

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

ESTUDO DA AÇÃO DE TEREDINIDAE
(MOLLUSCA, BIVALVIA) NO ESTUÁRIO DA
MARAMBAIA, RJ

Rodrigo Abreu de Oliveira Santos

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS

**ESTUDO DA AÇÃO DE TEREDINIDAE (MOLLUSCA,
BIVALVIA) NO ESTUÁRIO DA MARAMBAIA, RJ**

RODRIGO ABREU DE OLIVEIRA SANTOS

Sob a Orientação do Professor

Acacio Geraldo de Carvalho

e Co-orientação do Professor

Henrique Trevisan

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza

Seropédica, RJ

Fevereiro de 2014

594.4098153

S237e

T

Santos, Rodrigo Abreu de Oliveira, 1984-
Estudo da ação de Teredinidae (Mollusca,
Bivalvia) no estuário da Marambaia, RJ /
Rodrigo Abreu de Oliveira Santos. - 2014.
x, 57 f.: il.

Orientador: Acacio Geraldo de Carvalho.
Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Ciências Ambientais e
Florestais, 2014.

Bibliografia: f. 51-57.

1. Teredo - Marambaia, Restinga da (Rio
de Janeiro, RJ) - Teses. 2. Madeira -
Deterioração - Teses. 3. Salinidade - Teses.
I. Carvalho, Acacio Geraldo de, 1953- II.
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais e Florestais. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

RODRIGO ABREU DE OLIVEIRA SANTOS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ____/ ____/ 2014

Acacio Geraldo de Carvalho. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Bruno Corrêa Meurer. Prof. Dr. USU

Ana Claudia dos Santos Brasil. Prof^a. Dr^a. UFRRJ

"I may not have gone where I intended to go, but I think I have ended up where I needed to be."

Douglas Adams

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que em todos esses anos de idas e vindas me ofereceu oportunidades e conhecimentos únicos. Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, a todos os seus funcionários e corpo docente, pela ajuda, carinho, atenção e pela oportunidade de continuar seguindo minha vida acadêmica.

Ao orientador Acacio Geraldo de Carvalho, pela oportunidade, paciência, ensinamentos e pelos muitos momentos de risadas. Mesmo com minhas ausências, aprendi mais com ele do que ele mesmo deve imaginar. Ao co-orientador Henrique Trevisan, também pela paciência, ensinamentos e muitas risadas. Ambos, cada um do seu jeito, são modelos de profissionais que busco ser em minha vida.

A CAPES, pelo apoio financeiro dado durante meus estudos. Sem ele nada teria sido realizado.

Aos professores que tanto me ensinaram e me motivaram durante o curso. Especialmente aos professores André Freitas, Alexandra Pires, Luis Mauro, Rafael Delgado, Jarbas Queiroz e Jayme Santangelo, por serem capazes de ultrapassar os limites impostos pelo conteúdo programático das aulas, ao transmitirem a paixão pela ciência.

Ao chefe do Centro de Avaliações do Exército (CAEx), General de Brigada José Carlos dos Santos, por permitir a realização do meu experimento na Marambaia e pelo apoio irrestrito dado à ciência. Ao chefe da Seção de Comunicação Social do CAEx, Coronel Luís Fernando Franco de Almeida, por todo o apoio que me deu durante a pesquisa e por compreender a importância da ciência e da conservação do paraíso ecológico que é a Marambaia. A todos os funcionários da Seção de Comunicação Social do CAEx, por sempre me receberem com tanto carinho e zelo.

A professora Ana Claudia Brasil, que, além de fazer parte da minha banca, me ofereceu todo o material e ensinamentos necessários para que o trabalho efetivamente saísse do papel. Além desse apoio técnico, me recebeu de braços abertos em seu laboratório, sempre com muito carinho e alegria. E ao seu orientando Vinícius Miranda, que foi responsável pelas imagens que identificam os teredos. Sem ele o trabalho definitivamente não teria sido o mesmo.

Ao professor e ex-orientador Bruno Meurer, também membro da banca, pela amizade, ensinamentos, apoio e por compartilhar comigo sua paixão pela ciência e pelo pensamento científico. Se não fosse por sua orientação e influência eu não teria conquistado mais essa etapa da minha vida acadêmica e profissional.

A meus pais, Marco Aurelio e Denise Abreu, ao meu irmão Rafael Abreu e a minha madrinha Dalva Helena, por todo amor e apoio incondicional. Também por aturarem o meu jeito de ser, devagar e sempre! Ao exemplo de pessoa que é minha avó Judith e a todos os meus tios e primos, tão importantes na minha vida.

