

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a),
o texto completo desta dissertação será disponibilizado
somente a partir de 25/02/2021.



Universidade Estadual Paulista – UNESP
Instituto de Biociências de Botucatu
Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas –
Zoologia



**Comunidade dormente e ativa de Cladocera em
habitats da zona litorânea de lagoas marginais**

Luana Daré

Botucatu- SP

2019



Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências – Campus Botucatu
**Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas – Área de
Concentração: Zoologia**

Luana Daré

**Comunidade dormente e ativa de Cladocera em
habitats da zona litorânea de lagoas marginais**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, Área de concentração: Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Raoul Henry

Coorientador: Dr. Jorge Laço Portinho

Botucatu, 2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Daré, Luana.

Comunidade dormente e ativa de Cladocera em habitats da zona litorânea de lagoas marginais / Luana Daré. - Botucatu, 2019

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Raoul Henry

Coorientador: Jorge Laço Portinho

Capes: 20502001

1. Zooplâncton. 2. Distribuição espacial da população.
3. Macrófitas. 4. Sedimentos. 5. Cladóceras - Ovos.

Palavras-chave: distribuição espacial; macrófitas; ovos de resistência; sedimento; zooplâncton.

“Imagine que não há paraíso, é fácil se você tentar
Nenhum inferno abaixo de nós, sobre nós somente o céu
Imagine todas as pessoas vivendo para hoje
Imagine que não há países, não é difícil de fazer
Nada para matar ou morrer, e nenhuma religião também
Imagine todas as pessoas, vivendo a vida em paz
Imagine sem posses, não há necessidade de ganância ou fome
Uma irmandade entre os homens
Imagine todas as pessoas, compartilhando todo o mundo
Você pode dizer que sou um sonhador, mas eu não sou o único
Eu espero que um dia todos sejam, e o mundo viverá como um”

imagine

John Lennon

Agradecimentos

Ao Prof. Raoul pela confiança depositada em meu trabalho ao longo desses anos. Pelo conhecimento compartilhado, pelo apoio intenso em todas as coletas, e pela oportunidade de também participar de um trabalho de extensão tão especial como do Bom Retiro, que enormemente contribui com minha experiência didática. Obrigada pela oportunidade.

Ao Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira, por toda a convivência, colaboração e por sempre compartilhar seu conhecimento tão prontamente.

Ao Dr. Jorge Portinho, pela amizade, incentivo, todas as conversas e sugestões.

Ao professor Dr. Felipe Amorim, por colaborar para que a minha relação com a estatística se tornasse tão amigável.

A professora Dra. Luzia Trinca pela colaboração com os modelos estatísticos (GLMM).

Aos Professores Dr. Reinaldo Castro e Dr. Gilmar Neves, pela amizade e colaboração.

A Dra. Maria Carolina, que desde de minha chegada ao laboratório me acolheu de braços abertos, me ensinou muitas coisas, e me orientou. Obrigada pela amizade! Obrigada por tudo!

A Ana Maria (Matinho) por horas infindáveis de parceria na microscopia (inclusive ler um livro para mim!), na escrita, no café, nas conversas, risadas. Obrigada pela parceria! Obrigada pela amizade!

Ao Danilo, Carol e Jorge pela ajuda nas identificações. E ao Danilo, também pela confecção do mapa.

A todos os amigos de laboratório, Carol, Matinho, Dani, Barbara, Paula, Valter, Ana Liz, Juliana, Maria Inês, Jorge, Michael, Eduardo, Marco, Danilo, vocês são ímpares, cada um de vocês fez esses anos serem espetaculares!

A Dona Maria por cuidar tão bem do nosso espaço de trabalho, por sempre tomar um cafezinho comigo, me dar guloseimas e levar alegria por onde passa!

Ao Miguel e Joaquim pela ajuda nas coletas, e pelas refeições saborosíssimas.

A todos os técnicos do IBB, em especial Hamilton, Flávio, Sílvio e Carol, sempre dispostos a solucionar pequenos imprevistos. As secretárias Ju e Roseli, sempre tão solícitas e eficientes.

A todos os funcionários da Seção de Pós-Graduação, em especial ao Davi que sempre me atendeu prontamente.

Ao departamento de botânica, por sempre auxiliar quando precisei, sendo em ceder espaço, ajuda, pó de café ou boas prosas.

