

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**COLONIZAÇÃO DE TANQUES DE *Aechmea lingulata* POR
INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM DUAS ÁREAS DE RESTINGA**

ROSANGELA ELZA SCHUTTZ DE ARAÚJO

VILA VELHA-ES
MARÇO/2014

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**COLONIZAÇÃO DE TANQUES DE *Aechmea lingulata* POR
INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM DUAS ÁREAS DE RESTINGA**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas, para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

ROSANGELA ELZA SCHUTTZ DE ARAÚJO

VILA VELHA-ES
MARÇO/2014

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

A663c Araújo, Rosângela Elza Schuttz de.

Colonização de tanques de *Aechmea lingulata* por invertebrados aquáticos em duas áreas de restinga / Rosângela Elza Schuttz de Araújo. – 2014.

45 f.: il.

Orientador: Marcelo da Silva Moretti.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ecossistemas) - Universidade Vila Velha, 2014.

Inclui bibliografias.

1. Bromélia. 2. Invertebrado - Colonização. 3. Restingas – Guarapari (ES) – Conservação. I. Moretti, Marcelo da Silva. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 577.6

ROSANGELA ELZA SCHUTTZ DE ARAÚJO

**COLONIZAÇÃO DE TANQUES DE *Aechmea lingulata* POR
INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM DUAS ÁREAS DE
RESTINGA**

Dissertação apresentada à
Universidade Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
graduação em Ecologia de
Ecossistemas, para a obtenção do
grau de Mestre em Ecologia.

Aprovada em 14 de março de 2014.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Marcos Callisto de Faria Pereira – UFMG



Prof. Dr. Werther Krohling – UVV



Prof. Dr. Marcelo da Silva Moretti – UVV
Orientador

Dedico mais esta conquista ao meu amado esposo Luiz. Para nós, ela vem com a alegria de mais um desejo planejado e alcançado, com esforço e dedicação de quem um dia simplesmente desejava estudar. Este sonho, que por infinitas razões foi adiado, enfim chegou! Obrigada pelo companheirismo e por seu amor!

O segredo é não correr atrás das borboletas...
É cuidar do jardim para que elas venham até você.

Mario Quintana

AGRADECIMENTOS

São tantos!!!

Agradeço primeiramente à FAPES pela bolsa (Ed.022012), sem a qual não seria possível continuar meus estudos, e ao Prof. Alessandro Coutinho Ramos (ex-coordenador do PPEE-UVV).

Ao meu amado Luiz, que ficou ao meu lado apoiando e ajudando. Amor, obrigada por todos os campos, pela paciência, pelas anotações, pelo GPS, pelos muitos galões de água nos muitos quilômetros que você carregou! E quando acabava a água... Obrigada de novo por você buscar mais. Agradeço mil vezes por você estar sempre comigo, me apoiando, incentivando, o que permitiu que eu chegasse até aqui e fosse capaz de enfrentar todos os obstáculos. Sem você nada disso seria possível. Te amo!

À minha mãe, Elza Maria Lembranza Schuttz (*in memoriam*), que infelizmente se despediu de mim no início do Mestrado, mas que me deixou de herança bons valores e força para lutar pelo o que eu quero, além de ter me ensinado a ter autoconfiança. Foi um início de curso muito difícil, em que tive de dividir minha atenção entre ela os meus compromissos acadêmicos e de trabalho. A falta que ela me faz é imensurável. Ao meu irmão, Marcos Henrique Schuttz (*in memoriam*), que sentiu muito a sua falta e logo se juntou a ela. Ao meu pai, Emilio Henrique Schuttz (*in memoriam*), que se foi muito cedo. Certamente estaria muito orgulhoso desta filha! É uma pena que vocês não estejam mais aqui. Muitas saudades!

Aos meus filhos Daieny e Diego pelo carinho e a toda minha família e amigos que muitas vezes toleraram minha ausência, principalmente no final do curso e em plenas férias. Obrigada por terem entendido meu desespero e compreendido que somente assim seria possível chegar até aqui.

Aos colegas do LEIA-UVV (Laboratório de Ecologia de Insetos Aquáticos) que me receberam de braços abertos: Larissa, Aice, Cinthia, Pâmela, Karol, Lyandra, Lorena e a todos os que passaram por lá nos últimos anos. Agradeço também aos funcionários da UVV, que me abriram os portões durante os finais de semana e nas férias!

Ao meu querido orientador, Prof. Marcelo Moretti. Muitíssimo obrigada por me receber no LEIA, por todo ensinamento, paciência e dedicação, sempre desejando me transformar em uma grande pesquisadora.

Ao Prof. Ary Gomes da Silva e toda a galera do “nosso cafofo”, em especial Júlia e Victor.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Marcos Callisto e Prof. Dr. Werther Krohling, que aceitaram o convite de avaliar esta dissertação.

Ao IEMA (Instituto Estadual de Meio Ambiente) pela autorização (62227963) para a realização do experimento e à direção e funcionários do Parque Estadual Paulo César Vinha pelo apoio logístico.

A todos vocês, deixo o meu carinho e o meu muito obrigada!

SUMÁRIO

Lista de Figuras	9
Lista de Tabelas	10
Capa do Artigo	11
Resumo	12
Abstract	13
Introdução	14
Objetivos	19
Material e Métodos	20
<i>Áreas de Estudo</i>	20
<i>Desenho Amostral</i>	22
<i>Análise de Dados</i>	24
Resultados	25
Discussão	34
Perspectivas futuras	38
Referências Bibliográficas	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES - Brasil. Fonte: Plano de Manejo do Parque Estadual Paulo César Vinha, Adaptado CEPEMAR.

Figura 2: *Aechmea lingulata* (L.) Baker da área de estudo: Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES - Brasil.

Figura 3: Volume efetivo (média \pm EP, n = 4) dos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES – Brasil e valores de pluviosidade acumulada.

Figura 4: Valores de abundância (A), riqueza taxonômica (B) e biomassa (C) das comunidades de invertebrados encontradas nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES – Brasil (Média \pm EP, n = 4). Os pontos não conectados por linhas representam os controles iniciais e finais.

Figura 5: Escalonamento Multidimensional Não Paramétrico (NMDS) das assembléias de invertebrados encontradas nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES - Brasil. Os valores próximos aos pontos indicam os tempos do experimento. Ini = controle inicial; Fin = controle final.

Figura 6: Teores de matéria orgânica particulada grossa (A - MOPG) e fina (B - MOPF) nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES – Brasil (Média \pm EP, n = 4).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros físicos e químicos mensurados nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES - Brasil. C. Inic. = controle inicial; C. Final = controle final; (-) = volume de água insuficiente para a medição dos parâmetros abióticos (Média \pm EP, n = 4).

Tabela 2: Abundância relativa (%) dos táxons de invertebrados encontrados nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES - Brasil. GTF = grupos tróficos funcionais; Cat = coletor-catador; Fil = coletor-filtrador; Pre = predador; Ras = raspador.

Tabela 3: Abundância dos grupos tróficos funcionais de invertebrados encontrados nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES – Brasil. C. Inic. = controle inicial; C. Final = controle final (Média \pm EP, n = 4).

Tabela 4: Resultados das análises de variância (ANOVA two-way) realizadas a partir dos dados de abundância dos grupos tróficos funcionais dos invertebrados encontrados nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES – Brasil.

Colonização de tanques de *Aechmea lingulata* por invertebrados aquáticos em duas áreas de restinga

Rosangela Schuttz & Marcelo S. Moretti

Universidade Vila Velha, Laboratório de Ecologia de Insetos Aquáticos. Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Vila Velha, ES, Brasil - CEP 29.102-770.

Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas, Universidade Vila Velha.

A formatação deste manuscrito segue as normas da Revista *Hydrobiologia*.

RESUMO

ARAÚJO, Rosangela Elza Schuttz de. M. Sc., Universidade Vila Velha - ES, março de 2014. **Colonização de tanques de *Aechmea lingulata* por invertebrados aquáticos em duas áreas de restinga.** Orientador: Marcelo da Silva Moretti.

As restingas são ecossistemas de extrema fragilidade pelo fato de sua vegetação encontrar-se sobre solos arenosos, lixiviados e pobres em nutrientes. Nestes ambientes, onde a disponibilidade de água é baixa, as espécies-tanque da família Bromeliaceae favorecem a diversidade biológica, disponibilizando recursos para diferentes grupos de organismos. O objetivo desta dissertação foi avaliar o processo de colonização de invertebrados aquáticos em tanques de *Aechmea lingulata* em duas áreas de restinga no município de Guarapari (ES) que se encontram sob diferentes regimes de preservação (Parque Estadual Paulo César Vinha [PEPCV] e Área de Proteção Ambiental de Setiba [APA]). Foi hipotetizado que o processo de colonização e a composição das comunidades de invertebrados encontradas nos tanques de bromélias seria similar nas duas unidades de conservação. Ao todo, 72 bromélias foram marcadas nas duas áreas e as comunidades encontradas nos tanques foram monitoradas nos intervalos de 7, 14, 21, 30, 45, 60 e 90 dias. Em cada coleta, foram determinados o volume de água e os teores de matéria orgânica particulada grossa (MOPG) e fina (MOPF). No total, foram coletados 13.920 organismos pertencentes a 25 táxons, sendo a maioria pertencente à Classe Insecta (21%). Os valores de abundância de invertebrados amostrados na APA foram maiores que os do PEPCV, enquanto os valores de riqueza taxonômica e biomassa não diferiram entre as duas áreas estudadas. Em relação aos grupos tróficos funcionais, os organismos coletores-catadores e os predadores foram mais abundantes na APA enquanto os coletores-filtradores foram mais abundantes nos estágios iniciais da colonização. A composição das comunidades apresentou diferenças entre as duas áreas e os tempos de colonização. Os volumes de água dos tanques estiveram diretamente relacionados aos valores de pluviosidade e diferiram apenas entre os tempos de colonização. A quantidade de MOPG foi maior nas bromélias do PEPCV e a MOPF não apresentou diferenças. Estes resultados evidenciaram o importante papel desempenhado pelos tanques de bromélias para a manutenção das comunidades de invertebrados aquáticos em áreas de restinga do sudeste do Brasil.

Palavras-chave: fitotelma, fauna associada, grupos tróficos funcionais, bromélias, unidade de conservação.

ABSTRACT

ARAÚJO, Rosângela Elza Schuttz de. M. Sc., Vila Velha University - ES, March 2014. **Colonization of tanks *Aechmea lingulata* by aquatic invertebrates in two areas of restinga.** Advisor: Marcelo da Silva Moretti.

