

EDITAL Nº 02/2021-PPG-BioEvol (UEPG/UNICENTRO)

ANEXO II

Modelo Projeto

Título: Análise ecofisiológica e macroinvertebrados aquáticos associados ao fitotelmo de *Wittrockia cyathiformis* (Vell.) Leme. em diferentes formas de vida ao longo de um gradiente fitogeográfico no Paraná

Candidato: Kamila Grzebielucka

Orientador: Profa. Doutora Rosângela Capuano Tardivo

Co-orientador: Prof. Dr. Felipe Micali Nuvoloni



Assinatura do Orientador

Dados do Projeto e do Proponente

Título do Projeto:	Análise ecofisiológica e macroinvertebrados aquáticos associados ao fitotelmo de <i>Wittrockia cyathiformis</i> (Vell.) Leme. em diferentes formas de vida ao longo de um gradiente fitogeográfico no Paraná
Referência do Edital:	EDITAL Nº 02/2021-PPG-BioEvol (UEPG/UNICENTRO)
Linha de pesquisa:	Caracterização da Biodiversidade
Coordenador do Projeto (orientador):	Profa. Doutora Rosângela Capuano Tardivo
Instituição Executora:	Universidade Estadual de Ponta Grossa
Data prevista para início:	Até 13/09/2021
Orientado:	Kamila Grzebielucka

Palavras-Chave: Biodiversidade; Campos Gerais; Fitotelmo; Mata Atlântica.

1. Caracterização e justificativa

O bioma Mata Atlântica abriga todas as espécies conhecidas do gênero *Wittrockia* Lindm., gênero pertencente à subfamília Bromelioideae e endêmico do Brasil (TARDIVO, 2020). Para o Paraná há a ocorrência de apenas duas espécies do gênero, a *Wittrockia superba* Lindm., exclusiva da Floresta Ombrófila Densa, e *Wittrockia cyathiformis* (Vell.) Leme com distribuição mais ampla, presente nos três planaltos paranaenses em distintas fitogeografias (TARDIVO; CERVI, 1997; GBIF, 2021). Essa Bromeliaceae pode ser encontrada em vários substratos (epífita, rupícola e/ou terrícola), ao dispor de uma roseta infundibuliforme (TARDIVO, 2020) é capaz de acumular água que dá origem ao fitotelmo (BENZING, 2000).

Nesse pequeno meio aquático de bromélias-tanque encontram-se uma biota diversa, desde microrganismos (GIONGO *et al.*, 2019; CARRIAS; CUSSAC; CORBARA, 2001; BROUARD *et al.*, 2012), até vertebrados (JORGE *et al.*, 2020), micro e macroinvertebrados (JÚNIOR, *et al.*, 2017). Em grande parte são os detritos orgânicos de origem alóctone que constituem a fonte de nutrientes para essa comunidade fitotelmática, e a origem e composição destes detritos pode influenciar diretamente na biota associada (MIGLIORINI, 2014). Mas em bromélias expostas ao sol, onde a quantidade de detritos não é vasta, esse sistema é estruturado com a presença de algas, são elas que atuam como produtores primários gerando a base de uma cadeia alimentar não detrital, inclusive, estão associadas a uma comunidade mais diversa em comparação à detrital (SENSOLO *et al.*, 2012; BROUARD *et al.*, 2012). Além disso, a comunidade associada ao fitotelmo também se altera em função de outros fatores, como as condições e estado do habitat, pelas diferentes populações de espécies regionais e pela disponibilidade de recursos (YANOVIK *et al.*, 2006; MARINO; SRIVASTAVA; FARJALLA, 2012).

O fitotelmo possui alta importância, pois, além de servir como habitat para uma grande biodiversidade, também é relevante para a própria bromélia-tanque, que por meio de estruturas especializadas presente nas folhas - os tricomas peltados absorventes - adquire água e nutrientes, ficando suas raízes com funções mecânicas e condicionalmente absorptivas (BENZING, 1976; BENZING, 2000). Nesse sentido, a eficácia da planta em obter água e nutrientes pela folha, necessita diretamente do aumento de tricomas na superfície foliar em contato com a água (STEFANO; PAPINI; BRIGHIGNA, 2008).