A minha namorada Débora Rocha, que sempre foi uma grande amiga e companheira, me incentivando a seguir meus sonhos e loucuras. Também pelo exemplo de pessoa que é, espalhando bondade, carinho e felicidade por onde passa. Você faz a vida ser melhor a cada dia!

Aos amigos de sempre: Eder, Fábio, Rafael, Carem, Leonardo, Victor e Kley. Aos velhos amigos de rural: Daniel, Maurício, Yazodhara, João Gabriel, Diogo, Gabriel, Evelyn e Débora. Aos novos amigos de rural: Mayara, Daniel, Will, Patrícia Tavares, Patrícia Fernandes, Íris, Karla, Kelly, Silas, Maurício, Joel, Bianca, Rafael, Camila, Michela, Tatiana, Letícia, Ana, Amélia, e tantos outros, por fazerem o que já era bom ficar melhor!

Aos amigos que a USU me deu: Oliver Alexandre, Dany, Nayara, Amanda, Hevelin, Luiza, Giliane, Thaís, Raphael, Ana Carolina, Carol Moura e muitos outros. Em especial a professora Natalie Freret, por todo o apoio, carinho e por ser uma grande fonte de inspiração em minha vida profissional. Como não podia faltar, mesmo que ele não vá tomar conhecimento desses agradecimentos, ao professor e mestre José Andreato, pela simplicidade com que ensinava a ciência, ao carinho com que tratava a todos e por ser a pessoa única que é, inspirando alguns, irritando outros, mas sempre nos fazendo rir e questionar.

A todas as pessoas que trouxeram coisas boas para a minha vida, mesmo que sem querer, e àquelas que ainda vão trazer!

RESUMO

OLIVEIRA-SANTOS, Rodrigo Abreu. **Estudo da ação de Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) no estuário da Marambaia, RJ.** 2014. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Departamento de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Estruturas submersas compostas por madeira são deterioradas pela atividade de moluscos e crustáceos perfurantes. Entre estes, os teredos (Mollusca, Bivalvia) são os perfurantes marinhos mais especializados, causando enormes prejuízos econômicos. Por outro lado, estes organismos são os mais importantes agentes decompositores de madeira em regiões estuarinas. Compreender a influência de fatores ambientais sobre a ocorrência e dinâmica da taxocenose de teredos é fundamental para o conhecimento zoológico e ecológico da família. O presente estudo foi realizado no estuário da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, com o objetivo de realizar o levantamento de espécies de teredo utilizando coletores especializados. A distribuição das espécies foi correlacionada com os níveis de salinidade ao longo do estuário e volumes mensais de precipitação. O consumo de madeira foi estimado por um novo método. Regiões permanentemente alagadas e periodicamente alagadas (bosques de manguezal) foram comparadas quanto à ocorrência de teredos e consumo de madeira, assim como coletores expostos ao ambiente por diferentes períodos de tempo. Cinco espécies de teredos foram identificadas: *Bankia gouldi* (Bartsch, 1908), *Bankia fimbriatula* (Moll; Roch, 1931), *Lyrodus floridanus* (Bartsch, 1922), *Nototeredo knoxi* (Bartsch, 1917) e *Teredo furcifera* (Linnaeus, 1758). A espécie mais abundante foi *B. fimbriatula* (47,31%), seguida de *B. gouldi* (41,15%). Somente dois indivíduos de *N. knoxi* foram encontrados. O ponto mais próximo do mar e os pontos em locais permanentemente alagados apresentaram maior ocorrência de espécies, maiores abundâncias de indivíduos e de taxas de consumo de madeira. Os diferentes tempos de exposição dos coletores ao ambiente não alteraram a configuração de colonização dos teredos e nem o consumo de madeira. Foi encontrada uma correlação inversa entre a precipitação e o número de indivíduos ao longo do experimento, porém os efeitos da precipitação foram sentidos tardiamente pelos organismos. Não foi encontrada uma correlação expressiva entre a salinidade e a distribuição dos teredos, porém os dados apontam para seu papel como fator determinante da ocorrência de espécies e das características da taxocenose ao longo do estuário da Marambaia.