Meus pais, Isaias e Lucia, e meus irmãos Tati, Hugo e Diego, que fazem parte da minha educação. A minhas tias Dri e Lica, que me enchem de mimos. E principalmente a minha querida vizinha Noemia, que sempre me ajudou e incentivou a ser uma boa profissional. Sei que todos vocês vibram a cada conquista, e oram por mim a cada desafio.

Ao meu companheiro de vida Charles, por todos esses longos anos de parceria, confiança, força, por ser um entusiasta de horas de monólogo científico. Você caminhou comigo cada pedacinho desse chão.

As minhas queridas amigas de graduação Laís e Andréia, que vêm me acompanhando nessa jornada, vocês são demais! Obrigada por tudo!

A Samantha, por todos os cafés, conversas, conselhos, reflexões e risadas.

A todos meus amigos de além da universidade, vocês fazem parte dessa história.

Ao CNPQ, pelo investimento nessa pesquisa, através da concessão da Bolsa de estudos.

Sumário

Introdução Geral	1
Referências	5
Comunidade dormente e ativa de Cladocera em habitats da zona litorânea de lagoas marginais	
Resumo	10
Abstract	11
Introdução	12
Objetivos e hipóteses	13
Materiais e Métodos	14
Resultados	20
Discussão	31
Conclusões	34
Referências	35
Anexos	40

Introdução Geral

Cladocera, um dos principais grupos componentes do zooplâncton de águas continentais, é constituído por organismos diminutos, com elevada ocorrência em lagoas marginais (Panarelli et al., 2008; Ferrareze & Nogueira, 2011), podendo ser encontrados na coluna d'água, no sedimento ou nas macrófitas (Battauz et al., 2017). São organismos que compõem parte do elo entre os produtores primários e os níveis superiores da cadeia alimentar, transferindo a energia proveniente da luz, fixada pelo fitoplâncton, para os consumidores de maior porte (Sarma et al., 2005; Panarelli et al., 2010).

Sua reprodução é partenogenética. O nascimento de machos é observado apenas em períodos de condições ambientais desfavoráveis à vida (como temperaturas extremas da água, superpopulação e presença de predador), ocorrendo então a reprodução sexuada (Santangelo, 2009; Gyllstrom & Hansson, 2004; Brooks & Dodson, 1965; Iglesias et al., 2007). Na reprodução sexuada são gerados ovos de resistência, que podem permanecer no ambiente por longos períodos, aguardando o retorno de boas condições ambientais para então eclodir (Brock et al., 2003). Quando liberados pela fêmea, esses ovos podem se dispersar pela coluna d'água, ficar alojados no sedimento ou aderidos às macrófitas (Brendonck & De Meester, 2003; Battauz et al., 2017). Algumas espécies de Cladocera podem depositar seus ovos nas macrófitas, fixando-os à planta através de uma substância chamada de “cimento”, de constituição não conhecida (Fryer, 1972). A fêmea libera tal substância através do ânus, e juntamente com a parte principal de sua carapaça, fixa o ovo à planta (Fryer, 1972).

Além de oferecer proteção aos ovos, as macrófitas flutuantes favorecem a dispersão das espécies em períodos de cheia, quando há o deslocamento de plantas aquáticas de lagoas marginais conectadas, em direção ao rio (Battauz et al., 2017).

A dormência dos ovos favorece a sobrevivência, e conseqüentemente contribui para a manutenção da diversidade genética da comunidade (Hairston et al., 1995; Hairston, 1996; Brock et al., 2003; Panarelli et al., 2008).

A composição da comunidade de Cladocera tende a diferir entre os compartimentos de uma lagoa (Mortari & Henry, 2016; Gerhard et al., 2016; Castilho-Noll et al., 2010).

Alguns fatores podem levar à formação de mosaicos com diferentes condições físicas e químicas da água, como por exemplo, variações da profundidade do ambiente aquático, das temperaturas e concentrações de oxigênio (Mortari & Henry, 2016). A disponibilidade de recursos alimentares e a presença de predadores, também são fatores que vão determinar a seleção de um habitat por uma determinada espécie (Folt & Burns, 1999, Iglesias et al., 2007).