Dentre as diferentes formas de vida, as bromélias rupícolas desenvolvem-se em ambientes com elevada irradiação solar, escassez de água e nutrientes, com menor disponibilidade de matéria orgânica alóctone (BURKE, 2002; GOMES *et al.*, 2005). Por outro lado, espécies epífitas acumulam detritos derivados do dossel (BERNABÉ *et al.*, 2018) e estão menos expostas à irradiação solar (VAILATI, 2009); já as bromélias terrestres estão sobre a disponibilidade tanto dos recursos do solo quanto do fitotelmo (BENZING, 2000).

Nesse sentido, hipotetiza-se que *W. cyathiformis* rupícolas e epífitas possuirão maiores distribuições de tricomas peltados absorventes na base das folhas (maior especialização e dependência do fitotelmo) em comparação a forma de vida terrícola. Consequentemente, devido à comunidade associada aos fitotelmos Bromeliaceae se alterarem em função de vários fatores, acredita-se que será possível testemunhar comunidades distintas de macroinvertebrados aquáticos entre as diferentes regiões fitogeográficas e formas de vida da Bromeliaceae, sendo possível colaborar com o conhecimento à cerca da distribuição de espécies associadas ao fitotelmo de *W. Cyathiformis* ao branger diferentes fitogeografias do Paraná.

2. Objetivos e Metas

3. Objetivos

Descrever a morfologia e tipo ecofisiológico de *Wittrockia cyathiformis*, bem como, analisar a distribuição de tricomas peltados de suas lâminas foliares sobre diferentes formas de vida. Além disso, analisar se há distinção da comunidade de macroinvertebrados aquáticos associados aos fitotelmos de *W. cyathiformis* nas suas diferentes formas de vida e regiões fitogeográficas do Paraná.

3.1 Objetivos específicos

1. Descrever a morfologia e o tipo ecofisiológico de *W. cyathiformis*;
2. Caracterizar *W. cyathiformis* de acordo com o substrato apresentado;
3. Analisar a distribuição de tricomas peltados absorventes nas folhas de *W. cyathiformis*;
4. Identificar os macroinvertebrados aquáticos dos fitotelmos até o menor nível taxonômico viável;
5. Analisar e comparar a composição, riqueza, abundância e obter o índice de similaridade da comunidade aquática amostrada entre as regiões de coleta e formas de vida de *Wittrockia cyathiformis*;

4. Metas

1. Descrição morfológica dos órgãos vegetativos e reprodutivos de todos os exemplares;
2. Categorização realizada, levando-se em consideração a fidelidade do substrato apresentado;
3. Análise e descrição das apomorfias encontradas em Bromeliaceae, Bromelioideae;
4. 100% dos macroinvertebrados aquáticos identificados até o menor nível taxonômico viável;
5. Composição, riqueza e índice de similaridade de macroinvertebrados definidos e discutidos para cada local de coleta e forma de vida da Bromeliaceae considerando seus parâmetros morfométricos;

5. Materiais e métodos

5.1. Amostragens

Serão realizadas expedições a campo em várias regiões fitogeográficas do Paraná (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual e Campos Naturais). Para o estudo serão utilizados 10 espécimes (uma população) de *Wittrockia cyathiformis* para cada região fitogeográfica; nos Campos Gerais do Paraná será possível realizar a avaliação em mais de uma localidade para a análise entre as diferentes formas de vida da Bromeliaceae e sua macrofauna aquática associada.

Em campo serão aferidos os parâmetros morfométricos das bromélias: temperatura medida com auxílio de termômetro inserido diretamente no fitotelmo, do mesmo modo também será aferido o pH com o uso de Tira Universal de pH; utilizando trena métrica com precisão de 1 mm serão mensurados o diâmetro, comprimento da maior folha e altura das bromélias.

