

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de **07/11/2027**.

ALISON CARLOS WUNDERLICH

**PARASITOS DE CARANGUEJOS COMO SENTINELAS E BIOACUMULADORES
DE METAIS EM MANGUEZAIS DA BAIXADA SANTISTA, ESTADO DE SÃO
PAULO, BRASIL**

Relatório de Pós-doutorado realizado na
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” (UNESP), Instituto de Biociências, Campus do
Litoral Paulista

Supervisor: Prof. Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

PROGRAMA DE PÓS-DOCTORADO DA UNESP
Edital 05/2024/PROPe
(Processo n°. 5544)

São Vicente

2025

RESUMO

Os ecossistemas de manguezal são fundamentais para a manutenção da estrutura e funcionamento dos ambientes costeiros, além de prestarem importantes serviços ecossistêmicos. No Brasil, a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) compreende um dos ambientes marinhos de maior degradação ambiental. Neste sentido, o presente projeto avaliou o estado de conservação dos manguezais da RMBS com base na abundância e composição das comunidades de parasitos em espécies de caranguejos chama-marés, bem como comparou a bioacumulação de metais entre parasitos e caranguejos coletados em áreas de manguezal de São Vicente e Itanhaém. Foram coletados e avaliados cerca de 600 caranguejos, pertencentes à espécie de chama-marés *Minuca mordax*, em duas áreas (RB, Rio Branco; e RP, Rio Preto) nos manguezais de Itanhaém. Em São Vicente, as coletas de caranguejos chama-marés se concentraram nos rios Piaçabuçu e Mariana, onde as prevalências foram muito baixas ($P < 1\%$) e não permitiram a comparação com as áreas de Itanhaém. Desse total de 600 indivíduos, 433 eram machos e 167 eram fêmeas, porém não houve diferença significativa nos níveis de infecções entre os sexos (LRT = 3,55; $p = 0,653$). Nós encontramos uma maior prevalência e intensidade parasitária nos caranguejos coletados no Rio Branco (RB = 22,8% > RP = 18%; LRT = 15,4; $p = 0,003$). As amostras congeladas de músculos e de parasitos foram submetidas a liofilização e, posteriormente, as amostras liofilizadas foram digeridas com HNO_3 usando um sistema de digestão por micro-ondas. Todas as amostras foram submetidas ao ICP-MS, para determinar as concentrações de As, Cu, Zn, Cd e Pb. Após realizarmos alguns testes, detectamos uma alteração substancial no material de referência (*Oyster tissue*) que estava sendo usado, sendo necessário adquirir novos CRMs (DORM-4 ou DOLT-5). No entanto, os custos para a aquisição desses CRMs e dos insumos (i.e., gás argônio para o ICP-MS) eram elevados, inviabilizando a repetição das análises de metais nos tecidos e parasitos. Apesar do exposto, os resultados de prevalência e intensidade indicaram que os parasitos de caranguejos podem refletir o estado de conservação dos ambientes, bem como auxiliar estudos ecotoxicológicos futuros em regiões estuarinas da Baixada Santista. Uma nova avaliação dos metais, conforme estava prevista, será efetuada tão logo consigamos recursos financeiros para que novas análises possam ser efetuadas.

Palavras-chave: caranguejo, ecossistemas costeiros, helmintos, metais, poluição, sentinelas.

1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas costeiros são altamente afetados por poluentes que são gerados pela atividade antrópica das cidades litorâneas, recebendo um verdadeiro “cocktail” de xenobióticos (Pinheiro *et al.* 2017), principalmente os metais tóxicos tais como o cádmio (Cd), cromo (Cr), arsênico (As), chumbo (Pb), entre outros (Banaee *et al.* 2024). Esse cocktail de químicos, como os metais pesados, pesticidas, resíduos farmacêuticos, tributilestanho, HPAs, entre outros, traz um grande risco à saúde humana, pois podem ser incorporados aos sedimentos (Liu *et al.* 1996) e bioacumulados na cadeia trófica por organismos consumidos pelo homem, em especial os aquáticos (p. ex., crustáceos e peixes) (Mortatti *et al.* 2010; Sant'Anna *et al.* 2014; Banaee *et al.* 2024).

