

# ANÁLISE COMPARATIVA DE INVERTEBRADOS ASSOCIADOS À FITOTELMATA DE BROMELIACEAE

*COMPARATIVE ANALYSIS OF INVERTEBRATES ASSOCIATED WITH BROMELIAD PHYTOTELMATA*

**NATHALY GADONSKI**

Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, Brasil  
Graduada em Ciências Biológicas. E-mail: gadonsknathaly@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0002-6152-9023>

**ANA LÚCIA SURIANI AFFONSO**

Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, Brasil  
Doutor em Ciências. E-mail: analuciabio@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-8220-7045>

**BRUNA FRANCISCON DE OLIVEIRA**

Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, Brasil  
Graduada em Ciências Biológicas. E-mail: bruna.franciscon.oliveira@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0001-5151-4672>

Submissão: 29-05-2024 - Aceite 11-05-2026

**RESUMO:** A abundância e diversidade de organismos são influenciados pela complexidade estrutural do ambiente. Essa complexidade advém dos próprios organismos, que podem estabelecer condições para a existência de outras formas de vida em um sistema. Nesse contexto, destacam-se as bromeliáceas, plantas epífitas que propiciam diferentes microhabitats, que abrigam, protegem e fornecem alimento para diversos organismos associados. A pesquisa objetivou analisar a fauna de invertebrados aquáticos presentes nas bromélias *Aechmea recurvata* (Klotzsch) L. B. Sm. e *Vriesea carinata* Wawra em uma área rural de Entre Rios, Colônia Vitória (Guarapuava, PR). Foram realizadas amostragens em outubro de 2021 e fevereiro, maio e agosto de 2022. Com a utilização de uma seringa, foi coletada a água presente nas cisternas de quatro indivíduos de ambas as espécies, em cada amostragem, totalizando 32 indivíduos. Em laboratório, os organismos foram triados e identificados até o menor nível taxonômico possível. No total, foram registrados 1.043 invertebrados, com predominância da ordem Diptera. *Vriesea carinata* apresentou maior abundância e riqueza de táxons em relação a *Aechmea recurvata*. Além disso, alguns grupos ocorreram de forma exclusiva, com Collembola e Syrphidae registrados apenas em *V. carinata*, enquanto Elmidae foi observado exclusivamente em *A. recurvata*. Ressalta-se que tais táxons não diferiram em relação aos períodos de amostragens, mas diferiram entre as espécies de bromélia. A partir desses resultados, pôde-se constatar a existência de uma elevada riqueza e abundância de invertebrados associados ao fitotelmata de Bromeliaceae, o que evidencia a necessidade de preservação e conservação para a manutenção da biodiversidade local.



**PALAVRAS-CHAVE:** *Aechmea recurvata*. Chironomidae. Macrofauna. *Vriesea carinata*.

**ABSTRACT:** The abundance and diversity of organisms are influenced by the structural complexity of the environment. This complexity arises from the organisms themselves, which can establish conditions for the existence of other life forms within a system. In this context, bromeliads stand out as epiphytic plants that provide different microhabitats, offering shelter, protection, and food resources for several associated organisms. This study aimed to analyze the aquatic invertebrate fauna present in the bromeliads *Aechmea recurvata* (Klotzsch) L. B. Sm and *Vriesea carinata* Wawra in a rural area of Entre Rios, Colônia Vitória (Guarapuava, Paraná, Brazil). Sampling was conducted in October 2021 and February, May, and August 2022. Using a syringe, water was collected from the tanks of four individuals of both species during each sampling event, totaling 32 individuals. In the laboratory, organisms were sorted and identified to the lowest possible taxonomic level. A total of 1,043 invertebrates were recorded, with predominance of the order Diptera. *Vriesea carinata* showed greater abundance and taxon richness compared to *Aechmea recurvata*. Furthermore, some groups occurred exclusively in one species, with Collembola and Syrphidae recorded only in *V. carinata*, whereas Elmidae was observed exclusively in *A. recurvata*. It is noteworthy that these taxa did not differ among sampling periods but differed between bromeliad species. Based on these results, a high richness and abundance of invertebrates associated with Bromeliaceae phytotelmata were observed, highlighting the need for preservation and conservation efforts to maintain local biodiversity.

**KEYWORDS:** *Aechmea recurvata*. Chironomidae. Macrofauna. *Vriesea carinata*.

## Introdução

A abundância e a diversidade de organismos nas comunidades biológicas estão relacionadas à complexidade estrutural do ambiente (Taniguchi; Nakano; Tokeshi, 2003; Taniguchi; Tokeshi, 2004). Nesse contexto, o dossel de florestas tropicais destaca-se como um reservatório de biodiversidade global, abrigando uma ampla diversidade de organismos associados, especialmente comunidades epifíticas, que desempenham papel fundamental na funcionalidade dos ecossistemas (Oliveira; Freitas, 2004; Paula-Júnior *et al.*, 2017). Essa funcionalidade emerge da complexidade estrutural desse ambiente, em grande parte gerada pela própria biota, que promove a criação de ecossistemas próprios e condições favoráveis ao estabelecimento e à manutenção de outras formas de vida (Rocha *et al.*, 2004).

Dessa forma, as plantas epífitas constituem elementos-chave na geração dessa complexidade estrutural, ao propiciar diferentes micro-habitats e microclimas, que abrigam, protegem e fornecem alimento para diversos organismos associados (Benzing, 2004; Cestari, 2009). Dentre essas, destacam-se algumas espécies da família Bromeliaceae (ordem Poales), um dos grupos taxonômicos de maior relevância ecológica, sobretudo devido à sua estreita interação com a fauna, que contribui para a biodiversidade das comunidades em que vivem (Oliveira; Freitas, 2004; Islair *et al.*, 2015).

A quase totalidade de representantes dessa família é classificada como fitotelmos, ou seja, aqueles que possuem a disposição de suas folhas em rosetas, o que permite a formação de um poço central e outros laterais (Wanderley; Tavares, 2011). Em suas cisternas é comum ocorrer o acúmulo de água, conhecido como fitotelmata, e de matéria orgânica em decomposição, que serve de alimento e abrigo para uma variedade de outros organismos, constituindo um micro-habitat úmido e nutritivo que abriga fauna e flora específicas (Kitching, 2000; Paula-Júnior *et al.*, 2017).

A partir desse contexto, essa pesquisa tem como foco as espécies *Aechmea recurvata* e *Vriesea carinata*, pertencentes à família Bromeliaceae, e que apresentam em seus fitotelmas uma biota diversa, porém pouco estudada (Medeiros; Melo; Júnior, 2024). O gênero *Aechmea* pertence a subfamília Bromelioideae e possui cerca de 240 espécies (Luther, 2006). *A. recurvata* é caracterizada por ser uma planta epífita de roseta utriculosa e coloração verde-arroxeadas, além de possuir flores sésseis, polísticas e sépalas róseas (Wanderley; Martins, 2007).

