

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO
DA NATUREZA**

Andressa Saldanha de Souza

**Colonização de invertebrados aquáticos e decomposição foliar em tanques de
Bromeliaceae em um fragmento florestal de Mata Atlântica**

Juiz de Fora
2023

Andressa Saldanha de Souza

Colonização de invertebrados aquáticos e decomposição foliar em tanques de Bromeliaceae em um fragmento florestal de Mata Atlântica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação da Natureza.

Orientador: Roberto da Gama Alves

Coorientador: Renato Tavares Martins

Juiz de Fora

2023

Andressa Saldanha de Souza

Colonização de invertebrados aquáticos e decomposição foliar em tanques de Bromeliaceae em um fragmento florestal de Mata Atlântica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação da Natureza.

Aprovada em (dia) de (mês) de (ano)

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto da Gama Alves - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Renato Tavares Martins - orientador
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Dr. Pedro Henrique Monteiro do Amaral
Universidade Federal de Minas Gerais

Profa. Dra. Ximena María Constanza Ovando
Universidade Federal de Juiz de Fora

Ficha catalográfica elaborada através do programa de
geração automática da Biblioteca Universitária
da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Saldanha de Souza, Andressa .

Colonização de invertebrados aquáticos e decomposição foliar em
tanques de Bromeliaceae em um fragmento florestal de Mata
Atlântica / Andressa Saldanha de Souza. -- 2023.

45 p.

Orientador: Roberto da Gama Alves

Coorientador: Renato Tavares Martins

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz
de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de
Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza,
2023.

1. *Aechmea blanchetiana*. 2. *Alcantarea imperialis*. 3.
Biodiversidade. 4. Composição faunística. 5. Fitotelmata. I. da Gama
Alves, Roberto, orient. II. Tavares Martins, Renato, coorient. III.
Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de realizar um mestrado e por me ajudar a concluir mais essa etapa da minha vida.

Ao meu orientador Roberto da Gama e ao meu coorientador Renato Tavares por todo ensinamento e ajuda durante esse período.

Aos meus colegas de laboratório Luiza e Felipe pela companhia.

À professora Ximena Ovando que ajudou na elaboração do mapa da área de estudo.

Aos colaboradores da Fiocruz que ajudaram na identificação de alguns organismos.

Aos meus amigos de graduação Fernanda, Laís, Mylena, Pâmela e Pedro que estiveram comigo desde o início me apoiando e tornando cada momento mais leve.

Aos meus demais amigos Ester, Elias e Ana Paula que estiveram presentes em cada etapa, me incentivando e me dando forças.

À minha família que me deram todo apoio necessário para concluir esse sonho.

À Universidade Federal de Juiz de Fora pela oportunidade de ensino público de qualidade desde o início da minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado.

RESUMO

O Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF) abriga um fragmento de Mata Atlântica em Minas Gerais, onde há espécies de bromélias com folhas em forma de roseta que formam um tanque que acumula a água de chuva e propicia o desenvolvimento de diversos artrópodes que participam da degradação da matéria orgânica, que é processo de extrema importância para o metabolismo dos ecossistemas aquáticos. No primeiro capítulo dessa dissertação, avaliamos a colonização de invertebrados no tanque central da bromélia *Aechmea blanchetiana* (Baker). O experimento durou 112 dias e a cada 14 dias, foram selecionados aleatoriamente três exemplares de bromélia para a retirada do conteúdo do tanque central. A abundância de organismos e a riqueza taxonômica variaram de 0 a 107 indivíduos e de 1 a 7 táxons por bromélia, respectivamente. No total, foram registrados 15 táxons nas bromélias, sendo a maioria dos táxons pertencentes à ordem Diptera. Não foi detectada correlação da abundância e riqueza com o tempo para colonização ou com o volume de água. Embora se esperasse que a composição da fauna de invertebrados nos períodos iniciais do experimento de colonização fosse mais similar entre si e que por sua vez iriam diferir dos períodos mais tardios, isto não foi verificado na análise de agrupamento. Já no segundo capítulo, avaliamos a decomposição foliar em tanques de bromélias *Alcantarea imperialis* (Carrière). Para isso, usamos discos foliares de três espécies vegetais coletadas no JB-UFJF: *Alchornea* sp. (Euphorbiaceae), *Xylopia* sp. (Annonaceae) e *Piptocarpha* sp. (Asteraceae). Também analisamos a composição química e estrutura física das espécies vegetais para avaliar a qualidade nutricional de cada uma delas. *Xylopia* sp. apresentou a maior taxa de decomposição. De modo geral a nossa taxa de decomposição foi baixa, se assemelhando a estudos que analisaram a decomposição microbiana. Sugerindo que a decomposição no tanque de *A. imperialis* foi principalmente realizada pelos microrganismos, com fraca ou ausente participação dos invertebrados. Estudos sobre assembleias de invertebrados que colonizam o tanque de bromélias e suas interações podem ajudar na compreensão dos processos ecológicos que ocorrem nesses fitotelmas, por exemplo, o processo de decomposição, podendo contribuir para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica.

Palavras-chave: *Aechmea blanchetiana*. *Alcantarea imperialis*. Biodiversidade.
Composição faunística. Composição química. Diptera. Fitotelmata. Mata Atlântica.

ABSTRACT

The Botanical Garden of the Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF) is a fragment of the Atlantic Forest in Minas Gerais, where there are bromeliad species with rosette-shaped leaves forming a tank that accumulates rainwater and provides a habitat for various arthropods that participate in the degradation of organic matter. This process has extreme importance to the metabolism of aquatic ecosystems. In the first chapter of this dissertation, we evaluated the colonization of invertebrates in the central tank of *Aechmea blanchetiana* (Baker) bromeliads. The experiment lasted 112 days, and every 14 days, three bromeliad specimens were randomly selected for the removal of the central tank contents. The abundance of organisms and taxonomic richness ranged from 0 to 107 individuals and from 1 to 7 taxa per bromeliad, respectively. In total, 15 taxa were recorded in the bromeliads, with most taxa belonging to the Diptera order. There was no correlation between abundance and richness with colonization time or water volume. Although it was expected that the composition of the invertebrate in the initial colonization periods would be more similar to each other and would differ from the later periods, this was not verified in the cluster analysis. In the second chapter, we evaluated leaf decomposition in tanks of *Alcantarea imperialis* (Carrière) bromeliads. We used leaf discs from three plant species collected at the JB-UFJF: *Alchornea* sp. (Euphorbiaceae), *Xylopia* sp. (Annonaceae) and *Piptocarpha* sp. (Asteraceae). We also analyzed the chemical composition and physical structure of plant species to assess their nutritional quality. *Xylopia* sp. presented the highest decomposition rate. In general, our decomposition rate was low, similar to studies that analyzed microbial decomposition. Suggesting that decomposition in the *A. imperialis* tank was mainly carried out by microorganisms, with weak or absent participation of invertebrates. Studies on invertebrate assemblages that colonize bromeliad tanks and their interactions can help understand the ecological processes that occur in these phytotelmata, such as the decomposition process, contributing to the conservation of Atlantic Forest biodiversity.

Keywords: *Aechmea blanchetiana*. *Alcantarea imperialis*. Biodiversity. Faunistic composition. Chemical composition. Diptera. Phytotelmata. Atlantic forest.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Mapa do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, local da realização do estudo 18
- Figura 2 – Resultado da análise de agrupamento, com base na abundância da fauna de invertebrados: B = Tempo 1, C = Tempo 2, D = Tempo 3, E = Tempo 4, F = Tempo 5, G = Tempo 6 e H = Tempo 7 (correlação cofenética igual a 0.78). 20
- Figura 3 – Cadeia alimentar apresentando quatro níveis tróficos no tanque de *Aechmea blanchetiana*, no Jardim Botânico UFJF..... 22
- Figura 4 Taxa de decomposição foliar em tanques das bromélias *Alcantarea imperialis* no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Onde: A = *Alchornea* sp., B = *Xylopia* sp. e C = *Piptocarpha* sp.29

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Classificação em presas ou predadores e grupos funcionais de alimentação de cada táxon 21
- Tabela 2 - Caracterização química das contribuições percentuais de carbono - C, nitrogênio - N, fósforo - P, razão carbono nitrogênio - C:N, carbono e fósforo - C:P, nitrogênio e fósforo - N:P e área foliar específica (SLA) das espécies vegetais coletadas no Jardim Botânico UFJF.....28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Carbono
C:N	Carbono: Nitrogênio
C:P	Carbono: Fósforo
P	Fósforo
JB-UFJF	Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora
N	Nitrogênio
N:P	Nitrogênio: Fósforo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	13
2	COLONIZAÇÃO DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS E DECOMPOSIÇÃO FOLIAR EM TANQUES DE BROMELIACEAE EM UM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA.....	15
2.1	INTRODUÇÃO	15
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS	17
2.3	RESULTADOS.....	19
2.4	DISCUSSÃO.....	22
3	DECOMPOSIÇÃO FOLIAR EM TANQUES DE BROMELIACEAE EM UM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA.....	25
3.1	INTRODUÇÃO	25
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.3	RESULTADOS.....	29
3.4	DISCUSSÃO.....	30
	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICE A – Valor de significância p para cada teste de Normalidade realizado antes das análises de regressão linear	44
	APÊNDICE B – Lista de táxons encontrados em cada bromélia e volume de água. Dip sp1 = Diptera sp1, Dip sp2 = Dipetera sp2, Poly = <i>Polypedilum gr. Fallax</i> , Lar = <i>Larsea sp.</i> , Orth = Orthoclaadiinae sp1, Cor = <i>Corethrella sp.</i> , Cul = <i>Culex sp.</i> , Ano = <i>Anopheles (Kerteszia) sp.</i> , For = <i>Forcipomya sp. sp1</i> , Psy = Psychodidae sp1, Elm = Elmidae sp1, Cyc = Cyclopoida , Coe = Coenagrionidae sp1, Odo = Odonata sp1, Oli = Oligochaeta sp1, V = Voume de água(ml)	45

1 INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica é um bioma de extrema importância para a conservação da biodiversidade mundial, sendo considerado um *hotspot* devido à alta taxa de endemismo e ameaças resultantes da intensa atividade humana (MYERS *et al.*, 2000). A Mata Atlântica vem sofrendo com a degradação e fragmentação de seus ecossistemas, causados principalmente pela ação humana, reflexo da ocupação territorial e do crescimento desordenado (FONSECA, 1985). Serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima, a conservação da água e o fornecimento de recursos naturais para a população humana são algumas das funções fundamentais da Mata Atlântica.