Restingas are extremely fragile ecosystems because its vegetation is found on sandy, leached and nutrient poor soils. In these environments, where water availability is low, bromeliad tanks promote biological diversity, providing resources for different groups of organisms. The aim of this study was to evaluate the colonization process of aquatic invertebrates in *Aechmea lingulata* tanks in two restinga areas from Guarapari (ES) which are under different preservation rules (Paulo César Vinha State Park [PEPCV] and Environmental Protection Area of Setiba [APA]). We hypothesized that the colonization process and composition of invertebrate communities found in bromeliad tanks would be similar in the two protected areas. Then, 72 bromeliads were marked in the two areas and tanks communities were monitored at intervals of 7, 14, 21, 30, 45, 60 and 90 days. In each sample, the water volumes and the amounts of coarse (CPOM) and fine (FPOM) particulate organic matter were determined. In total, 13,920 organisms belonging to 25 taxa were collected, mostly belonging to Insecta Class (21%). Invertebrate abundance values observed in APA were higher than those in PEPCV, while taxa richness and biomass values did not differ between the studied areas. Regarding to the functional feeding groups, gathering-collectors and predators were more abundant in APA while the filtering-collectors were more abundant in the early stages of colonization. Invertebrate communities composition showed differences between the two areas and colonization times. Water volumes in tanks were directly related to rainfall and only differed among colonization times. The amount of CPOM was higher in the bromeliads from PEPCV while the amount of FPOM showed no differences. These results demonstrated the important role played by bromeliad tanks for the maintenance of aquatic invertebrate communities in restinga areas of southeastern Brazil.

Keywords: *phytotelm; associated fauna; functional feeding groups, bromeliads, conservation units.*

Introdução

O Brasil possui uma costa de aproximadamente 9.000 quilômetros que se estende do norte do estado do Amapá à região sul do Rio Grande do Sul e nesta predomina o Bioma Mata Atlântica o qual se caracteriza por apresentar ecossistemas com influência marinha como o mangue e a restinga (Villwock et al. 2005).

Os impactos sobre os ecossistemas costeiros são principalmente devido à ocupação do solo brasileiro que ocorreu de forma desigual, em geral, da zona costeira para o interior, segundo Cunha (2005), e o aumento da pressão antrópica consequentemente levando a outros impactos como a especulação imobiliária, extração de areia para construções civis, e a introdução de espécies exóticas, dentre outros (Pereira, 2007).

As restingas são ecossistemas sob constante foco de abordagens de conservação por serem considerados ambientes de extrema fragilidade, passíveis de perturbação e baixa capacidade de resiliência pelo fato da vegetação de restinga encontrar-se sobre solos arenosos, altamente lixiviados e pobres em nutrientes (Araújo et al. 2004; Guedes et al, 2006).

No Espírito Santo, a vegetação de restinga encontra-se conservada ao Sul, no Parque Estadual Paulo Cesar Vinha, situado dentro da APA de Setiba, e no Parque Municipal de Jacarenema; ao Norte, na Reserva Biológica de Comboios, em Linhares, e no Parque Estadual de Itaúnas, em Conceição da Barra (Pereira, 2007). A restinga de Setiba, localizada no município de Guarapari/ES foi considerada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) como área prioritária para conservação da biodiversidade, contemplando-a na categoria de alta importância biológica (Ministério do Meio Ambiente, 2000).

A descaracterização da restinga, segundo Pereira (2007), tem gerado situações que levam a um grande risco às espécies com ampla distribuição geográfica e, principalmente àquelas de distribuição restrita, muitas vezes, endêmicas de determinada área.

O termo restinga descreve um mosaico de comunidades vegetais que ocupa planícies arenosas formadas por depósitos marinhos, e experimenta uma grande variedade de condições ambientais adversas. Condições tais como altas temperaturas, secas e maior incidência de luz durante todo o ano.

A maioria das plantas são adaptadas a lidar com o estresse do déficit hídrico, mas a alta incidência de luz, a salinidade e insolação elevada impõem fortes restrições em sobrevivência e desenvolvimento das plantas (Scarano, 2002).

Cada sistema de restinga ao longo da costa tem sua própria topografia, fisionomia e flora. No entanto, a distribuição da vegetação em zonas parece ser um padrão ao longo da costa (Cogliatti-Carvalho *et al.*, 2000), em que cada zona tem um conjunto diferente de plantas com tolerância às condições ambientais extremas (Zaluar & Scarano, 2000; Scarano, 2002).

Entre as famílias de plantas mais características nas restingas, a Bromeliaceae geralmente têm uma alta riqueza local e abundância (Cogliatti-carvalho *et al.*, 2000). Nessas composições, as bromélias têm um papel importante na facilitação do estabelecimento de outras espécies de plantas (Zaluar & Scarano, 2000) contribuindo como suporte para o ecossistema e, portanto, como potenciadores de diversidade também pelo fornecimento de recursos para vários organismos ajudando na manutenção da comunidade e processos ecológicos (Zytynska *et al.*, 2012).

As espécies-tanque da família Bromeliaceae possuem elevada importância para os ecossistemas em que estão inseridas, principalmente onde a disponibilidade de água é baixa, tais como as restingas (Lopez 2001; Rocha *et al.*, 2004b). Nestas formações, as bromélias atuam como facilitadoras no estabelecimento de outras espécies vegetais (Zaluar & Scarano, 2000) e como incrementadoras da diversidade biológica, por disponibilizarem recursos para diferentes grupos de animais (Rocha *et al.*, 2004b).

Os tanques de bromélias representam um local adequado para ovoposição e desenvolvimento larval de anuros e insetos de diferentes ordens. Além disso, uma variedade de outros organismos, como invertebrados, pequenos mamíferos e aves, também podem utilizar estes microambientes para forrageamento, refúgio contra predadores e fonte de água (Kitching, 2000; Bourne *et al.*, 2001; Vosgueritchian & Buzato, 2006; Ulissêa *et al.*, 2007).

Os organismos encontrados dentro de fitotelmatas foram, provavelmente, descendentes de organismos aquáticos provenientes de

ecossistemas aquáticos continentais próximos (Srivastava *et al.*, 2004).

O termo *Phytotelmata* refere-se a todas as estruturas ou cavidades presentes em vegetais que são capazes de acumular água das chuvas, formando um “tanque”. Sendo assim, são exemplos comuns de fitotelmas as plantas carnívoras, os buracos em árvores, os ocos de bambus, as inflorescências de *Heliconia* spp. e os tanques de bromélias (Richardson *et al.*, 2000; Kitching, 2001; Yanoviak, 2001; Srivastava *et al.*, 2004; Yee & Willig, 2007; Mouquet *et al.*, 2008).

Esses microhabitats naturais têm despertado cada vez mais o interesse dos ecólogos como uma alternativa para facilitar o estudo das comunidades locais. Sua eficiência foi testada por Blaustein & Schwartz (2001) e Srivastava *et al.*, (2004), que concluíram que os microcosmos naturais são tão versáteis quanto os artificiais e, ao mesmo tempo, apresentam a mesma complexidade biológica dos ecossistemas reais. Desde então, os microcosmos passaram a ser objeto de estudo em diferentes trabalhos que abordaram as comunidades aquáticas. Estes ecossistemas, incluindo as poças temporárias e os fitotelmas, contêm comunidades bem delineadas, permitindo uma definição clara das espécies locais e regionais (Kitching, 2000). Apesar do seu pequeno tamanho e simplicidade, é possível encontrar uma elevada diversidade de invertebrados aquáticos nestes ambientes (Kitching, 2000), o que os tornam adequados para o estudo de vários processos ecológicos como a produção de fotossíntese, a predação, a decomposição, entre outros.

Em comparação a outros ecossistemas aquáticos, a dinâmica de fatores bióticos e abióticos nos fitotelmas normalmente ocorre em períodos muito curtos, uma vez que o tempo de permanência destes ecossistemas depende do tempo de vida das estruturas da planta e das taxas de precipitação e evaporação (Kitching, 2000). Desta forma, os fitotelmas e as suas comunidades associadas podem persistir desde alguns dias até vários meses ou anos. Consequentemente, os organismos que habitam os fitotelmas devem ser bem adaptados à dinâmica da planta e às mudanças no aporte de nutrientes para obterem sucesso durante o processo de colonização e permanência no fitotelma (Kitching, 2000).

Os tanques de bromélias estão entre os mais interessantes fitotelmas, pois são importantes em termos de riqueza de invertebrados e complexidade de comunidades (Benzing, 2000; Frank & Lounibos, 2009). A família Bromeliaceae é composta por cerca de 2.600 espécies distribuídas em 56 gêneros e pode ser encontrada em uma grande variedade de habitats, desde afloramentos graníticos e campos de dunas costeiras a florestas tropicais e em altas altitudes (Balke et al., 2008). Devido à morfologia de suas folhas, que são dispostas radialmente e se sobrepõem umas às outras sob bainhas amplas e flexíveis, as bromélias permitem a formação de um "tanque". Este espaço é preenchido por detritos orgânicos e água de chuvas, constituindo assim um microhabitat rico em nutrientes (Benzing, 2000; Frank & Lounibos, 2009). Desta forma, as bromélias constituem um habitat importante para muitos organismos aquáticos (Kitching, 2000), proporcionando recursos alimentares e refúgio para organismos planctônicos, estágios imaturos de insetos aquáticos e crustáceos, que podem formar complexas cadeias alimentares (Ngal & Srivastava, 2006; Srivastava, 2006).

Por disponibilizarem habitat para diferentes organismos, as bromélias apresentam função importante na manutenção da diversidade e resiliência das comunidades que nela habitam (Armbruster et al., 2002; Zytynska et al., 2012).

A importância das bromélias-tanque como fonte de água e de umidade pode ser melhor compreendida se alguns fatores, como a capacidade de retenção de água, a geometria e o tamanho da roseta (área de captação de água da chuva), forem levados em consideração. A água efetivamente encontrada no interior do copo de bromélias-tanque é, basicamente, em função de fatores como: (i) arquitetura da planta, que determina a eficiência na capacidade de reserva e afeta a taxa de evaporação da água e, (ii) do efeito do clima local, que determina a quantidade de chuva, a taxa de insolação e a taxa de evaporação (Zotz & Thomaz, 1999; Rocha et al., 2004a). Assim, apesar da roseta da bromélia possuir uma capacidade máxima de armazenamento de água (volume máximo armazenável), este é influenciado pelas condições climáticas, sofrendo uma redução para o volume efetivamente existente no seu interior (volume efetivo armazenado). Desta forma, espera-se que o volume máximo de água varie entre espécies

em um mesmo habitat e entre populações de uma determinada espécie em diferentes habitats (Richardson, 1999).

De acordo com Kitching (2000; 2001), a abundância, a riqueza e a composição dos organismos presentes nos fitotelmas é regulada principalmente pelo material orgânico disponível (em geral de origem alóctone), sofrendo um controle do tipo “bottom-up”. Este recurso orgânico é incorporado através dos detritos que caem no interior das axilas da planta, auxiliados por eventos de precipitação. Outros fatores como a disponibilidade de nutrientes (Richardson et al., 2000), a variação do volume de água (Armbruster et al., 2002; Ospina-Bautista et al., 2004), o tamanho da planta (Araújo et al., 2007) e a incidência de luz, podem afetar a quantidade e a qualidade da matéria orgânica presente e a composição do meio químico, resultando em uma alteração dos padrões de distribuição e estrutura das comunidades associadas às bromélias. Além disso, as bromélias se beneficiam da presença dos organismos bromelícolas através da assimilação de nutrientes provenientes da atividade dos detritívoros, excrementos e restos de animais mortos (Benzing, 2000).