O gênero *Vriesea* pertence a subfamília Tillandsioideae e possui indivíduos epífitas, terrestres ou rupícolas, com roseta infundibuliforme, tubular ou utriculosa, formando tanque (Coser; Paula; Wendt, 2010). *V. carinata* é caracterizada por roseta infundibuliforme, folhas esverdeadas de tamanho e posição variáveis. Suas flores são dísticas, suberetas e as sépalas são amareladas (Wanderley; Martins, 2007).

O fitotelma presente nessas espécies é considerado um microcosmo aquático, pois apesar do baixo volume de água contido nesses corpos, neles foram encontradas microcomunidades que, em relação ao tamanho do habitat, possuem grande diversidade de táxons, que sobrevivem e interagem como pequenos ecossistemas (Sodré; Rocha; Messias, 2010). As comunidades presentes nos fitotelmatas podem ser utilizadas para a compreensão de processos ecológicos como a dispersão de espécies, as relações intraespecíficas e interespecíficas e o processo de colonização desses ecossistemas (Duarte; Gandolfi, 2013; Neves *et al.*, 2019).

Dentre as comunidades biológicas presentes em fitotelmas, os invertebrados aquáticos se destacam, sendo representados pelos filos Arthropoda (insetos, ácaros, crustáceos), Mollusca (gastrópodes e bivalves), Annelida (oligoquetos e hirudíneos), Nematoda e Platyhelminthes (Greeney, 2001). Esses organismos compõem um importante nicho biológico nos fitotelmas, em função de sua elevada diversidade e de suas atribuições funcionais (Covich; Palmer; Crowl, 1999). Nesses microambientes, os invertebrados podem ser classificados como fragmentadores, coletores e predadores, atuando na decomposição da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes e na regulação das comunidades microbianas e de outros invertebrados (Callisto; Moreno; Barbosa, 2001). Dessa forma, contribuem diretamente para a dinâmica trófica e o funcionamento desses sistemas (Palmer *et al.*, 2005). Além disso, também podem ser utilizados como bioindicadores da saúde ambiental, atuando no monitoramento da qualidade da água e contribuindo para a avaliação ecológica dos ecossistemas (Santos; Rodrigues, 2015).

Assim, a presente pesquisa teve como objetivo analisar a comunidade de invertebrados aquáticos associados às bromélias *Aechmea recurvata* e *Vriesea carinata*, espécies que apresentam fitotelmas bem desenvolvidos e capazes de sustentar comunidades aquáticas diversas, sendo, portanto, adequadas como modelos para o estudo de microecossistemas dulcícolas. Nesse contexto, buscou-se determinar a estrutura e composição dessas comunidades, bem como suas associações com as características dos fitotelmas, considerando sua variação ao longo dos períodos

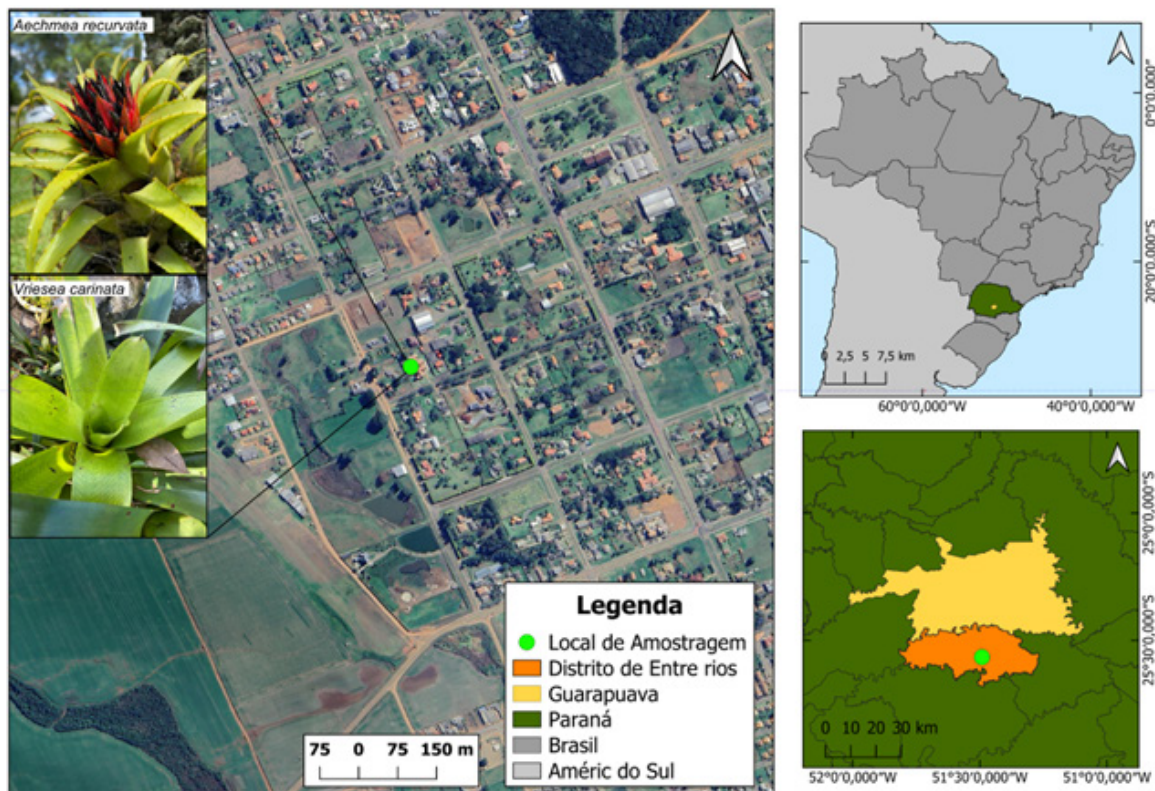
de amostragem, contribuindo para a compreensão dos processos ecológicos que estruturam esses sistemas.

## Metodologia

### Área de Estudo

Esta pesquisa foi realizada em uma área rural da Colônia Vitória, pertencente ao distrito de Entre Rios, localizado a 18km do município de Guarapuava, Paraná (Figura 1). Essa área compreende a região centro-sul do estado e está inserida no Terceiro Planalto Paranaense (latitude  $-25.56662485148489$ , longitude  $-51.49180952073483$ ).

Figura 1 - Localização das bromélias *Aechmea recurvata* e *Vriesea carinata* no distrito de Entre Rios do município de Guarapuava - Paraná, Brasil.



Fonte: Nathan Ulian de Souza (2026).

Essa região pertence à fitofisionomia Floresta Ombrófila Mista (FOM), inserida no bioma Mata Atlântica (Cordeiro; Rodrigues, 2007). Além disso, a área é caracterizada pelo clima subtropical úmido mesotérmico com inverno rigoroso, podendo apresentar geadas (ou neve) e temperatura média em torno de 10 °C e 14 °C. O verão é considerado ameno e a média de temperatura nesta estação varia entre 29 °C e 31 °C, com média e precipitação anual de 17 °C e 2.024 mm, respectivamente (Thomaz; Vestena, 2003).