Para as coletas de fitotelmata, a planta será retirada do local, *in situ* a água contida nas cisternas será transferida para uma bandeja de esmalte e coletados 200 ml para análise da presença de macroinvertebrados (Adaptado de BUOSSI, 2011), o restante de fitotelmo passará por filtragem em peneira de 500 µm, os detritos orgânicos retidos na peneira serão acondicionados em frascos identificados (Adaptado de ARMBRUSTER; HUTCHINSON; COTGREAVE, 2002). As plantas serão recolocadas adequadamente no local que foram retiradas, e a água da filtragem colocada novamente nas cisternas foliares da Bromeliaceae, evitando prejuízos aos espécimes utilizados (Adaptado de TORREIAS, 2008).

Os invertebrados serão triados e separados em morfotipos com a utilização de um estereomicroscópio. A identificação dos espécimes será baseada em chaves de identificação de literatura, até o menor nível taxonômico possível. A matéria orgânica coletada passará por processo de secagem em estufa, a 60°C durante 72 horas, esse material seco será então pesado em balança analítica. Em seguida, as amostras de detritos sofrerão a queima em forno de mufla a 550°C durante 4 horas e pesadas novamente (Adaptado de SUGUIO, 1973). A quantidade de matéria orgânica poderá ser obtida pela diferença entre o peso das amostras antes e após a queimagem (SUGUIO, 1973).

5.2. Caracterização morfológica das bromélias e tricomas

As formas de vida e os tipos ecofisiológicos estarão de acordo com Benzing (2000). As descrições morfológicas serão baseadas no material *in vivo* e em estudos já existentes (TARDIVO; CERVI, 1997; TARDIVO, 2020). Para a análise dos tricomas será utilizado material *in vivo*, fixado em FAA. As amostras serão observadas e fotografadas em Microscopia Óptica e em Microscopia Eletrônica de Varredura no CIPI, ambos da UEPG. A morfologia e os aspectos evolutivos dos tricomas serão baseados em Strehl (1983), Benzing *et al.* (1976) e Benzing (2000). O nome aceito e o *status* de conservação dos táxons serão baseados em Forzza *et al.* (2020).

5.3. Análise de dados

Serão plotados mapas de ocorrência desta espécie no estado para avaliar sua distribuição atualizada. Por meio do software R (R CORE TEAM, 2020), os parâmetros morfométricos das bromélias, a abundância e riqueza de espécies serão comparados pelo Teste t, e análise gráfica através de Violin plots. A composição de espécies de macroinvertebrados aquáticos será comparada entre cada forma de vida da Bromeliaceae através do Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado nos coeficientes de dissimilaridade de Bray-Curtis (abundância) e Jaccard (presença/ausência). Utilizando a análise de variância multivariada de permutação (PERMANOVA com 9999 permutações) será possível determinar diferenças significativas na composição de espécies entre cada localidade (ANDERSON, 2006; ANDERSON; ELLINGSEN; MCARDLE, 2006). Será utilizada a análise de rarefação baseada no número de indivíduos para comparar a diversidade de espécies esperada para cada habitat. A relação dos parâmetros estruturais entre a riqueza e abundância de espécies será avaliada através de Modelos Lineares Generalizados (GLMs) baseados na distribuição de Poisson.

6. Resultados esperados

A descrição morfológica, do tipo ecofisiológico e análise dos tricomas possibilitará aprofundar as pesquisas a cerca da adaptação nutricional desta Bromeliaceae sobre diferentes formas de vida. A comparação dentro de uma mesma espécie, sendo ela a *Wittrockia cyathiformis*, faz o presente estudo ser inédito, bem como, a quantificação, riqueza e abundância dos macroinvertebrados aquáticos associados a ela.

Esta pesquisa é relevante por apresentar parte da riqueza de espécies ao longo de um gradiente geográfico com diferentes fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica, de forma a também descobriremos se há mudança e similaridade entre a macrofauna aquática nos tanques de uma das duas espécies de Bromeliaceae do gênero *Wittrockia* no Paraná. Dessa maneira, o presente estudo irá ressaltar o papel destas plantas como espécie-chave em ecossistemas tropicais, ao atuarem como promotoras locais de biodiversidade.