Recentemente, Dézerald et al. (2014) demonstraram que os padrões na estrutura de comunidades de invertebrados bromelícolas na Guiana Francesa estão associados principalmente à ocorrência de organismos predadores e ao volume de água. Além disso, estudos realizados por Romero et al. (2006) e Romero & Srivastava (2010), observaram que as aranhas da família Salticidae estão intimamente associadas às comunidades aquáticas encontradas em bromélias, fornecendo nutrientes através de suas fezes e restos de presas capturadas.

Desta forma, os fitotelmas das bromélias-tanque podem ser utilizados para avaliar os efeitos de fatores locais sobre as comunidades de invertebrados em pequenos corpos d'água.

Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação foi avaliar o processo de colonização de invertebrados aquáticos em tanques de *Aechmea lingulata* (L.) Baker (Bromeliaceae) em duas áreas de restinga que se encontram sob diferentes regimes de preservação. Desta forma, foram estudadas as comunidades de invertebrados encontradas nos fitotelmas de bromélias localizadas em duas categorias de Unidades de Conservação, sendo uma de Proteção Integral (PEPCV) e outra de Uso Sustentável (APA de Setiba).

Objetivos Específicos

- Determinar a abundância, riqueza taxonômica e biomassa das comunidades de invertebrados aquáticos encontradas associados às bromélias.
- Determinar a composição em grupos tróficos funcionais das comunidades de invertebrados aquáticos encontradas associados às bromélias.
- Determinar o volume efetivo de água e os teores de matéria orgânica particulada grossa (MOPG) e fina (MOPF) encontrados nas bromélias.
- Verificar se a estrutura e a composição taxonômica das comunidades de invertebrados aquáticos encontradas associados às bromélias diferiu entre as duas áreas estudadas e os tempos de colonização.

Hipótese

Partindo do pressuposto que as áreas das duas unidades de conservação estudadas se encontram sob as mesmas condições ambientais, esta dissertação foi baseada na seguinte hipótese:

O processo de colonização e a composição das comunidades de invertebrados encontradas nos tanques de bromélias será similar nas duas unidades de conservação.

Caso esta hipótese seja corroborada, serão levantadas evidências estruturais para a conservação da restinga a partir da composição das comunidades de invertebrados, o que reforçará a justificativa de ampliação do PEPCV aos limites da APA de Setiba, aumentando assim a área de preservação da restinga estudada.

Material e Métodos

Áreas de Estudo

O estudo foi conduzido no período de junho a setembro de 2013, no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA). O PEPCV ocupa uma área de aproximadamente 1.500 ha da restinga de Setiba, a qual está localizada no município de Guarapari (ES). O PEPCV está localizado entre as coordenadas 20°33'-20°38'S e 40°23'-40°26'W. Foi Criado em 1990 pelo Decreto n. 2.993/1990 como Parque Estadual de Setiba, passou a ser denominado Parque Estadual Paulo César Vinha com a Lei n. 4.903/1994. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw tropical, com verão quente e chuvoso e inverno seco; a temperatura média anual é de 23,3°C, a precipitação média anual é de 1.307mm e a umidade relativa média anual é de 80% (Fabris 1995). Em sua área circundante encontra-se a APA de Setiba (Fig. 1). Por estarem inseridas no ecossistema de Floresta Atlântica (Morelato, 2000), o clima das restingas é classificado como tropical úmido. No entanto, grande parte das chuvas que cai sobre os solos arenosos da restinga percola para o lençol freático, resultando em uma baixa disponibilidade de água (Zaluar & Scarano, 2000; Scarano, 2002).

Os elevados valores de temperatura e salinidade apresentados pelas restingas, bem como a presença de solos pobres em nutrientes (Scarano, 2002), fazem com que as comunidades vegetais apresentem uma cobertura descontínua, sendo caracterizadas por moitas com até 4 metros de altura. Estas moitas são frequentemente formadas em torno de um indivíduo da família Clusiaceae ou Ericaceae onde se agregam ervas ou arbustos baixos, com o predomínio de espécies da família Bromeliaceae (Scarano, 2002).

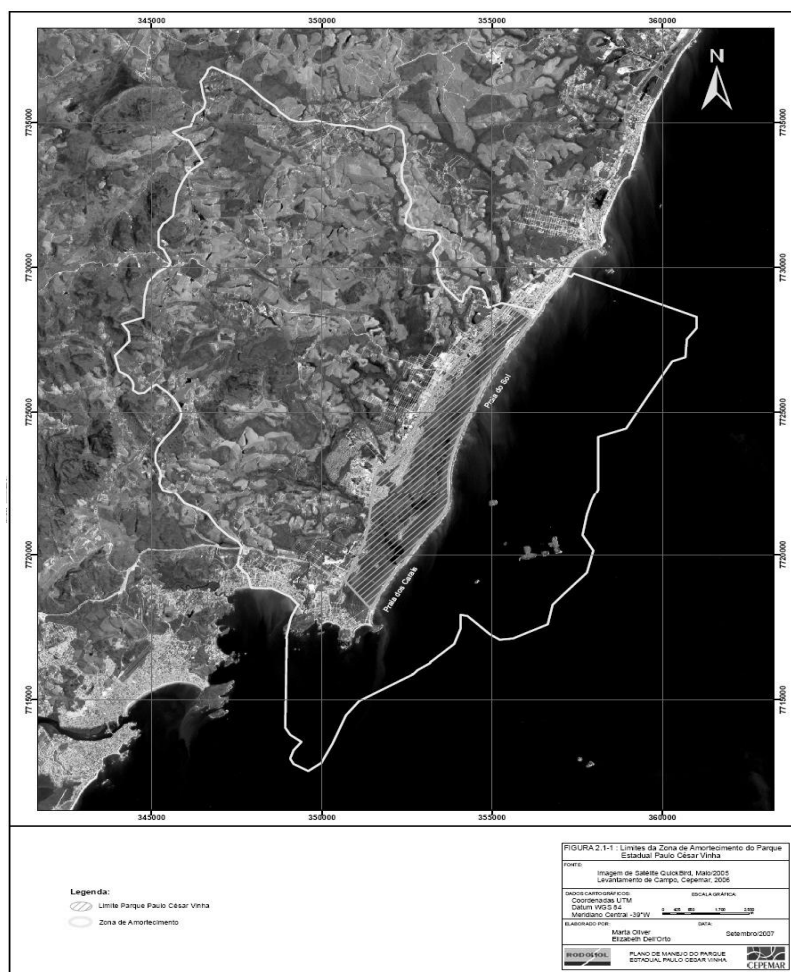


Figura 1: Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA) Setiba, Guarapari, ES - Brasil. Fonte: Plano de Manejo do Parque Estadual Paulo César Vinha, Adaptado CEPENAR.

A formação vegetal onde se encontravam as bromélias estudadas é a “arbustiva aberta não inundável segundo caracterizada por Pereira (2002); Pereira, 2007), que está presente tanto na área do PEPCV quanto na APA de Setiba a qual apresenta ilhas de vegetação intercaladas por cordões arenosos. Esta formação vegetal de restinga foi escolhida por apresentar áreas com uma grande quantidade de bromélias da espécie *A. lingulata*, além das facilidades de acesso e coleta. Os indivíduos de *A. lingulata* (Fig. 2) são preferencialmente terrestres, sendo encontrados entre os arbustos e também

nas áreas abertas rodeando as moitas. As folhas destas bromélias formam um tanque em forma de roseta, caracterizado por um tanque central e vários tanques laterais formados pelo embricamento das folhas, que acumula a água das chuvas.

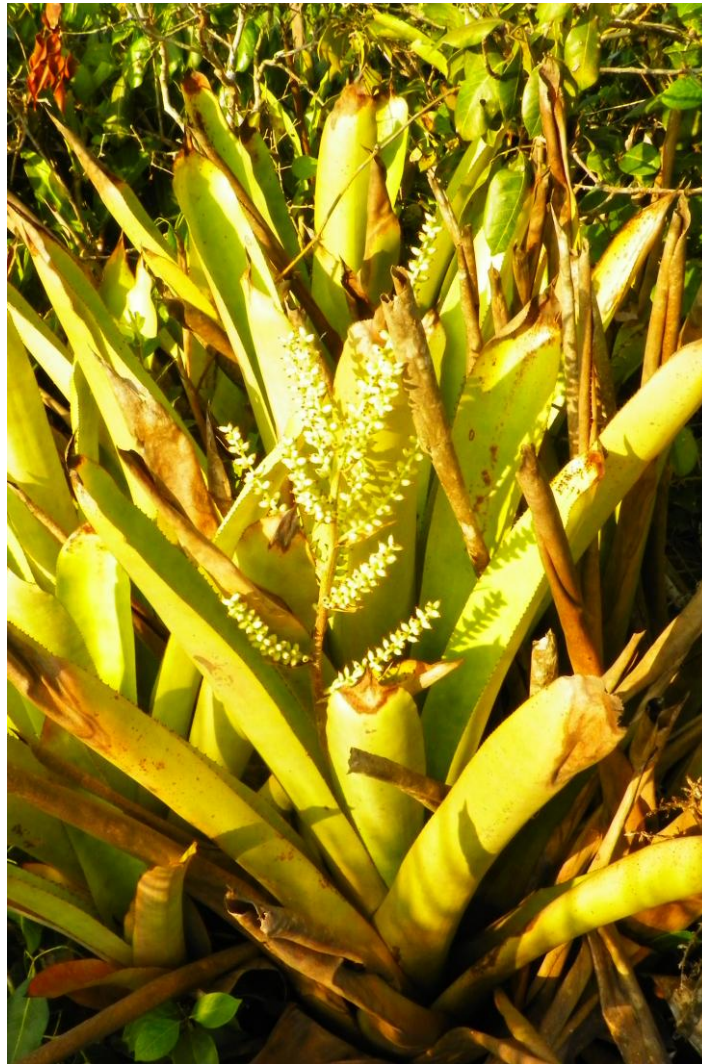


Figura 2: *Aechmea lingulata* (L.) Baker da área de estudo: Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES - Brasil.