## Coleta de dados

As amostragens da fauna de invertebrados das bromélias *A. recurvata* e *V. carinata* foram realizadas nos meses de outubro de 2021, fevereiro, maio e agosto de 2022, visando a caracterização sazonal. Em cada período amostral, foram selecionados aleatoriamente quatro indivíduos de cada espécie.

A identificação das espécies de bromélias foi realizada no laboratório de Ecologia de Bentos da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), com o auxílio da chave de identificação de Wanderley e Martins (2007).

De acordo com a metodologia de Sodré (2008), a macrofauna de invertebrados presente nos fitotelmata foi coletada juntamente com a água das cisternas de cada bromélia por meio de seringas de 60 mL. Foram amostrados indivíduos epífitos estabelecidos em troncos de árvores, sendo *Aechmea recurvata* encontrada em áreas com maior incidência luminosa e *Vriesea carinata* em condi es sombreadas, com baixa incidência de luz. Em cada bromélia, foi coletado todo o volume de água disponível nas cisternas (em média, 80 mL por indivíduo), sendo as amostras posteriormente transferidas para frascos de 150 mL e fixadas em formol a 10% no mesmo recipiente. Além disso, foram escolhidos dois indivíduos de cada espécie de bromélia com maior abertura em sua cisterna, para a análise dos parâmetros físico-químicos da água, como: Oxig nio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Potencial de Oxirredu o (ORP), condutividade, Sólidos Totais Dissolvidos (TDS), salinidade, temperatura e turbidez, utilizando-se uma sonda multiparâmetros *Hanna* (Modelo HI 9829), bem como a temperatura da água foi mensurada com o auxílio de um term metro digital. Os parâmetros físico-químicos obtidos foram utilizados como descritores das características dos fitotelmas, sendo posteriormente empregados nas análises de associa o com a comunidade de invertebrados aquáticos.

No laboratório de Ecologia de Bentos, os organismos coletados foram triados utilizando-se um microscópio estereoscópio, preservados em álcool 70% e acondicionados em frascos de vidro, para posterior identifica o. A identifica o dos invertebrados ocorreu até o menor nível taxonômico possível, a partir da chave de identifica o de Mugnai, Nessimian e Baptista (2010) e d vidas taxon micas foram confirmadas com especialistas de cada grupo.

## Análise dos dados

A estrutura e composi o da comunidade de invertebrados foi analisada a partir dos valores de abundância absoluta e riqueza. Também foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), utilizando-se o software R versão 4.4.2 (R Core Team, 2024), com um nível de significância de 5%, para verificar se existiam rela es entre as variáveis limnológicas da água e os valores de abundância absoluta da macrofauna vivente nas bromélias (*A. recurvata* e *V. carinata*), durante os períodos de amostragem. Para minimizar efeitos de colinearidade, foi empregado um subconjunto de variáveis ambientais ecologicamente relevantes (oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura), sendo considerados apenas os táxons com abundância total  $\geq 5$  indivíduos. Devido ao reduzido número amostral, a análise foi conduzida com caráter exploratório, sendo os resultados interpretados como indicativos de padrões ecológicos, e não como evidência de rela es causais ou inferenciais.

A similaridade entre a composição taxonômica de invertebrados aquáticos presentes nas duas espécies de bromélias e entre os períodos de amostragem foi avaliada no software PAST versão 3.18 (Hammer; Harper; Ryan, 2015), através de uma análise de agrupamento, empregando-se o método de ligação do tipo UPGMA (média de grupo), a partir da distância de *Bray-Curtis*.

## Resultados e discussões

### Parâmetros físicos e químicos das águas

A partir da média dos resultados obtidos para as análises físicas e químicas das duas espécies de bromélias (Tabela 1), pôde-se verificar que as águas foram caracterizadas como levemente ácidas, com reduzidos valores de oxigênio dissolvido e salinidade, porém com indícios de presença de elevados teores de matéria orgânica como: valores de potencial de oxirredução, condutividade e sólidos totais dissolvidos.

Tabela 1 - Valores expressos como média  $\pm$  desvio-padrão (DP) das variáveis físico-químicas da água das cisternas de duas espécies de bromélias (*Aechmea recurvata* e *Vriesea carinata*), amostradas no distrito de Entre Rios (Colônia Vitória), município de Guarapuava, Paraná, nos meses de outubro de 2021 (Out/21), fevereiro de 2022 (Fev/22), maio de 2022 (Mai/22) e agosto de 2022 (Ago/22).

Parâmetros	<i>Aechmea recurvata</i>						<i>Vriesea carinata</i>					
	Out/21	Fev/22	Mai/22	Ago/22	Média	DP	Out/21	Fev/22	Mai/22	Ago/22	Média	DP
pH	5,63	5,41	4,91	5,91	5,47	$\pm 0,42$	5,99	4,41	4,62	5,14	5,04	$\pm 0,61$
ORP (mV)	227,6	258,23	249,97	305,9	260,4	$\pm 55,37$	375,8	249,93	272,5	282,77	295,3	$\pm 48,00$
OD (mg/L <sup>-1</sup> )	1,11	1,38	1,27	5,45	2,30	$\pm 3,07$	3,77	0,88	1,35	5,12	2,78	$\pm 1,74$
Condutividade (µs/cm <sup>-1</sup> )	32,8	16,33	21,33	0	17,61	$\pm 11,79$	96,0	10,0	38,0	21,7	41,4	$\pm 33,05$
TDS (mg/L <sup>-1</sup> )	324	7,33	11	0	85,58	$\pm 229,10$	46	5	19,33	10,67	20,25	$\pm 15,72$
Salinidade (PSU)	0,3	0	0,01	0	0,08	$\pm 0,21$	0,05	0	0,01	0,01	0,0	$\pm 0,02$
Turbidez (FNU)	410	596,67	413,1	210,47	407,6	$\pm 141,09$	628	80,83	305	232	311,5	$\pm 199,84$
Temperatura (°C)	24,17	29,1	17	8,33	19,65	$\pm 11,20$	17,87	24,6	17	7,53	25,7	$\pm 1,90$

Os parâmetros físico-químicos da água dos fitotelmas apresentaram variações entre as espécies e ao longo dos períodos de amostragem, indicando heterogeneidade nas condições ambientais desses micro-habitats. De modo geral, pH e salinidade mostraram valores relativamente semelhantes entre *Aechmea recurvata* e *Vriesea carinata*, enquanto os demais parâmetros apresentaram diferenças entre as espécies.