A conservação da Mata Atlântica é, portanto, fundamental para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos associados. Recuperar e conservar esse bioma é uma tarefa difícil, entretanto, os fragmentos florestais são fortes aliados nessa missão, pois desempenham importantes funções ecológicas e permitem a conexão entre áreas remanescentes de vegetação e auxiliam na manutenção da biodiversidade, contribuindo para a resiliência desses ecossistemas (BODIN *et al.*, 2006).

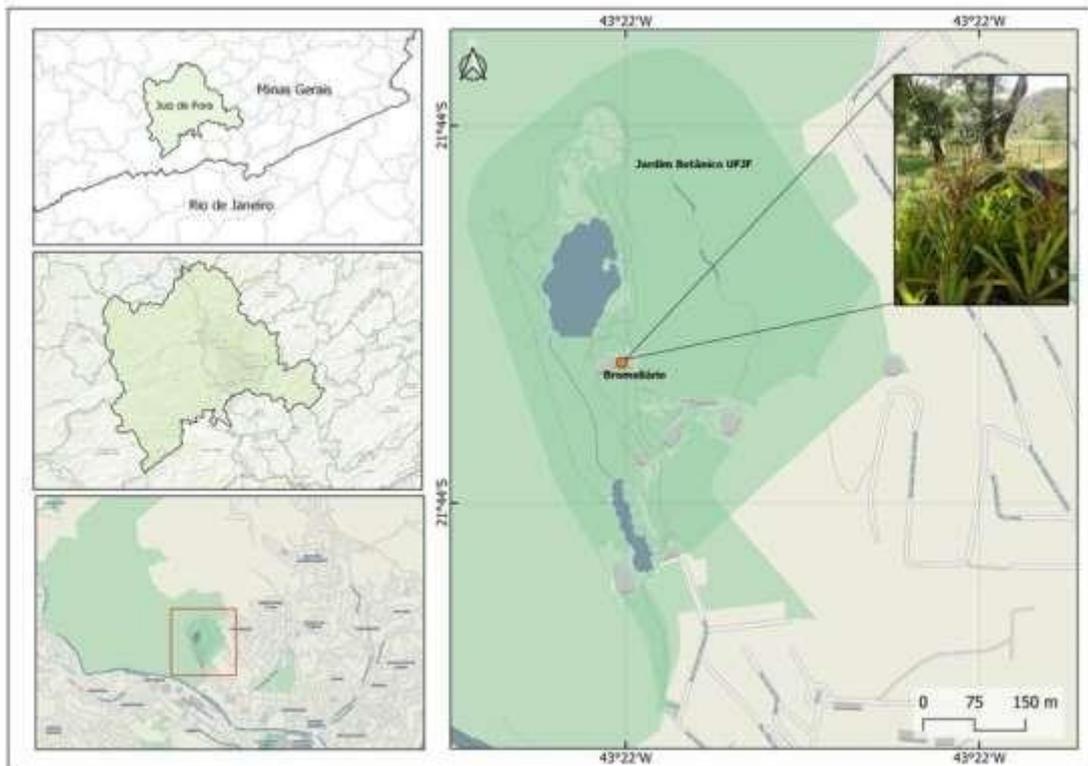
Apesar da degradação ambiental, a Mata Atlântica comporta uma diversidade Fitotelmatas, como as bromélias, que desempenham importante papel na manutenção da riqueza de invertebrados que os utilizam como abrigo. Especialmente em fragmentos florestais com paisagens alteradas e expostas a condições adversas, contribuindo assim para a manutenção da biodiversidade nesse bioma (PAULA 2017). Os fitotelmas são reservatórios de água doce que se formam em estruturas vegetais, constituindo ambientes variáveis e complexos, com propriedades físicas e químicas únicas que influenciam a composição da comunidade que aí se estabelece (FRANK 2004). Eles são importantes para a biodiversidade em ambientes florestais, onde podem fornecer um habitat propício para muitas espécies que são habitantes regulares de fitotelmas, assim como para espécies que não encontram outras fontes de água doce disponível (WILLIAMS & FELTMATE, 1992 GREENEY, 2001). Além disso, os fitotelmas podem atuar como importantes filtros biológicos, removendo nutrientes e poluentes da água (HOSETTI & FROST 1998, KALIN *et al.* 2004)).

Organismos habitantes de fitotelmas participam de diversos processos ecológicos, como a decomposição e a colonização (PAULA 2017, BENAVIDES-GORDILLO et al. 2019, CARRIAS *et al.* 2021), que são importantes para manutenção da comunidade associada a esse ambiente, pois ajudam a equilibrar as populações de organismos e garantir o fluxo de nutrientes (FRANK, 1983). A presença de invertebrados nos fitotelmas também pode ter implicações em outros ecossistemas, pois muitos insetos adultos que emergem desses ambientes podem ser importantes polinizadores em outras áreas (DIAS *et al.* 2014). O estudo da colonização e decomposição em bromélias pode gerar informações que contribuem para o melhor entendimento das interações existentes entre os organismos e os processos ecológicos na Mata Atlântica. Além disso, esses estudos podem fornecer informações importantes para a conservação da biodiversidade da região. Sendo assim, o objetivo geral dessa dissertação é avaliar a colonização de invertebrados e a decomposição foliar em tanques de bromélias do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF).

1.1 Área de Estudo

Os estudos foram realizados no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF), no sudeste do Brasil, situado entre as coordenadas 21°44'04,32"S e 43°22'10,48"W (Figura 1). O JB-UFJF é um fragmento florestal considerado um dos maiores remanescentes de Floresta Atlântica, em área urbana do Brasil, com uma área aproximada de 80 há (SILVA et al. 2020).

Figura 1 - Mapa do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, local da realização do estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2 COLONIZAÇÃO DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS E DECOMPOSIÇÃO FOLIAR EM TANQUES DE BROMELIACEAE EM UM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA

2.1 INTRODUÇÃO

Por sua riqueza biológica e por ser um bioma ameaçado, a Mata Atlântica é uma das áreas prioritárias para a proteção da biodiversidade mundial (MYERS et al. 2000). Diferentes ciclos de exploração, concentração populacional e o impacto contínuo das maiores cidades e centros industriais do Brasil levaram a uma redução acentuada da cobertura vegetal natural, resultando na paisagem atual dominada pelo homem (FONSECA 1985). No entanto, a conservação e a recuperação da Mata Atlântica são um grande desafio, e os fragmentos florestais têm papel relevante nesse processo, pois apesar de terem dimensão reduzida, desempenham importantes funções ecológicas, como produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes (BODIN et al. 2006, VENDRAMI et al. 2012).

Dentre os fragmentos de Mata Atlântica presentes no município de Juiz de Fora (MG) está o Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF). Essa área anteriormente utilizada como lavouras de café e pastagens de gado (OLIVEIRA NETO et al. 2017), atualmente se encontra em regeneração (OLIVEIRA NETO et al. 2017). No JB-UFJF, estão presentes diferentes espécies de bromélias, dentre elas *Aechmea blanchetiana* (Baker). As folhas dessa espécie de bromélia são dispostas em roseta, formando um tanque, propiciando o acúmulo de água de chuva em sua porção basal. Os tanques das bromélias, um tipo de fitotelmata, constituem um microcosmo natural propício para a colonização de diversas espécies de invertebrados (PAULA 2017, CARRIAS et al. 2021). Assim sendo, elas exercem papel fundamental na manutenção da riqueza de invertebrados que as utilizam como abrigo, especialmente em fragmentos florestais com paisagens alteradas e expostas a condições adversas, contribuindo assim para a manutenção da biodiversidade nesses sistemas (PAULA 2017). Em florestas neotropicais, parte significativa da água doce disponível é armazenada em bromélias, que formam ilhas aquáticas na matriz terrestre. Mesmo considerando, que individualmente, armazenam pequeno volume de água, em bromélias são encontradas comunidades, que em relação ao tamanho do habitat, possuem elevada diversidade de táxons

(BROUARD *et al.* 2012, SODRÉ 2010). Apesar do pequeno espaço disponível e do baixo fluxo de energia, ocorrem simultaneamente vários níveis de organização e atividade nesses fitotelmas (KITCHING 2000). Ademais, estas plantas exercem importante função em serviços ecossistêmicos como a participação na ciclagem de nutrientes, na permeabilização e aeração do solo e contribuem para dinâmica do fluxo de energia em ambientes terrícolas e aquáticos (ADAIR *et al.* 2009, CHELI *et al.* 2010, LADINO *et al.* 2019).

Dentre os invertebrados que habitam os fitotelmas, há aqueles que são encontrados apenas em suas formas imaturas, principalmente Coleoptera e Diptera, assim como os Oligochaeta que passam todo o seu ciclo de vida nestes ambientes (MESTRE *et al.* 2001, MONTERO *et al.* 2010). As formas imaturas de insetos, como larvas e pupas, encontram condições ideais para se estabelecerem nesses habitats. Eles têm papel importante na estruturação da comunidade associada, pois podem se alimentar de matéria orgânica presente na água, ajudando a decompor e reciclar nutrientes (FRANK, 1983). Além disso, eles podem se alimentar de outros organismos presentes no fitotelma, estabelecendo assim diversas interações ecológicas (RICHARDSON, 1999; KITCHING, 2000). Essas interações ecológicas são importantes para a manutenção da comunidade associada ao fitotelma, pois ajudam a equilibrar as populações de organismos e garantir o fluxo de nutrientes. A presença de invertebrados nos fitotelmas também pode ter implicações em ecossistemas maiores, pois muitos insetos adultos que emergem desses ambientes podem ser importantes polinizadores em outras áreas (DIAS *et al.* 2014).