Desenho Amostral

Para padronizar o tamanho das bromélias estudadas, foram determinadas *in situ* as seguintes variáveis: i) número de folhas, e ii) diâmetro (cm), determinado como a maior distância entre as inserções das folhas mais externas. Estas variáveis permitiram uma estimativa do volume máximo

armazenável pelos tanques das bromélias. Em cada área de estudo (PEPCV e APA de Setiba), foram escolhidas 36 bromélias apresentando em média $11,0 \pm 0,9$ folhas e $20,3 \pm 0,7$ cm de diâmetro. Os indivíduos foram marcados com fitas coloridas e tiveram suas coordenadas geográficas armazenadas em um GPS (Garmin eTrex). Em cada área, 28 indivíduos foram separados para o experimento e 8 para os controles inicial e final. Todos os indivíduos marcados tiveram sua capacidade de retenção de água determinada através da medição do volume máximo de suporte (nível em que a água começa a escorrer para o solo) com uma proveta graduada. Para as bromélias estudadas o valor médio de volume máximo suporte foi de $1,0 \pm 0,2$ litros.

Previamente ao início dos experimentos, os indivíduos marcados foram lavados, para a remoção de todos os organismos e do material orgânico do seu interior, e preenchidos completamente com água mineral, de forma que o tanque ficasse disponível para ser colonizado. Nos intervalos de 7, 14, 21, 30, 45, 60 e 90 dias após a lavagem, a água do tanque de 04 bromélias de cada área foi coletada por tombamento que consiste em virar a planta em um recipiente sem tirá-la do substrato, sendo o volume remanescente removido com uma pipeta plástica de 10 ml. Este método tem como objetivo preservar as bromélias nas áreas de estudo a fim de minimizar o impacto sobre as plantas (Liria, 2007; Jabiol et al., 2009). Após a retirada de toda a água, as bromélias foram retornadas a sua posição inicial. Para a avaliação das comunidades de invertebrados aquáticos associados às bromélias nos períodos anterior e posterior a realização do experimento, os fitotelmas de 8 indivíduos (4 controles iniciais e 4 controles finais) que não haviam sido lavados foram amostrados conforme descritos anteriormente. As bromélias amostradas em cada coleta não foram mais utilizadas nos experimentos.

Em cada coleta, foram mensurados *in situ* os valores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/L), saturação de oxigênio (%) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) com um multiparâmetro (YSI 85). Devido ao pequeno volume de água remanescente nos tanques das bromélias, a medição do pH não pôde ser realizada e em algumas coletas, quando o volume era menor que 50mL também não pôde ser mensurados os outros parâmetro abióticos. O volume de água remanescente foi determinado com uma proveta graduada e

as amostras de cada bromélia foram armazenadas individualmente em potes plásticos. Durante o período do experimento, os valores de pluviosidade foram medidos diariamente através de um pluviômetro digital com transmissão sem fio (marca TFA).

As amostras de todas as coletas foram transportadas no mesmo dia para o laboratório, onde foram lavadas sobre peneiras de 250 µm de malha. O material retido na peneira foi preservado em álcool 70% e posteriormente triado em um estereoscópio (25x). O número de indivíduos foram contados e identificados até o menor nível taxonômico possível e agrupados em grupos tróficos funcionais por meio de chaves de identificação (Merritt & Cummins, 1996; Costa et al., 2006; Mugnai et al., 2010; Triplehorn & Johnson, 2011). Após a identificação, os indivíduos de cada táxon foram secos em estufa (60° C por 72 horas) para a obtenção da biomassa seca. As amostras foram resfriadas em um dessecador (30 min.) e então pesadas em uma balança analítica (0,01mg).

Os detritos foliares e os galhos encontrados nos tanques das bromélias foram armazenados em sacos plásticos e, posteriormente, secos em estufa (60° C por 72 horas) e pesados (0,01mg) para a determinação da quantidade de matéria orgânica particulada grossa (MOPG). Após a passagem pelas peneiras a água das amostras foi filtrada em filtros de microfibras de vidro (GF/F, Whatman) para a determinação dos teores de matéria orgânica particulada fina (MOPF). Os filtros foram secos em estufa e posteriormente na Mufla e pesados em balança analítica conforme descrito anteriormente.

Análise de Dados

Os valores de abundância, riqueza taxonômica e biomassa das comunidades de invertebrados encontradas nas bromélias de cada área foram comparadas por Análises de Covariância (ANCOVA), utilizando o tempo de colonização como um co-fator (dados logaritmizados). Os valores de abundância de cada grupo trófico funcional (GTF), os volumes dos tanques e as quantidades de MOPG e MOPF foram comparados por Análises de Variância (ANOVA two-way), utilizando o local e os tempos de colonização

como fatores. Uma análise de escalonamento multidimensional não-métrica (NMDS), utilizando a distância de Bray-Curtis, foi realizada para verificar a variação da composição das comunidades de invertebrados associados às bromélias nas duas áreas nos diferentes tempos de colonização.

Todos os dados tiveram a sua normalidade testada (teste de Kolmogorov-Smirnov) e as análises estatísticas foram realizadas nos programas SPSS (versão 16.0 para Macintosh, SPSS, Chicago, Illinois) e *Primer 6 Beta* (Primer-E Ltd), de acordo com Zar (2010).

Resultados

Dados abióticos

Os parâmetros físico-químicos mensurados nos tanques das bromélias em cada coleta estão apresentados na Tabela 1. Na maioria dos tempos de incubação, os valores de temperatura da água observados nos tanques do PEPCV foram maiores que os da APA. A concentração de oxigênio foi baixa em ambas as áreas ($< 5,6 \text{ mg L}^{-1}$), sendo que, geralmente, os tanques do PEPCV apresentaram valores menores que os tanques da APA. No entanto, os maiores valores de saturação de oxigênio ($70,1 \pm 3,6\%$) foram observados no PEPCV no 7º dia do experimento e os menores valores ($30,0 \pm 0,2\%$) foram observados na APA após 45 dias. Os valores de condutividade elétrica variaram bastante tanto nos tanques estudados no PEPCV quanto nos da APA.

O volume de água observado nos tanques amostrados nas duas áreas estudadas esteve diretamente relacionado aos valores de pluviosidade (Fig. 3). O volume dos tanques aumentou até o 21º dia do experimento, diminuiu durante o período de ausência de chuvas que ocorreu nos tempos de 30 e 45 dias e voltou a aumentar no 60º dia. Apesar da ocorrência de chuvas nos últimos 30 dias do experimento, o volume de água dos tanques diminuiu no 90º dia. Os valores de volume de água não diferiram entre as bromélias amostradas no PEPCV e na APA. No entanto, estes valores foram diferentes entre os tempos estudados (ANOVA 2-way; Local: $F_{(1,56)} = 0,140$, $p = 0,711$; Tempo: $F_{(6,56)} = 4,335$, $p = 0,002$; Interação: $F_{(6,56)} = 0,203$, $p = 0,974$). O teste

de Tukey indicou que o volume dos tanques amostrados após 21 dias de experimento foi maior que os amostrados após 30, 45 e 90 dias.

Tabela 1: Parâmetros físicos e químicos mensurados nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari, ES - Brasil. C. Inic. = controle inicial; C. Final = controle final; (-) = volume de água insuficiente para a medição dos parâmetros abióticos (Média \pm EP, n = 4).

	Temperatura (° C)		O ₂ Dissolvido (mg L ⁻¹)		Saturação O ₂ (%)		Condutividade (μS.cm ⁻¹)	
	PEPCV	APA	PEPCV	APA	PEPCV	APA	PEPCV	APA
C.Inic.	21,9 \pm 0,2	25,3 \pm 0,5	4,5 \pm 0,3	4,4 \pm 0,5	53,5 \pm 3,6	51,0 \pm 6,0	38,0 \pm 7,9	25,8 \pm 10,9
7	24,1 \pm 0,5	22,1 \pm 0,6	5,4 \pm 0,2	5,5 \pm 0,4	70,1 \pm 3,6	57,5 \pm 2,8	30,8 \pm 16,8	6,5 \pm 5,0
14	23,9 \pm 0,6	20,6 \pm 0,7	2,1 \pm 0,5	5,0 \pm 0,5	22,3 \pm 5,8	62,5 \pm 12,4	30,5 \pm 15,8	42,6 \pm 16,8
21	28,2 \pm 0,5	26,0 \pm 0,5	2,4 \pm 0,4	3,5 \pm 0,5	31,6 \pm 4,8	43,1 \pm 5,9	16,5 \pm 5,4	27,1 \pm 4,4
30	25,8 \pm 0,1	25,0 \pm 0,3	3,6 \pm 0,1	3,3 \pm 0,1	45,3 \pm 0,2	41,4 \pm 0,3	19,5 \pm 0,1	21,0 \pm 0,1
45	-	26,8 \pm 0,3	-	1,8 \pm 0,6	-	30,0 \pm 0,2	-	29,2 \pm 0,1
60	27,3 \pm 0,5	25,9 \pm 0,4	1,3 \pm 0,1	1,3 \pm 0,1	16,3 \pm 1,1	18,4 \pm 1,5	17,7 \pm 9,7	23,9 \pm 4,9
90	26,4 \pm 2,7	22,0 \pm 0,2	2,8 \pm 1,5	5,2 \pm 0,2	30,2 \pm 14,0	66,4 \pm 2,3	0,6 \pm 0,1	1,4 \pm 0,7
C.Final	27,2 \pm 2,1	23,8 \pm 1,6	2,2 \pm 1,3	4,6 \pm 0,3	27,9 \pm 15,0	62,9 \pm 3,0	47,0 \pm 0,1	8,1 \pm 2,3

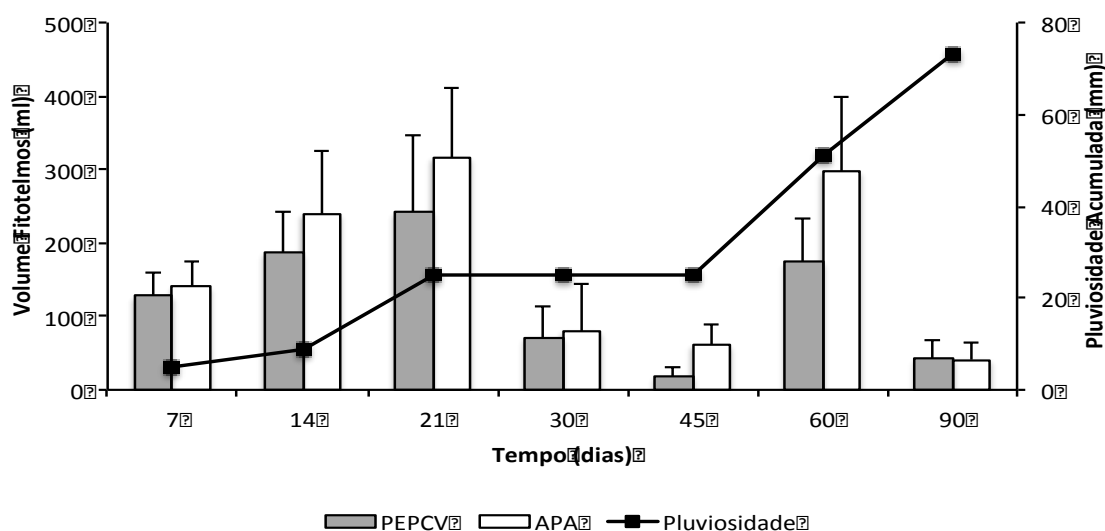


Figura 3: Volume efetivo (média \pm EP, n = 4) dos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari, ES – Brasil e valores de pluviosidade acumulada.