O valor médio do potencial de oxirredução (ORP) foi mais elevado em *V. carinata*, sugerindo condições mais oxidantes em seus fitotelmas. Esse padrão pode estar relacionado a diferenças na dinâmica de decomposição da matéria orgânica e na renovação da água, fatores

que influenciam diretamente o estado redox do ambiente (Nogueira; Duarte; Ramisio, 2012). De forma semelhante, o oxigênio dissolvido (OD) apresentou valor médio ligeiramente superior em *V. carinata*, embora ambas as espécies tenham exibido baixos níveis médios, característicos de ambientes que podem ter acúmulo de matéria orgânica e intensa atividade microbiana (Carrias *et al.*, 2025). Essas condições podem atuar como filtros ambientais, favorecendo organismos tolerantes a baixos níveis de oxigenação (Guedes, 2021).

A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos (TDS) também diferiram entre as espécies, com valores médios mais elevados em *V. carinata* para condutividade e em *A. recurvata* para TDS, destacando diferenças na composição química da água entre os fitotelmas. Considerando que a condutividade reflete a concentração de íons dissolvidos (Wetzel, 1983) e que o TDS inclui tanto sais inorgânicos quanto matéria orgânica dissolvida (Neres *et al.*, 2011), esses resultados sugerem que os fitotelmas podem diferir quanto à origem e ao processamento da matéria acumulada, possivelmente influenciados pela morfologia da planta e pela exposição a fatores ambientais (Medeiros; Melo; Júnior, 2024).

A turbidez também apresentou diferenças entre as espécies, com valor médio mais elevado em *A. recurvata*, indicando maior presença de partículas em suspensão nesses fitotelmas. Esse padrão pode estar associado à maior entrada ou retenção de detritos, o que pode influenciar a disponibilidade de recursos para a comunidade associada (Zheng *et al.*, 2023). Já a temperatura variou entre as espécies e ao longo dos períodos, com valores mais elevados registrados nos meses mais quentes e menores nos meses mais frios, refletindo a influência das condições climáticas sobre esses microambientes.

Em relação à variação temporal, observou-se que alguns parâmetros apresentaram padrões consistentes entre as espécies. A temperatura foi mais elevada em fevereiro e mais baixa em agosto para ambas as bromélias, evidenciando um efeito sazonal esperado. O oxigênio dissolvido apresentou aumento em agosto em ambas as espécies, possivelmente relacionado à menor temperatura da água, uma vez que a solubilidade do oxigênio aumenta em condições mais frias (EPA, 2025). Para a condutividade, valores mais elevados foram registrados em outubro para ambas as espécies, enquanto em *A. recurvata* foi observado valor nulo em agosto, o que pode indicar baixa concentração de íons dissolvidos ou diluição da água nesse período (Jardim, 2014).

Os valores de TDS também apresentaram variação temporal em *A. recurvata*, com maior valor registrado em outubro e ausência de sólidos dissolvidos em agosto, reforçando a influência de fatores sazonais na composição da água. A turbidez apresentou variação entre os períodos, destacando-se o valor reduzido registrado em fevereiro em *V. carinata*, o que pode indicar menor entrada ou maior sedimentação de partículas nesse período (Grott *et al.*, 2018).

De forma geral, os padrões observados podem indicar que tanto as características das espécies de bromélias quanto a variação temporal contribuem para a heterogeneidade físico-química dos fitotelmas. Essa heterogeneidade pode ter implicações diretas na estrutura das comunidades associadas, uma vez que diferentes condições ambientais podem favorecer distintos grupos de organismos, atuando como filtros ecológicos que influenciam a distribuição e a abundância da fauna nesses microecossistemas (Leme; Marigo, 1983; Lopez *et al.*, 1993; Benzing, 2000; Begon; Townsend, 2023; Neves *et al.*, 2019).

## Estrutura e composição taxonômica dos invertebrados aquáticos

Durante os períodos de amostragem foram coletados no total 1.043 invertebrados, sendo 537 amostrados em *A. recurvata*, distribuídos em quatro táxons, e 506 organismos em *V. carinata*, com cinco táxons (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição taxonômica dos invertebrados aquáticos registrados em *Aechmea recurvata* e *Vriesea carinata*, amostrados no distrito de Entre Rios (Colônia Vitória), município de Guarapuava, Paraná, nos meses de outubro de 2021 (Out/21), fevereiro de 2022 (Fev/22), maio de 2022 (Mai/22) e agosto de 2022 (Ago/22).

Grupo taxonômico	<i>Aechmea recurvata</i>					<i>Vriesea carinata</i>				
	Out/21	Fev/22	Mai/22	Ago/22	Total	Out/21	Fev/22	Mai/22	Ago/22	Total
Filo Annelida										
Classe Oligochaeta	4	45	16	11	76	131	73	138	60	402
Filo Arthropoda										
Ordem Collembola						1	1	1		3
Ordem Diptera										
Família Ceratopogonidae	10	110	2	8	130	5				5
Família Chironomidae (larvas)	9	79	175	56	319	2	1	58	21	82
Família Chironomidae (pupa)		8	2	2	12			1	1	2
Família Syrphidae						1	6	5		12
Ordem Coleoptera										
Família Elmidae	2			2	4					0

Os táxons Collembola e Syrphidae ocorreram somente em *V. carinata*, enquanto Elmidae foi exclusivo de *A. recurvata*. Collembola pertence ao filo Arthropoda, sendo uma das ordens mais abundantes e expressivas para a mesofauna do solo, pois estão envolvidos em processos de degradação de matéria orgânica, reciclagem e mineralização de componentes (Hopkin, 1997; Rusek, 1998; Palacios-Vargas, 2000; González-Montaña *et al.*, 2023). Esses organismos habitam todos os tipos de ambientes terrestres, sendo encontrados também em plantas epífitas, como as bromeliáceas (Hopkin, 1997; Palacios-Vargas, 1981; Palacios-Vargas; Castaño-Meneses, 2003).

Em bromélias, mesmo tendo um inventário limitado, os Collembola encontram abrigo, nutrientes e um local pertinente para a reprodução do táxon (Benzing, 2000). Segundo pesquisas realizadas no estado de Morelos (México), evidenciou-se que apenas 58% da fauna local é capaz de ocupar o solo suspenso, utilizando as bromélias como refúgio temporal (Palacios-Vargas, 1981).

Dentre os organismos mais abundantes e frequentes em ambas as espécies de bromélias pesquisadas, destaca-se a classe Oligochaeta. Porém, cabe ressaltar que esse táxon ocorreu em maior abundância absoluta em *V. carinata*, quando comparado a *A. recurvata*. Uma possível explicação para esse fato, é a localização dessa espécie de bromélia, pois ela estava inserida em uma área sombreada, circundada por árvores ao seu redor. Acredita-se que as folhas dessas árvores ao caírem no fitotelmata das bromélias promovem uma maior decomposição da matéria orgânica,

o que contribui para a instalação de populações com hábitos detritívoros, como é o caso desse grupo taxonômico (Trivinho-Strixino; Gessner; Correia, 1997).