Nos ambientes lacustres dois mosaicos são facilmente distinguíveis, a zona litorânea e pelágica (Mortari & Henry, 2016). A zona litorânea, adjacente ao ambiente terrestre, apresenta menor profundidade, maior incidência de luz e elevada produtividade, tanto pelo aporte de matéria vindo do ambiente terrestre, como pela extensa faixa de macrófitas que circundam as margens das lagoas (Henry, 2014). A zona pelágica, por sua vez, apresenta maior profundidade, podendo desenvolver estratificação térmica. Essas duas zonas podem diferir quanto à composição de espécies de Cladocera (Castilho-Noll et al., 2010). Na zona pelágica há predominância de organismos das famílias Daphniidae, Bosminidae, Sididae e Moinidae (Rocha et al., 2011). Por outro lado, espécies das famílias Chydoridae, Macrothricidae e Ilyocryptidae têm maior ocorrência na zona litorânea, pois estão tipicamente associadas a determinados substratos, como as macrófitas (Rocha et al., 2011).

A comunidade litorânea apresenta, de modo geral, maior riqueza de espécies quando comparada à comunidade pelágica (Meerhoff et al., 2007; Castilho-Noll et al., 2010). Essa diferença na distribuição horizontal das espécies também pode ocorrer com a comunidade dormente, quando a lagoa apresenta fatores que desfavorecem a dispersão, como bancos de macrófitas que impedem a ação do vento (Vandekerkhove et al., 2005).

O acúmulo de ovos ao longo do tempo forma o banco de ovos de resistência (Santangelo, 2009). Este banco de ovos pode melhor representar a riqueza de espécies de um determinado ambiente, quando comparado à comunidade ativa e, menor esforço amostral é necessário (Vandekerkhove et al., 2005). Isso porque o banco de ovos pode integrar parte da variação temporal da composição da comunidade ativa, acrescentando ao registro espécies que já estiveram ativas e que poderão retornar à coluna da água quando as condições forem novamente favoráveis. O número de espécies registrado na comunidade ativa tende a se assemelhar ao número de espécies da comunidade dormente, conforme se aumenta o número de amostragens da coluna d'água ao longo do tempo (Vandekerkhove et al., 2005; Gerhard et al., 2016). Assim, o estudo da riqueza de espécies de Cladocera de um determinado ambiente poderia ser feito através da amostragem da comunidade dormente, garantindo o mesmo registro das espécies que se obtém com as amostragens da coluna d'água (método habitual), com a vantagem de requerer menor esforço amostral (Vandekerkhove et al., 2005; Gerhard et al., 2016).

A organização das comunidades pode ser descrita pela riqueza de espécies presentes e por sua distribuição no ambiente (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). Devido a seu curto tempo de vida, a comunidade de Cladocera apresenta rápidas mudanças na composição de espécies (Nogueira, 2001). A distribuição das espécies também pode

variar em um curto espaço, conforme a arquitetura do habitat (Debastiani-Júnior et al., 2016). Assim, o método de coleta deve considerar as escalas temporais e espaciais, buscando a melhor forma de amostragem da comunidade para cada ambiente, para uma avaliação real da fauna, registrando assim a diversidade de espécies dos ecossistemas aquáticos tropicais.

Atualmente há um maior conhecimento das espécies de Cladocera presentes na zona limnética (Rocha et al., 2011). Isso se deve ao modelo de amostragem usualmente praticado para o levantamento das espécies da comunidade zooplancônica, o qual prioriza a zona limnética dos corpos de água (Rocha et al., 2011). O número de estudos na zona litorânea é menor, e o estudo das espécies associadas às macrófitas se restringe à comunidade ativa (Debastiani-Júnior et al., 2016; Sousa et al., 2018; Elmoor-Loureiro, 2015).

Os estudos dos bancos de ovos presentes no sedimento vêm se solidificando na região tropical e subtropical (Portinho et al., 2018; Lopes et al., 2016; Santangelo et al., 2015; Iglesias et al., 2016), porém ainda é necessária uma descrição de como o banco de ovos se distribui entre os compartimentos da zona litorânea, sedimento e macrófita.

Um checklist sobre a distribuição das espécies de Cladocera de água doce do Estado de São Paulo, baseado em levantamentos anteriores de 300 corpos d'água, em 23 unidades de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo, evidenciou uma importante lacuna no conhecimento; a grande maioria dos estudos não abrange pequenas lagoas ricas em vegetação (Rocha et al., 2011).