Invertebrados aquáticos

No total foram coletados 13.920 organismos pertencentes a 25 táxons, sendo a maioria (21,0% do total) da Classe Insecta (6 ordens, Tabela 2). Diptera foi a ordem mais representativa da classe Insecta (96,4%) e em número de táxons (9 famílias), sendo seguida por Coleoptera (4) e Odonata (3). No entanto, os táxons que apresentaram as maiores abundâncias relativas não pertenciam ao grupo dos insetos: (47,3%) Ostracoda (Crustacea), (15,7) Hydracarina (Acari) e (15,0%) Oligochaeta (Annelida). O maior número de indivíduos (8.714) foram amostrados nos tanques da APA e no PEPCV contribuiu com 5.106 indivíduos, sendo que o maior número de táxons (23) foi encontrado no PEPCV e 20 na APA.

Os valores de abundância de invertebrados encontrados nos tanques das bromélias estudadas no PEPCV apresentou variações ao longo do período estudado, sendo que os menores valores foram observados após 7 e 90 dias ($49,5 \pm 16,5$ e $65,5 \pm 25,2$ ind.; Fig. 4A). Nos tanques da APA, estes valores apresentaram maior variação sendo os maiores e os menores valores observados após 60 e 30 dias ($269,0 \pm 81,3$ e $133,0 \pm 23,9$ ind.), respectivamente. As abundâncias observadas após o término do experimento nas duas áreas foram menores que as observadas nos respectivos tanques controle finais. Os valores de abundância de invertebrados encontrados nos tanques amostrados na APA foram maiores que os encontrados no PEPCV (ANCOVA, $F_{(1,55)} = 5,263$, $p = 0,026$).

Os valores de riqueza taxonômica das comunidades de invertebrados encontradas nos tanques variaram de forma similar nas duas áreas estudadas (Fig. 4B). No entanto, enquanto na APA foi observada uma tendência de aumento da riqueza taxonômica ao longo do experimento ($8,2 \pm 0,7$ táxons após 90 dias), no PEPCV os valores observados após 7 e 90 dias foram próximos ($6,0 \pm 0,9$ e $6,5 \pm 2,1$ táxons). No entanto, os valores observados após o término do experimento nas duas áreas foram similares aos dos respectivos tanques controle finais. Os valores de riqueza taxonômica de invertebrados não diferiram entre as bromélias amostradas no PEPCV e na APA (ANCOVA, $F_{(1,55)} = 0,116$, $p = 0,734$).

Os maiores valores de biomassa de invertebrados encontrados nos tanques estudados foram observados após 45 dias ($8,44 \pm 3,4$ mg) no PEPCV e após 30 dias na APA ($13,43 \pm 9,6$ mg; Fig. 4C). Nas duas áreas estudadas, a biomassa de invertebrados observada após 90 dias foi menor que a dos respectivos tanques controle finais. Os valores de biomassa de invertebrados também não diferiram entre as bromélias amostradas no PEPCV e na APA (ANCOVA, $F_{(1,55)} = 0,812$, $p = 0,372$).

Em ambas as áreas e períodos estudados houve o predomínio de organismos coletores-catadores, seguido pelos predadores, coletores-filtradores e raspadores (Tabela 3). Esse padrão se manteve em todos os períodos de colonização e foi também observado nos controles iniciais e finais. As abundâncias dos organismos coletores-catadores e predadores foram maiores nos tanques amostrados na APA do que no PEPCV (Tabela 4). A abundância dos organismos coletores-filtradores apresentou diferenças entre os tempos de colonização, sendo que o teste de Tukey evidenciou que os valores observados após 14 dias de experimento foram maiores que os observados após 45 dias. Não foram observadas diferenças nos valores de abundância dos organismos raspadores entre as áreas estudadas e os tempos de colonização.

A análise de NMDS evidenciou que a composição das comunidades de invertebrados encontrados nos tanques estudados apresentou diferenças entre as duas áreas estudadas e os tempos de colonização (Fig. 5). As comunidades observadas no PEPCV e na APA após 14 e 21 dias apresentaram composições similares, assim como as comunidades observadas após 60 dias no PEPCV e 90 dias na APA.

Tabela 2: Abundância relativa (%) dos táxons de invertebrados encontrados nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari, ES - Brasil. GTF = grupos tróficos funcionais; Cat = coletor-catador; Fil = coletor-filtrador; Pre = predador; Ras = raspador.

Táxon	GTF	PEPCV	APA
Diptera			
Culicidae	Cat/Fil	13,66	9,89
Chironomidae	Cat	8,86	3,87
Ceratopogonidae	Cat/Pre	3,75	2,31
Tipulidae	Cat/Pre	-	0,05
Psychodidae	Cat	0,08	0,16
Tabanidae	Cat	0,27	0,20
Stratiomyidae	Cat/Pre	0,02	0,02
Muscidae	Pre	0,02	-
Empididae	Pre	0,17	0,13
Coleoptera			
Elmidae	Cat	0,10	0,05
Scirtidae	Cat/Ras	0,56	0,76
Staphilinidae	Pre	0,04	0,05
Psephenidae	Cat	0,02	-
Ephemeroptera			
Baetidae	Cat/Ras	0,02	-
Odonata			
Gomphidae	Pre	-	0,01
Libellulidae	Pre	0,02	-
Coenagrionidae	Pre	0,02	-
Blattodea			
Blattidae	Cat	0,04	0,02
Collembola			
	Cat	1,42	0,71
Crustacea			
Ostracoda	Cat	46,16	47,13
Copepoda Harpacticoida	Cat/Pre	0,19	0,14
Copepoda Ciclopoida	Cat/Pre	0,21	0,50
Acari			
Hydracarina	Pre	6,05	20,60
Annelida			
Oligochaeta	Cat	17,75	13,31
Nematoda			
	Cat/Pre	0,60	0,10
<i>Número de indivíduos</i>		5206	8714
<i>Número de Taxa</i>		23	20

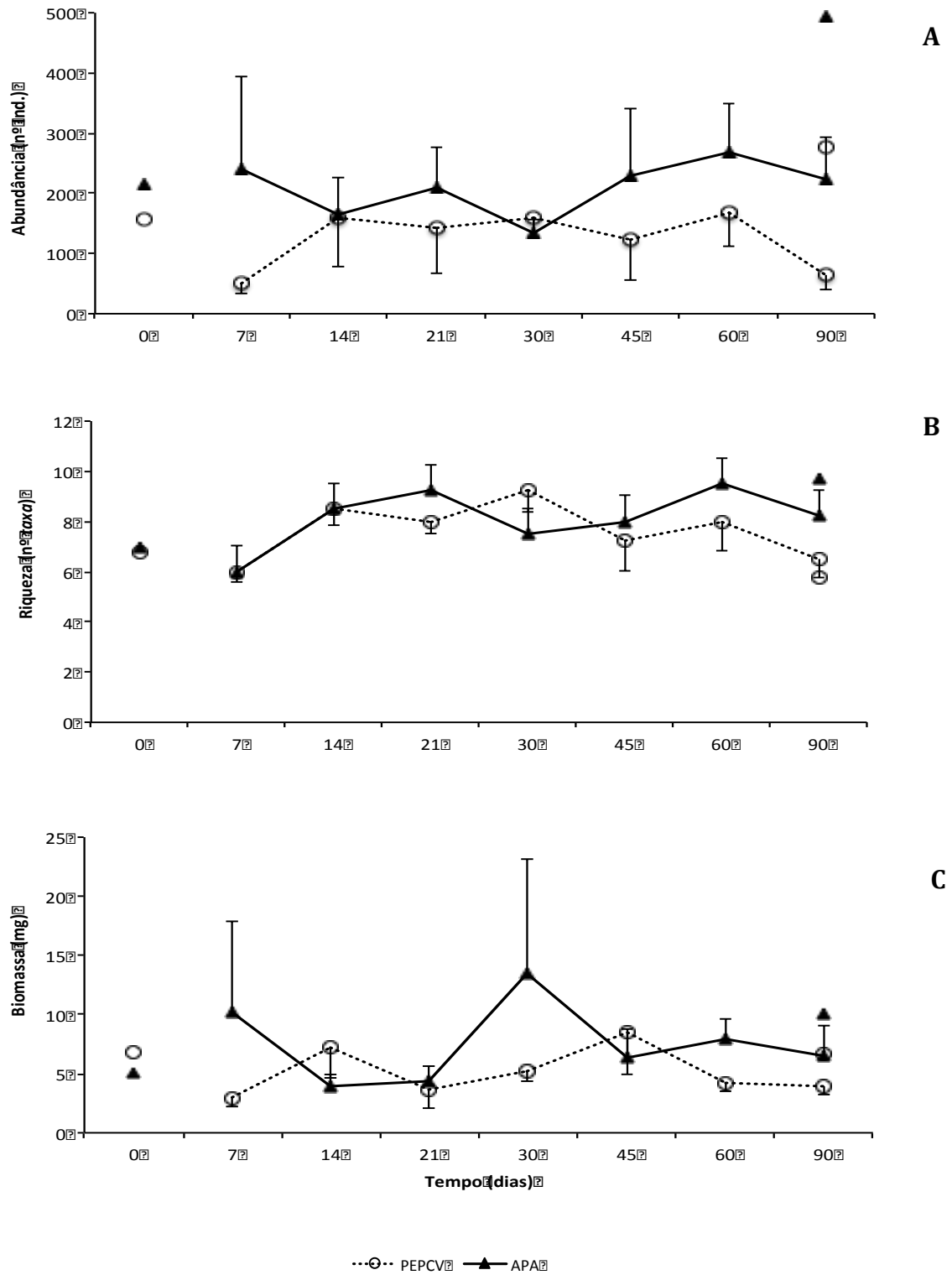


Figura 4: Valores de abundância (A), riqueza taxonômica (B) e biomassa (C) das comunidades de invertebrados encontradas nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari, ES – Brasil (Média \pm EP, n = 4). Os pontos não conectados por linhas representam os controles iniciais e finais.

Tabela 3: Abundância dos grupos tróficos funcionais de invertebrados encontrados nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES – Brasil. C. Inic. = controle inicial; C. Final = controle final (Média ± EP, n = 4).