A abundância deste táxon em ambientes aquáticos pode ser um indicador de qualidade de água e sedimentos, uma vez que, vem sendo amplamente estudado nas últimas décadas devido à sua importância em estudos de poluição ambiental (Righi, 2002; Righi, 1984; Lafont, 1984; Marchese; Drago, 1999; Alves; Strixino, 2000; Vivien; Tixier; Lafont, 2014; Girolli *et al.*, 2021), e pela sua representatividade em comunidades de fitotelmata de bromélias, atuando como organismos saprófagos (Coelho, 2006).

A família Chironomidae foi a segunda com maior abundância absoluta, compondo um importante grupo ecológico dos insetos aquáticos (Vilaça *et al.*, 2021). Em geral, esses organismos são herbívoros-detritívoros, se alimentam de algas, fungos e microrganismos associados ao sedimento ou folhas em decomposição, além de existirem espécies predadoras (Cranston; Hare, 1995; Kitching, 2000). As larvas desses animais são utilizadas como bioindicadores de qualidade de água, podendo, sob baixos níveis de oxigênio dissolvido, serem os únicos insetos presentes no ambiente amostrado (Sodré, 2008).

A maior frequência desses indivíduos foi registrada em *A. recurvata*, nos meses de fevereiro e maio de 2022, com 87 e 177 indivíduos, respectivamente. A expressiva quantidade de Chironomidae nesses períodos, pode ser explicada pela influência da temperatura da água no metabolismo dessa comunidade, a produtividade primária, a respiração e a decomposição da matéria orgânica, visto que os meses de fevereiro a maio tendem a ser períodos mais quentes (Margalef, 1983). Além disso, pesquisas com espécies de regiões tropicais mostram que esses táxons, ao encontrar condições térmicas favoráveis (entre 0° e 32°), podem completar seu ciclo em menos de 15 dias, o que preveem um alto número de gerações por ano (Dejoux, 1971; Oliver, 1971; Strixino; Strixino, 1982).

## Análise de Correspondência Canônica (CCA)

A CCA indicou que a variação na comunidade associada a *Aechmea recurvata* esteve organizada principalmente ao longo de um único gradiente ambiental, representado pelo eixo 1 (86,62%). Esse eixo esteve associado à condutividade e à temperatura, enquanto o eixo 2 (12,64%) apresentou contribuição secundária relacionada ao oxigênio dissolvido (Figura 2a).

Embora o modelo tenha apresentado explicação total da variação, a ausência de componente residual reflete o reduzido número amostral, de modo que os resultados devem ser interpretados sob uma perspectiva exploratória. Ainda assim, o padrão observado é consistente com a variação físico-química previamente descrita para os fitotelmas.

A distribuição dos táxons sugere que grupos como Ceratopogonidae, Oligochaeta e Chironomidae estão associados ao gradiente de condutividade e temperatura, indicando maior tolerância a ambientes com maior concentração de solutos e matéria orgânica. Esse padrão converge com os resultados limnológicos, nos quais *A. recurvata* apresentou variações em TDS e condutividade ao longo dos períodos.

A organização temporal das amostras reforça essa interpretação, com outubro de 2021 associado a condições de maior condutividade, enquanto agosto de 2022 se aproxima

do gradiente de oxigenação. Esses resultados sugerem que a estrutura da comunidade em *A. recurvata* responde principalmente à disponibilidade de recursos e, em menor escala, à variação no oxigênio dissolvido, refletindo a atuação de filtros ambientais típicos de microecossistemas ricos em matéria orgânica.

Para *Vriesea carinata*, a CCA revelou uma organização da comunidade ao longo de mais de um gradiente ambiental, com o eixo 1 explicando 61,59% da variação e o eixo 2, 37,78% (Figura 2b). Assim como observado para *A. recurvata*, o modelo apresentou explicação total da variabilidade, devendo ser interpretado como exploratório.

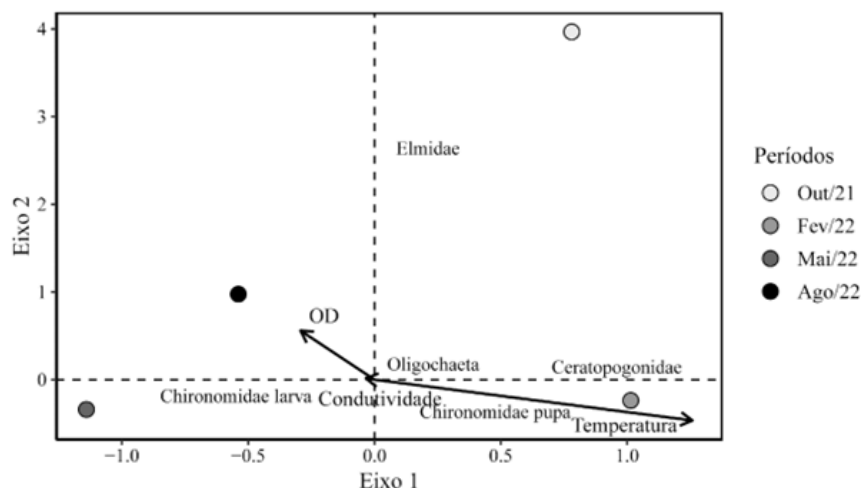
O eixo 1 esteve associado à condutividade e à temperatura, enquanto o eixo 2 refletiu principalmente a variação no oxigênio dissolvido. A distribuição dos táxons indica associação mais evidente entre Ceratopogonidae e o gradiente de condutividade, sugerindo afinidade com ambientes com maior concentração de íons dissolvidos. De forma semelhante, Oligochaeta e Syrphidae também se posicionaram ao longo desse gradiente, reforçando a relação com condições de maior disponibilidade de matéria orgânica.

Por outro lado, Chironomidae apresentou distribuição mais próxima ao eixo relacionado ao oxigênio dissolvido, indicando maior amplitude ecológica, o que é compatível por ser reconhecido como um grupo tolerante a variações ambientais.

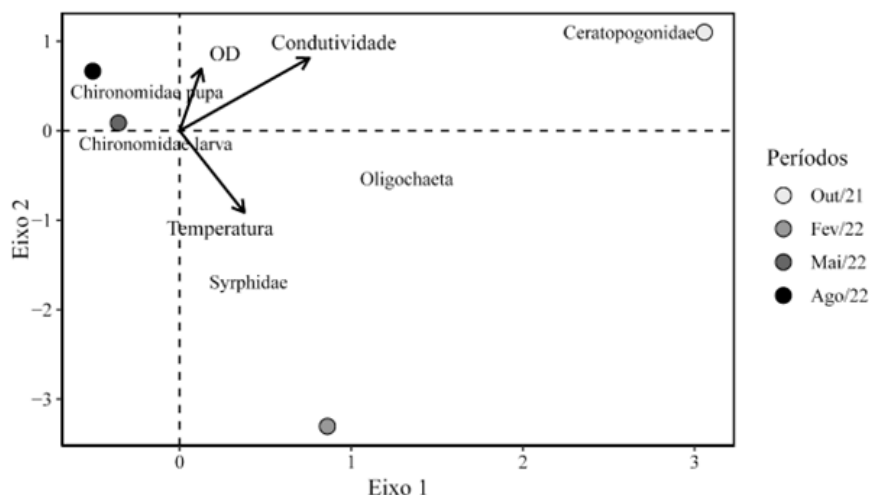
A distribuição dos períodos evidencia a influência da sazonalidade, com outubro de 2021 associado a maiores valores de condutividade e agosto de 2022 relacionado a maiores concentrações de oxigênio dissolvido. Esses padrões estão em consonância com os resultados limnológicos, que indicaram maior turbidez e condutividade em *V. carinata*, sugerindo maior acúmulo de matéria orgânica nesses fitotelmas.