Ressalta-se assim, a importância de estudos que priorizem a zona litorânea de pequenas lagoas ricas em vegetação aquática como uma importante ferramenta para se ampliar o conhecimento da diversidade de espécies zooplancônicas, e assim possibilitar melhor compreensão do funcionamento do ecossistema aquático de zonas tropicais.

REFERÊNCIAS

- BATTAUZ, Y. S.; DE PAGGI, S. B. J.; PAGGI, J. C. Macrophytes as dispersal vectors of zooplankton resting stages in a subtropical riverine floodplain. **Aquatic Ecology**, v.51, n. 2, p. 191–201, 2017.
- BRENDONCK, L. & DE MEESTER, L. Egg banks in freshwater zooplankton: evolutionary and ecological archives in the sediment. **Hydrobiologia**, v.491, p. 65-84, 2003.
- BROCK, M. A.; NIELSEN, D. L.; SHIEL, R. J.; GREEN, J. D.; LANGLEY, J. D. Drought and aquatic community resilience: the role of eggs and seeds in sediments of temporary wetlands. **Freshwater Biology**, v. 48, n.7, p. 1207–1218, 2003.
- BROOKS, L. & DODSON, I. Predation, body size and composition of the plankton. **Science**, v.50, p. 28–35, 1965.
- CASTILHO-NOLL, M. S. M.; CÂMARA, C. F.; CHICONE, M. F.; & SHIBATA, E. H.; Pelagic and littoral cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from reservoirs of the Northwest of São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 1, p. 21–30, 2010.
- DEBASTIANI-JÚNIOR, J. R.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A.; NOGUEIRA, M. G. Habitat architecture influencing microcrustaceans composition: a case study on freshwater Cladocera (Crustacea Branchiopoda). **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 1, p. 93–100, 2016.
- ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. Levantamento das espécies de Cladocera (Crustacea - Branchiopoda) associados às macrófitas de alagados e zonas marginais. In: Inventário da biota aquática com vista a conservação e utilização sustentável do bioma cerrado (Serra e vale do rio Paranã). Brasília, **Ministério do Meio Ambiente**, p. 121-150, 2007.
- FERRAREZE, M.; NOGUEIRA, M. G. Importance of lateral lagoons for the zooplankton assemblages (Cladocera and Copepoda) in a large tropical reservoir. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 3, p. 522–536, 2011.
- FOLT, CL. & BURNS, CW. Biological drivers of zooplankton patchiness. **Trends in Ecology & Evolution**, v.14, p.300-305, 1999.
- FRYER, G. Observations on the ephippia of certain macrothricid cladocerans. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v.51, p.79–96, 1972.
- GERHARD, M.; IGLESIAS, C.; CLEMENTE, J. M.; GOYENOLA, G.; MEERHOFF, M.; PACHECO, J. P.; MELLO, F. T.; MAZZEO, N. What can resting egg banks tell about cladoceran diversity in a shallow subtropical lake? **Hydrobiologia**, p. 1-12, 2016.