	Coletores-Catadores		Coletores-Filtradores		Raspadores		Predadores	
	PEPCV	APA	PEPCV	APA	PEPCV	APA	PEPCV	APA
C. Inic.	153,8 ± 32,5	147,5 ± 48,8	26,8 ± 7,5	31,3 ± 4,8	1,3 ± 0,8	4,8 ± 4,4	14,8 ± 5,5	73,0 ± 32,0
7	46,0 ± 16,3	211,3 ± 139,0	5,5 ± 1,8	7,5 ± 2,3	0,3 ± 0,3	1,5 ± 1,5	6,3 ± 2,8	33,3 ± 18,0
14	158,0 ± 82,0	160,8 ± 63,5	74,0 ± 67,4	77,3 ± 42,6	1,5 ± 0,6	1,3 ± 0,3	11,5 ± 5,3	11,8 ± 3,7
21	135,8 ± 79,3	191,3 ± 61,5	18,5 ± 12,1	42,8 ± 12,9	1,0 ± 0,7	0,8 ± 0,3	14,3 ± 4,4	22,5 ± 5,4
30	154,5 ± 33,2	115,8 ± 12,7	18,0 ± 6,6	17,5 ± 12,0	0,5 ± 0,3	0,8 ± 0,5	22,0 ± 9,1	23,5 ± 14,3
45	81,0 ± 36,5	137,8 ± 62,6	3,5 ± 1,4	9,5 ± 5,0	-	1,0 ± 0,4	48,0 ± 45,3	96,8 ± 54,0
60	161,0 ± 58,4	196,8 ± 55,3	12,3 ± 3,1	16,8 ± 3,3	3,0 ± 1,2	3,0 ± 3,0	9,3 ± 4,1	95,5 ± 48,2
90	59,3 ± 21,2	209,0 ± 70,7	5,5 ± 1,9	4,5 ± 0,5	-	1,8 ± 1,1	10,5 ± 7,3	16,5 ± 6,0
C. Final	270,0 ± 47,4	355,8 ± 67,5	13,8 ± 7,9	8,5 ± 2,6	-	1,8 ± 0,6	7,8 ± 4,4	148,0 ± 82,5

Tabela 4: Resultados das análises de variância (ANOVA two-way) realizadas a partir dos dados de abundância dos grupos tróficos funcionais dos invertebrados encontrados nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari,/ES – Brasil.

	Local		Tempo		Interação	
	F	p	F	p	F	p
Coletores-Catadores	4,827	0,034	0,895	0,508	0,811	0,567
Coletores-Filtradores	1,816	0,185	2,418	0,043	0,242	0,960
Raspadores	1,143	0,291	1,281	0,287	1,122	0,366
Predadores	10,183	0,003	0,963	0,462	1,384	0,244

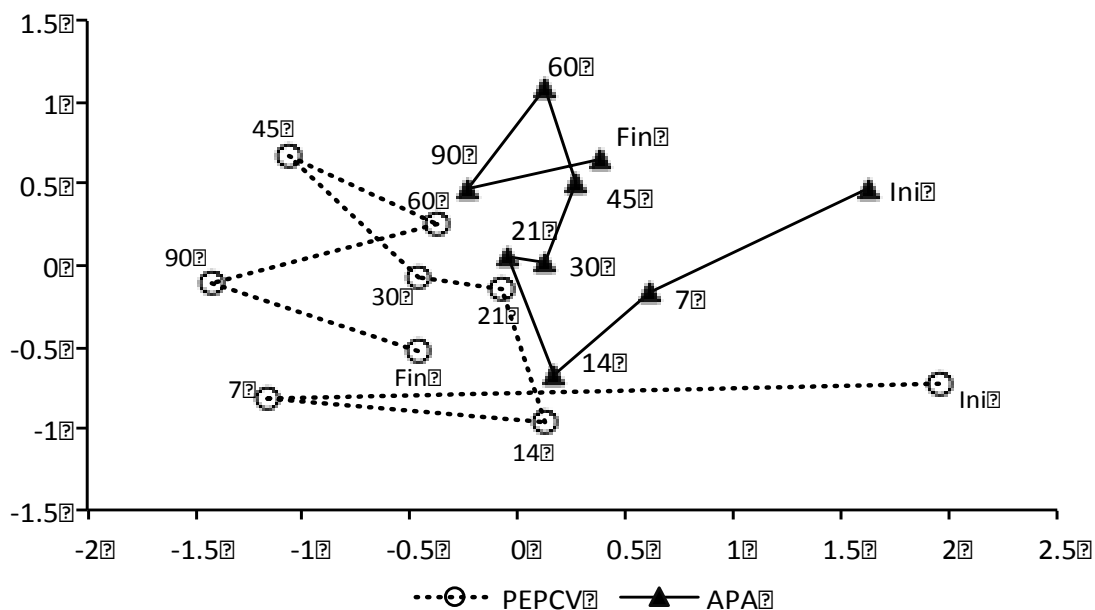


Figura 5: Escalonamento Multidimensional Não Paramétrico (NMDS) das assembléias de invertebrados encontradas nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari, ES - Brasil. Os valores próximos aos pontos indicam os tempos do experimento. Ini = controle inicial; Fin = controle final.

Matéria orgânica

Os valores de MOPG encontrados nos tanques das bromélias amostradas no PEPCV apresentaram uma tendência de aumento até o 60º dia do experimento, quando os maiores valores foram observados ($3,22 \pm 1,62$ g; Fig.6A). No APA, os valores foram extremamente baixos durante todo o experimento, sendo que as maiores quantidades foram observadas no 30º dia ($0,26 \pm 0,26$ g). A quantidade de MOPG encontrada nos tanques estudados foi maior no PEPCV do que na APA. No entanto, estes valores não apresentaram diferenças entre os tempos estudados (ANOVA 2-way; Local: $F_{(1,56)} = 10,916$, $p = 0,002$; Tempo: $F_{(6,56)} = 1,514$, $p = 0,197$; Interação: $F_{(6,56)} = 1,396$, $p = 0,239$).

Os valores de MOPF observados nos tanques de bromélia estudados no PEPCV e na APA foram similares ao longo do experimento (Fig. 6B). Apesar dos maiores valores terem sido encontrados após 60 dias em ambas

as áreas (PEPCV: $463,5 \pm 141,7$ mg; APA: $396,5 \pm 384,5$ mg) a quantidade de MOPF encontrada nos fitotelmas das bromélias estudadas não variou entre as áreas e entre os tempos estudados (ANOVA 2-way; Local: $F_{(1,56)} = 1,353$, $p = 0,251$; Tempo: $F_{(6,56)} = 0,954$, $p = 0,468$; Interação: $F_{(6,56)} = 0,973$, $p = 0,455$).

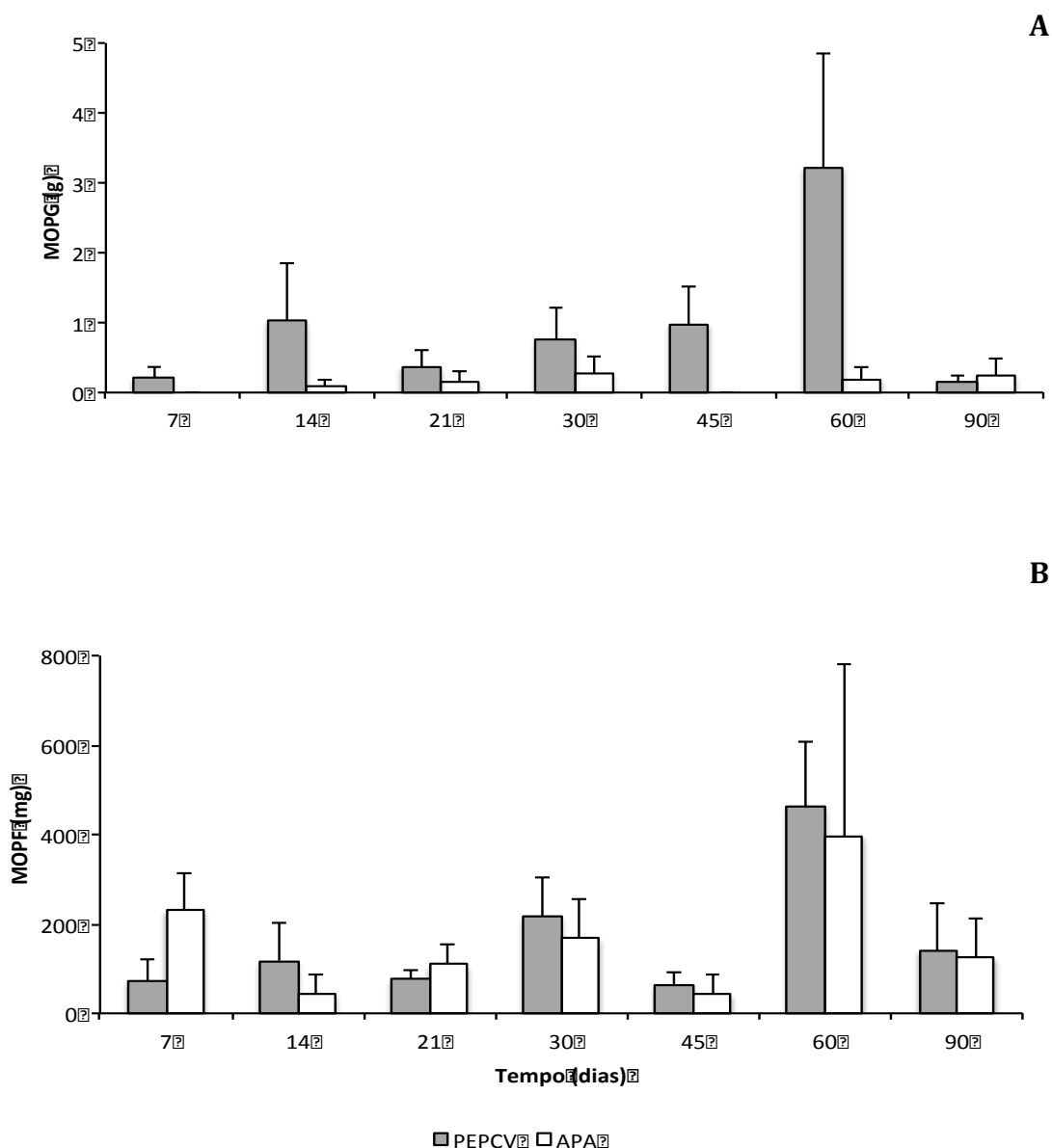


Figura 6: Teores de matéria orgânica particulada grossa (A - MOPG) e fina (B - MOPF) nos fitotelmas dos indivíduos de *Aechmea lingulata* (L.) Baker amostrados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA), Setiba, Guarapari, ES – Brasil (Média \pm EP, n = 4).

Discussão

A capacidade de resistência da fauna bromelícola às extremas condições oligotróficas é um aspecto fundamental para a colonização de tanques de bromélias por organismos aquáticos (Lopez et al., 2009), constituindo um dos fatores que mantém o isolamento ecológico entre o microcosmo bromelícola e os outros ecossistemas aquáticos. Esta hipótese foi corroborada pelos resultados encontrados de Ngai & Srivastava (2006). Estes autores sugeriram que, em bromélias na Costa Rica, os organismos detritívoros são extremamente eficientes na retenção de N e P obtidos a partir dos detritos acumulados nos tanques, sendo esta uma adaptação chave para a colonização de um habitat pobre em nutrientes como os tanques de bromélias.