Os sistemas estuarinos e os manguezais da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), no Litoral Centro do Estado de São Paulo, representam exemplos brasileiros negativos quanto a sua degradação ambiental por poluentes atmosféricos e hídricos, em especial aqueles de origem industrial em ambientes costeiros (Lamparelli *et al.* 2001; Abessa *et al.* 2008; Cunha & Oliveira 2015; Pinheiro *et al.* 2017; Pinheiro *et al.* 2022). Desde a década de 70, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) vem avaliando os impactos antrópicos na RMBS, constatando que as causas de degradação de seus ecossistemas são oriundas de poluição doméstica e industrial (Cetesb, 2018). Mais recentemente, houve um significativo aumento de estudos sobre os efeitos da contaminação nos manguezais da Baixada Santista, buscando identificar espécies sentinelas da qualidade ambiental e seu potencial uso como bioindicadoras do estado de conservação dos manguezais e ambientes limítrofes (Pinheiro *et al.* 2017; Falcão *et al.* 2020; Adam *et al.* 2023). Espécies

conhecidas como “sentinelas ambientais” podem revelar o efeito de impactos antrópicos danosos precocemente, com base em biomarcadores, bem antes que tais impactos sejam percebidos em nível populacional e de comunidades (Adam *et al.* 2023). Dentre as espécies estudadas, destacam-se os estudos de genotoxicidade, citotoxicidade e com biomarcadores desenvolvidos com o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Pinheiro *et al.*, 2013; Duarte *et al.* 2016, 2017; Ortega *et al.* 2016; Banci *et al.* 2017; Pinheiro *et al.* 2017; Souza *et al.* 2022), bem como sobre o caranguejo *Cardisoma guanhumi* (Falcão *et al.* 2020; Santos *et al.* 2022).

Nos últimos anos, vários estudos têm alertado para a necessidade de entender o efeito da poluição sobre os parasitos e patologias nos organismos marinhos (Bojko *et al.* 2020, 2021). Concomitante a isso, houve um grande interesse por parte dos cientistas em entender como os parasitos respondem à poluição e degradação ambiental (Blanar *et al.* 2009; Vidal-Martínez & Wunderlich, 2017). Por exemplo, a poluição de certas substâncias, como os metais pesados, pode afetar as defesas imunológicas do hospedeiro, que pode resultar em aumento dos níveis de parasitismo (Blanar *et al.* 2009; Vidal-Martínez *et al.* 2010). A poluição oriunda da atividade antropogênica pode mudar drasticamente as variáveis ambientais dos ecossistemas costeiros e, como consequência, influenciar direta e indiretamente a dinâmica e virulência das parasitoses marinhas (Vidal-Martínez *et al.* 2010; Nachev & Sures 2016). Vários estudos têm demonstrado, ainda, que os efeitos da poluição ambiental podem ser positivos, no que se refere à elevação significativa do parasitismo de certas espécies, ou mesmo negativos, por levar os parasitos à morte (Sures 2001; Bojko *et al.* 2020). O nível de contaminação por substâncias tóxicas e

extremamente nocivas, como os metais e/ou os bifenilospoliclorados (BPCs), bem como o enriquecimento de nutrientes (eutrofização) nos corpos hídricos, podem afetar a ocorrência e abundância de parasitos (Valtonen *et al.* 1997; Schludermann *et al.* 2003; Nachev & Sures 2016). Desta forma, podem causar redução da riqueza e da diversidade de parasitos de ciclo de vida indireto (que envolvem mais de um hospedeiro para completar seu ciclo de vida), embora aqueles com ciclos diretos sejam menos afetados (Diamant *et al.* 1999; Blonar *et al.* 2009).

Vários estudos têm demonstrado que os helmintos são extremamente eficientes na bioacumulação de metais pesados em ambientes aquáticos de água-doce e marinhos (Sures, 2008; Sures *et al.*, 2017; Leite *et al.*, 2020). Por exemplo, algumas espécies de cestódeos e acantocéfalos podem acumular concentrações de chumbo e cádmio em seu corpo, que pode ser 400 a 2.700 vezes maior do que aquelas registradas nos músculos de seus hospedeiros (Sures & Taraschewski, 1995; Sures, 2008; Vidal-Martínez *et al.* 2010; Sures *et al.* 2017). Recentemente, estudos têm demonstrado um grande avanço na área de parasitologia de crustáceos decápodos (Wunderlich *et al.* 2024, 2025; Wunderlich & Pinheiro *em preparação*), o que pode trazer novas perspectivas para estudos ambientais e ecotoxicológicos, servindo como ferramentas auxiliares em futuros programas de monitoramento em ecossistemas costeiros.