- GYLLSTROM, M. & HANSSON, L. Dormancy in freshwater zooplankton: induction, termination and the importance of benthic-pelagic coupling. **Aquatic Sciences**, v. 66, p. 274 - 295. <https://doi.org/10.1007/s00027-004-0712-y>. 2004.
- HAIRSTON, N. G. Zooplankton egg banks as biotic reservoirs in changing environments. **Limnology and Oceanography**, v. 41, p.1087–1092, 1996.
- HAIRSTON, N.G.; VANBRUNT, R.A.; KEARNS, C.M.; ENGSTROM, D.R. Age and survivorship of diapausing eggs in a sediment egg bank. **Ecology**, v. 76, p. 1706-1711, 1995.
- HENRY, R. Represa de Jurumirim: ecologia, modelagem e aspectos sociais. **Holos Editora**, Ribeirão Preto-SP. 2014.
- IGLESIAS, C.; BONECKER, C.; BRANDÃO, L.; CRISPIM, M.C.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; GERHARD, M.; PORTINHO, J.L.; MAIA-BARBOSA, P.; PANARELLI, E.; SANTANGELO, J.M. Current knowledge of South American cladoceran diapause: A brief review. **International Review of Hydrobiology**, v. 101, n. 3–4, p. 91–104, 2016.
- IGLESIAS, C.; GOYENOLA, G.; MAZZEO, N.; MEERHOFF, M.; RODÓ, E.; JEPPESEN, E. Horizontal dynamics of zooplankton in subtropical Lake Blanca (Uruguay) hosting multiple zooplankton predators and aquatic plant refuges. **Hydrobiologia**, v.584(1), p.179-189. 2007.
- LOPES, P. M.; BOZELLI, R.; BINI, L.M.; SANTANGELO, J.M.; STEVEN, A.J. D. Contributions of airborne dispersal and dormant propagule recruitment to the assembly of rotifer and crustacean zooplankton communities in temporary ponds. **Freshwater Biology**, v.61, p. 658–669, 2016.
- MEERHOFF, M.; IGLESIAS, C.; TEIXEIRA-DE MELLO, F.; CLEMENTE, J. M.; JENSEN, E.; LAURIDSEN, T. L.; JEPPESEN, E. Effects of habitat complexity on community structure and predator avoidance behaviour of littoral zooplankton in temperate versus subtropical shallow lakes. **Freshwater Biology**, v. 52, n. 6, p. 1009–1021, 2007.
- MORTARI, C. R.; HENRY, R. Horizontal distribution of Cladocera in a subtropical lake marginal to a river. **Journal of Limnology**, v. 75, n. 1, p. 109–120, 2016.
- NOGUEIRA, M. G. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Parapanema River), São

- Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 455, p. 1–18, 2001.
- PANARELLI, E.A.; CASANOVA, S.M.C.; HENRY, R. The role of resting eggs in the recovery of zooplankton community in a marginal lake of the Paranapanema River (São Paulo, Brazil), after a long drought period. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 20, p.73-88, 2008.
- PANARELLI, E. A.; CASANOVA, S. M. C.; HENRY, R. Secondary production and biomass of Cladocera in marginal lakes after the recovery of their hydrologic connectivity in a river-reservoir transition zone. **Lakes and Reservoirs: Research and Management**, v. 15, n. 4, p. 319–334, 2010.
- PORTINHO, J. L.; NIELSEN, D.L.; DARÉ, L.; HENRY, R.; OLIVEIRA, R.C.; BRANCO, C.C.Z. Mixture of commercial herbicides based on 2,4-D and glyphosate mixture can suppress the emergence of zooplankton from sediments. **Chemosphere**, v. 203, 2018.
- ROCHA, O.; SANTOS-WISNIEWSKI, M.J.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Checklist of fresh-water Cladocera from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v.11, 2011.
- SANTANGELO, J. M. Produção, Ecdose e Implicações Ecológicas e Evolutivas dos Estágios Dormentes do Zooplâncton. **LimnoTemas**, 2009.
- SANTANGELO, J. M.; LOPES, P. M.; NASCIMENTO, M. O.; FERNANDES, A.P. C.; BARTOLE, S.; FIGUEIREDO-BARROS, M. P.; LEAL, J.J.F.; ESTEVES, F. A.; FARJALLA, V. F.; BONECKER, C. C.; BOZELLI, R. L. Community structure of resting egg banks and concordance patterns between dormant and active zooplankters in tropical lakes. **Hydrobiologia**, v. 758, n. 1, p. 183–195, 2015.
- SARMA, S. S. S.; NANDINI, S.; GULATI, R. D. Life history strategies of cladocerans: Comparisons of tropical and temperate taxa. **Hydrobiologia**, v. 542, n. 1, p. 315–333, 2005.
- SOUSA, F. D. R.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A.; MENDONÇA-GALVÃO, L.; PANARELLI, E.A.; ARRUDA, T. F.; FAGUNDES, B. G. Cladoceran (Crustacea : Branchiopoda) biodiversity of protected areas in a Brazilian hotspot. **Invertebrate Zoology**, v. 15, n. 3, p. 309–322, 2018.

TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. **Oficina de Textos**. São Paulo. 2008.

VANDEKERKHOVE, J.; DECLERCK, S.; JEPPESEN, E.; CONDE-PORCUNA, J.M.; BRENDONCK, L.; DE MEESTER, L. Dormant propagule banks integrate spatio-temporal heterogeneity in cladoceran communities. **Oecologia**, v. 142, n. 1, p. 109–116, 2005.