As comunidades de macroinvertebrados encontradas nos fitotelmas das duas áreas de restinga estudadas apresentaram pequenas diferenças locais e temporais, apesar dos maiores valores de abundância de invertebrados terem sido encontrados na APA. Esta ausência de variações espaciais e temporais indica certo grau de homogeneidade das comunidades de macroinvertebrados encontradas nos fitotelmas estudados. Além disso, a ausência de algumas ordens como Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, que são sensíveis às alterações ambientais (Bagatini et al., 2012), associada à presença de táxons tolerantes e/ou resistentes (Chironomidae e Oligochaeta) sugere que o ambiente do fitotelma é seletivo. Uma vez que os fitotelmas estão sujeitos a mudanças em curtas escalas temporais, os organismos que habitam estes ecossistemas devem ser adaptados à ocorrência destas variações (Kitching, 2000).

Os maiores volumes de água encontrados nas bromélias estudadas na APA em todas as coletas se devem possivelmente ao fato de que as bromélias escolhidas para estudo nesta área estejam mais expostas, com uma menor cobertura vegetal sobre elas, fazendo com que a maioria das bromélias ficasse com os tanques diretamente expostos à água das chuvas (Dézerald et al., 2014). Mesmo estando mais suscetíveis às perdas por evaporação, a arquitetura da espécie de bromélia estudada permitiu que os

indivíduos acumulassem maiores volumes de água nas áreas onde a captação de água fosse maior.

A fauna encontrada em bromélias é composta por organismos que apresentam diferentes hábitos alimentares, como detritívoros, herbívoros e carnívoros (Bouchard, 2004). Entre os grupos taxonômicos que são encontrados com maior abundância nestes ambientes estão as larvas das famílias Culicidae e Chironomidae (Diptera), os crustáceos e os besouros (Coleoptera), conforme também observado nos estudos realizados por Liria (2007), Jabiol et al. (2009), Sodr e et al. (2010) e D ezerald et al. (2014).

A coloniza o de invertebrados aquáticos nos fitotelmas de *A. lingulata* ocorreu de forma gradativa na etapa inicial do experimento (7 e 14 dias), sendo composta por organismos detritívoros e predadores. Com o aumento da disponibilidade de MOPF ocorreu também uma maior coloniza o de organismos coletores-catadores e predadores, conforme foi observado também por D ezerald et al. (2014). A tendência de estabiliza o nos valores de riqueza taxonômica e a maior similaridade na composi o taxonômica das comunidades amostradas após as duas primeiras coletas nas duas áreas sugerem que o tempo de coloniza o utilizado neste estudo foi suficiente para caracterizar as comunidades de macroinvertebrados que colonizam os fitotelmas de *A. lingulata*.

Apesar das comunidades observadas nos controles finais terem apresentado maior abundância de organismos, a composi o taxonômica observada foi similar a das comunidades amostradas nos tempos intermediários e finais de coloniza o. No entanto, o processo de coloniza o dos fitotelmas estudados provavelmente foi influenciado por dois eventos distintos que ocorreram após 45 (pouca precipita o) e 90 dias (muita precipita o). Estes resultados corroboram os obtidos por Sodr e et al. (2010) e D ezerald et al. (2014) que demonstraram que as estruturas das comunidades que habitam fitotelmas estão intimamente relacionadas   varia o pluviométrica e, conseqüentemente, ao volume de água disponível.

Os maiores valores de abundância e riqueza taxonômica de organismos da ordem Diptera encontrados nos fitotelmas, estão relacionados às adapta oes morfológicas, alimentares e reprodutivas apresentadas por seus estágios larvais (Ospina-Bautista et al., 2004). Algumas famílias como

Culicidae e Chironomidae apresentam organismos coletores de matéria orgânica, um recurso alimentar abundante nos fitotelmas de bromélias. No entanto, uma grande parte dos estágios imaturos da ordem Diptera é carnívora (Costa et al., 2006). Neste estudo, as famílias Ceratopogonidae, Empididae, Muscidae, Tabanidae, Tipulidae e Stratiomyidae constituíram exemplos de organismos predadores encontrados nos fitotelmas de *A. lingulata*.

Os insetos, representados principalmente pelas ordens Diptera e Coleoptera foram muito abundantes nos fitotelmas de bromélias estudados por Liria (2007) e Jabiol et al. (2009) na Venezuela e na Guiana Francesa, respectivamente. Ospina-Bautista et al. (2004), encontraram Scirtidae (Coleoptera) como o táxon mais abundante da fauna associada a bromélias da espécie *Tillandsia turneri* na Colômbia. Segundo estes autores, a família Scirtidae constitui um grupo de organismos bem adaptados às condições extremas dos fitotelmas. No entanto, existem dúvidas quanto a classificação trófica destes organismos, sendo que os mesmos já foram classificados também como fragmentadores por Ospina-Bautista et al. (2004) e Wilches-Álvarez et al. (2013). A realização de estudos futuros que analisem o conteúdo estomacal de indivíduos desta família poderá elucidar a real participação destes organismos na cadeia trófica e no fluxo de energia que ocorre em fitotelmas de bromélias.

A ausência de organismos fragmentadores nos fitotelmas estudados pode ser explicada pela dominância de indivíduos da família Clusiaceae no centro das moitas em ambas as áreas de estudo. As folhas produzidas pelas espécies desta família que constituíram a principal fonte de MOPG para as comunidades presentes nos fitotelmas apresentam características xeromórficas como deposição de cera, cutículas espessas e elevada produção de taninos (Boeger & Wisniewski, 2003). Estas características conferem a estas folhas uma alta resistência ao processo de decomposição e constituem um recurso pouco palatável aos fragmentadores (Angelo & DalMolin, 2007; Moretti et al., 2009). Cada área da restinga possui um conjunto diferente de plantas (Clusiaceae e Bromeliaceae) que apresentam características xeromórficas, as quais são adaptações às condições ambientais extremas, tais como altas temperaturas, baixa disponibilidade de

água no solo, alta salinidade e insolação (Zaluar & Scarano, 2000; Scarano, 2002), além da alta pressão de herbivoria (Boeger & Wisniewski, 2003).

Os organismos pertencentes aos táxons Ostracoda e Copepoda são importantes para o fluxo de energia em ecossistemas aquáticos, pois por serem em sua maioria coletores de matéria orgânica, constituem um importante elo na transferência de energia para os níveis tróficos superiores. Algumas espécies são carnívoras, alimentando-se principalmente de larvas de Diptera, oligoquetas e outros microcrustáceos (Esteves, 2011).

A maior queda de folhas nos dias de maior pluviosidade provavelmente foi o fator responsável pela maior quantidade de MOPG observada após 60 dias de experimento. Além disso, os maiores valores de MOPG encontrados nas bromélias do PEPCV se deveram à presença de árvores ao redor das bromélias estudadas. Dézerald et al. (2014) observaram que bromélias que estão sob cobertura vegetal tendem a ter maior aporte de matéria orgânica.

Os maiores valores MOPF observados nas duas áreas após 60 dias de experimento foram causados pelo número elevado de exúvias de artrópodes terrestres (principalmente formigas e cupins), que ocorreu após um período sem chuvas (21 a 45 dias). Esses táxons são influenciados pelo baixo volume dos fitotelmas e são visitantes ocasionais de bromélias para forrageio ou nidificação. Mestre et al. (2001) e Ulissêa et al. (2007) encontraram uma elevada abundância de Formicidae, incluindo pupas, em fitotelmas de bromélias.

Entre os fatores que mais influenciam a composição das comunidades de macroinvertebrados em fitotelmas estão o volume de água acumulado (Jabiol et al., 2009; Serramo et al., 2009) e o tamanho da bromélia (Richardson, 1999; Araújo et al., 2007). No presente estudo, a influência do tamanho da bromélia foi minimizada, uma vez que todas as bromélias utilizadas apresentavam tamanho similar. Desta forma os fatores que exerceram influência na colonização e na estrutura das comunidades bromelícolas estudadas foram o volume de água, a quantidade de matéria orgânica e as interações intraespecíficas, como a predação. Apesar da colonização também ocorrer em pequenos volumes de água, maiores volumes permitiriam o estabelecimento de um maior número de organismos.

Além disso, a quantidade e a qualidade da matéria orgânica disponível também pode influenciar a abundância dos diferentes níveis tróficos. Sendo assim a interação destes fatores determina a composição de espécies dos fitotelmas e, conseqüentemente, os processos ecológicos que ali ocorrem (Albertoni & Palma-Silva, 2010).

Os resultados obtidos evidenciaram que os fitotelmas do PEPCV e da APA apresentam comunidades de macroinvertebrados com parâmetros ecológicos parecidos, como a riqueza taxonômica e a biomassa. No entanto, a abundância e a composição das comunidades diferiram entre as duas áreas. Além disso, a fauna de macroinvertebrados aquáticos nos fitotelmas bromelicolas variou de acordo com a precipitação, o volume de água e a disponibilidade de MOPG nas bromélias. Esses resultados tanto corroboram como aumentaram as expectativas para a conservação e ampliação da área do PEPCV aos limites da APA de Setiba aumentando assim a área de preservação da restinga.

Além disso, os resultados aqui apresentados contribuíram com informações relevantes sobre a distribuição dos táxons de macroinvertebrados associados a bromélias em áreas de restinga do sudeste do Brasil. Estes resultados também corroboram o importante papel desempenhado pelos fitotelmas como habitat para um número significativo de táxons de macroinvertebrados aquáticos que os utilizam durante todo o seu ciclo de vida ou parte dele. Futuras pesquisas relacionadas às comunidades bromelicolas poderão contribuir para o maior entendimento dos processos ecológicos e das interações bióticas que ocorrem em ecossistemas aquáticos, além dos efeitos de possíveis alterações ambientais como a perda de habitats e mudanças climáticas sobre a diversidade de organismos aquáticos. Desta forma, os fitotelmas podem ser úteis para o aprimoramento das estratégias de conservação e manejo tanto em unidades de conservação como em áreas não protegidas.

Perspectivas futuras

Futuras pesquisas que envolvam as comunidades aquáticas próximas às bromélias da restinga poderão elucidar se os organismos encontrados nos

fitotelmas das bromélias são os mesmos que habitam os ecossistemas próximos, como os charcos d'água.

Também sugerimos a realização de novas pesquisas com a família Scirtidae (Coleoptera), pois esse táxon constitui um grupo de organismos bem adaptados às condições extremas dos fitotelmas. Por tanto, a realização de estudos futuros que analisem principalmente o conteúdo estomacal de indivíduos desta família poderá elucidar a real participação destes organismos na cadeia trófica e no fluxo de energia que ocorre em fitotelmas de bromélias.

Referências Bibliográficas

Albertoni, E.F. & Palma-Silva, C. (2010) Caracterização e importância dos invertebrados de águas continentais. *Cadernos de Ecologia Aquática* 5(10):9-27.