Diferentemente de *A. recurvata*, a comunidade associada a *V. carinata* apresentou resposta mais distribuída entre os eixos, indicando uma estruturação mais complexa, possivelmente relacionada às condições mais heterogêneas desse microhabitat.

Figura 2 – Eixos de ordenação produzidos pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as variáveis limnológicas e os táxons dos invertebrados aquáticos registrados em *Aechmea recurvata* (a) e *Vriesea carinata* (b), amostrados no distrito de Entre Rios (Colônia Vitória), município de Guarapuava, Paraná, nos meses de outubro de 2021 (Out/21), fevereiro de 2022 (Fev/22), maio de 2022 (Mai/22) e agosto de 2022 (Ago/22).



*Aechmea recurvata* (a)

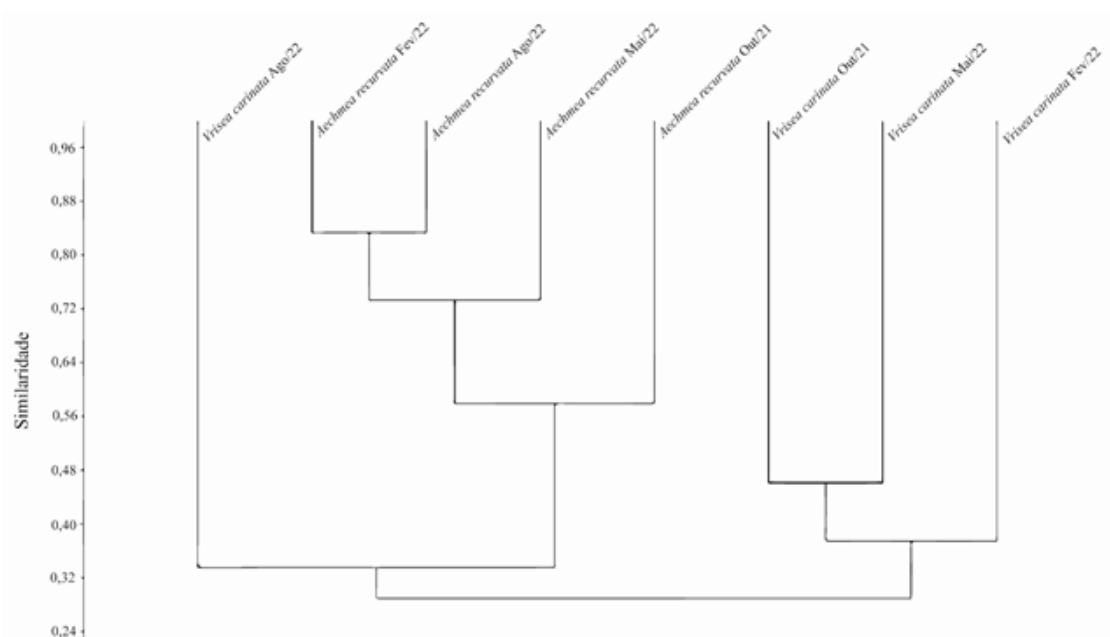


*Vrisea carinata* (b)

### Similaridade entre a fauna de invertebrados de *A. recurvata* e *V. carinata*

Verificou-se uma dissimilaridade entre a macrofauna de *A. recurvata* e *V. carinata*, durante os períodos amostrados. Entretanto, quando comparados os períodos de amostragem para cada espécie de bromélia, observou-se certa similaridade da fauna (Figura 3).

Figura 3 - Dendrograma resultante da análise de agrupamento segundo o índice de Bray-curtis e ligação tipo UPGMA (média de grupo) para as associações de invertebrados aquáticos registrados em *Aechmea recurvata* e *Vrisea carinata*, amostrados no distrito de Entre Rios (Colônia Vitória), município de Guarapuava, Paraná, nos meses de outubro de 2021 (Out/21), fevereiro de 2022 (Fev/22), maio de 2022 (Mai/22) e agosto de 2022 (Ago/22). Coeficiente cofenético: 0,90.



A maior similaridade foi registrada entre a fauna de *V. carinata* em agosto de 2022 e as demais amostragens de *A. recurvata* (0,32). Evidenciou-se também que os invertebrados amostrados em *V. carinata*, durante o mês de agosto de 2022, diferiram dos demais períodos

para esta espécie, formando um grupo separado. Para *A. recurvata* a fauna foi mais similar entre os períodos de fevereiro, maio e agosto de 2022.

Esses padrões sugerem que as diferenças na composição da macrofauna estão mais associadas às características intrínsecas de cada espécie de bromélia do que à variação temporal. A separação observada para *V. carinata* em agosto de 2022 indica uma alteração nas condições ambientais desse período, possivelmente relacionada à sazonalidade, capaz de modificar a estrutura da comunidade. Por outro lado, a maior similaridade entre os períodos em *A. recurvata* sugere uma comunidade menos variável ao longo do tempo, possivelmente sustentada por táxons com maior tolerância ambiental. De forma geral, os resultados indicam que a identidade do microhabitat atua como principal fator na organização da fauna, enquanto a variação temporal exerce efeito secundário.

## Considerações finais

Os fitotelmatas presentes em *Aechmea recurvata* e *Vriesea carinata* revelaram ser microhabitats favoráveis para abrigar uma diversidade de organismos, especialmente os invertebrados.

Embora a riqueza de táxons tenha sido semelhante entre as espécies (*A. recurvata* = 4; *V. carinata* = 5), observou-se diferença na abundância e frequência da macrofauna aquática. Nas duas espécies de bromélias, Oligochaeta foi a classe mais abundante e com maior frequência em *V. carinata*, seguido da ordem Diptera, na qual se destacaram as famílias Chironomidae e Ceratopogonidae, que juntos representaram mais de 50% da fauna avaliada. Estes resultados validam a importância desses organismos na estrutura e sustentação das comunidades presentes em fitotelmata de bromélias.

A CCA evidenciou a atuação de gradientes físico-químicos como filtros ambientais na estruturação das comunidades. Enquanto *A. recurvata* apresentou uma resposta mais concentrada a um único gradiente, *V. carinata* exibiu uma organização mais complexa, indicando maior sensibilidade às variações ambientais.