Assim, as bromélias constituem modelos úteis em estudos de colonização (RICHARDSON & HULL 2000, ARAÚJO *et al.* 2007, SRIVASTAVA *et al.* 2008), processo que envolve eventos como a dispersão e o estabelecimento de espécies em uma área (INCAGNONE *et al.* 2015). A colonização por invertebrados em bromélias pode ser positivamente influenciada pelo volume de água e disponibilidade de matéria orgânica (JABIOL *et al.* 2009). A abertura do dossel exerce influência na intensidade da luz que incide sobre as bromélias, influenciando na disponibilidade de recursos através da produção primária, assim como fonte de detritos vegetais, afetando a abundância dos invertebrados presentes e a estrutura da rede alimentar no tanque dessas plantas (CÉRÉGHINO *et al.* 2020). Além disso, a temperatura da água é fator fundamental na abundância e riqueza dos invertebrados, podendo haver efeito também do período sazonal (COOPER 2008).

Também, as interações biológicas, como competição interespecífica e predação podem afetar negativamente a abundância e riqueza da fauna em tanques de bromélias (ARAÚJO *et al.* 2007, ARMBRUSTER *et al.* 2002, NOVATO 2019).

Posto isto, o objetivo desse estudo foi verificar o processo de colonização de invertebrados aquáticos ao longo do tempo em bromélias *A. blanchetiana* com diferentes volumes de água, além de identificar os grupos funcionais de alimentação dos taxóons encontrado nos tanques dessas bromélias. Para isso foi testada as seguintes hipóteses: 1) A abundância e a riqueza taxonômica estão positivamente relacionadas com tempo de colonização e o volume de água do tanque central das bromélias. 2) Bromélias com maior abundância de predadores possuem uma menor abundância de invertebrados.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Desenho Amostral

Para avaliar a colonização de invertebrados em bromélias, foram utilizados 21 exemplares de *A. blanchetiana*. Inicialmente, todo o volume de água presente no tanque central dessas bromélias foi retirado utilizando uma pipeta de 25 cm de comprimento, com o intuito de remover todos os organismos presentes. Este método de coleta é considerado eficaz e não destrutivo (JOCQUE *et al.* 2010, REZENDE *et al.* 2020). O volume de água retirado em cada bromélia foi medido, e um volume igual foi repostado. A água para reposição foi obtida no lago do Jardim Botânico, após passar em uma malha de 0,21mm, a fim de evitar a introdução de invertebrados nas bromélias. O experimento de colonização de insetos aquáticos nessas plantas foi realizado entre março e julho de 2022, meses incluídos no período seco, quando normalmente se encontra maior riqueza e abundância de organismos no tanque de bromélias (LIRIA, 2007, TORREIAS & FERREIRA-KEPPLER, 2011). A duração do experimento de colonização foi de 98 dias, sendo que a cada 14 dias, a partir da retirada inicial da água das bromélias, foram selecionados aleatoriamente (por sorteio) três exemplares para a retirada do conteúdo do tanque central. O conteúdo retirado das bromélias foi condicionado em sacos plásticos, fixado em álcool 70% e conduzido ao Laboratório de Invertebrados Bentônicos (LIB-UFJF), para triagem e identificação dos organismos. Os invertebrados foram identificados até o menor nível

taxonômico possível (HAMADA *et al.*, 2018, TRIVINHO-STRIXINO 2011) e então classificados em grupos funcionais de alimentação (KITCHING 2001, CUMMINS *et al.* 2005 e CHAGAS *et al.* 2017, GUZMAN *et al.* 2018).

2.2.2 Análise de dados

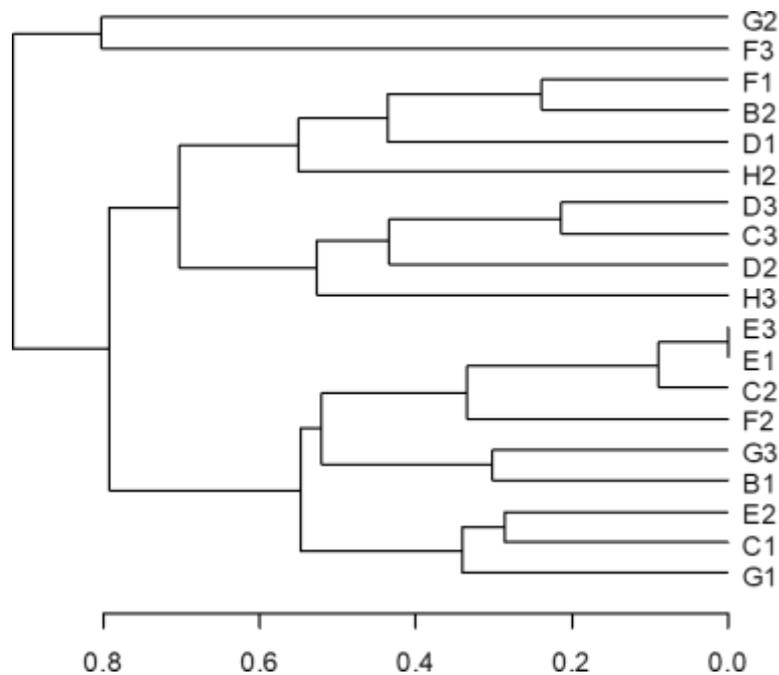
Para verificar se a abundância e a riqueza taxonômica estão positivamente relacionadas com tempo de colonização e o volume de água do tanque central das bromélias, realizou-se a regressão linear simples. Para isto, os dados de abundância e riqueza foram logaritimizados de forma a atender aos pressupostos de normalidade dos resíduos, testados através do Shapiro-Wilk Normality Test. Para verificar a similaridade faunística entre os períodos iniciais e finais da colonização foi realizada a Análise de Agrupamento, utilizando o índice de Bray-Curtis. Para análise da frequência faunística foi utilizado o método descrito por Lobo & Leighton (1986), onde a Frequência (F), expressa em porcentagem, é definida como a relação entre a ocorrência dos diferentes táxons e o número total das amostras. Todas as análises foram realizadas usando R versão 4.3.1.

2.3 Resultados

No total foram registrados 484 indivíduos, sendo que a abundância de invertebrados variou de 0 a 107, enquanto a riqueza taxonômica variou de 1 a 7 táxons em *Aechmea blanchetiana*. No total, foram registrados 15 táxons, sendo a maioria (n=10) pertencente à ordem Diptera. Coenagrionidae sp. 1 e *Culex* sp. com frequência de 73.8% e 59.5%, respectivamente, foram os únicos táxons constantes nas amostras. A maioria dos táxons foi considerada rara (n=8), enquanto 5 foram comuns. No tempo 0 foram encontrados 12 táxons enquanto nos 7 tempos seguintes foram encontrados um total de 11 táxons. Diptera sp1, Diptera sp2, *Anopheles* sp. e Odonata sp1 só apareceram no tempo 0. O volume em média foi de 84 ml.

Não foi detectada relação significativa da abundância ($r^2 = 0,01$; $p = 0.970$) e riqueza com o tempo ($r^2 = 0,18$; $p = 0.3401$). Também não foi detectada relação significativa do volume de água com abundância ($r^2 < 0,01$; $p = 0.101$) e riqueza ($r^2 < 0,01$; $p = 0.330$) Embora se esperasse que a composição da fauna de invertebrados nos períodos iniciais do experimento de colonização (tempos 1 e 2) fossem mais similar entre si e que por sua vez iriam diferir dos períodos mais tardios (tempos 6 e 7), isto não foi verificado na análise de agrupamento (Figura 2).

Figura 2 - Resultado da análise de agrupamento, com base na abundância da fauna de invertebrados: B = Tempo 1, C = Tempo 2, D = Tempo 3, E = Tempo 4, F = Tempo 5, G = Tempo 6 e H = Tempo 7 (correlação cofenética igual a 0.78).



Fonte: Elaborado pelo autor.

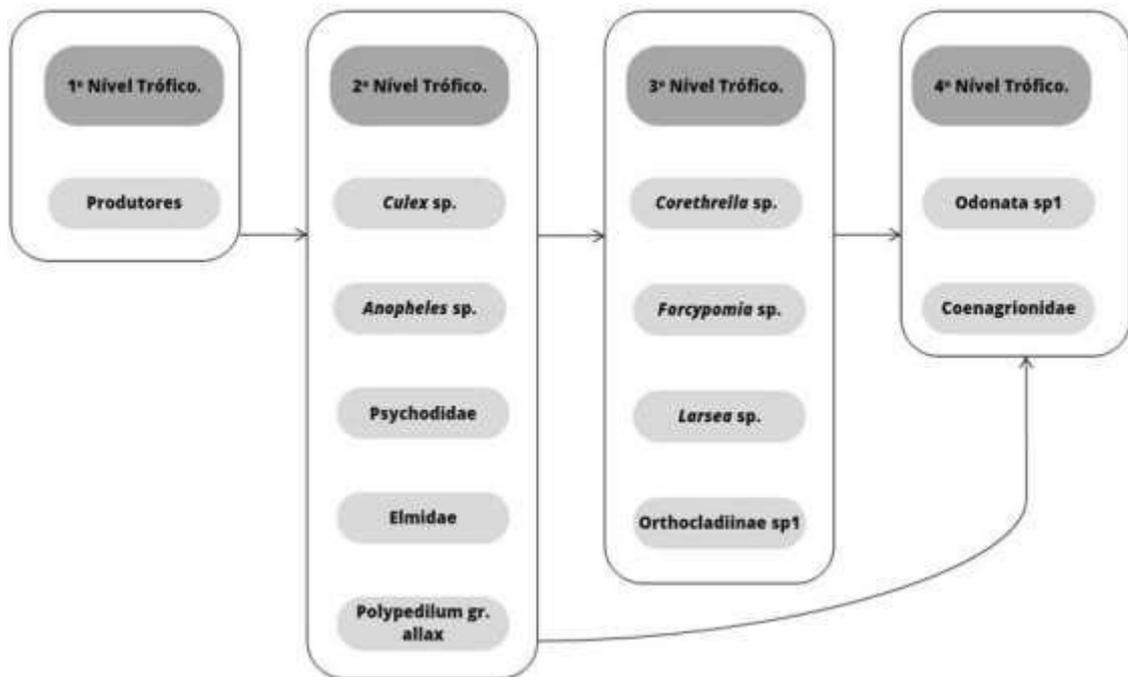
Em relação aos grupos tróficos de alimentação, 7 táxons foram classificados como presa e 6 como predadores. O hábito alimentar de cada táxon é fornecido na tabela 1, a cadeia alimentar formada pelos insetos no tanque de *Aechmea blanchetiana* está na Figura 3.