Palavras-chave: Salinidade. Teredinidae. Consumo de madeira

ABSTRACT

OLIVEIRA-SANTOS, Rodrigo Abreu. **Survey of the effects of Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) in the estuary of Marambaia, RJ.** 2014. 53p. Dissertation (Masters in Environmental Sciences and Forestry). Instituto de Florestas, Departamento de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Submerged structures composed of wood are deteriorated by the activity of molluscs and crustaceans borers. Among these, the teredinids (Mollusca, Bivalvia) are the most specialized marine borers, leading to huge economic losses. On the other hand, these wood-boring organisms are the most important decomposers agents of timber in estuarine regions. Comprehend the influence of environmental factors on the occurrence and dynamics of teredinids taxocenosis is critical to the zoological and ecological knowledge of the family. The present study was conducted in the estuary of Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, aiming to conduct the survey of species of teredinids by using specialized test panels. The species distribution was correlated with levels of salinity along the estuary and monthly volumes of precipitation. Wood consumption was estimated by a novel method. Permanently flooded and periodically flooded regions (mangrove forests) were compared by the occurrence of teredinids and wood consumption, as well as test panels exposed to the environment for different periods of time. Five species of teredinids were identified: *Bankia gouldi* (Bartsch, 1908), *Bankia fimbriatula* (Mol; Roch, 1931), *Lyrodus floridanus* (Bartsch, 1922), *Nototeredo knoxi* (Bartsch, 1917) and *Teredo furcifera* (Linnaeus, 1758). The most abundant specie was *B. fimbriatula* (47.31%), followed by *B. gouldi* (41.15%). Only two individuals of *N. knoxi* were found. The nearest sea point and points on permanently flooded sites had higher numbers of species, higher abundances of individuals and higher rates of wood consumption. The different periods of exposure of the test panels to the environment did not change the configuration of teredinids' colonization, nor the rates of wood consumption. An inverse correlation was found between rainfall and the number of individuals throughout the experiment, but the effects of rainfall were felt belatedly by the organisms. No significant correlation between salinity and the distribution of the teredinids was found, however, the data pointed to the role of salinity as the determinant factor of the species' occurrence and of the taxocenosis' characteristics along the Marambaia estuary.

Key words: Salinity. Teredinidae. Wood consumption

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 Objetivos Gerais | 2 |
| 1.2 Objetivos Específicos | 2 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 Teredos..... | 3 |
| 2.1.1 Biologia e ecologia dos teredos | 3 |
| 2.1.2 Os teredos e a salinidade..... | 7 |
| 2.1.3 Teredos no Brasil | 8 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 10 |
| 3.1 Área de Estudos | 10 |
| 3.1.1 A Marambaia | 10 |
| 3.1.2 Caracterização climática | 10 |
| 3.1.3 Breve histórico | 11 |
| 3.1.4 Formações vegetais..... | 11 |
| 3.1.5 Pontos de coleta | 12 |
| 3.2 Coleta dos Teredos..... | 20 |
| 3.3 Identificação dos Teredos | 21 |
| 3.4 Fatores Ambientais | 21 |
| 3.4.1 Salinidade..... | 21 |
| 3.4.2 Precipitação..... | 21 |
| 3.4.3 Precipitação x salinidade | 21 |
| 3.5 Estado da Taxocenose de Teredos na Marambaia..... | 22 |
| 3.5.1 Número de indivíduos..... | 22 |
| 3.5.2 Ocorrência de espécies..... | 22 |
| 3.5.3 Abundância relativa e diversidade de espécies..... | 22 |
| 3.6 Estimativa do Consumo de Madeira..... | 22 |
| 3.7 Sistemas – Pontos Submersos e em Bosques de Manguezal | 23 |
| 3.8 Período de Exposição dos Coletores ao Ambiente | 24 |
| 4 RESULTADOS | 25 |
| 4.1 Identificação dos Teredos | 25 |
| 4.2 Fatores Climáticos e Ambientais | 26 |
| 4.2.1 Salinidade..... | 26 |

| | |
|---|----|
| 4.2.2 Precipitação..... | 27 |
| 4.2.3 Precipitação x salinidade | 28 |
| 4.3 Estado da Taxocenose de Teredos na Marambaia | 29 |
| 4.3.1 Número de indivíduos..... | 29 |
| 4.3.2 Ocorrência de espécies..... | 34 |
| 4.3.3 Abundância relativa e diversidade de espécies | 36 |
| 4.4 Estimativa do Consumo de Madeira | 38 |
| 4.5 Sistemas – Pontos Submersos e em Bosques de Manguezal | 39 |
| 4.6 Período de Exposição dos Coletores ao Ambiente | 42 |
| 5 DISCUSSÃO | 44 |
| 6 CONCLUSÕES | 49 |
| 7 PERSPECTIVAS | 50 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material de origem orgânica que inevitavelmente será deteriorada. A forma como a madeira é manejada, tratada e as condições ambientais em que está inserida, irão influenciar na velocidade, intensidade e nos tipos de agentes que serão responsáveis pela sua deterioração (BARILLARI, 2002). Dessa forma, a função que a madeira exercerá, os agentes biológicos e fatores ambientais do local onde a peça será empregada devem ser levados em consideração, tanto para a escolha de madeiras resistentes, quanto para técnicas que as tornem mais resistentes.