Neste sentido, o presente projeto avaliou o estado de conservação dos manguezais com base na abundância e composição das comunidades de parasitos em espécies de caranguejos chama-maré, bem como comparou a bioacumulação de metais entre parasitos e caranguejos coletados em áreas de manguezal da Baixada Santista.

Nossa hipótese é que os caranguejos parasitados apresentarão uma baixa concentração de metais em seus tecidos em relação aos não parasitados. Em relação à variação da abundância e composição da comunidade de parasitos, nossa hipótese é que em áreas mais conservadas (i.e., Itanhaém), haverá uma maior diversidade e abundância de parasitos em relação à área mais degradada (i.e., São Vicente).

Nossa expectativa é que esses resultados possam lançar uma nova luz sobre o papel dos parasitos como sentinelas ambientais em estudos ambientais e ecotoxicológicos, podendo, com isso, contribuir para o aperfeiçoamento de futuros projetos e programas de monitoramento em ecossistemas costeiros que são altamente impactados na região costeira do Estado de São Paulo.

2. OBJETIVOS

O objetivo do projeto foi avaliar o estado de conservação dos manguezais usando a variação dos níveis de parasitismo em caranguejos chama-marés como sentinelas ambientais. Para avaliar se os parasitos podem refletir as mudanças antropogênicas, nós primeiramente analisamos os níveis de parasitismo (i.e., prevalência, abundância e intensidade de infecção) na população de caranguejos e, posteriormente, comparamos a bioacumulação de alguns metais traços entre os parasitos e os tecidos dos caranguejos coletados em manguezais da Baixada Santista.

Nossa proposta visa também entender o papel e o mecanismo de sequestro de metais traços pelos parasitos, o que poderia diminuir a exposição e os efeitos subletais desses contaminantes nos hospedeiros parasitados.

REFERÊNCIAS

- Abessa, D. M. S.; Carr, R. S.; Sousa, E. C. P. M.; Rachid, B. R. F.; Zaroni, L. P.; Pinto, Y. A.; Gasparro, M. R.; Bicego, M. C.; Hortellani, M. A.; Sarkis, J. E. & Maciel, P. M. (2008). Integrative ecotoxicological assessment of a complex tropical Estuarine System. In: Hoffer, T. N. (Org.). **Marine Pollution: New Research**. New York: Nova Science Publishers, p. 1-36.
- Adam, M. L.; Torres, R.A.; Boos, H.; Pinheiro, M.A.A. (2023). Espécies sentinelas: Monitoramento Ambiental com Base em Biomarcadores de Efeito Cito e Genotóxico. *Revista CEPSUL -Biodiversidade e Conservação Marinha*, v.12, p. 1-28, 2023. DOI 10.37002/revistacepsul.vol12.2333e2023002
- Amin, O. M. (2013). Classification of the Acanthocephala. **Folia Parasitologica** 60:273–305. <https://doi.org/10.14411/fp.2013.031> Amin 2013
- Banci, K. R. S.; Mori, G. M.; Oliveira, M. A.; Paganelli, F. L.; Pereira, M. R. & Pinheiro, M. A. A. (2017). Can environmental pollution by metals change genetic diversity? *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) as a study case in Southeastern Brazilian mangroves. **Marine Pollution Bulletin**, 116: 440-447.
- Blanar, C. A.; Munkittrick, K. R.; Houlihan, J.; MacLatchy, D. L. & Marcogliese, D. J. (2009). Pollution and parasitism in aquatic animals: a meta-analysis of effect size. **Aquatic Toxicology**, 93:18–28.