Tabela 1 - Classificação em presas ou predadores e grupos funcionais de alimentação de cada táxon.

Taxon	Predador/Presa	Grupos Funcionais
Diptera sp1	Não Estabelecido	Não Estabelecido
Diptera sp2	Não Estabelecido	Não Estabelecido
<i>Polypedilum gr. fallax</i> (Diptera - Chironomidae)	Presa	Fragmentador
<i>Larsea sp.</i> (Diptera - Chironomidae)	Predador	Predador
Orthocladiinae sp1 (Diptera - Chironomidae)	Predador	Detritivoras ou Predadoras
<i>Corethrella sp.</i> (Diptera - Corethrellidae)	Predador	Predador
<i>Culex sp.</i> (Diptera - Culicidae)	Presa	Coletor-filtrador
<i>Anopheles (Kerteszia) sp.</i> (Diptera - Culicidae)	Presa	Coletor-filtrador
<i>Forcipomya sp.</i> (Diptera - Ceratopogonidae)	Predador	Fragmentador/Predador
Psychodidae (Diptera)	Presa	Coletor-catador
Elmidae (Coleopera)	Presa	Raspador
Cyclopoida	Presa	Raptorial
Coenagrionidae (Odonata)	Predador	Predador
Odonata sp1	Predador	Predador
Oligochaeta	Presa	Detritivoras

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 - Cadeia alimentar apresentando quatro níveis tróficos no tanque de *Aechmea blanchetiana*, no Jardim Botânico UFJF.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4 DISCUSSÃO

Não registramos relação significativa entre o volume de água no tanque central e a abundância e riqueza de invertebrados. Por exemplo, a amostra mais abundante apresentou 107 organismos em um volume de 70 ml, enquanto a amostra com maior volume, 170 ml, apresentou somente 10 organismos. Estudos anteriores mostraram relação positiva entre o número de indivíduos e o volume de água em bromélias, sendo muitas vezes o volume o principal fator a afetar a distribuição dos invertebrados (ARMBRUSTER *et al.* 2002, JABIOL *et al.* 2009, REZENDE *et al.* 2020). O outono e início do inverno, período no qual o experimento foi realizado é caracterizado por chuvas escassas (NONATO 2022), com precipitação média de 0,054 mm (INMET 2023), justificando o baixo volume de água na maioria de nossas amostras, em comparação com outros estudos (GUZMAN *et*

al. 2018 e JABIOL *et al.* 2009). Por outro lado, há estudos, como o de Liria (2007), que mostram que no período seco há uma abundância maior de invertebrados em bromélias. Mas a nossa abundância e riqueza também foi mais baixa do que nos outros estudos (ARMBRUSTER *et al.* 2002, REZENDE *et al.* 2020). De acordo com Greeney (2001), durante o período chuvoso há uma disseminação maior da entomofauna devido à maior presença de plantas contendo água. Já durante o período seco, ocorre o oposto, sendo assim, há um aumento significativo na abundância e diversidade em plantas contendo água durante esse período. Durante períodos de estiagem prolongada, as condições ambientais se tornam desfavoráveis para a sobrevivência da entomofauna que vive em fitotelmata. As plantas que retém água tornam-se então extremamente importantes para a manutenção da população, permitindo que a fauna associada sobreviva até que as chuvas retornem. (TORREIAS & FERREIRA-KEPPLER 2011). De modo geral, Bromélias com baixos volumes de água possuem espécies tolerantes a seca (BONHOMME *et al.* 2021), além de diminuir a disponibilidade de habitat aquático, e por consequência, o tamanho da comunidade.

As bromélias usadas no experimento de colonização estão situadas próximas a um lago, um potencial ambiente para a colonização de invertebrados aquáticos. Entretanto, segundo Lopez *et al.* (1998), espécies habitantes regulares de fitotelmata, como *Corethrella sp.* (GUIMARÃES & PAPAVERO 2002), *Culex sp.* (MÜLLER & MARCONDES 2006) e *Psychodidae* (THIENEMANN, 1934), podem colonizar com sucesso bromélias, mesmo em locais em proximidades com ambientes aquáticos com volumes de água muito maiores do que os tanques das plantas, justificando o fato das bromélias terem sido colonizadas em todos os períodos do experimento.

As relações biológicas têm influência direta na estrutura das cadeias alimentares por meio de competição e predação (GAUZENS *et al.*, 2015). Interação predador-presa pode ajudar a explicar parte de nossos resultados em relação à baixa abundância em algumas amostras. De 15 táxons coletados, seis eram predadores (*Larsea sp.*, Orthocladiinae, *Corethrella sp.*, *Forcipomya sp.*, Coenagrionidae sp1 e Odonata sp.1). Os experimentos de Srivastava (2006) confirmaram que os predadores têm maior eficiência dentro de bromélias com baixos volumes de água. A taxa de consumo dos predadores é influenciada pela dimensionalidade do local onde habitam, pois isso regula a locomoção das presas e

sua possibilidade de escaparem da predação (PAWAR *et al.* 2012). Era esperado o aumento da riqueza e da abundância taxonômica, ao longo do experimento (DEJEAN *et al.* 2018), entretanto isso não foi observado no presente estudo, possivelmente devido à presença de predadores no tanque central das bromélias, que ao predarem suas presas, exerceram influência na estrutura faunística em bromélias.

Os predadores podem determinar a riqueza e a abundância de espécies em comunidades ecológicas (RIPPLE *et al.* 2014, WALLACH *et al.* 2015). No experimento de Céréghino *et al.* (2020), a densidade de presas ou predadores exerceu os efeitos mais significativos na estrutura da comunidade. Os predadores de topo podem limitar as populações de presas e de mesopredadores, através da predação e da competição (BREVIGLIERI & ROMERO, 2017, PRUGH *et al.* 2009). Nos ecossistemas bromelícolas, as larvas de Odonata são os principais predadores. Mesopredadores tais como *Corethrella* sp e *Forcipomya* sp também exercem importante papel na predação em ambientes bromelícolas (PIRES *et al.* 2016). O fato das larvas de *Culex* viverem na parte mais superior da água presente em bromélias as tornam menos vulneráveis à predação pelas larvas de Odonata, que as larvas de Chironomidae, que se deslocam no fundo (REZENDE *et al.* 2020). O que nos ajuda a explicar a maior abundância de *Culex* que a de Chironomidae nas bromélias estudadas.

Outro fato que pode nos ajudar a explicar a não relação entre os períodos de colonização e a riqueza e abundância de organismos, pode estar relacionado ao ciclo de vida dos táxons. É provável, que o fluxo de táxons tenha dificultado a verificação dessa relação, uma vez que não há somente chegada, mas também saída de organismos. Céréghino *et al.* (2018) mostraram que detritívoros apresentam um curto tempo de desenvolvimento (< 21 dias), já os predadores têm um tempo maior de vida larval (> 60 dias). Ao completar o ciclo de vida e atingir a forma alada, os insetos deixam as bromélias. As coletas foram realizadas a cada 14 dias, ou seja, na terceira coleta totalizaram 42 dias, portanto, os insetos que apresentam ciclo de vida que se completa antes desse período deixaram as bromélias anteriormente às coletas serem realizadas, como por exemplo, Diptera de vida larval de 10 a 30 dias (DEZERALD *et al.* 2017).

A maioria dos táxons coletados pertence à ordem Diptera. Vários estudos mostraram que esses organismos são colonizadores fitotelmatas bem-sucedidos

(TORREIAS & FERREIRA-KEPPLER 2011, JABIOL et al. 2009 e GUZMAN et al., 2018). A alta frequência de Diptera em bromélias os torna um grupo chave de presas nesses sistemas (TORREIAS & FERREIRA-KEPPLER 2011). Geralmente Chironomidae apresenta alta abundância em tanques de bromélias, devido, sua morfologia, adaptações reprodutivas e comportamento alimentar, uma vez que podem ser coletores filtradores (TORREIAS E FERREIRA-KEPPLER 2011, REZENDE et al. 2020) e predadores (WERNER 2003). No estudo de Mestre et al. (2001), as larvas de Chironomidae foram os Diptera mais frequentes. Em nosso estudo, *Larsia* sp. foi um táxon comum, enquanto *Polypedilum gr. fallax* e Orthoclaadiinae sp1. foram classificados como raros.

Dos 15 táxons coletados, 8 foram classificados raros, um padrão normal em comunidades biológicas, onde, geralmente existem um grande número espécies raras (RICKLEFS 2011). Características que podem definir uma espécie rara ou comum estão relacionadas com sua biologia reprodutiva, habilidades de dispersão e competição.

3 DECOMPOSIÇÃO FOLIAR EM TANQUES DE BROMELIACEAE EM UM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA

3.1 INTRODUÇÃO

Bromeliaceae apresenta 3.403 espécies amplamente distribuídas pelos Neotrópicos, sendo 39,5% delas presentes no Brasil (ULLOAET et al., 2017). Muitos integrantes dessa família são denominados bromélias tanque, por possuírem um reservatório de água, formado pela disposição das folhas em forma de roseta. As bromélias exercem papel fundamental na manutenção da riqueza e diversidade de invertebrados que as utilizam como abrigo (PAULA, 2017), pois apesar do pequeno volume de água que elas armazenam, em bromélias são encontradas comunidades, que em relação ao tamanho do habitat, possuem grande diversidade de táxons (BROUARD et al. 2012, Sodré 2010), em seus tanques ocorrem simultaneamente vários níveis tróficos (KITCHING 2000). Portanto, contribuem de maneira considerável para a biodiversidade (PAULA, 2017) exercendo importante função ecológica (PAULA, 2017).