Angelo, A.C. & DalMolin, A. (2007) Interações Herbívoro-Planta e suas implicações para o Controle Biológico: Que tipos de inimigos naturais **In: Pedrosa-Macedo**. FUPEF, Curitiba, 71-91.

Araújo, D.S.D.; Pereira, M.C.A. & Pimentel, M.C.P. (2004) Flora e restinga de comunidades na restinga de Jurubatiba – Síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a formação Aberta de *Clusia*. **In: Rocha, C.F.D.; Esteves, F.A. & Scarano, F.R. (org.), Pesquisa de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba – Ecologia, História Natural e Conservação**. São Carlos – SP: Ed. Rima, 59-76.

Araujo, V.A.; Melo, S.K.; Araujo, A.P.A.; Gomes, M.L.M. & Carneiro, M.A.A. (2007) Relationship between invertebrate fauna and bromeliad size. **Brazilian Journal of Biology**, 67(4): 611-617.

Armbruster, P., Hutchinson, R.A. & Cotgreave, P. (2002) Factor influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna, **Oikos**, 96: 225-234.

Bagatini, Y.M.; Delariva, R.L.& Higuti, J. (2012) Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um riacho da região noroeste do Paraná, Brasil. **Biota Neotrop.** 12, 307-317.

Balke, M.; Gómez-Zurita, J.; Ribera, I.; Vilorio, A.; Zillikens, A.; Steiner, J.; García, M.; Hendrich, L. & Vogler, A. (2008) Ancient associations of aquatic beetles and tank bromeliads in the Neotropical forest canopy. **PNAS**, 105 (17): 6356-6361.

Benzing, D.H. (2000) **Bromeliaceae**: profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press, 690pp.

Blaustein, L. & Schwartz, S.S. (2001) Why study ecology in temporary pools? **Israel Journal of Zoology.** 47: 30-33.

Boeger, M.R.T. & Wisniewski, C. (2003) Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil **Rev. bras. Bot.** 26: 61-72.

Bouchard, R.W.JR. (2004) **Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest.** Identification Manual for Students, Citizen Monitors, and Aquatic Resource Professionals. University of Minnesota.

Costa, C.; Ide, S. & Simonka, C.E. (2006) **Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação.** Ribeirão Preto, Ed. Holos, 249p.

Dézerald, O.; Talaga, S.; Leroy, C.; Carrias, J.; Corbara, B.; Dejean, A.; & Céréghino, R. (2014) Environmental determinants of macroinvertebrate diversity in small water bodies: insights from tank-bromeliads. **Hydrobiologia** 723:77-86.

Esteves, F.A. (2011) **Fundamentos de Limnologia.** 2.ed, Rio de Janeiro:

Interciência, 615p.

Fabris, L.C. (1995) Composição florística e fitossociologia de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Frank, J.H. & Lounibos, L.P. (2009) Insects and allies associated with bromeliads: a review. **Terrestrial Arthropod Review** 1(2), 125-153.

Guedes, D.; Barbosa, L.M. & Martins, S.E. (2006) Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no Município de Bertioga, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, 20 (2), 299-311.

Jabiol, J.; Corbara, B.; Dejean, A. & Ceréghino, R. (2009) Structure of aquatic insect communities in tank-bromeliads in a East-Amazonian rainforest in French Guiana. **Forest Ecology and Management**, 257:351-360.

Kitching, R.L. (2000) **Food Webs and Container Habitats: The Natural History and Ecology of Phytotelmata**. Cambridge University Press, New York, 431pp.

Kitching, R.L. (2001) Food Webs in Phytotelmata: "Bottom - up" and "Top - down" explanations for community structure. **Annual Review of Entomology** 46: 729-760.

Liria, J. (2007) Fitotelmata fauna on the bromeliads *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult of the San Esteban Nacional Park, Venezuela. **Rev. Peru. Biol.** número especial, 14(1):033-038.

Lopez, L.C.S. & Rios, R.I. (2001) Phytotelmata community distribution in tanks of shaded and sun exposed terrestrial bromeliads from Restinga Vegetation. **Selbyana** 22(2):219-224.

Lopez, L.C.S.; Alves, R.R.N. & Rios, R.I. (2009) Micro-environmental factors and the endemism of bromeliad aquatic fauna. **Hydrobiologia** 25:151-156.

Mestre, L.A. Aranha, J.M. Esper, M.L. (2001) Macroinvertebrate Fauna Associated to the Bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, Southern Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**. 44(1):89-94.

Merritt, R.W. & Cummins, K.W. (1996) **An introduction to the aquatic insects of North America** (3rd edition). Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, Iowa. USA. 862p.

Ministério do Meio Ambiente (2002) **Biodiversidade Brasileira: Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e campos sulinos**. MMA/SBF, Brasília-DF. 404p.

Morelato, L.P.C. (2000) Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica** 32(4b): 786-792.

Moretti, M.S.; Loyola, D.R.; Becker, B. & Callisto, M. (2009) Leaf abundance and phenolic concentrations codetermine the selection of case-building materials by *Phylloicus* sp. (Trichoptera, Calamoceratidae). **Hydrobiologia**, 630:199-206.

Mouquet, N.; Daufresne, T., Gray, S.M. & Miller, T.E. (2008) Modelling the relationship between a pitcher plant (*Sarracenia purpurea*) and its phytotelma community: mutualism or parasitism? **Functional Ecology** 22:728-737.

Mugnai, R.; Nessimian, J.L. & Baptista, F.D. (2010) **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos**. Rio de Janeiro: Technical books editora. 174p.

Ngai, J.T. & Srivastava, D.S. (2006) Predators accelerate nutrient cycling in a bromeliad ecosystem. **Science**. 314:963.

Ospina-Bautista, F.; Estévez-Varón, J.V.; Betancur, J. & Realperebolledo, E. (2004) Estrutura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia Turneri* Baker (Bromeliaceae) em um bosque alto andino colombiano. **Acta Zoologica Mexicana** 1:153-166.

Pereira, O.J. (2002) Restinga. In: Araújo, E.L., Moura, A.N., Sampaio, E.S.B., Gestinari, L.M.S & CARNEIRO, J.M.T. (ed.) **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**, Recife: UFRPE, imprensa Universitária 38-41.

Pereira, O.J. (2007) Diversidade e conservação das restingas do Espírito Santo. In: **Ecossistemas Costeiros do Espírito Santo**. Vitória: INCAPER, 33-44.

Richardson, B. (1999) The Bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. **Biotropica** 31: 321-336.

Richardson, B.; Richardson, M.; Scatena, F. & McDowell, W. (2000) Effects of nutrient availability and other elevational changes on bromeliad populations and their invertebrate communities in a humid tropical forest in Puerto Rico. **Journal of Tropical Ecology** 16: 167-188.

Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Alves, M.A.S. & Van Sluys, M. (2004a) A restinga de Jurubatiba e a conservação dos ambientes de restinga do Estado do Rio de Janeiro. In: **Rocha, C. F.D.; Esteves, F.A. & Scarano, F.R.** (Org.) Rima Editora, Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação.

Rocha, C.F.D.; Cogliatti-Carvalho, L., Nunes-Freitas, A.F.; Rocha-Pessoa, T.C.; Dias, A.S.; Ariani, C.V. & Morgado, L. (2004b) Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de bromeliácea **Vidália** 2(1): 52-68.

Romero, G.Q., Mazzafera, P.; Vasconcellos-Neto, J.&Trivelin, P.C.O (2006) Bromeliad-living spiders improve host plant nutrition and growth. **Ecology** 87: 803-808.

Romero, G.Q. & Srivastava, D.S. (2010) Food-web composition affects cross-ecosystem interactions and subsidies. **Journal of Animal Ecology** 79:1122–1131.

Scarano, F.R. (2002) Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rain forest. **Ann. Bot.**, 90:517-524.

Serramo L.; Da Nobrega R. & Iglesias R. (2009) Micro-environmental factors and the endemism of bromeliad aquatic fauna. **Hydrobiologia**, 625:151-156.

Sodré, V.M.; Rocha, O. & Messias, M.C. (2010) Chironomid larvae inhabiting bromeliad phytotelmata in a fragment of the Atlantic Rainforest in Rio de Janeiro State. **Braz. J. Biol.**, 3: 587-592.

Srivastava, D.S.; Kolasa, J.; Bengtsson, J.; Gonzalez, A.; Lawler, S.P. ; Miller, T.E.; Munguia, P.; Romanuk, T.; Schneider, D.C. & Trzcinski, M.K. (2004) Are natural microcosms useful model systems for ecology? **Trends in Ecology and Evolution** 19:379-384.

Srivastava, D.S. (2006) Habitat structure, trophic structure and ecosystem function: interactive effects in a bromeliad-insect community. **Oecologia**, 149, 493-504.

Triplehorn, C. A. & Johnson N. F. (2011) **Estudo dos insetos - tradução da 7ª edição de borror and delong's introduction to the study of insects.** São Paulo, Cengage Learning, 809p.

Ulissêa, M.A.: Lopes, B.C.: Zillikens, A. & Steiner, J. (2007) Formigas associadas a *Nidularium innocentii* e *Aechmea lindenii* (Bromeliaceae) em

Mata Atlântica no sul do Brasil. **Biologico**, 69(2):319-324.

Villwock, J.A., Lessa, G.C., Suguio, K., Ângulo, R.J. & Dillemburg, S.R. (2005) Geologia e geomorfologia de regiões costeiras In: Souza C.R.G., Suguio, K. & Oliveira, A.M.S. **Quaternário do Brasil**. Ed Holos, 92-113.

Wilches-Álvarez, W.; Botero, M.F. & Cortés, F. (2013) Macroinvertebrates associated with *Guzmania mitis* L.B. Sm. (Bromeliaceae) in two fragments of oak grove. **Colombia Forestal**. 16(1):5-20.

Yanoviak, S.P. (2001) The Macrofauna of Water-filled Tree Holes on Barro Colorado Island, Panama. **Biotropica** 3 (1): 110-120.

Yee, D.A. & Willig, R. (2007) Colonisation of *Heliconia caribaea* by aquatic invertebrates: resource and microsite characteristics. **Ecological Entomology** 32: 603-612.

Zaluar, H.L.T. & Scarano, F.R. (2000) Facilitação em restingas de moitas: um século de buscas por espécies focais In: F.A. Esteves & L.D. Lacerda (ed.). **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Macaé: NUPEM/UFRJ.

Zar, J. H. (2010) Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, 663 pp.

Zotz, G. & Thomas, V. (1999) How much water is in the tank? Model calculations for two epiphytic bromeliads. **Annals Botany** 83: 183-92.

Zytynska, S. E.; Khudr, M.S.; Harris, E. & Preziosi, R.F. (2012) Genetic effects of tank-forming bromeliads on the associated invertebrate community in a tropical forest ecosystem. **Oecologia** 170:46-475.