- Bojko, J.; Burgess, A. L.; Baker, A. G. & Orr, C. H. (2021). Invasive Non-Native Crustacean Symbionts: Diversity and Impact. **Journal of Invertebrate Pathology**, 186:107482.
- Bush, A. O.; Lafferty, K. D.; Lotz, J. M. & Shostak, A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. **Journal of Parasitology**, 83, 575–583.
- Civitello, D. J.; Cohen, J.; Fatima, H.; Halstead, N. T.; Liriano, J.; McMahon, T. A.; Ortega, C. N.; Sauer, E. L.; Sehgal, T.; Young, S. & Rohr, J. R. (2015). Biodiversity inhibits parasites: broad evidence for the dilution effect. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, 112: 8667–71.
- Cunha, C. M. L.; & Oliveira, R. C., orgs. **Baixada Santista: uma contribuição à análise geoambiental** [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2015, 250p.
- Duarte, L. F. A.; Souza, C. A.; Nobre, C. R.; Pereira, C. D. S. & Pinheiro, M. A. A. (2016). Multi-level biological responses in *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ucididae), as indicators of conservation status in mangrove areas from the Western Atlantic. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 133:176-187.
- Duarte, L. F.; Souza, C. A.; Pereira, C. D. S. & Pinheiro, M. A. A. (2017). Metal toxicity assessment by sentinel species of mangroves: In situ case study integrating chemical and biomarkers analyses. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 145: 367-376.
- Eiras, J. C.; Takemoto, R. M. & Pavanelli, G. C. (2006). **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. EDUEM, Maringá, 2ª. Edição, 199p.
- Emlen, J. M. & Springman, K. R. (2007). Developing Methods to Assess and Predict the Population Level Effects of Environmental Contaminants. **Integrated Environmental Assessment and Management**, 3 (2), 157–165.
- Falcão, C. B. R.; Pinheiro, M. A. A.; Torres, R. A. & Adam, M. L. (2020). Spatial-temporal genome damaging in the blue crab *Cardisoma guanhumi* as ecological indicators for monitoring tropical estuaries. **Marine Pollution Bulletin**, 156: 111232. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111232>
- Fontes, R. F. C.; Oliveira, A. J. C. & Pinheiro, M. A. A. (2008). **Visão Didática sobre o Meio Ambiente na Baixada Santista / São Vicente**: Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental do Litoral Paulista, 2008. 173p.
- Huang, Z. Y. X.; Yu, Y.; Van Langevelde, F.; & De Boer, W. F. (2017). Does the dilution effect generally occur in animal diseases? **Parasitology**, 144: 823–6.
- José-Silva, J., Trevizani, T.H., Almeida, A.A. Pinheiro, M.A.A. (2025). Metal concentration in ghost shrimp and contamination levels of sandy beaches

- contrasted with anthropogenic impacts in Southeast Brazil. **Environ Monit Assess** 197, 594. <https://doi.org/10.1007/s10661-025-14033-2>.
- Khan, R. A. (2011). Chronic Exposure and Decontamination of a Marine Sculpin (*Myoxocephalus scorpius*) to Polychlorinated Biphenyls Using Selected Body Indices, Blood Values, Histopathology, and Parasites as Bioindicators. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, 60, 479–485.
- Lamparelli, M. L.; Costa, M. P.; Prósperi, V. A.; Bevilacqua, J. E.; Araújo, R. P. A.; Eysink, G. G. L. & Pompéia, S. (2001). **Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, São Paulo**. São Paulo: CETESB. 178 p.
- Leite, L. A. R.; Pedreira, W. R.; de Azevedo, R. K. & Abdallah, V. D. (2020). Patterns of distribution and accumulation of trace metals in *Hysterothylacium* sp. (Nematoda), *Phyllodistomum* sp. (Digenea) and in its fish host *Hoplias malabaricus*, from two neotropical rivers in southeastern Brazil. **Environmental Pollution**, 277: 116052. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.116052
- Liu, D.; Aoyama, I.; Okamura, H. & Dutka, B. J. (1996). Enhancement of toxicant release from sediment by sonication and sodium ligninsulfonate. **Environmental Toxicology and Water Quality**, 11, 195–203.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988). **Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing**. New York, Wiley-Interscience Publications 337 p.
- Mortatti, J.; Hissler, C. & Probst, J. L. (2010). Distribuição de Metais Pesados nos Sedimentos de Fundo ao Longo da Bacia do Rio Tietê. **Revista do Instituto de Geociências – USP, Sér. cient., São Paulo**, 10 (2), 3-11.
- Nachev, M. & Sures, B. (2016). Environmental Parasitology: parasites as accumulation bioindicators in the marine environment. **Journal of Sea Research**, 113:45–50.
- Nickol, B. B.; Heard, R. W. & Smith, N. F. (2002). Acanthocephalans from crabs in the southeastern US, with the first intermediate hosts known for *Arhythmorhynchus frassoni* and *Hexaglandula corynosoma*. **Journal of Parasitology**, 88:79–83.
- Ortega, P.; Vitorino, H. A.; Moreira, R. G.; Pinheiro, M. A. A.; Almeida, A. A., Custódio, M. R. & Zanotto, F.P. (2016). Physiological differences in the crab *Ucides cordatus* from two populations inhabiting mangroves with different levels of cadmium contamination. **Environmental Toxicology and Chemistry**, 3(2): 361-371.
- Parente, T.E.; De-Oliveira, A. C. & Paumgarten, F. J. (2008). Induced cytochrome P450 1A activity in cichlid fish from Guandu River and Jacarepagua Lake, Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Pollution**, 152: 233-238.
- Pinheiro, M.A.A. & Fiscarelli, A.G. 2001. **Manual de Apoio à Fiscalização do Caranguejo-Uçá (*Ucides cordatus*)**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