A decomposição é um processo de extrema importância no metabolismo dos ecossistemas aquáticos (GIMENES 2010), e é conduzida principalmente por microrganismos, como bactérias e fungos, que convertem a matéria orgânica morta em nutrientes que são usados tanto para a teia alimentar aquática, quanto para a própria planta (BROUARD *et al.* 2012). Invertebrados que habitam tanques de bromélias, como os fragmentadores também podem ser importantes para esse processo, pois esses organismos quebram os materiais orgânicos em pedaços menores tornando-os mais acessíveis a outros organismos decompositores, como as bactérias e fungos, acelerando o processo de decomposição (GIMENES *et al.* 2010), contribuindo para a ciclagem dos nutrientes no ambiente (CORREIA & OLIVEIRA, 2000).

O processo de decomposição da matéria orgânica passa por três fases, que podem ocorrer de forma simultânea: (1) lixiviação, fase inicial em que ocorre a remoção dos compostos solúveis pela ação da água; (2) colonização por fungos e bactérias, que contribuem para uma decomposição mais rápida, pois aumentam a palatabilidade e valor nutricional dos detritos para os invertebrados detritívoros, fase esta denominada condicionamento e, (3) fragmentação, que pode ser biótica, resultante da ação dos microrganismos e da alimentação por macroinvertebrados ou física, decorrente da abrasão da água. Essa última é mais característica de ambientes lóticos, pois é influenciada pela correnteza e turbulência (GIMENES *et al.* 2010).

A taxa de decomposição dos detritos foliares pode variar entre as espécies vegetais e é influenciada pelo seu tamanho, forma, palatabilidade e composição química inicial (GIMENES *et al.* 2010). A palatabilidade das folhas está relacionada com menores valores de dureza, concentração de compostos estruturais e secundários, e biomassa de microrganismos (COLEY & BARONE 1996, GRAÇA 2001, HANLEY *et al.* 2007, BOYERO *et al.* 2012). A decomposição de detritos no tanque de bromélias é também influenciada por fatores externos, como a disponibilidade de nutrientes, a quantidade de luz solar e a temperatura. A quantidade de luz solar é influenciada pelo sombreamento gerado pelas copas das árvores que reduz a incidência da radiação, conseqüentemente restringindo a produção primária, influenciando na abundância de organismos decompositores (CÉRÉGHINO *et al.* 2020). Além disso, a diversidade, disponibilidade da vegetação, proximidades dos ambientes aquáticos tem forte influência na estrutura da teia alimentar presente nesses sistemas (BROUARD *et al.* 2012), inclusive em bromélias, pois seus detritos são fonte de energia para os organismos presentes.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a taxa de decomposição foliar de diferentes espécies vegetais presentes na vegetação próxima às bromélias *Alcantarea imperialis* (Carrière) do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF). Para isso foi testada a seguinte hipótese: Espécies com menores concentrações de Carbono e valores elevados de área foliar específica (SLA), Nitrogênio e Fósforo terão maiores taxas de decomposição.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 Desenho Amostral

O experimento foi realizado entre março e junho de 2022, tendo duração de 90 dias. Foi escolhido o período seco, pois geralmente nesse período se encontra maior riqueza e abundância de organismos no tanque de bromélias (LIRIA, 2007, TORREIAS & FERREIRA-KEPPLER, 2011). Para avaliar a decomposição foliar em bromélias foram utilizados discos foliares (16 mm de diâmetro) de três espécies vegetais arbóreas comuns no JB-UFJF, sendo elas *Alchornea* sp. (Euphorbiaceae), *Xylopia* sp. (Annonaceae) e *Piptocarpha* sp. (Asteraceae) (SANTIAGO *et al.* 2014, MOREIRA 2018, SILVA 2020). As folhas dessas espécies vegetais possuem tamanho suficiente para a obtenção de discos foliares, de forma a evitar sua nervura central. Os discos obtidos foram pesados em balança analítica (acurácia = 0,01 mg) e colocados em sacos de malha grossa (2 mm), que por sua vez, foram introduzidos no tanque central de bromélias *A. imperialis*. Cada saco continha 12 discos foliares de uma única espécie vegetal. Sendo que cada bromélia recebeu apenas um saco com os discos. Para cada espécie foliar, foram utilizadas três bromélias, sendo que os discos foliares de espécies diferentes estavam situados em bromélias próximas, totalizando nove bromélias. Para o experimento, foi mantida a fauna inicial de invertebrados que habitava o tanque das bromélias.

Após a retirada dos discos, eles foram secos ao ar livre e pesados na mesma balança. A taxa de decomposição foi calculada com o Modelo de Regressão Exponencial (Petersen e Cummins, 1974):

$$W_t = W_0 \cdot e^{-k \cdot T}$$

Onde k é o coeficiente de perda de biomassa, W_t representa o peso da amostra remanescente após T dias e W_0 é o peso da amostra no instante T_0 . Como as espécies diferiram em massa inicial, também calculamos a porcentagem de massa remanescente por dia.

A porcentagem de carbono orgânico total, nitrogênio total e fósforo total foram utilizados para avaliar a qualidade nutricional das espécies vegetais utilizadas no experimento (CHEN *et al.* 2013, DÍAZ *et al.* 2016, GARCÍA-PALACIOS *et al.* 2016, BERG *et al.* 2010). As análises foram realizadas pelo Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. De forma complementar, avaliou-se a razão Carbono: Nitrogênio (C:N), Carbono: Fósforo (C:P) e Nitrogênio: Fósforo (N:P). A área foliar específica (SLA) foi quantificada a partir da razão entre a área do disco (mm²) e a massa seca da folha (mg) (HUANG *et al.* 2007). A caracterização química e SLA das espécies vegetais encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização química das contribuições percentuais de carbono - C, nitrogênio - N, fósforo - P, razão carbono nitrogênio - C:N, carbono e fósforo - C:P, nitrogênio e fósforo - N:P e área foliar específica (SLA) das espécies vegetais coletadas no Jardim Botânico UFJF.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.2 Análise de dados

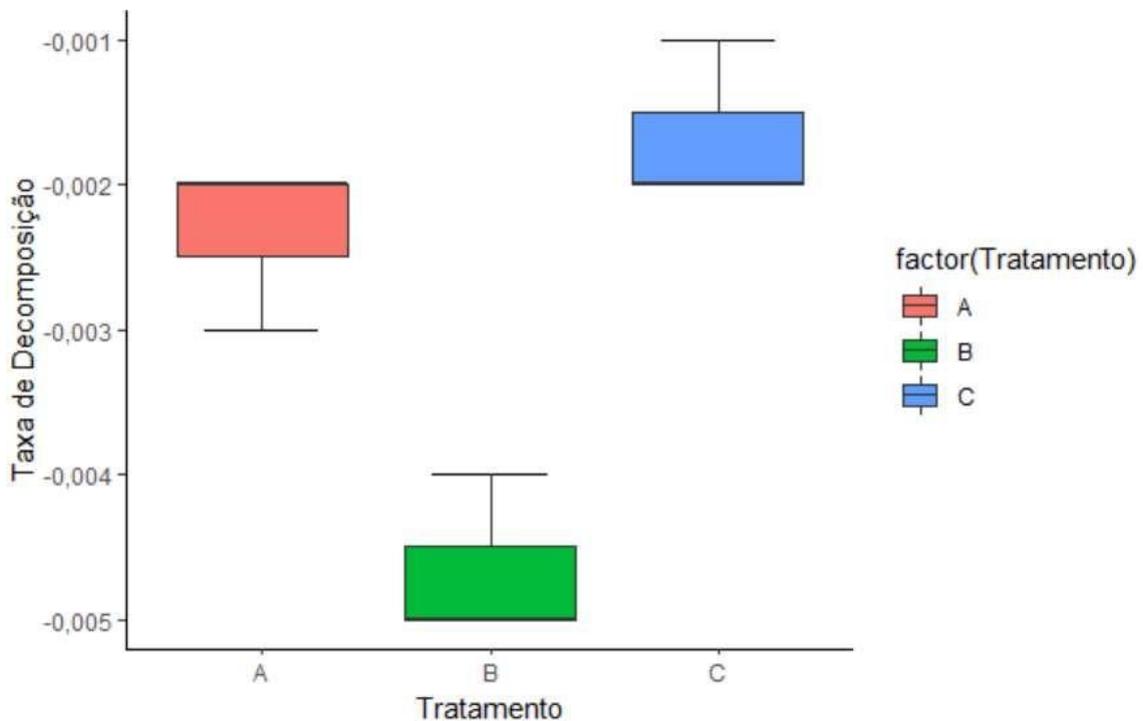
Espécies	C (%)	N (%)	P (%)	C:N	C:P	N:P	SLA (mm ² /mg)
<i>Alchornea</i> sp.	53,14	1,62	0,07	32,84	718,14	23,14	14,55
<i>Piptocarpha</i> sp.	53,23	2,27	0,05	23,47	1064,66	45,4	21,93
<i>Xylopia</i> sp.	51,22	1,49	0,07	34,35	682,91	21,28	18,91

Para verificar a diferença na taxa de decomposição e diferença da porcentagem de massa remanescente por dia entre as três espécies vegetais, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA). Primeiramente, foram verificados os pressupostos de Normalidade dos resíduos e Homocedasticidade para a taxa de decomposição (Shapiro-Wilk Normality Test $p = 0,971$ e Levene's Test $p = 0,697$) e para massa remanescente (Shapiro-Wilk Normality Test $p = 0,928$ e Levene's Test $p = 0,727$). Posteriormente, foi realizado o teste de Tukey para os dois cálculos.