Além disso, registrou-se diferenças (dissimilaridade) entre a macrofauna das duas espécies de bromélias, apresentando semelhanças apenas entre os períodos amostrados para cada espécie. Também foi evidenciado que a fauna de cada espécie não é modificada pela sazonalidade anual e que, apenas os invertebrados de *V. carinata* amostrados em agosto de 2022 se assemelharam aos demais períodos amostrados em *A. recurvata*.

Dessa forma, os resultados desta pesquisa contribuíram para ampliar o conhecimento sobre a macrofauna bromelícola de uma área rural, bem como evidenciaram a importância dos fitotelmatas presentes nas plantas bromelícolas, além de salientar a necessidade de preservação dessas espécies para a manutenção da biodiversidade local.

## Referências

ALVES, R. G.; STRIXINO, G. Distribuição espacial de Oligochaeta em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guacu, SP. **Iheringia, Serie Zoologia**. v. 88, p. 173-180. 2000.

- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. Artmed editora, 2023.
- BENZING, D. H. **Bromeliaceae**: profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press. United Kingdom. 2000. 690p.
- BENZING, D. H. *et al.* Vascular epiphytes. **Forest canopies**, v. 2, p. 175-211, 2004.
- CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 259-266. 2001. DOI: 10.1590/S0034-71082001000200008.
- CARRIAS, J. F. *et al.* Response of anoxygenic and oxygenic phototrophs to an environmental gradient reveals unusual structure of freshwater microbial communities in the bromeliad ecosystem. **Hydrobiologia**, v. 852, n. 6, p. 1613-1624, 2025.
- CESTARI, C. O uso de plantas epífitas por aves no Brasil. **Oecologia Brasiliensis**. v. 13, n. 4, p. 689-712, 2009. DOI: 10.4257/oeco.2009.1304.12.
- COELHO, M. S. **Análise comparativa dos macroinvertebrados associados ao fitotelmo de bromeliaceae em áreas de mata atlântica e restinga no Rio Grande do Norte, Brasil. 2006.** 34 f. Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Botânica e Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- CORDEIRO, J.; RODRIGUES, W. A. Caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 545-554, 2007. DOI: 10.1590/S0100-67622007000300020.
- COSER, T. S.; PAULA, C. C.; WENDT, T. Bromeliaceae Juss. nos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 61, p. 261-280, 2010. DOI: 10.1590/2175-7860201061209.
- COVICH, A. P.; PALMER, M. A.; CROWL, T. A. The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems – zoobenthic species influence energy flows and nutrient cycling. **BioScience**. v. 49, p. 119-127, 1999. DOI: 10.2307/1313537.
- CRANSTON, P. S.; HARE, L. *Conochironomus* Freeman: an Afro Australian Chironomini genus revised (Diptera: Chironomidae). **Systematic Entomology**. v. 20, n. 4, p. 247-264, 1995. DOI: 10.1111/j.1365-3113.1995.tb00096.x.
- DEJOUX, C. Recherches sur le cycle de développement de *Chironomus pulcher* (Diptera: Chironomidae). **Canadian Entomologist**, v. 103, p. 465-470. 1971.
- DUARTE; M. M.; GANDOLFI, S. Enriquecimento de florestas em processo de restauração: aspectos de epífitas e forófitos que podem ser considerados. **Hoehnea**. v. 40, n. 3, p. 507-514. 2013. DOI: 10.1590/S2236-89062013000300010.
- GIROLI, D. A. *et al.* Aquatic oligochaetes (Annelida: Clitellata) in reservoirs in São Paulo State: list of occurrence and ecological observations on the species. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 3, 2021.

GONZÁLEZ MONTAÑA, L. A. et al. An Anatomical Ontology for the Class Collembola (Arthropoda: Hexapoda). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 66, 2023.

GREENEY, H. F. The insects of plant-held waters: a review and bibliography. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 2, p. 241-260, 2001. DOI: 10.1017/S026646740100116X.

GROTT, S. L. et al. Variação espaço-sazonal de parâmetros da qualidade da água subterrânea usada em consumo humano em Macapá, Amapá, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 4, p. 645-654, 2018.

GUEDES, J. de A. **Estudos em Hidrogeografia**. [s.l.] Editora Dialética, 2021.

GUIMARÃES-SOUZA, B. A. *et al.* Limnological parameters in the water accumulated in tropical bromeliads. **Acta Limnológica Brasileira**. v. 18, n. 1, p. 47-53, 2006. Disponível em: <https://actalb.org/article/627b11e3782aad05cf549206/pdf/alb-18-1-47.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2024.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST - Palaeontological Statistics. Versão 3.08, 2015. **Software e Guia do Usuário**. Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Acesso em: 21 de setembro de 2022.

HOPKIN, S. P. **Biology of springtails (Insecta: Collembola)**. Oxford University Press, Oxford. UK. 1997. 333p.

ISLAIR, P. *et al.* Bromeliads in Caatinga: an oasis for invertebrates. **Biotemas**, v. 28, n. 1, p. 67-77, 2015. DOI: 10.5007/2175-7925.2015v28n1p67.

JARDIM, W. F. Medição e interpretação de valores do potencial redox (EH) em matrizes ambientais, **Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1233-1235, 2014.

KITCHING, R. L. **Food webs and container habitats: the natural history and ecology of phytotelmata**. Cambridge: Cambridge University Press. 2000. 431p.

LAFONT, M. Oligochaete communities as biological descriptors of pollution in the fine sediments of rivers. **Hydrobiologia**, v. 115, p. 127- 129, 1984. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00027906>. Acesso em: 30 abr. 2024.

LEME E. M. C.; MARIGO, L. C. **Bromélias na Natureza**. Rio de Janeiro, Marigo comunicação visual Ltda, 1983.

LOPEZ, L. C. S. *et al.* Composição e dinâmica hídrica de phytotelmata de *Aechmea nudicaulis* e *Neoregelia cruenta* (Bromeliaceae Bromeloideae) de Restinga de Maricá/RJ. In: III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, Aciesp. **Anais...** 1993.

LUTHER, H. D. **An alphabetical list of bromeliad binomials**. The Bromeliad Society International. 10. ed. Florida: The Marie Selby Botanical Gardens. 2006. 116p.

MARCHESE, M.; DRAGO, I. E. Use of benthic macroinvertebrates as organic pollution indicators in lotic environments of Paraná River drainage basin. **Polskie Archiwum Hydrobiologii**, v. 46, n. 3-4, p. 233- 255, 1999. Disponível em: <https://agro.icm.edu.pl/agro/>

element/bwmeta1.element.agro-article-e981d07b-e469-4460-a7fe-3239650cd089. Acesso em: 30 abr. 2024.

MARGALEF, R. **Limnología**. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 1983. 1010p.

MEDEIROS, Í. L. S.; MELO, A. L.; JÚNIOR, M. M. Aquatic invertebrate diversity in tank bromeliads in an enclaved wet forest in Brazil's semiarid region. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 59, n. 1, p. 84-98, 2024.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro**. 1ª edição. Technical, Rio de Janeiro, 2010. 176p.