(IBAMA) / Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul (CEPSUL), 1ª Edição, ISBN 85-88570-02-5, Itajaí, 43p.

- Pinheiro, M. A. A.; Duarte, L. F. A.; Toledo, T. R.; Adams, M. A. & Torres, R.A. (2013). Habitat monitoring and genotoxicity in *Ucides cordatus* (Crustacea: Ucididae), as tools to manage a mangrove reserve in southeastern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, 185(10): 8273–8285. DOI: 10.1007/s10661-013-3172-9.
- Pinheiro, M. A. A.; Souza, C. A.; Zanotto, F. P.; Torres, R. A. & Pereira, C. D. S. (2017). The crab *Ucides cordatus* (Malacostraca, Decapoda, Brachyura) and other related taxa as environmental sentinels for assessment and monitoring of tropical mangroves from South America, 212-241. In: Larramendi, M.L. (Ed.). **Ecotoxicology and Genotoxicology Non-traditional Aquatic Models**. Issues in Toxicology nº 33. London: Royal Society of Chemistry (RSC), 300p.
- Pinheiro, M. A. A.; Alves, C. B. M.; Boos, H.; Dario, F. Di.; Figueiredo, C. A.; Frédou, F. L.; Lessa, R. P. T.; Mincarone, M. M.; Polaz, C. N. M.; Reis, R. E.; Rocha, L. A.; Santos, R. A.; Santos, S. B.; Vianna, M. & Vieira, Fábio. (2015). Conservar a fauna aquática para garantir a produção pesqueira. **Ciência e Cultura**, 67(3): 56-59.
- R Development Core Team. (2024). R: a language and environment for statistical computing. Version 4.2.1 ed. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Rózsa, L.; Reiczigel, J. & Majoros, G. (2000). Quantifying parasites in samples of hosts. **Journal of Parasitology**, 86:228–232.
- Rodríguez, S. M.; Diaz, J. I. & D'Elía, G. (2017). Morphological and molecular evidence on the existence of a single estuarine and rocky intertidal acanthocephalan species of *Profilicollis* Meyer, 1931 (Acanthocephala: Polymorphidae) along the Atlantic and Pacific coasts of southern South America. **Systematic Parasitology**, 94:527–533.
- Santos, L. C. M.; Boos, H.; Sano, E. E.; Freitas, D. M. & Pinheiro, M. A. A. (2022). Management and conservation of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Crustacea: Gecarcinidae) based on environmental and fishery factors: a case study in Brazil. **Wetlands Ecology and Management**, 30: 389-403.
- Schaeffer-Novelli, Y. (1995). **Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar**. Caribbean Ecological Research, 64p.
- Schludermann, C.; Konecny, R.; Laimgruber, S.; Lewis, J.W.; Schiemer, F. & Chovanec, A. & Sures, B. (2003). Fish macroparasites as indicators of heavy metal pollution in river sites in Austria. **Parasitology**, 126, S61– S69.