3.3 RESULTADOS

As taxas de decomposição (k) foram de -0,002 para *Alchornea* sp., -0,001 para *Piptocarpha* sp. e -0,004 para *Xylopia* sp.. Foi registrada diferença significativa da decomposição entre as três espécies vegetais, sendo a taxa de decomposição de *Xylopia* sp. quatro vezes maior que *Piptocarpha* sp. e duas vezes maior que *Alchornea* sp. ($F = 22,33$; $df = 2$; $p = 0,002$; Figura 4).

Figura 4 - Taxa de decomposição foliar em tanques das bromélias *Alcantarea imperialis* no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Onde: A = *Alchornea* sp., B = *Xylopia* sp. e C = *Piptocarpha* sp.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A taxa de decomposição média (%/dia) foi de 0,21%/dia para *Alchornea* sp., 0,13%/dia para *Piptocarpha* sp. e 0,37%/dia para *Xylopia* sp.. Foi registrada diferença significativa da decomposição entre as três espécies vegetais, sendo a taxa de decomposição de *Alchornea* sp. até 2,9 vezes maior que nas demais espécies ($F = 18,69$; $df = 2$; $p = 0,003$).

3.4 DISCUSSÃO

Esperavamos que espécies com menores concentrações de Carbono e valores elevados de área foliar específica (SLA), Nitrogênio e Fósforo teriam maiores taxas de decomposição, mas não foi isso que observamos. Em nosso experimento as concentrações de carbono estão dentro dos valores esperado para detritos da Mata Atlântica (SENA *et al.* 2023). A alta concentração de Carbono aumenta a quantidade de materiais estruturais dos tecidos vegetais como lignina, celulose e hemicelulose (CARVALHO *et al.* 2010). Esses elementos conferem rigidez à planta, criando resistência a ataques de microrganismos (CARVALHO *et al.* 2010), resultando em uma decomposição mais lenta (MELILLO *etal.* 1983, HUTCHENS & BENFIELD 2000 e ARDÓN *et al.* 2009). Níveis baixos desses elementos levam à decomposição acelerada, o que resulta em um aumento da velocidade da ciclagem de nutrientes (CARVALHO *et al.* 2010). A utilização das plantas por herbívoros e decompositores está também positivamente relacionada com a presença de nutrientes como nitrogênio e fósforo no material vegetal (CEBRIÁN *et al.* 1998, BRUM *et al.* 1999, BRUM & ESTEVES 2001, LEBAUER & TRESEDER 2008).

Detritos com alta concentração de nitrogênio e fósforo aceleram a decomposição devido ao rápido crescimento associado das populações microbianas (GOLDMAN *et al.* 1987, VADSTEIN & OLSEN 1989). Os valores de nitrogênio e fósforo para *Alchornea* sp. e *Xylopia* sp. também estão dentro do esperado para detritos da Mata Atlântica, já *Piptocarpha* sp. possui N mais alto e P mais baixo (SENA *et al.* 2023). Esses nutrientes não influenciaram a nossa taxa de decomposição.

As razões C:N, C:P e N:P em nosso estudo, também estão entre o esperado, exceto para *Piptocarpha* sp., que possui razão C:N baixa e razão N:P alta, essa foi a espécie com menor taxa de decomposição. Altas razões C:N e C:P resultam em uma baixa taxa de decomposição (OSTROFSKY 1997, ENRÍQUEZ *et al.* 1993), devido ao menor crescimento microbiano (GOLDMAN *et al.* 1987). Folhas com razão N:P elevada tendem ser mais dura, pois são quimicamente protegidas (BOYERO *et al.* 2017). A decomposição de *Piptocarpha* sp. teve relação com a razão N:P, mas

não teve relação com a razão C:N, Friberg & Jacobsen (1994), no entanto, também não encontraram correlação da decomposição com a concentração de nitrogênio e razão C:N.

Folhas com uma alta área foliar específica (SLA), geralmente associadas com menor dureza, são mais palatáveis para herbívoros (COLEY & BARONE 1996, REICH *et al.* 1997, CORNELISSEN *et al.* 2003, HANLEY *et al.* 2007), o que leva à decomposição foliar mais rápida. De modo geral, nossos valores de SLA são altos (SENA *et al.* 2023), indicando que as folhas estudadas são macias, portanto, esperávamos uma taxa de decomposição mais alta, mas não foi isso que observamos. De acordo com a classificação proposta por Gonçalves Jr. *et al.* (2014) baseado em estudos no Brasil, o coeficiente de decaimento das três espécies foi lento ($k < 0,0041 \text{ d}^{-1}$). Além disso, comparado com estudos de campo ou laboratório realizados na Mata Atlântica, a taxa de decomposição no tanque de bromélias *A. imperialis* foram até 7,5 vezes mais baixas (ex., TONELLO *et al.* 2021, CASOTTI *et al.* 2015, MARTÍNEZ *et al.* 2014). Nossos resultados poderiam ser justificados pelo fato do tanque dessas bromélias apresentarem, individualmente, um volume de água relativamente pequeno, e, portanto abrigarem uma fauna pobre. Embora, não tenhamos analisado a composição faunística nessa espécie de bromélia, nós analisamos 21 exemplares de bromélias da espécie *Aechmea blanchetiana* (Baker), localizadas somente alguns metros das bromélias foco do presente estudo e constatamos uma baixa riqueza e abundância de invertebrados. Além disso, o trabalho de Martínez *et al.* (2014) manteve os microcosmos em temperaturas controladas, já nos experimentos em riachos a decomposição conta com eventos naturais de ambientes lóticos como correnteza e turbulência, características que podem influenciar positivamente a taxa de decomposição (GIMENES *et al.* 2010). Ademais, nossos dados são semelhantes a estudos que analisaram a decomposição microbiana. No trabalho de Matos *et al.* (2022) a decomposição microbiana média foi de $-0,1 \pm 0,4\%/dia$, similar ao de nosso estudo. O mesmo ocorreu com os dados de Ramos *et al.* (2021), onde a decomposição analisada para floresta ombrófila densa variou de 0,65 a 0,17 %/dia, e aos resultados de Rezende *et al.* (2021) onde a decomposição analisada para Floresta Tropical variou de 1,46 a 0,66%/dia. Isso sugere que a decomposição no tanque *A. imperialis* foi principalmente realizada pelos microrganismos, com fraca ou ausente participação dos invertebrados.

4 CONCLUSÃO GERAL

A decomposição de detritos é resultado tanto das características físicas e químicas da espécie foliar e do ambiente onde este é processado, quanto da atividade dos organismos decompositores que colonizam este material, é provável, portanto, que outros fatores não analisados nesse experimento podem ter contribuído para os nossos resultados. Baixos valores nas taxas de decomposição indica uma decomposição predominantemente microbiana, reforçando a importância dos invertebrados nesse processo.

Estudos sobre assembleias de invertebrados que colonizam o tanque de bromélias e suas interações fornecem informações importantes, que contribuirão para o melhor entendimento sobre a estrutura e composição da entomofauna que habita tanques de bromélias da Mata Atlântica. Além de ajudar na compreensão dos processos ecológicos que ocorrem nesses fitotelmas, por exemplo, processo de decomposição.

Por fim, o estudo da decomposição e colonização em tanques de bromélias da Mata Atlântica também pode ter implicações mais amplas para a conservação da biodiversidade nesse bioma.

REFERÊNCIAS

ADAIR, E. C. et al. Interactive effects of time, CO₂, N, and diversity on total belowground carbon allocation and ecosystem carbon storage in a grassland community. **Ecosystems**, v. 12, p. 1037-1052, 2009.

ARDÓN, Marcelo; PRINGLE, Catherine M.; EGGERT, Susan L. Does leaf chemistry differentially affect breakdown in tropical vs temperate streams? Importance of standardized analytical techniques to measure leaf chemistry. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 28, n. 2, p. 440-453, 2009.

ARAÚJO, Vinícius Albano et al. Relationship between invertebrate fauna and bromeliad size. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, p. 611-617, 2007.

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

BERG, Björn et al. Factors influencing limit values for pine needle litter decomposition: a synthesis for boreal and temperate pine forest systems. **Biogeochemistry**, v. 100, p. 57-73, 2010.

BENAVIDES-GORDILLO, Sandra et al. Changes in rainfall level and litter stoichiometry affect aquatic community and ecosystem processes in bromeliad phytotelmata. **Freshwater Biology**, v. 64, n. 8, p. 1357-1368, 2019.

BODIN, Örjan et al. The value of small size: loss of forest patches and ecological thresholds in southern Madagascar. **Ecological applications**, v. 16, n. 2, p. 440-451, 2006.

BONHOMME, Camille et al. In situ resistance, not immigration, supports invertebrate community resilience to drought intensification in a Neotropical ecosystem. **Journal of Animal Ecology**, v. 90, n. 9, p. 2015-2026, 2021.

BOYERO, Luz et al. Effects of exotic riparian vegetation on leaf breakdown by shredders: a tropical-temperate comparison. **Freshwater Science**, v. 31, n. 2, p. 296-303, 2012.

BOYERO, Luz et al. Riparian plant litter quality increases with latitude. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2017.

BREVIGLIERI, Crasso Paulo Bosco; ROMERO, Gustavo Quevedo. Terrestrial vertebrate predators drive the structure and functioning of aquatic food webs. **Ecology**, v. 98, n. 8, p. 2069-2080, 2017.

BROUARD, Olivier et al. Understorey environments influence functional diversity in tank-bromeliad ecosystems. **Freshwater Biology**, v. 57, n. 4, p. 815-823, 2012.

BRUM, P. R.; ESTEVES, F. A. Dry weight loss and chemical changes in the detritus of three tropical aquatic macrophyte species (*Eleocharis interstincta*, *Nymphaea ampla* and *Potamogeton stenostachys*) during decomposition. **Acta Limnologia Brasiliensia**, v. 13, n. 1, p. 61-73, 2001.

BRUM, Paulo R. et al. Aspects of the uptake of dissolved oxygen in Cabiúnas and Imboassica Lagoons (Macaé, RJ). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, 1999.