NERES, A. O. *et al.* Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na caracterização hidrogeoquímica de aquíferos costeiros –Estudo de caso: Distrito de Tamoios, Cabo Frio (RJ). In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR. **Anais...** 2011.  
NEVES, K. M. S. DAS *et al.* Biomass and abiotic variables change in phytotelmic environment in the tank-bromeliad *Nidularium longiflorum* Ule in tropical forest. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 31, 2019.

NOGUEIRA, R.; DUARTE, A.; RAMISIO, P. Avaliação do impacto de descargas em sistemas fluviais urbanos. O caso da Ribeira de Couros. In: **Encontro Nacional de Saneamento Básico. Reorganização Para a Sustentabilidade Do Sector Das Águas e Resíduos**. Associação Portuguesa de Engenharia Sanitária e Ambiental (APESB) Évora, 2012. p. 1-10.

OLIVEIRA, P. S.; FREITAS, A. V. L. Ant-plant-herbivore interactions in the neotropical cerrado savanna. **Naturwissenschaften**. v. 91, p. 557-570, 2004. DOI: 10.1007/s00114-004-0585-x

OLIVER, D. R. Life history of the Chironomidae. **Annual review of entomology**. v. 16, n. 1, p. 211-230, 1971. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.en.16.010171.001235>. Acesso em: 30 abr. 2024.

PALACIOS-VARGAS, J. G.; CASTAÑO-MENESES, G. Seasonality and community composition of springtails in Mexican forest. In: BASSET, Y.; NOVOTNY, V.; MILLER, S. E.; KITCHING, R. L. **Arthropods of Tropical Forests**. Spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy. Cambridge University Press. UK. p. 159-169, 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Palacios-Vargas/publication/283569481\\_Canopy\\_collembola/links/563fa5b008aec6f17ddb81b1/Canopy-collembola.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Palacios-Vargas/publication/283569481_Canopy_collembola/links/563fa5b008aec6f17ddb81b1/Canopy-collembola.pdf). Acesso em: 30 abr. 2024.

PALACIOS-VARGAS, J. G. Collembola asociados a *Tillandsia* (Bromeliaceae) en el Derrame Láxico del Chichinautzin, Morelos, México. **Southwestern Ent.** v. 6, n. 2, p. 87-98, 1981. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/647362ce2c1d629bc97f1b53>. Acesso em: 30 abr. 2024.

PALACIOS-VARGAS, J. G. Los Collembola (Hexapoda Entognatha) de Jalisco, Mexico. **Dugesiana**. v. 7, n. 1, p. 23-36, 2000. DOI: 10.32870/dugesiana.v7i1.7201.

- PALMER, M. A. *et al.* Standards for ecologically successful river restoration. **Journal of Applied Ecology**. v. 42, p. 208-217, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2005.01004.x.
- PAULA-JÚNIOR, A. T. *et al.* Aquatic invertebrates associated with bromeliads in Atlantic Forest fragments. **Biota Neotropica**. v. 17, p. 1-7, 2017. DOI: 10.1590/1676-0611-BN-2016-0188.
- R Core Team. 2024. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 25/04/2026.
- RIGHI, G. Anelídeos Oligoquetos. In: **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**. Invertebrados de água doce. São Paulo: FAPESP. v. 4, p. 82-8, 2002.
- RIGHI, G. **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil**. CNPq/Coordenação Editorial. 1984.
- ROCHA, C. F. D. *et al.* Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. **Vidalia**. v. 2, n. 1, p. 52-68, 2004.
- RUSEK, J. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. **Biodiversity and Conservation**. v. 7, p. 1207-1219, 1998.
- SANTOS, I. G. A.; RODRIGUES, G. G. Colonização de macroinvertebrados bentônicos em detritos foliares em um riacho de primeira ordem na Floresta Atlântica do nordeste brasileiro. Porto alegre. **Iheringia, Série Zoologia**. v. 105, n. 1, p. 84-93. 2015. DOI: 10.1590/1678-4766201510518493.
- SODRÉ, V. M. **Estudo da comunidade de invertebrados em fitotelmata de Bromeliaceae com ênfase em Chironomidae (Insecta Diptera) em um fragmento de Mata Atlântica no município de Magé, RJ**. Dissertação (Mestrado), São Carlos, UFSCar. 2008. 65p. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1942>. Acesso em: 26 abr. 2024.
- SODRÉ, V. M.; ROCHA, O.; MESSIAS, M. C. Larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em fitotelmata de Bromeliaceae em um fragmento de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 587-592, 2010. DOI: 10.1590/S1519-69842010000300015.
- STRIXINO, S. T.; STRIXINO, G. Ciclo de vida de *Chironomus sancticaroli* (Diptera: Chironomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 26, n. 2, p.183-189, 1982.
- TANIGUCHI, H.; NAKANO, S.; TOKESHI, M. Influences of habitat complexity on the diversity and abundance of epiphytic invertebrates on plants. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 4, p. 718-728, 2003. DOI: 10.1046/j.1365-2427.2003.01047.x.
- TANIGUCHI, H.; TOKESHI, M. Effects of habitat complexity on benthic assemblages in a variable environment. **Freshwater Biology**, v. 49, n. 9, p. 1164-1178, 2004. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2004.01257.x.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava - PR**. Guarapuava: Unicentro, p. 106, 2003.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; GESSNER, F. A.; CORREIA, L. Macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas as lagoas marginais da estação ecológica do Jataí (Luiz Antônio, SP). In: VIII Seminário Regional de Ecologia. **Anais...** v. 8, p. 53-60, 1997.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Dissolved oxygen**. CADDIS – Causal Analysis/Diagnosis Decision Information System. Atualizado em: 3 out. 2025. Disponível em: <https://www.epa.gov/caddis/dissolved-oxygen>. Acesso em: 21 abr. 2026.

VILAÇA, L. R. A. *et al.* Grupos funcionais de alimentação da entomofauna aquática do lago Acariquara, Manaus/AM. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 10902-10917, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-745

VIVIEN, R.; TIXIER, G.; LAFONT, M. Use of oligochaete communities for assessing the quality of sediments in watercourses of the Geneva area (Switzerland) and Artois-Picardie basin (France): proposition of heavy metal toxicity thresholds. **Ecohydrology & Hydrobiology**, 14(2), p. 142-151, 2014.

WANDERLEY, M. G. L.; MARTINS, S. E. Bromeliaceae In: MELHEM, T. S. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Instituto de Botânica, São Paulo, v. 5, p. 39-162, 2007.

WANDERLEY, M.G.L.; TAVARES, A.R. **Guia de identificação de Bromélias da Reserva de Paranapiacaba**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2011.

WETZEL, R. G. **Limnology**. Saunders College Publishing House, Philadelphia, 1983. 767p.

ZHENG, K. *et al.* Water quality, basin characteristics, and discharge greatly affect CDOM in highly turbid rivers in the Yellow River Basin, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 404, p. 1-10, 2023.