- Shields, J. D.; Williams, J. D. & Boyko, C. B. (2015). **Parasites and diseases of Brachyura**. In: The Crustacea, Treatise on Zoology, Vol. 9, Part C-II, Brill Editors: Castro, Davie, Guinot, Schram, von Vaupel Klein.
- Souza, C. A.; Duarte, L. F. A.; João, M. C. A. & Pinheiro, M. A. A. (2018). Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. In: Pinheiro, M. A. A. & Talamoni, A. C. B. (Org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 165 p.
- Souza, C. A.; Duarte, L. F. A.; Zanotto, F. P.; Ortega, P.; Moreira, R. G. & Pinheiro, M. A. A. (2022). Seasonal effect on biomarker responses in sentinel species: innovation in mangrove conservation status assessment. **Environmental Monitoring and Assessment**, 194: 425.
- Sures, B. (2001). The use of fish parasites as bioindicators of heavy metals in aquatic ecosystems, a review. **Aquatic Ecology**, 35, 245–255.
- Sures, B. (2008). Environmental parasitology: Interactions between parasites and pollutants in the aquatic environment. **Parasite**, 15, 434–438.
- Tom, M.; Chen, N.; Segev, M.; Herut, B. & Rinkevich, B. (2004). Quantifying fish metallothionein transcript by real time PCR for its utilisation as an environmental biomarker. **Marine Pollution Bulletin**, 48, 705–710.
- Underwood, A. J. (1997). **Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance**. Cambridge University Press, Cambridge. 504 pp.
- Underwood, A. J. (2000). Importance of experimental design in detecting and measuring stresses in marine populations. **Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery**, 7, 3–24.
- Vidal-Martinez, V. M.; Pech, D.; Sures, B.; Purucker, T. & Poulin, R. (2010). Can parasites really reveal environmental impact? **Trends in Parasitology**, 26, 44–51.
- Vidal-Martínez, V. M. & Wunderlich, A. C. (2017). Parasites as bioindicators of environmental degradation in Latin America: a meta-analysis. **J Helminthol**, 91(2): 165-173. <http://dx.doi.org/10.1017/S0022149X16000432>.
- Wunderlich, A. C.; Silva, R. J.; Zica, E. O. P.; Rabelo, M. F.; Parente, T. E. M. & Vidal-Martínez, V.M. (2015). The influence of seasonality, fish size and reproductive status on EROD activity in *Plagioscion squamosissimus*: Implications for biomonitoring of tropical/subtropical reservoirs. **Ecological Indicators**, 58: 267–276.
- Wunderlich, A. C.; Carmona-Suárez, C. A. & Pinheiro, M. A. A. (2017). New records of the isopod *Leidyia distorta* infesting the mangrove crab *Ucides cordatus* from South America. **Boletim do Instituto de Pesca**, 43: 283-290. DOI: 10.20950/1678-2305.2017v43n2p283

- Wunderlich, A. C., Mosna, E. E. D., & Pinheiro, M. A. A. (2024). Temporal changes in streamflow can predict parasitism levels in freshwater prawns better than host traits. **Freshwater Biology**, 69, 1871–1884. <https://doi.org/10.1111/fwb.14348>
- Wunderlich, Alison Carlos. (2024). **Parasitas de caranguejos como bioindicadores da qualidade ambiental de ecossistemas estuarinos da Baixada Santista, Estado de São Paulo, Brasil**. 2024. Relatório científico (Pós-Doc) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, São Vicente, 2024. <https://hdl.handle.net/11449/256872>
- Wunderlich, A.C., Mosna, E.E.D. & Pinheiro, M.A.A. (2025). Environmental variability influences the relationship between prawn host size and ectoparasite body size: insights from a long-term stream study. **Aquat Ecol**. <https://doi.org/10.1007/s10452-025-10217-7>
- Zuur, A.; Ieno, E. N.; Walker, N.; Saveliev, A. A. & Smith, G. M. (2009). **Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R**. Springer Science and Business Media, New York, NY, USA.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer os membros do Laboratório de Biologia de Conservação de Crustáceos e Ambientes Costeiros (LBC), do Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA), sediado na UNESP IB/CLP, em São Vicente – Lígia Moraes, Fernanda Barbi, Elizabete Nascimento, Esli Mosna, Nicholas Kriegler, Marcio Camargo e Juliano da Silva –, pelo apoio e suporte nas coletas de campos e nas análises de laboratório. Também agradecemos aos pescadores de Itanhaém que auxiliaram nas coletas e logística de campo. Também gostaríamos de agradecer a parceria com o Centro de Estudos Ambientais/UNESP, sob supervisão do Prof. Dr. Amauri Antonio Menegário e do Dr. José Lucas Viana e o apoio técnico do Instituto de Estudos Avançadas do Mar (IEAMar, UNESP, São Vicente) para o desenvolvimento da nossa pesquisa.