CARRIAS, Jean-François; CUSSAC, Marie-Eve; CORBARA, Bruno. A preliminary study of freshwater protozoa in tank bromeliads. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 4, p. 611-617, 2021.

CARVALHO, AM de et al. Teores de hemiceluloses, celulose e lignina em plantas de cobertura com potencial para sistema plantio direto no Cerrado. **Embrapa Cerrados**, p. 1-15, 2010.

CASOTTI, Cinthia G. et al. Assessing the importance of riparian zones conservation for leaf decomposition in streams. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 2, p. 178-182, 2015.

CEBRIÁN, Just; DUARTE, Carlos M. Patterns in leaf herbivory on seagrasses. **Aquatic Botany**, v. 60, n. 1, p. 67-82, 1998.

CÉRÉGHINO, Régis et al. Constraints on the functional trait space of aquatic invertebrates in bromeliads. **Functional Ecology**, v. 32, n. 10, p. 2435-2447, 2018.

CÉRÉGHINO, Régis et al. Ecological determinants of community structure across the trophic levels of freshwater food webs: a test using bromeliad phytotelmata. **Hydrobiologia**, v. 847, p. 391-402, 2020.

CHAGAS, Flávia Bernardo et al. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 416-425, 2017.

CHELI, Germán H. et al. The ground-dwelling arthropod community of Península Valdés in Patagonia, Argentina. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 1, p. 50, 2010.

CHEN, Yahan et al. Leaf nitrogen and phosphorus concentrations of woody plants differ in responses to climate, soil and plant growth form. **Ecography**, v. 36, n. 2, p. 178-184, 2013.

COLEY, Phyllis D.; BARONE, J. A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. Annual review of ecology and systematics, p. 305-335.

COOPER, Teresa M. Seasonality and abundance of *Metamasius callizona* (Coleoptera: Dryophthoridae), an invasive insect herbivore, on two species of *Tillandsia* (Bromeliaceae) in Florida. **Journal of Natural History**, v. 42, n. 43-44, p. 2721-2734, 2008.

CORNELISSEN, J. H. C. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian journal of Botany**, v. 51, n. 4, p. 335-380, 2003.

CORREIA, Maria EF; DE OLIVEIRA, L. C. M. Fauna de solo: aspectos gerais e metodológicos. 2000.

CUMMINS, Kenneth W.; MERRITT, Richard W.; ANDRADE, Priscila CN. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 1, p. 69-89, 2005.

DEJEAN, Alain et al. Aquatic life in Neotropical rainforest canopies: Techniques using artificial phytotelmata to study the invertebrate communities inhabiting therein. **Comptes Rendus Biologies**, v. 341, n. 1, p. 20-27, 2018.

DEZERALD, Olivier et al. Environmental drivers of invertebrate population dynamics in Neotropical tank bromeliads. **Freshwater Biology**, v. 62, n. 2, p. 229-242, 2017.

DIAS, Marcelle Leandro et al. Bromélias e suas principais interações com a fauna. **CES Revista**, v. 28, n. 1, p. 3-16, 2014.

DÍAZ, Sandra et al. The global spectrum of plant form and function. **Nature**, v. 529, n. 7585, p. 167-171, 2016.

ENRÍQUEZ, S. C. M. D.; DUARTE, Carlos M.; SAND-JENSEN, K. Patterns in decomposition rates among photosynthetic organisms: the importance of detritus C: N: P content. **Oecologia**, v. 94, p. 457-471, 1993.

FONSECA, Gustavo A.B.da. The vanishing brazilian atlantic forest. **Biological conservation**, v. 34, n. 1, p. 17-34, 1985.

FRIBERG, Nikolai; JACOBSEN, Dean. Feeding plasticity of two detritivore-shredders. **Freshwater Biology**, v. 32, n. 1, p. 133-142, 1994.

FRANK, J. H. Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitoes. **Phytotelmata: Terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities.**, p. 101-159, 1983.

FRANK, John Howard et al. Invertebrate animals extracted from native Tillandsia (Bromeliales: Bromeliaceae) in Sarasota county, Florida. **Florida Entomologist**, v. 87, n. 2, p. 176-185, 2004.

GARCÍA-PALACIOS, Pablo et al. The importance of litter traits and decomposers for litter decomposition: a comparison of aquatic and terrestrial ecosystems within and across biomes. **Functional Ecology**, v. 30, n. 5, p. 819-829, 2016.

GAUZENS, Benoit et al. Intermediate predation pressure leads to maximal complexity in food webs. **Oikos**, v. 125, n. 4, p. 595-603, 2016.

GIMENES, Karen Zauner; DA CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessi; BIANCHINI JR, Irineu. Decomposição de matéria orgânica alóctone e autóctone em ecossistemas aquáticos. **Oecologia australis**, v. 14, n. 4, p. 1036-1073, 2010.

GOLDMAN, Joel C.; CARON, David A.; DENNETT, Mark R. Regulation of gross growth efficiency and ammonium regeneration in bacteria by substrate C: N ratio 1. **Limnology and Oceanography**, v. 32, n. 6, p. 1239-1252, 1987.

GONÇALVES JÚNIOR, José Francisco et al. Uma visão sobre a decomposição foliar em sistemas aquáticos brasileiros. **Insetos aquáticos: biologia, ecologia e taxonomia. Manaus: Editora INPA**, 2014.

GRAÇA, Manuel AS. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams- a review. **International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology**, v. 86, n. 4-5, p. 383-393, 2001.

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

GUIMARÃES, José Henrique; PAPAVERO, Nelson. Insecta-Diptera-Cuterebridae (Cutiterebridae). 2002.

GUZMAN, Laura Melissa et al. A precipitation gradient drives change in macroinvertebrate composition and interactions within bromeliads. **Plos one**, v. 13, n. 11, p. e0200179, 2018.

HAMADA, Neusa; THORP, James H.; ROGERS, D. Christopher (Ed.). **Thorp and covich's freshwater invertebrates: Volume 3: Keys to neotropical Hexapoda**. Academic press, 2018.

HANLEY, Mick E. et al. Plant structural traits and their role in anti-herbivore defence. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 8, n. 4, p. 157-178, 2007.

HOSETTI, Basaling; FROST, Stan. A review of the control of biological waste treatment in stabilization ponds. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 28, n. 2, p. 193-218, 1998.

HUANG, Jianjun; WANG, Xihua; YAN, Enrong. Leaf nutrient concentration, nutrient resorption and litter decomposition in an evergreen broad-leaved forest in eastern China. **Forest Ecology and Management**, v. 239, n. 1-3, p. 150-158, 2007.

HUTCHENS, J. J.; BENFIELD, E. F. Effects of forest defoliation by the gypsy moth on detritus processing in southern Appalachian streams. **The American Midland Naturalist**, v. 143, n. 2, p. 397-404, 2000.

INCAGNONE, Giulia et al. How do freshwater organisms cross the “dry ocean”? A review on passive dispersal and colonization processes with a special focus on temporary ponds. **Hydrobiologia**, v. 750, p. 103-123, 2015.

INSTITUTO Nacional de Meteorologia - INMET. Juiz de Fora, 13 fev. 2023.
Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A518>.

JABIOL, J. et al. Structure of aquatic insect communities in tank-bromeliads in a East-Amazonian rainforest in French Guiana. **Forest Ecology and Management**, v. 257, n. 1, p. 351-360, 2009.

JOCQUE, M. et al. How effective are non-destructive sampling methods to assess aquatic invertebrate diversity in bromeliads?. **Hydrobiologia**, v. 649, p. 293-300, 2010.

KALIN, Margarete; WHEELER, W. N.; MEINRATH, G. The removal of uranium from mining waste water using algal/microbial biomass. **Journal of environmental radioactivity**, v. 78, n. 2, p. 151-177, 2005.

KITCHING, Roger Laurence. **Food webs and container habitats: the natural history and ecology of phytotelmata**. Cambridge University Press, 2000.

KITCHING, R. L. Food webs in phytotelmata: “bottom-up” and “top-down” explanations for community structure. **Annual review of entomology**, v. 46, n. 1, p. 729-760, 2001.

LADINO, Geraldine et al. Ecosystem services provided by bromeliad plants: A systematic review. **Ecology and evolution**, v. 9, n. 12, p. 7360-7372, 2019.

LEBAUER, David S.; TRESEDER, Kathleen K. Nitrogen limitation of net primary productivity in terrestrial ecosystems is globally distributed. **Ecology**, v. 89, n. 2, p. 371-379, 2008.

LIRIA, Jonathan. Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. **Revista peruana de biología**, v. 14, n. 1, p. 33-38, 2007.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Mar**, v. 22, n. 1, p. 1-29, 1986.

LOPEZ, L. C. S.; D'ELIAS, A. M. A.; IGLESIAS, Ricardo. Fatores que controlam a riqueza ea composição da fauna aquática em tanques da bromélia *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, na restinga de Jacarepiá-Saquarema/RJ. **Oecologia Brasiliensis**, v. 5, n. 1, p. 91-100, 1998.

MARTÍNEZ, Aingeru et al. Temperature affects leaf litter decomposition in low-order forest streams: field and microcosm approaches. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 87, n. 1, p. 257-267, 2014.

MATOS, Talissa Pio de et al. Effects of exotic fruit plants on leaf decomposition in Amazon: a study in aquatic microcosm. **Limnology**, v. 23, n. 3, p. 455-464, 2022.

MELILLO, Jerry M. et al. The influence of substrate quality and stream size on wood decomposition dynamics. **Oecologia**, v. 58, p. 281-285, 1983.

MESTRE, Luiz Augusto M.; ARANHA, José Marcelo R.; ESPER, Maria de Lourdes P. Macroinvertebrate fauna associated to the bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, Southern Brazil). **Brazilian archives of biology and technology**, v. 44, p. 89-94, 2001.

MONTERO, Guillermo; FERUGLIO, Cesar; BARBERIS, Ignacio M. The phytotelmata and foliage macrofauna assemblages of a bromeliad species in different habitats and seasons. **Insect Conservation and Diversity**, v. 3, n. 2, p. 92-102, 2010.

