cor = Córrego; L = Lagoa; Abund. = Abundância.

Apêndice 3: Tabela com os valores de cada tipo de uso em hectares, e o percentual em relação à área da sub-bacia.

Tipos de cobertura	A1		B1		A2		B2		A3		B3		A4		B4	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Corpo de hídrico	1,99	1,13	10,30	1,23	0,27	0,27	0,27	0,26	10,85	8,31	10,85	5,73	0,92	0,51	0,92	0,13
Caminho / Solo Exposto	6,60	3,76	25,31	3,03	2,13	2,12	2,23	2,13	5,90	4,52	8,37	4,42	2,45	1,35	18,55	2,55
Campo	25,44	14,50	78,33	9,39	3,64	3,63	4,62	4,43	12,61	9,65	18,60	9,82	9,40	5,17	45,79	6,29
Cultura Temporária: Cana	132,53	75,55	423,96	50,82	61,84	61,71	61,84	59,27	73,08	55,95	120,71	63,72	27,14	14,93	277,34	38,10
Construção			11,60	1,39	0,17	0,17	0,17	0,16	0,02	0,02			0,13	0,07	0,54	0,07
Cultura Temporária: outra					9,78	9,76	9,78	9,37								
Estrada	0,98	0,56	0,98	0,12							0,02	0,01				
Mata	7,66	4,37	54,67	6,55	0,58	0,58	0,58	0,56	2,10	1,61	4,82	2,54	73,70	40,53	120,24	16,52
Pasto			218,52	26,19	17,71	17,67	19,81	18,99	26,06	19,95			61,93	34,06	237,16	32,58
Silvicultura	0,22	0,12	10,61	1,27											3,28	0,45
Cultura Permanente															24,11	3,31
Reflorestamento					3,59	3,58	4,52	4,34					6,17	3,39		
TOTAL	175,41	100,00	834,27	100,00	99,69	100,00	101,32	100,00	130,62	100,00	189,43	100,00	181,84	100,00	727,91	100,00

Apêndice 4 : Dados limnológicos dos locais amostrados.

Locais	Sistema	Espécie	Estação	Chuva (ml)	Temperatura da água (°C)	O ₂ dissolvido (mg/l)	Condutividade (µs/cm)	pH (mol/dm ³)	Turbidez (UNT)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo total (mg/l)
Lagoa Preta (A1)	Lêntico	<i>R. amazonensis</i>	Verão	735	30,9	7,3	27,4	5,84	9,58	1016	81,23
			Inverno	250	26	5,5	31,4	5,9	1,886	1390,83	66,33
Córrego da Onça (B1)	Lótico	<i>C. australis</i>	Verão	735	28	7,6	104,1	6,95	13,7	2971	61,16
			Inverno	250	22,7	7,5	159,6	7,21	10,74	9997,45	47,32
Lagoa Três Meninos (A2)	Lêntico	-	Verão	735	28,7	5,9	24,8	6,11	10,72	783	16,07
			Inverno	250	22,2	4,5	24,4	6,1	35,11	1111,9	29,06
Riacho Três Meninos (B2)	Lótico	-	Verão	735	28,3	5,4	25,1	6,2	6,565	748,2	15,02
			Inverno	250	21,7	4,5	28,7	6,41	28,62	1070,4	35,35
Lagoa do Pau Lavrado (A3)	Lêntico	<i>Heteromeyenia</i> sp.	Verão	715	31	3,65	73,9	6,4	1,495	667	21,91
			Inverno	253	23,5	5,5	71,8	6,5	8,1	1062,34	33,85
Riacho do Pau Lavrado (B3)	Lótico	-	Verão	715	26	7,4	115,1	6,7	9,901	1129	55,02
			Inverno	253	20,3	7,4	107,3	7,05	14,25	1723,94	59,3
Lagoa Seca (A4)	Lêntico	<i>Heteromeyenia</i> sp.	Verão	715	32,5	8,05	55,7	7,2	1,175	851,1	10,38
			Inverno	253	27	6,4	63,7	7,8	1,034	1136,1	22,92
Córrego Colônia (B4)	Lótico	-	Verão	715	29,9	4	43,7	5,8	2,075	1071	12,78
			Inverno	253	24,3	1,8	56,3	5,78	4,187	1122,27	27,26

ANEXO 2

Normas do periódico Hydrobiologia:

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- [LaTeX macro package \(zip, 182 kB\)](#)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

ADDITIONAL REMARK TEXT

Do not include section numbers.

SCIENTIFIC STYLE

Authors are urged to comply with the rules of biological nomenclature, as expressed in the International Code of Zoological Nomenclature, the International Code of Botanical Nomenclature, and the International Code of Nomenclature of Bacteria. When a species name is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of its describer should also be given. Descriptions of new taxa should comprise official repository of types (holotype and paratypes), author's collections as repositories of types are unacceptable.

Genus and species names should be in italics.

Wording

Please, do not use words as “physicochemical”, “physico.chemical”, “physiochemical”, etc. “Physical and chemical” or, when appropriated, “physiological and chemical” or “biochemical” should be preferred.

REFERENCES

References in the text will use the name and year system: Adam & Eve (1983) or (Adam & Eve, 1983). For more than two authors, use Adam et al. (1982). References to a particular page, table or figure in any published work is made as follows: Brown (1966: 182) or Brown (1966: 182, fig. 2). Cite only published items; grey literature (abstracts, theses, reports, etc) should be avoided as much as possible. Papers which are unpublished or in press should be cited only if formally accepted for publication.

References will follow the styles as given in the examples below, i.e. journals are NOT abbreviated (as from January 2003), only volume numbers (not issues) are given, only normal fonts are used, no bold or italic.

Engel, S. & S. A. Nichols, 1994. Aquatic macrophytes growth in a turbid windswept lake. *Journal of Freshwater Ecology* 9: 97–109.

Horne, D. J., A. Cohen & K. Martens, 2002. Biology, taxonomy and identification techniques. In Holmes, J. A. & A. Chivas (eds), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. American Geophysical Union, Washington DC: 6–36.

Maitland, P. S. & R. Campbell, 1992. *Fresh Water Fishes*. Harper Collins Publishers, London.

Tatrai, I., E. H. R. R. Lammens, A. W. Breukelaar & J. G. P. Klein Breteler, 1994. The impact of mature cyprinid fish on the composition and biomass of benthic macroinvertebrates. *Archiv fr Hydrobiologie* 131: 309–320.

TABLES

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Text and Presentations

Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.

A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.

If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

Specialized format such as .pdb (chemical), .vrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.

Refer to the supplementary files as "Online Resource", e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4".

Name the files consecutively, e.g. "ESM_3.mpg", "ESM_4.pdf".

Captions

For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material

Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice and offprints.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

[Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](#)

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Publication of color illustrations is free of charge.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

OPEN CHOICE

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink.

Open Choice

Copyright and license term – CC BY

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

[Find more about the license agreement](#)

ENGLISH LANGUAGE EDITING

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.

Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.

Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review. Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts.