

**CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL E ESTRUTURAL DA COMUNIDADE DE
MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS DA LAGOA DA ÁRVORE, APP LAGOA
ENCANTADA (VILA VELHA - ES)**

***FUNCTIONAL AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF THE AQUATIC
MACROINVERTEBRATE COMMUNITY OF THE LAGOA DA ÁRVORE, APP
LAGOA ENCANTADA (VILA VELHA - ES)***

Bhianca Batista Rocha Brzesky¹

Danilo Camargo Santos¹

RESUMO

Os macroinvertebrados aquáticos desempenham papel crucial nos ecossistemas como fonte de alimento e na ciclagem de nutrientes, além de serem úteis para biomonitoramento ambiental. Estudar essas comunidades ajuda a avaliar impactos antrópicos e apoiar a conservação de ecossistemas ameaçados. Este estudo teve como objetivo caracterizar estrutural e funcionalmente a comunidade de macroinvertebrados aquáticos da Lagoa da Árvore, localizada na Área de Preservação Permanente (APP) da Lagoa Encantada, em Vila Velha (ES). A coleta de dados foi realizada em três pontos da lagoa, envolvendo amostras de substrato de fundo e macrófitas, e resultou na identificação de 27 famílias. A análise revelou maior abundância de organismos nas macrófitas, enquanto o substrato de fundo apresentou menor diversidade, possivelmente devido a condições ambientais adversas, como baixa concentração de oxigênio. Os resultados indicaram uma predominância de indivíduos da família Chironomidae, associada a ambientes impactados e/ou ricos em matéria orgânica. A diversidade da comunidade, avaliada pelo índice de Shannon-Weaver, e a equitabilidade, medida pelo índice de Pielou, foram baixas, refletindo a dominância da família Chironomidae. Entre as guildas tróficas, os predadores foram os mais representados, enquanto os fragmentadores foram escassos, possivelmente influenciados pela vegetação invasora (*Acacia* spp.) ao redor da lagoa. Este estudo contribui para o entendimento das dinâmicas ecológicas na região e fortalece a importância da preservação da biodiversidade em áreas de proteção, especialmente para a Lagoa Encantada, área com escassos estudos acerca de sua biodiversidade.

Palavras-chave: Grupos funcionais; lacustre; macrofauna; dulcícola; guildas tróficas.

¹ Centro Universitário Salesiano. Vitória/ES, Brasil.

ABSTRACT

Aquatic macroinvertebrates play a crucial role in ecosystems as a source of food and nutrient cycling, being also useful for environmental biomonitoring. Studying these communities helps to assess anthropogenic impacts and support the conservation of threatened ecosystems. This study aimed to characterize the structural and functional characteristics of the aquatic macroinvertebrate community of Lagoa da Árvore, located in the Permanent Preservation Area (APP) of Lagoa Encantada, in Vila Velha (ES). Data collection was carried out at three points in the lagoon, involving samples of bottom substrate and macrophytes, and resulted in the identification of 27 families. The analysis revealed a greater abundance of organisms in the macrophytes, while the bottom substrate showed lower diversity, possibly due to adverse environmental conditions, such as low oxygen concentration. The results indicated a predominance of individuals of the Chironomidae family, associated with impacted environments and/or rich in organic matter. Community diversity, assessed by the Shannon-Weaver index, and evenness, measured by the Pielou index, were low, reflecting the dominance of the Chironomidae family. Among the trophic guilds, predators were the most represented, while shredders were scarce, possibly influenced by invasive vegetation (*Acacia* spp.) around the lagoon. This study contributes to the understanding of the ecological dynamics in the region and reinforces the importance of preserving biodiversity in protected areas, especially for Lagoa Encantada, an area with few studies on its biodiversity.

Keywords: Functional groups; lake; macrofauna; freshwater; trophic guilds.

1 INTRODUÇÃO

Os macroinvertebrados são organismos de grande relevância em ecossistemas aquáticos devido ao fato de servirem como fonte de alimento para peixes e outros invertebrados (Esteves, 1998; Bueno; Bond-Buckup; Ferreira, 2003). Além disso, parte dos animais que constituem esse grupo possuem como fonte de alimento os detritos orgânicos, atuando como o elo que conecta a energia presente na matéria orgânica em decomposição e os demais níveis tróficos (Gonçalves Junior, 2006).

Alguns estudos têm destacado o papel essencial que os macroinvertebrados desempenham no processo de ciclagem de nutrientes através da decomposição de matéria orgânica, utilizando metodologias como medição de perda de biomassa em *litter bags* submetidas a macroinvertebrados da guilda dos fragmentadores (Gimenes; Cunha-Santino; Bianchini Junior, 2010). Hieber e Gessner (2002), por exemplo, ao analisarem a decomposição de matéria orgânica proveniente das espécies vegetais *Alnus Glutinosa* (L.) Gaertn. e *Salix fragilis* L., obtiveram um resultado que estima que os macroinvertebrados contribuíram para uma perda de 64% e 51% de massa foliar,

respectivamente. Através da fragmentação da matéria orgânica, esses indivíduos produzem fezes que, por sua vez, servirão como fonte de alimento para outros organismos (Gimenes; Cunha-Santino; Bianchini Junior, 2010).

Essa comunidade abrange, por exemplo, os grupos Mollusca, Crustacea, Annelida e Insecta, sendo frequentemente utilizada em estudos de biomonitoramento de ambientes aquáticos por apresentarem diversidade de habitats, mobilidade limitada, ciclo de vida relativamente longo e ampla variedade de respostas a estresses ambientais (Brandimarte et al., 2004). Os invertebrados aquáticos podem ser analisados abordando seus grupos taxonômicos ou grupos funcionais, também chamados de guildas tróficas. A divisão em grupos funcionais é baseada no mecanismo morfo-comportamental de obtenção de um mesmo alimento que indivíduos de diferentes grupos taxonômicos podem ter (Merritt; Cummins, 2009). Isso a torna uma forma ecologicamente conveniente de categorização dos indivíduos, além de permitir a realização de comparações acerca da organização funcional entre diferentes comunidades (Callisto; Esteves, 1998).

Um estudo anterior de temática similar realizado por Medeiros (2015) correlaciona os grupos funcionais com ambientes antropicamente impactados, observando possíveis associações entre a riqueza de grupos com a qualidade da água nos ecossistemas analisados. Callisto, Moretti e Goulart (2001) também citam que o estudo da comunidade de macroinvertebrados pode diagnosticar a saúde dos ambientes aquáticos, de forma que, dependendo dos táxons presentes no ecossistema, estes podem indicar o quanto um ambiente se encontra impactado. Brandimarte e colaboradores (2004) explica que estes organismos podem ser utilizados para esse propósito pois apresentam diversidade de habitats, mobilidade limitada, ciclo de vida relativamente longo e ampla variedade de respostas a estresses ambientais, dependendo do seu grupo taxonômico. Os organismos mais comumente utilizados para determinar a qualidade de um ambiente aquático são os “EPT”, sigla originada das iniciais das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera. De acordo com Roschild (2023), os indivíduos imaturos desses grupos são organismos aquáticos altamente sensíveis às condições ambientais, sendo encontradas principalmente em águas limpas, e por isso sua baixa tolerância a poluentes, tem sido amplamente utilizada como um indicador da qualidade da água em estudos ambientais.

A Área de Preservação Permanente (APP) da Lagoa Encantada é um território que abriga diversas espécies de fauna e flora em meio à urbanização do município de Vila Velha (ES), apresentando fragmentos de mata atlântica, restinga e manguezal, além de uma grande quantidade de corpos hídricos (Elias, 2022). Todavia, a área da Lagoa Encantada atualmente encontra-se em constante ameaça por se tratar de um local de grande interesse econômico por parte da especulação portuária e imobiliária, considerando que se situa próxima às principais rodovias do município de Vila Velha (ASEVILA, 2010).

Desta forma, estudar ecologicamente a comunidade de invertebrados aquáticos pode fornecer informações valiosas para a conservação de ambientes naturais ameaçados pelas atividades antrópicas, como é o caso da região da Lagoa Encantada. Ao conhecer a comunidade em questão de determinado local e as guildas tróficas que a compõem, é possível proporcionar melhor elucidação da dinâmica das comunidades, cadeias alimentares, ciclagem de nutrientes e funcionamento do ecossistema, permitindo também a comparação entre diferentes ecossistemas aquáticos (Callisto; Esteves, 1998; Ramos *et al.*, 2022).

Sendo assim, este estudo busca caracterizar estrutural e funcionalmente a comunidade de macroinvertebrados aquáticos associados ao substrato de fundo e macrófitas aquáticas da Lagoa da Árvore, na APP Lagoa Encantada, a fim de ampliar informações ecológicas da comunidade e do ecossistema avaliado. Para isto, os indivíduos coletados serão identificados a nível de família e agrupados em uma tabela contendo o grupo e guilda trófica a que pertencem, abundância e substrato em que foram encontrados. Posteriormente, serão determinados os índices ecológicos de riqueza, diversidade e equitabilidade da comunidade na área de estudo.

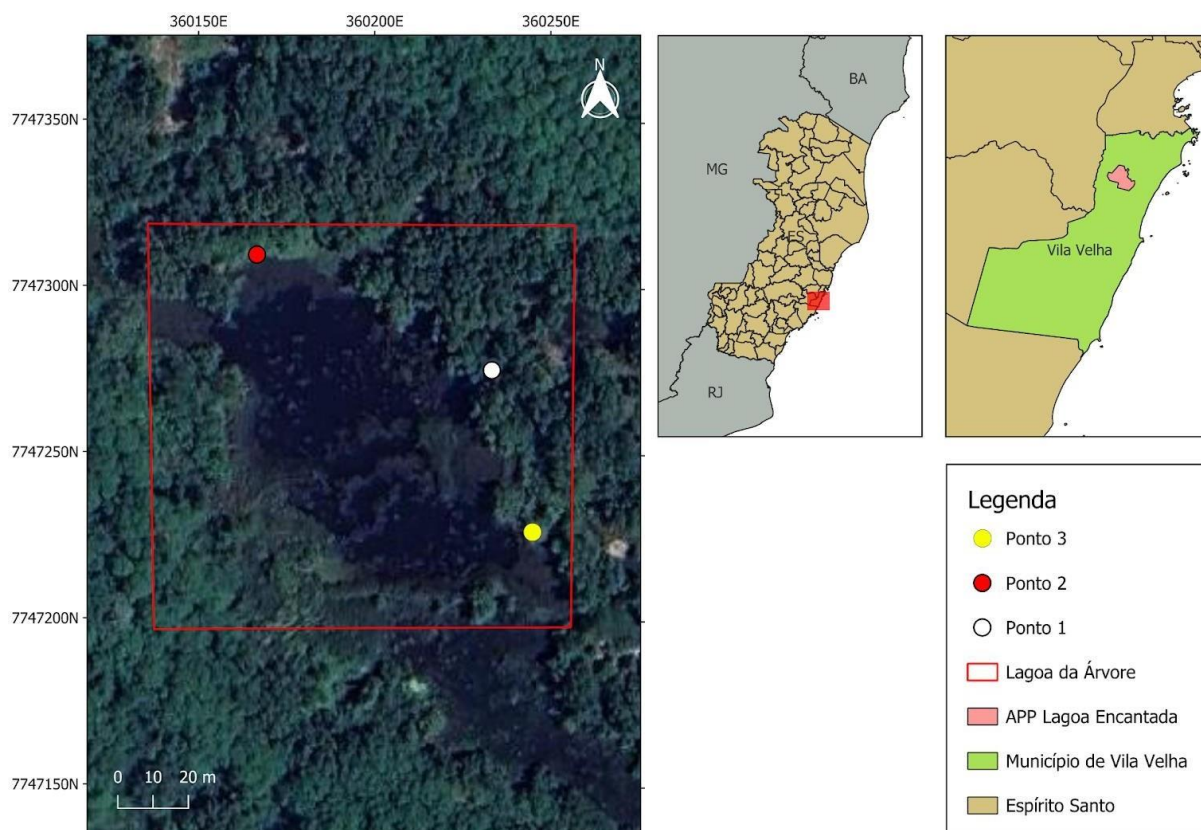
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A APP Lagoa Encantada (Fig. 1) é uma área de proteção localizada na região quatro do município de Vila Velha, pertencente à região metropolitana da Grande Vitória, no Espírito Santo. De acordo com o Instituto Últimos Refúgios, em uma matéria escrita por Mardegan (2020), o local sofre desmatamentos, queimadas, descaracterização ecológica e ocupação densa no entorno, além de apresentar vegetação em sua maioria exótica - como leucenas (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e acácias (*Acacia mangium* Willd.) - e solo exposto e compactado devido à anos de utilização para prática de motocross (Prefeitura de Vila Velha, 2022). Os três pontos amostrais (Fig. 1) estão localizados na região litoral da Lagoa da Árvore (Fig. 1), um dos corpos hídricos que compõem área de proteção e ecossistema escolhido para o estudo. As coletas ocorreram em apenas uma margem da lagoa, pois a margem oposta encontrava-se com vegetação densa, dificultando o acesso para coleta.

Segundo o ofício 12/2020 emitido pela Prefeitura de Vila Velha no ano de 2020, essa lagoa é um local de acumulação de água por possuir baixa topografia, e é utilizada pelos moradores dos arredores da área para banhos em animais de tração, lavagem de carroças, atividades recreativas e religiosas. Devido a presença de vegetação mais densa ao redor da margem, a Lagoa da Árvore é considerada uma das menos degradadas com relação às outras lagoas presentes na APP, possuindo o segundo melhor Índice de Qualidade de Água (I.Q.A.), segundo a Prefeitura de Vila Velha (2020).

Figura 1: Área na qual se localiza a APP Lagoa Encantada, Lagoa da Árvore e pontos amostrais. Tanto a lagoa, quanto a APP ainda não possuem zoneamento oficial delimitado, mas encontram-se dentro dos limites demarcados pelos itens do mapa.



Fonte: Arquivo Próprio, 2024.

2.2 COLETA E PROCESSAMENTO DE AMOSTRAS

As campanhas de campo ocorreram entre os meses de abril e junho de 2024, sendo realizada uma coleta a cada 30 dias, aproximadamente, para que a comunidade pudesse se reestabelecer entre cada coleta.

A lagoa alvo do estudo foi dividida em três pontos localizados na zona litoral da lagoa, nos quais foram coletadas três réplicas de substrato de fundo e três réplicas de macrófitas, totalizando 18 amostras por coleta, todas fixadas e conservadas com álcool 70%. Tanto para a coleta de fundo quanto para a coleta de macrófitas foi utilizado um amostrador tipo rede D (rapiché) com malha de 1 µm em uma área demarcada por um quadrante de 30x30cm.

Em laboratório, as amostras foram lavadas em uma peneira de malha de 250 µm. Todas as amostras passaram pelo processo de triagem após a lavagem, que consiste em separar o indivíduos do substrato de forma manual em uma bandeja branca, com

o auxílio de luminária e pinças de precisão. Os indivíduos coletados durante a triagem foram posteriormente conservados em microtubos contendo álcool 70%.

2.3 PROCESSAMENTO DE DADOS

Os indivíduos triados nas amostras foram identificados a nível taxonômico de família com o auxílio de estereoscópio, microscópio óptico e as chaves de identificação taxonômica Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Volume 3: Keys to Neotropical Hexapoda (Hamada; Thorp, Rogers, 2018) e Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Rio de Janeiro (Mugnai; Nessimian; Baptista, 2010).

Após a identificação, os organismos foram diferenciados em suas determinadas guildas tróficas, baseado na classificação de Merritt e Cummins (2009), sendo elas: (1) fragmentadores - alimentam-se de matéria orgânica particulada grossa (MOPG) a partir da mastigação de tecidos de plantas vasculares vivas ou matéria orgânica em decomposição, (2) coletores-filtradores - capturam partículas de matéria orgânica particulada fina (MOPF) suspensas na coluna d'água através de adaptações para filtração, (3) coletores - catadores - coletam partículas de MOPF depositados em substratos, (4) raspadores - se alimentam de perífiton através de adaptações que os permitem raspar a superfície do substrato, e (5) predadores - ingerem outros organismos inteiros, em parte ou seus fluidos corporais.

Para a caracterização da estrutura da comunidade, foram realizadas determinações de riqueza, composição e abundância e, para os índices ecológicos, foram utilizados a diversidade de Shannon-Weaver (1949) e Equitabilidade de Pielou (1966). O índice de diversidade avalia a diversidade de uma comunidade em valores que variam de 1 (um) a 5 (cinco), onde quanto mais próximo o valor estiver de 1, menor é a diversidade, e quanto mais próximo de 5, mais diversa é a comunidade (Begon; Townsend; Harper, 2007). Quanto a equitabilidade, esta varia entre 0 (zero) e 1 (um), onde quanto mais próximo de 0, menos uniforme é a comunidade, e quanto mais próximo de 1, mais uniforme é a comunidade (Begon; Townsend; Harper, 2007). Os índices foram calculados através do software de livre licença Past 4.03.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram coletados 5592 indivíduos distribuídos em 27 famílias (Tabela 1). A maioria dos espécimes coletados encontrava-se nas amostras de macrófitas, enquanto nas amostras de fundo a presença de organismos foi relativamente baixa. Uma das possíveis explicações para essa discrepância nos diferentes substratos seria de que as estruturas da comunidade macrofítica proporcionam um ambiente mais heterogêneo, estável e complexo, favorecendo a reprodução e proteção contra predadores para esses organismos (Fonseca, 2011; CEMIG, 2021). Além disso, as

estruturas são suscetíveis à colonização de perifíton e possuem a capacidade de retenção de matéria orgânica, tornando-se um espaço conveniente também para a obtenção de recursos alimentares para diferentes grupos funcionais (Neiff; Neiff, 2006; Silva; Henry, 2013). Por outro lado, uma das possíveis explicações para a baixa quantidade de organismos no substrato de fundo seria de que, habitá-lo, em ambientes lênticos, exige adaptações para suportar condições específicas, como a baixa concentração de oxigênio e pH ocasionado pelo acúmulo de matéria orgânica em decomposição (Lampert; Sommer, 2007).

Tabela 1: Famílias e Grupos Funcionais Tróficos que compõem a comunidade de macroinvertebrados aquáticos da Lagoa da Árvore. (GFT) Grupo Funcional Trófico, (P) Predador, (F) Fragmentador, (R) Raspador, (C-C) Coletor-Catador, (C-F) Coletor-Filtrador.

Ordem/Família	GFT	Referência	Substratos	
			Macrófita	Fundo
Basommatophora				
Physidae	R	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	55	–
Planorbidae	R	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	97	12
Thiaridae	R	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	1	25
Hydrobiidae	R	Cummins <i>et al.</i> (2005)	3	3
Coleoptera				
Dytiscidae	P	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	3	–
Hydrophilidae	P/C-C	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	97	6
Noteridae	P	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	14	2
Scirtidae	R	Merritt, Cummins (2009)	13	–
Decapoda				
Palaemonidae	F	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	46	–
Diptera				
Ceratopogonidae	C-C/P	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	688	1
Chironomidae	C-C/F/P/R/C-F	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	3840	32
Culicidae	C-F	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	20	–
Stratiomyidae	C-C	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	219	2

Ephemeroptera

Baetidae	C-C	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	21	–
Caenidae	C-C	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	173	–

Haplotaxida

Naididae	C-C	Silva <i>et al.</i> 2009	5	–
----------	-----	--------------------------	---	---

Hemiptera

Belostomatidae	P	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	28	3
Gerridae	P	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	2	–
Hebridae	P	Domínguez, Fernández (2009)	1	–
Mesoveliidae	P	Domínguez, Fernández (2009)	3	–
Naucoridae	P	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	4	–
Nepidae	P	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	4	–
Notonectidae	P	Domínguez, Fernández (2009)	22	12
Pleidae	P	Domínguez, Fernández (2009)	3	–
Veliidae	P	Domínguez, Fernández (2009)	10	–

Odonata

Coenagrionidae	P	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	103	1
Libellulidae	P	Cummins, Merritt, Andrade (2005)	14	4

Total de macroinvertebrados por substrato:	5489	103
---	------	-----

Total de macroinvertebrados coletados:	5592
---	------

É evidente que a ordem Diptera, nesse caso composta pelas famílias de fase larval aquática Ceratopogonidae, Chironomidae, Culicidae e Stratiomyidae, foi a mais abundante na comunidade. É comum que as larvas dos indivíduos dessa ordem sejam encontradas em grandes quantidades nos ambientes aquáticos. Isso é possível devido a ampla tolerância às alterações ambientais e diversidade de adaptações que a maioria desses indivíduos possuem (Fusari; Dantas; Pinho, 2018). Esses mecanismos

torna viável para esses organismos habitarem os mais diversos tipos de ecossistemas aquáticos (Medeiros, 2015).

A família Chironomidae foi notoriamente a mais representativa de todas as presentes nos resultados. Segundo Silva e colaboradores (2018), as larvas desses insetos estão frequentemente presentes nas comunidades de macroinvertebrados aquáticos, e se destacam tanto em riqueza quanto em abundância. De acordo com Medeiros (2015), a dominância dessa família no ecossistema pode a possibilidade de degradação ambiental e alta quantidade de matéria orgânica em decomposição, sendo esse último o que pode estar acontecendo na Lagoa da Árvore.

Além disso, os Chironomidae apresentam uma grande plasticidade alimentar, podendo ser incluídos nas guildas tróficas dos fragmentadores, raspadores, coletores-filtradores, coletores-apanhadores e predadores (Ferrington; Berg; Coffman, 1995), sendo necessária a identificação a nível taxonômico mais baixo para determinar com maior precisão a guilda a qual os indivíduos pertencem.

A segunda família de maior abundância no estudo foi Ceratopogonidae, grupo filogeneticamente irmão de Chironomidae, segundo Farias (2021). Devido a sua proximidade evolutiva, as famílias possuem nichos similares, não sendo incomum encontrá-los em um mesmo ambiente (Farias, 2021).

A terceira família mais encontrada foi Stratiomyidae (Diptera). Este grupo de moscas é formado por espécies de fases larvais tanto aquáticas quanto terrestres, sendo os estudos existentes focados majoritariamente em larvas de hábitos terrestres, visto seu importante papel na decomposição de matéria orgânica animal e vegetal (Pujol-Luz; Xerez; Viana, 2004). No ano de 2004, Pujol-Luz, Xerez e Viana apontaram que os únicos registros acerca da ecologia das larvas aquáticas dessa família no Brasil eram de um manuscrito não publicado de Newton Dias dos Santos, em 1950, no estado do Rio de Janeiro. Hamada, Nessimian e Querino (2014) apenas mencionam que as larvas aquáticas de Stratiomyidae possuem preferência por habitar as margens de ambientes lênticos, informação que condiz com o local onde foram encontrados os indivíduos no presente estudo.

Além das famílias de Diptera, outras duas famílias de diferentes ordens também se mostraram abundantes: Caenidae (Ephemeroptera) e Coenagrionidae (Odonata). Segundo Souza (1975), os Caenidae são considerados os menores Ephemeroptera na época em que seu estudo foi realizado, chegando a medir no máximo 3,5 mm de comprimento. Essa família possui uma ampla distribuição, ocorrendo em diversos ambientes de água doce, mas principalmente nos lênticos – que não possuem ação de correnteza – (Hamada; Nessimian; Querino, 2014). Os Caenidae habitam o ambiente aquático apenas quando imaturos, alimentando-se através da coleta de MOFP de origem animal ou vegetal que se deposita nos substratos (Edmunds; Jensen; Berner, 1976).

Por sua vez, Coenagrionidae é a maior família da subordem Zygoptera (Odonata), composta por mais de 1200 espécies amplamente distribuídas pelo mundo, dominando principalmente as zonas temperadas (Suhling, 2015). Um estudo feito por Carvalho e Nessimian (1998) acerca de habitats e hábitos de diversos odonatas revelou que grande parte dos gêneros de Coenagrionidae possuem preferência por habitar macrófitas em ambientes lênticos, como é o caso da Lagoa da Árvore. Ainda segundo esses autores, poucos outros gêneros podem também habitar fitotelmatas ou substratos de ambientes lóticos. Quanto a sua função trófica, de forma geral, tanto os adultos quanto as ninfas de Odonata são considerados predadores vorazes nos ecossistemas. Os Zygoptera, por normalmente apresentarem menores tamanhos corporais com relação aos Anisoptera, possuem como principal fonte de alimento indivíduos da comunidade zooplânctônica (SUHLING, 2015).

Nas amostras de fundo, foram encontrados também muitos indivíduos da família Thiariidae. De acordo com Simone (2006), o único gênero desta família que é nativo do Brasil é *Aylacostoma*, apesar de não ser o único que ocorre no país. Por volta dos anos 60, foi introduzida uma espécie invasora de origem afro-asiática pertencente a essa mesma família, cujos registros foram se alastrando por todo território brasileiro: a *Melanoides tuberculata* (Ohlweiler *et al*, 2010). Existe a possibilidade de que os indivíduos encontrados neste estudo sejam da espécie invasora citada, visto que, segundo a distribuição geográfica descrita por Simone (2006), não há muitos registros do gênero nativo *Aylacostoma* para o estado do Espírito Santo. Além de seu grande potencial invasor, que ameaça a dinâmica dos ecossistemas através da competição por recursos com espécies nativas, a espécie *M. Tuberculata*, segundo Ohlweiler e colaboradores (2010), está associada à transmissão de Paragonimíase e Clonorquíase, doenças causadas por Helmintos que utilizam do molusco como hospedeiro intermediário. Há também registros desta espécie atuando como hospedeiro intermediário para outros parasitos, como os trematódeos *Philophthalmus gralli* (Pinto; Melo, 2010) e *Shistosoma mansoni* (Carvalho *et al*. 2023).

Com relação aos grupos tróficos, foram encontrados majoritariamente predadores, principalmente famílias das ordens Hemiptera (Belostomatidae, Gerridae, Hebridae, Mesoveliidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Pleidae e Veliidae), Coleoptera (Dytiscidae, Hydrophilidae e Noteridae) e Odonata (Coenagrionidae e Libellulidae). Vannote e colaboradores (1980) consideram que a presença de predadores na comunidade de macroinvertebrados é relativamente constante, visto que não dependem diretamente da produção primária ou partículas orgânicas disponíveis no ambiente para se alimentarem, mas sim da presença de outros organismos.

A guilda trófica com menos famílias representantes no estudo foi a dos fragmentadores, contendo apenas Palaemonidae (Decapoda). Marques, Ferreira e Barbosa (1999) realizaram um estudo de caracterização da comunidade de macroinvertebrados e características limnológicas de duas lagoas tropicais no estado de Minas Gerais: a Lagoa Carioca e a Lagoa da Barra. No estudo mencionado, a Lagoa Carioca era mais preservada e moderadamente eutrofizada, enquanto a Lagoa

da Barra era um local de pesca recreativa intensa, com vegetação ripária composta por uma antiga plantação de *Eucalyptus* spp. sem qualquer manejo. Devido à presença predominante desse gênero de árvore nas margens da lagoa, os autores apontaram que, na Lagoa da Barra, a quantidade de fragmentadores foi menor em relação à Lagoa Carioca devido a qualidade da matéria orgânica proveniente do *Eucalyptus* spp. que domina na Lagoa da Barra.

Assim como a Lagoa da Barra, a Lagoa da Árvore, no presente estudo, também é formada por uma vegetação ripária composta majoritariamente por uma espécie exótica invasora: a *Acacia* spp. Não foram encontradas bibliografias que descrevem os impactos gerados pela matéria orgânica dessa espécie invasora no ambiente aquático ou na comunidade de macroinvertebrados. No entanto, ao pesquisar-se acerca da composição das folhas de *Acacia* spp., é possível observar que elas incluem altos teores de compostos como taninos e flavonoides. Esses compostos atuam como agentes antinutricionais ou tóxicos para potenciais consumidores dessa matéria, interferindo na digestão e dificultando a ação de decompositores (Kraus *et al.*, 2003; Oliveira, 2009; Andrade *et al.*, 2007). Além disso, substâncias com propriedades alelopáticas, como lupenona e lupeol, também podem ser encontradas em algumas espécies de *Acacia*, (Luz *et al.*, 2010). Essas características, especialmente quando combinadas à estrutura rígida das folhas (Higa *et al.* 2009), possivelmente podem estar contribuindo para torná-las menos atrativas aos fragmentadores. Tendo em conta os resultados obtidos por Marques, Ferreira e Barbosa (1999), a similaridade entre a Lagoa da Barra e a Lagoa da Árvore, e os dados obtidos acerca dos compostos contidos nas folhas de *Acacia* spp., a predominância da matéria orgânica proveniente desta árvore pode ser interpretada como uma das possíveis explicações para que a guilda dos fragmentadores tenha sido a menos representada.

Avaliando os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade de Pielou (J) e as determinações de riqueza e abundância total da lagoa como um todo, os resultados obtidos estão representados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados das determinações de parâmetros e índices ecológicos da Lagoa da Árvore.

Parâmetros	
Riqueza (S)	27
Diversidade de Shannon-Weaver (H')	1.284
Equitabilidade de Pielou (J)	0.3896
Abundância total	5592

Quando comparada com outros estudos de comunidades de macroinvertebrados aquáticos, a Lagoa da Árvore apresenta uma riqueza relativamente alta de táxons. No estudo de Marques, Ferreira e Barbosa (1999), por exemplo, a análise de mais de 50 amostras de duas diferentes lagoas obteve um resultado de 23 táxons, um número muito próximo do que foi obtido na Lagoa da Árvore. Outro exemplo de resultado acerca de riqueza em ambientes lênticos é o estudo de Silva e colaboradores (2009), no qual a coleta em dois pequenos reservatórios durante os períodos seco e chuvoso resultou na presença de 14 famílias, um número menor com relação à Lagoa da Árvore.

No contexto de diversidade, o índice de Shannon-Weaver na Lagoa da Árvore ($H' = 1.284$) como um todo, corresponde a uma baixa diversidade de organismos. De acordo com Begon, Townsend e Harper (2007), o decaimento do índice indica que um dos grupos está em dominância com relação aos outros que ocorrem na comunidade. Este fato pode realmente ser observado no presente estudo, visto que a baixa diversidade encontrada na área de estudo seria ocasionada pela dominância de indivíduos da família Chironomidae.

Quanto à equitabilidade, segundo o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2014), este índice compara a diversidade de Shannon-Weaver e a riqueza para determinar quão uniformemente os indivíduos são distribuídos entre os táxons existentes. A equitabilidade, também devido a dominância de Chironomidae, contabilizando mais de 68% da abundância total da comunidade da Lagoa da Árvore, obteve um resultado de baixa equitabilidade.

4 CONCLUSÃO

Em suma, observa-se que os macroinvertebrados aquáticos da Lagoa da Árvore concentram-se majoritariamente nas macrófitas do corpo hídrico. A guilda trófica com maior número de famílias foi a dos predadores, enquanto a dos fragmentadores foi a menos representada, possivelmente devido à presença de matéria orgânica de *Acacia spp.*, dominante na região da APP. Para uma melhor compreensão desse fenômeno, seria necessário um estudo aprofundado acerca da qualidade da matéria orgânica de *Acacia spp.* Além disso, embora a lagoa apresente uma riqueza relativamente alta em comparação com outros estudos, a diversidade e a equitabilidade da comunidade são baixas, devido à dominância da família Chironomidae.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.A. de *et al.* Determinação do conteúdo fenólico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. ex G. Don, Leguminosae-

mimosoideae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, p. 231-235, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000200017>. Acesso em: 30 nov 2024.

ASEVILA - ASSOCIAÇÃO DOS EMPRESÁRIOS DE VILA VELHA. **Plano de Desenvolvimento Sustentável de Vila Velha**. Vila Velha: GSA Gráfica e Editora, 2010. Disponível em: <https://www.vilavelha.es.gov.br/files/arquivos/publicacoes/publicidade/6-planode-desenvolvimento-sustentavel-de-vila-velha/174-plano-de-desenvolvimento-sustentavel-de-vila-velha.pdf>. Acesso em: 30 mai 2023.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J. L. **Ecology: Individuals, Populations and Communities**. 2007.

BRANDIMARTE, A.L. et al. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C.E.M; BICUDO, D.C. **Amostragem em Limnologia**. 2ª ed. São Paulo: RIMA, 2004.

BUENO, A.A.P.; BOND-BUCKUP, G.; FERREIRA, B.D.P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 115-125, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000100014>. Acesso em: 28 abr. 2024.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F.A. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob a influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia Central (Brasil). In: NESSIMIAN, J.L.; CARVALHO, A.L. **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro, v. 5, p. 223-234, 1998. Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Callisto&Esteves-1998d.pdf. Acesso em: 17 maio 2023.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Minas Gerais, v. 6, p. 71-82, jan./mar. 2001. Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/callisto.et.al.2001.RBRH.pdf. Acesso em: 19 mai 2023.

CARVALHO, A.L.; NESSIMIAN, J.L. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: hábitos e hábitos das larvas. **Ecologia de Insetos Aquáticos. Series Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 5, p. 3-28, 1998. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2885968.pdf>. Acesso em: 12 nov 2024.

CARVALHO, P.H.G.; FOGAROLLI, V.A.; ABBATE, D.; ABBATE, P.O.V.L. INDÍCIOS DE MELANOIDES TUBERCULATA (O. F. MÜLLER, 1774) (CAENOCASTROPODA, THIARIDAE) COMO VETOR DE SCHISTOSOMA MANSONI. **I Congresso Nacional On-line de Integração em Saúde e Meio Ambiente**, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.51189/consamei/21356>. Acesso em: 01 dez 2024.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. **Macrófitas Aquáticas: Caracterização e Importância em Reservatórios Hidrelétricos**. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2021/03/livro-macrofitas-cemig-2021.pdf>. Acesso em: 12 nov 2024.

CUMMINS, K.W.; MERRITT, R.W.; ANDRADE, P.C.N. 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. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01650520400025720>. Acesso em: 01 dez 2024.

EDMUNDS, G.F; JENSEN, S.L.; BERNER, L. **The Mayflies of North and Central America**. Minnesota: University of Minnesota Press, 1976.

ELIAS, R. **Consulta pública: criação da Unidade de Conservação da Lagoa Encantada**. Prefeitura de Vila Velha, 2022. Disponível em: <https://www.vilavelha.es.gov.br/noticias/2022/04/consulta-publica-criacao-da-unidade-de-conservacao-da-lagoa-encantada-37600>. Acesso em: 30 maio 2023.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos da Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998.

FARIAS, E.S. Diversidade de maruins (Diptera: Ceratopogonidae) na Amazônia Brasileira e o uso da Taxonomia Integrada. 2021. 273 f. **Tese (Doutorado em**

Biodiversidade e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz. Manaus, 2021. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/55975>. Acesso em 12 nov 2024.

FERRINGTON, L.C; BERG, M.B; COFFMAN, W.P. Chironomidae. In: MERRITT, R.W; CUMMINS, K.W. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. Kendall Hunt Pub Co., 1995. p. 847 - 991.

FUSARI, L.M; DANTAS, G.P.S; PINHO, L.C. Order Diptera. In: HAMADA, N; THORP, J.H; ROGERS, D.C. **Keys to Neotropical Hexapoda**. Academic Press, 2018. p. 607 - 621.

GONÇALVES JUNIOR, J.F. O papel dos invertebrados na decomposição. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, n. 35, p. 38-39, 2006. Disponível em: [http://www.biodados.icb.ufmg.br/cromatina/metagenomics/metagenomica/bol_s_b1_35\(2\).pdf](http://www.biodados.icb.ufmg.br/cromatina/metagenomics/metagenomica/bol_s_b1_35(2).pdf). Acesso em: 12 nov 2024.

HAMADA, N.; THORP, J.H.; ROGERS, D.C. **Keys to Neotropical Hexapoda**. 4ª ed. Academic Press, 2018.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L.; QUERINO, R.B. **Insetos Aquáticos na Amazônia Brasileira: Taxonomia, Biologia e Ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1000609>. Acesso em: 11 nov. 2024.

HIGA, R.C.V *et al.* Acácia negra. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia, p. 313-319, 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/631216>. Acesso em: 30 nov 2024.

KRAUS, T. E.; ZASOSKI, R. J.; DAHLGREN, R. A.; HORWATH, W. R.; & PRESTON, C. M. Tannins in nutrient dynamics of forest ecosystems-a review. **Plant and soil**, v. 256, p. 41-66, 2003. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026206511084>. Acesso em: 01 nov 2024.

LAMPERT, W.; SOMMER, U. **Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams**. 2ª ed. Oxford: Oxford University Press, 2007.

LISBOA, L.K. et al. Estrutura e composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos da Lagoa do Peri, Florianópolis, SC. 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30408437.pdf>. Acesso em: 12 nov 2024.

LUZ, S.M. et al. Atividade alelopática de substâncias químicas isoladas da *Acacia mangium* e suas variações em função do pH. **Planta daninha**, v. 28, p. 479-487, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300004>. Acesso em: 30 nov 2024.

MARDEGAN, A.C. Lagoa Encantada é ameaçada por Plano de Mobilidade de Vila Velha. **Instituto Últimos Refúgios**, 12 mar. 2020. Disponível em: <https://www.ultimosrefugios.org.br/single-post/2020/03/12/lagoa-encantada-e-ameacada-por-plano-de-mobilidade-de-vila-velha>. Acesso em: 11 nov. 2024.

MARQUES, M.G.S.M; FERREIRA, R.L; BARBOSA, F.A.R. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 203-210, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbbio/a/QVhNkvGhj3f3Hh3ZQkh9S3p/?lang=pt&format=h tml>. Acesso em: 12 nov. 2024.

MEDEIROS, K.P.C. Relação de grupos funcionais alimentares da comunidade de insetos aquáticos com fatores ambientais. Trabalho de Conclusão de Curso, Petrolina, 2015. Disponível em: <http://www.cemafauna.univasf.edu.br/arquivos/files/00000640.pdf>. Acesso em: 12 nov 2024.

MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W.; BERG, M.B. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 4ª ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 2009.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010.

OHLWEILER, F.P.; TAKAHASHI, F.Y.; GUIMARÃES, M.C.A.; GOMES, S.R.; KAWANO, T. **Manual de Gastrópodes Límnicos e Terrestres do Estado de São Paulo Associados às Helmintoses**. Porto Alegre: Redes Editora, 2010.

OLIVEIRA, N.V. *et al.* Estudo fitoquímico e da atividade biológica das folhas e do caule da espécie *Acacia langsdorfii* Benth (Leguminosaceae). 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/2479>. Acesso em: 30 nov 2024.

RAMOS, C.I. *et al.* Macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores da qualidade da água da bacia hidrográfica de Popuca - Botinhas, Guarulhos (SP). **Revista Geociências**, São Paulo, v. 20, p. 29-34, 2021. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/3062/0>. Acesso em: 18 maio 2023.

PIELOU, E.C. The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, p. 131-144, 1966.

PINTO, A.S.; MOURA, D.A.; LIMA, F.P.A. Levantamento dos macroinvertebrados aquáticos do córrego Lagoa Serena, Instituto de Biotecnologia, Uniara: avaliação do possível impacto. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 13, n. 2, p. 114-123, 2010. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/144>. Acesso em: 12 nov. 2024.

PINTO, H.A.; MELO, A.L. de. *Melanoides tuberculata* as intermediate host of *Philophthalmus gralli* in Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 52, p. 323-327, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0036-46652010000600007>. Acesso em: 01 dez 2010.

POI DE NEIFF, A.; NEIFF, J.J. Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del Río Paraná. **Interciência**, Caracas, v. 31, n. 3, p. 220-225, 2006. Disponível em:

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000300013. Acesso em: 12 nov 2024.

PUJOL-LUZ, J.R.; XEREZ, R.; VIANA, G.G. Descrição do pupário de *Raphiocera armata* (Wiedemann) (Diptera, Stratiomyidae) da Ilha da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/Q7VCCdFVhR9fC57wJ6GRNbR/?lang=pt>. Acesso em: 11 nov. 2024.

ROSCHILD, C.V.P. Monitoramento de macroinvertebrados bentônicos como ferramenta bioindicadora e de previsão de impactos ambientais em riachos no sul do Brasil. 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/262634>. Acesso em: 01 dez 2024.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 117 p. Disponível em: <https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>. Acesso em: 12 nov 2024.

SHIMABUKURO, E.M. A fauna de macroinvertebrados bentônicos em uma lagoa marginal ao rio Paranapanema, na zona de desembocadura na represa de Jurumirim (SP, Brasil). 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/121141>. Acesso em: 12 nov 2024.

SILVA, C.V.; HENRY, R. Aquatic macroinvertebrates associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth and relationships with abiotic factors in marginal lentic ecosystems (São Paulo, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 73, n. 1, p. 149-162, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/jqcvvBGSpmYzJYt5kHJvzMR/abstract/?lang=en>. Acesso em: 12 nov 2024.

SILVA, F.L.; PAULETO, G.M.; TALAMONI, J.L.B.; RUIZ, S.S. Categorização funcional trófica das comunidades de macroinvertebrados de dois reservatórios na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 1, p. 73-78, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1871/187114994011.pdf>. Acesso em: 12 nov 2024.

SILVA, F.L. e colaboradores. Family Chironomidae. In: HAMADA, N; THORP, J.H; ROGERS, D.C. **Keys to Neotropical Hexapoda**. Academic Press, 2018. p. 661 - 698.

SIMBERLOFF, D.; DAYAN, T. The guild concept and the structure of ecological communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 22, p. 115-143, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.22.110191.000555>. Acesso em: 22 maio 2023.

SIMONE, L.R.L. **Land and Freshwater Molluscs of Brazil**. São Paulo: EGB - FAPESP, 2006.

SOUZA, E.A. Estudo morfo-ecológico de alguns Ephemeroptera da região de Curitiba e arredores. 1975. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1975. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/62663>. Acesso em: 12 nov 2024.

SUHLING, F. e colaboradores. Order Odonata. In: THORP, J.H; ROGERS, D.C. **Thorpe and Covich's Freshwater Invertebrates: Ecology and General Biology**. Academic Press, 2014. p. 894 - 930.

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R; CUSHING, C.E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, p. 130-137. Disponível em: <https://www.purdue.edu/trails/wp-content/uploads/2019/06/River-Continuum-Article-1.pdf>. Acesso em: 12 nov 2024.

VILA VELHA, Prefeitura. Ofício 12/2020. Vila Velha, ES: Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 09 jun. 2020.

VILA VELHA, Prefeitura. Relatório Técnico SEMMA/GERN 36/2022. **Vila Velha, ES: Secretaria Municipal de Meio Ambiente**, 07 mar. 2022. Disponível em: https://www.vilavelha.es.gov.br/app/webroot/files/consultapublica/lagoaencanta-da/RT_36-

[2022 SEMMA GERN Delimita% C3%A7%C3%A3o Lagoa%20Encantada.pdf](#).

Acesso em: 11 nov. 2024.

ZAGATTO, M.R.G. et al. *Acacia mangium* increases the mesofauna density and diversity in the litter layer in *Eucalyptus grandis* plantations. **European Journal of Soil Biology**, v. 94, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1164556318304709>. Acesso em: 12 nov 2024.