7. Referências Bibliográficas

ANDERSON, M. J. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. **Biometrics**, v. 62, n. 1, p. 245-253, 2006.

ANDERSON, M. J.; ELLINGSEN, K. E.; MCARDLE, B. H. (2006). Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. **Ecology Letters**, v. 9, n. 6, p. 683-693, 2006.

ARMBRUSTER, P.; HUTCHINSON, R. A.; COTGREAVE, P. Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. **OIKOS**, v. 96, n. 2, p. 225-234, 2002.

BENZING, D. H. **Bromeliaceae: profile of an adaptative radiation**. Cambridge University Press: Cambridge, 2000. 675 p.

BENZING, D. H. **Bromeliad trichomes: structure, function and ecological significance**. Selbyana, v.1, p. 331-348, 1976.

BERNABÉ, T. N.; DE OMENA, P. M.; SANTOS, V. P. D.; SIQUEIRA, V. M.; OLIVEIRA, V. M.; ROMERO, G. Q. Warming weakens facilitative interactions between decomposers and detritivores, and modifies freshwater ecosystem functioning. **Global Change Biology**, v. 24, p. 3170–3186, 2018.

BROUARD, O.; CÉRÉGHINO, R.; CORBARA, B.; LEROY, C.; PELOZUELO, L.; DEJEAN, A.; CARRIAS, J. F. Understorey environments influence functional diversity in tank-bromeliad ecosystems. **Freshwater Biology**, v. 57, p. 815-823, 2012.

BUOSSI, P. R. B. **Estrutura e dinâmica da comunidade de ciliados (Protozoa, Ciliophora) associada aos fitotelmos da bromélia *Aechmea distichantha* Lem.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências ambientais, área de concentração: Ciências ambientais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, 2011.

BURKE, A. Island – matrix relationships in Nama Karoo inselberg landscapes Part II. Are some inselbergs better sources than others? **Plant Ecology**, v. 158, p. 41-48, 2002.

CARRIAS, J. F.; CUSSAC, M. E.; CORBARA, B. A preliminary study of freshwater protozoa in tank-bromeliads. **J Trop Ecol**, v. 17, n. 4, p.611-617, 2001.

COUTINHO, J. S. **DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Bromelia reversacantha* Mez. EM DIFERENTES SUBSTRATOS**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, 2017.

CORBARA, B.; BONHOMME, C.; CARRIAS, J. F.; CEREGHINO, R.; DÉZERALD, O.; LEROY, C. Tank Bromeliads: aquatic life at the heart of plants. **ESpèces - Revue d'Histoire naturelle**, v. 29, p. 38-47, 2019.

GBIF. 2021. *Wittrockia cyathiformis* (Vell.) Leme no Secretariado do Conjunto de dados da lista de verificação acessado via GBIF.org, Disponível em: < <https://www.gbif.org/species/2694306> >. Acesso em: 05 ago. 2021.

GOMES, F. C. O.; SAFAR, S. V. B.; MARQUES, A. R.; MEDEIROS, A. O.; SANTOS, A. R. O.; CARVALHO, C.; LACHANCE, M. A.; SAMPAIO, J. P.; ROSA, C. A. The diversity and extracellular enzymatic activities of yeasts isolated from water tanks of *Vriesea minarum*, an endangered bromeliad species in Brazil, and the description of *Occultifur brasiliensis* f.a., sp. nov. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 107, p. 597-611, 2015.

JORGE, J. S.; SALES, R. F. D.; SANTOS, R. L.; FREIRE, E. M. X. Living among thorns: herpetofaunal community (Anura and Squamata) associated to the rupicolous bromeliad *Encholirium spectabile* (Pitcairnioideae) in the Brazilian semi-arid Caatinga. **Zoologia**, v. 37. p. 1-12, 2020.