MOREIRA, Breno; CARVALHO, Fabrício Alvim. Regeneração de agroflorestas: a importância da cobertura arbórea na transição florestal. **Biotemas**, v. 31, n. 1, p. 21-32, 2018.

MÜLLER, Gerson Azulim; MARCONDES, Carlos Brisola. Bromeliad-associated mosquitoes from Atlantic forest in Santa Catarina Island, southern Brazil (Diptera, Culicidae), with new records for the State of Santa Catarina. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 96, p. 315-319, 2006.

MYERS, Norman et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NONATO, Viviane Samara Barbosa. Prognóstico Climático do Outono 2022. *In*: Instituto Nacional de Meteorologia. 2022.

NOVATO, Thiago da Silva et al. Conhecendo os fatores que influenciam a entomofauna do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. **Principia: Caminhos da Iniciação Científica**, v. 19, n. 2, p. 11-11. 2019.

OLIVEIRA-NETO, Norberto Emidio; NASCIMENTO, Diego Raymundo; CARVALHO, Fabrício Alvim. Biodiversity inventory of trees in a neotropical secondary forest after abandonment of shaded coffee plantation. **iForest-Biogeosciences and Forestry**, v. 10, n. 1, p. 303, 2017.

OSTROFSKY, M. L. Relationship between chemical characteristics of autumn-shed leaves and aquatic processing rates. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 750-759, 1997.

PAULA, Antonio Teixeira de et al. Aquatic invertebrates associated with bromeliads in Atlantic Forest fragments. **Biota Neotropica**, v. 17, 2017.

PAWAR, Samraat; DELL, Anthony I.; SAVAGE, Van M. Dimensionality of consumer search space drives trophic interaction strengths. **Nature**, v. 486, n. 7404, p. 485-489, 2012.

PETERSEN, R.C. and CUMMINS, K.W. Leaf processing in a woodland stream. **Freshwater Biology**, vol. 4, no. 4, pp. 343-368, 1974.

PIRES, Aliny PF et al. Predicted rainfall changes disrupt trophic interactions in a tropical aquatic ecosystem. **Ecology**, v. 97, n. 10, p. 2750-2759, 2016.

PRUGH, Laura R. et al. The rise of the mesopredator. **Bioscience**, v. 59, n. 9, p. 779-791, 2009.

RAMOS, Sandra M.; GRAÇA, Manuel AS; FERREIRA, Verónica. A comparison of decomposition rates and biological colonization of leaf litter from tropical and temperate origins. **Aquatic Ecology**, v. 55, n. 3, p. 925-940, 2021.

REICH, Peter B.; WALTERS, Michael B.; ELLSWORTH, David S. From tropics to tundra: global convergence in plant functioning. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 94, n. 25, p. 13730-13734, 1997.

REZENDE, Renan de Souza et al. Abiotic factors and trophic interactions affect the macroinvertebrate community of bromeliad tanks in a Neotropical Restinga. **Limnology**, v. 21, p. 275-285, 2020.

REZENDE, Renan S. et al. Effects of Phylloicus case removal on consumption of leaf litter from two Neotropical biomes (Amazon rainforest and Cerrado savanna). **Limnology**, v. 22, p. 35-42, 2021.

RICHARDSON, Barbara A. The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a Neotropical forest 1. **Biotropica**, v. 31, n. 2, p. 321-336, 1999.

RICHARDSON, Barbara A. et al. Insect colonisation sequences in bracts of *Heliconia caribaea* in Puerto Rico. **Ecological Entomology**, v. 25, n. 4, p. 460-466, 2000.

RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. 6ª edição, Rio de Janeiro, Editora Guanabara, 2011.

RIPPLE, William J. et al. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. **Science**, v. 343, n. 6167, p. 1241484, 2014.

SANTIAGO, Daniel S.; DA FONSECA, Cassiano R.; CARVALHO, Fabrício A. Fitossociologia da regeneração natural de um fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual (Juiz de Fora, MG). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 117-123, 2014.

SENA, Guilherme et al. Divergent litter traits of riparian plant species between humid and drier biomes within the tropics. **Ecography**, v. 2023, n. 2, p. e06310, 2023.

SILVA, Camila Neves et al. Flora fanerogâmica do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 71, 2020.

SODRÉ, V. M.; ROCHA, O.; MESSIAS, M. C. Chironomid larvae inhabiting bromeliad phytotelmata in a fragment of the Atlantic Rainforest in Rio de Janeiro State. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, p. 587-592, 2010.

SRIVASTAVA, Diane S. Habitat structure, trophic structure and ecosystem function: interactive effects in a bromeliad-insect community. **Oecologia**, v. 149, n. 3, p. 493-504, 2006.

SRIVASTAVA, Diane S. et al. Why are predators more sensitive to habitat size than their prey? Insights from bromeliad insect food webs. **The American Naturalist**, v. 172, n. 6, p. 761-771, 2008.

THIENEMANN, August et al. tierweit der tropischen pflanzenge-wisser. 1934.

TONELLO, Gabriela et al. The conversion of natural riparian forests into agricultural land affects ecological processes in Atlantic forest streams. **Limnologica**, v. 91, p. 125927, 2021.

TORREIAS, Sharlene Roberta da Silva; FERREIRA-KEPPLER, Ruth Leila. Macroinvertebrates inhabiting the tank leaf terrestrial and epiphyte bromeliads at Reserva Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, p. 1193-1202, 2011.

TRIVINHO-STRIXINO, Susana. Larvas de Chironomidae: guia de identificação. **São Carlos: UFSCar**, v. 1, n. 2, 2011.

ULLOA ULLOA, Carmen et al. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. **Science**, v. 358, n. 6370, p. 1614-1617, 2017.

VADSTEIN, Olav; OLSEN, Yngvar. Chemical composition and phosphate uptake kinetics of limnetic bacterial communities cultured in chemostats under phosphorus limitation. **Limnology and Oceanography**, v. 34, n. 5, p. 939-946, 1989.

VENDRAMI, Juliana Lopes et al. Litterfall and leaf decomposition in forest fragments under different successional phases on the Atlantic Plateau of the state of Sao Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, p. 136-143, 2012.

WALLACH, Arian D. et al. What is an apex predator?. **Oikos**, v. 124, n. 11, p. 1453-1461, 2015.

WERNER, D.; PONT, A. C. Dipteran predators of Simuliid blackflies: a worldwide review. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 17, n. 2, p. 115-132, 2003.

WILLIAMS, D. D.; FELTMATE, B. W. Aquatic Insects. CAB International, 1992, 358p.

APÊNDICE A - Valor de significância p para cada teste de Normalidade realizado antes das análises de regressão linear

<u>Shapiro-Wilk normality test</u>	<u>p-valor</u>
Riqueza x Tempo	0,129
Abundância x Tempo	0,7694
Riqueza x Volume	0,2279
<u>Abundância x Volume</u>	<u>0,1057</u>

APÊNDICE B - Lista de táxons encontrados em cada bromélia e volume de água. Dip sp1 = Diptera sp1, Dip sp2 = Diptera sp2, Poly = *Polypedilum gr. Fallax*, Lar = *Larsea sp.*, Orth = Orthoclaadiinae sp1, Cor = *Corethrella sp.*, Cul = *Culexsp.*, Ano = *Anopheles (Kerteszia) sp.*, For = *Forcipomya sp. sp1*, Psy = Psychodidae sp1, Elm = Elmidae sp1, Cyc = Cyclopoida, Coe = Coenagrionidae sp1, Odo = Odonata sp1, Oli = Oligochaeta sp1, V = Voume de água(ml).

Tempo	Bromelia	Dip. sp1	Dip. sp2	Poly.	Lar.	Orth.	Cor.	Cul.	Ano.	For.	Psy.	Elm.	Cyc.	Coe.	Odo.	Olig.	V (ml)
Tempo 0	1.1	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	1	0	0	85
Tempo 0	1.2	0	0	0	0	0	0	20	0	0	1	0	0	1	0	0	85
Tempo 0	1.3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	85
Tempo 0	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	95
Tempo 0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	90
Tempo 0	1.6	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	160
Tempo 0	1.7	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	1	2	0	0	120
Tempo 0	1.8	0	0	0	3	0	0	100	0	0	2	0	0	2	0	0	70
Tempo 0	1.9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	100
Tempo 0	1.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	60
Tempo 0	1.11	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	60
Tempo 0	1.12	2	0	0	2	0	1	3	0	0	8	0	0	1	1	0	75
Tempo 0	1.13	0	0	0	4	0	2	16	0	0	3	0	0	1	0	0	130
Tempo 0	1.14	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	130
Tempo 0	1.15	0	0	0	0	1	0	25	1	0	2	0	0	0	0	0	125
Tempo 0	1.16	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	75
Tempo 0	1.17	0	0	0	3	0	1	33	0	0	0	0	0	1	0	0	75
Tempo 0	1.18	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	1	0	0	95
Tempo 0	1.19	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	100
Tempo 0	1.20	0	1	0	0	0	0	6	0	2	4	0	1	1	0	0	65
Tempo 0	1.21	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	70
Tempo 1	2.5	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	50
Tempo 1	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70
Tempo 1	2.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	50
Tempo 2	2.6	0	0	2	0	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	170
Tempo 2	2.11	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	90
Tempo 2	2.20	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	70
Tempo 3	2.2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70
Tempo 3	2.13	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	4	0	0	110
Tempo 3	2.15	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	140
Tempo 4	2.1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	80
Tempo 4	2.10	0	0	12	0	0	0	6	0	0	3	0	0	0	0	1	50
Tempo 4	2.21	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	50
Tempo 5	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	115
Tempo 5	2.14	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	95
Tempo 5	2.16	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	70
Tempo 6	2.9	0	0	6	0	1	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	55
Tempo 6	2.12	0	0	7	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	55
Tempo 6	2.17	0	0	0	1	0	0	12	0	0	1	0	0	0	0	0	70
Tempo 7	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
Tempo 7	2.8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	20
Tempo 7	2.19	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	50