GIONGO, A.; MEDINA-SILVA, R.; ASTARITA, L. V.; BORGES, L. G. D. A.; OLIVEIRA, R. L. R.; SIMÃO, T. L. L.; GANO, K. A.; DAVIS-RICHARDSON, A. G.; BROWN, C. T.; FAGEN, J. E. R.; ARZIVENCO, P. M.; NETO, C. P.; ABICHEQUER, A. D.; LINDHOLZ, C. G.; BAPTISTA-SILVA, A.; MONDIN, C. A.; UTZ, L. R. P.; TRIPLETT, E. W.; EIZIRIK, E. Seasonal Physiological Parameters and Phytotelmata Bacterial Diversity of Two Bromeliad Species (*Aechmea gamosepala* and *Vriesea platynema*) from the Atlantic Forest of Southern Brazil. **Diversity**, v. 11, n 7, p. 111, 2019.

JÚNIOR, A. T. P.; ROSA, B. F. J. V.; ALVES, R. G.; DIVINO, A. C. Aquatic invertebrates associated with bromeliads in Atlantic Forest fragments. **Biota Neotropica**, v. 17, n. 1, p. 1-7, 2017.

LADINO, G.; OSPINA-BAUTISTA, F.; ESTÉVEZ VARÓN, J.; JERABKOVA, L.; KRATINA, P. Ecosystem services provided by bromeliad plants: A systematic review. **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 12, p. 7360-7332, 2019.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. BRDE/ IBPT/ UFPR, Editora Max Roesner: Curitiba, 350 p., 1968.

MARINO, N. A. C.; SRIVASTAVA, D. S.; MACDONALD, A. A. M.; LEAL, J. S.; CAMPOS, A. B. A.; FARJALLA, F. V. Rainfall and hydrological stability alter the impact of top predators on food web structure and function. **Global Change Biology**, v. 23, n. 2, p. 683-685, 2016.

MIGLIORINI, G. H. **Efeitos da diversidade funcional de detritos sobre a estrutura de comunidades e o funcionamento de ecossistemas de fitotelmata**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal, área de concentração: Ecologia e Comportamento) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto - SP, 2014.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.; MITTERMEIER, C.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 01 mar. 2021.

SENSOLO, D.; HEPP, L. U.; DECIAN, V.; RESTELLO, R. M. Influence of landscape on assemblages of Chironomidae in Neotropical streams. **Ann. Limnol. - International Journal of Limnology**, v. 48, n. 4, p. 391-400, 2012.

STEFANO, M.; PAPINI, A.; BRIGHIGNA, L.. A new quantitative classification of ecological types in the bromeliad genus *Tillandsia* (Bromeliaceae) based on trichomes. **Rev. biol. trop**, San José, v. 56, n. 1, p. 191-203, 2008.

STREHL, T. Forma, distribuição e flexibilidade dos tricomas foliares usados na filogenia de Bromeliáceas. **Iheringia, Série Botânica**, v. 31, p. 105-119, 1983.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. 2a ed. Edgard Blucher Ltda. EDUSP. 1973.

TARDIVO, R. C.; CERVI, A. C. O gênero *Canistrum* E. Morren (Bromeliaceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v. 11, n. 2, p. 259-271, 1997.

TARDIVO, R. C. 2020. *Wittrockia* in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB6580>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

TORREIAS, S. R. S. **Macroinvertebrados associados a *Vriesea splitgerberi* (Mez) L. B. SM e Pitten. (1953) (Bromeliaceae) em uma floresta de Campinarana na reserva florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração: entomologia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2008.

VAILATI, M. G. **Morfoanatomia de três espécies de Bromeliaceae de restingas do Estado de Santa Catarina, Brasil**. 2009. Dissertação (Mestre em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2009.

YANOVIK, S. P.; LOUNIBOS, L. P.; WEAVER, S. C. Land use affects macroinvertebrate community composition in phytotelmata in the Peruvian Amazon. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 99, p. 1172-1181, 2006.

8. CRONOGRAMA

ORIENTADO: Kamila Grzebielucka																										
Atividades	Meses																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
											0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2