Apesar dos reconhecidos danos causados por intempéries ambientais, os agentes biológicos são considerados os mais importantes nos processos de deterioração da madeira. Além disso, estes organismos possuem importante papel ecológico nos processos de ciclagem de nutrientes, pois são capazes de retirar energia dos nutrientes orgânicos da madeira e disponibilizar matéria orgânica para o ecossistema, que de outra forma não seria acessível a outros organismos (LUNZ; CARVALHO, 2002).

Em ambientes marinhos, as construções submersas compostas por madeira (como embarcações e pilares de píeres) são deterioradas pela atividade de moluscos e crustáceos perfurantes. Estes organismos, xilófagos ou não, são os mais importantes agentes biológicos deterioradores da madeira nesses ecossistemas, principalmente em regiões de manguezais, trazendo grandes prejuízos econômicos para indústrias navais e de pesca (SANTHAKUMARAN, 1983). Dentre estes, os teredos são os perfurantes marinhos mais especializados.

Moluscos bivalves da família Teredinidae, habitam naturalmente o interior de rizóforos de árvores de manguezais, além de outras madeiras deslocadas através de rios para o mar ou estuários, ou de outras construções submersas de madeira (RUPERT et al., 2005). Apesar de serem cosmopolitas, são encontrados em maior abundância em regiões tropicais e subtropicais (FREITAS; MELLO, 1999).

Ao estudar as interações tróficas entre plantas e animais em florestas de manguezais, Robertson (1991) atribuiu à ação dos teredos a redução de mais de 90% da massa de troncos de espécies de *Rhizophora* spp. em decomposição. Essa intensa atividade deterioradora coloca os teredos como sendo um dos responsáveis pela alta velocidade da reciclagem de matéria orgânica em manguezais, sendo mais rápida do que em ambientes florestais terrestres, que não abrigam teredos (LOPES; NARCHI, 1997). Dessa forma, os teredos também são importantes agentes na decomposição de produtos vegetais e ciclagem de nutrientes em manguezais.

Nenhum tipo de madeira é totalmente resistente aos teredos. Algumas são naturalmente mais resistentes do que outras, porém em algum momento os teredos irão vencer suas defesas (NICHOLAS, 1982). Alguns tratamentos químicos conferem maior resistência às madeiras, entretanto, em alguns casos, seus compostos acabam trazendo malefícios para os ecossistemas onde estão inseridas (ROSENBUSCH et al., 2006). Sendo assim, continua vigente a busca por técnicas não danosas ao ambiente, que ao mesmo tempo sejam economicamente viáveis para sua replicação em larga escala.

Ainda resta muito a ser estudado dos teredos. As pesquisas focam basicamente na atuação da salinidade como fator determinante da ocorrência de espécies e abundância de indivíduos, deixando de lado outros fatores, como o volume mensal de precipitação. Nenhum método eficaz de mensuração do consumo de madeira pelos teredos foi proposto. Poucos estudos sobre preferência de habitat, dinâmica de taxocenoses e ocorrência de espécies foram realizados com coletores especialmente confeccionados para os teredos, principalmente no Brasil. O presente estudo pretende se aprofundar nestas e em outras questões relacionadas à ecologia dos Teredinidae.

1.1 Objetivos Gerais

O estudo objetivou estudar a ação de moluscos bivalves da família Teredinidae em uma região estuarina do Rio de Janeiro, RJ. As espécies foram analisadas quantitativamente e qualitativamente. O consumo de madeira, em cada ponto de coleta e ao longo do tempo, foi avaliado. Também foi avaliada a influência de fatores ambientais (salinidade e precipitação) sobre a distribuição dos teredos.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar taxonomicamente as espécies da família Teredinidae
- Correlacionar as características das taxocenoses de teredos com fatores ambientais (salinidade e precipitação), ao longo do estuário e durante o ano de 2013
- Avaliar o consumo de madeira pelos teredos através de um novo método
- Correlacionar o consumo de madeira com fatores ambientais
- Avaliar o grau de colonização dos coletores por Teredinidae em função do tempo de exposição dos coletores ao ambiente
- Analisar as características das taxocenoses e consumo de madeira em ambientes alagados e em bosques de manguezal

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Teredos

2.1.1 Biologia e ecologia dos teredos

Os teredos, membros da família Teredinidae (Rafinesque, 1815), são moluscos bivalves de corpo vermiforme, especializados em perfurar e se alimentar de substratos madeiros encontrados em ambientes marinhos (Figura 1). São filogeneticamente próximos à família Pholadidae (Lamarck, 1809), formando com ela a superfamília Pholadoidea (Lamarck, 1809) (TURNER, 1966).

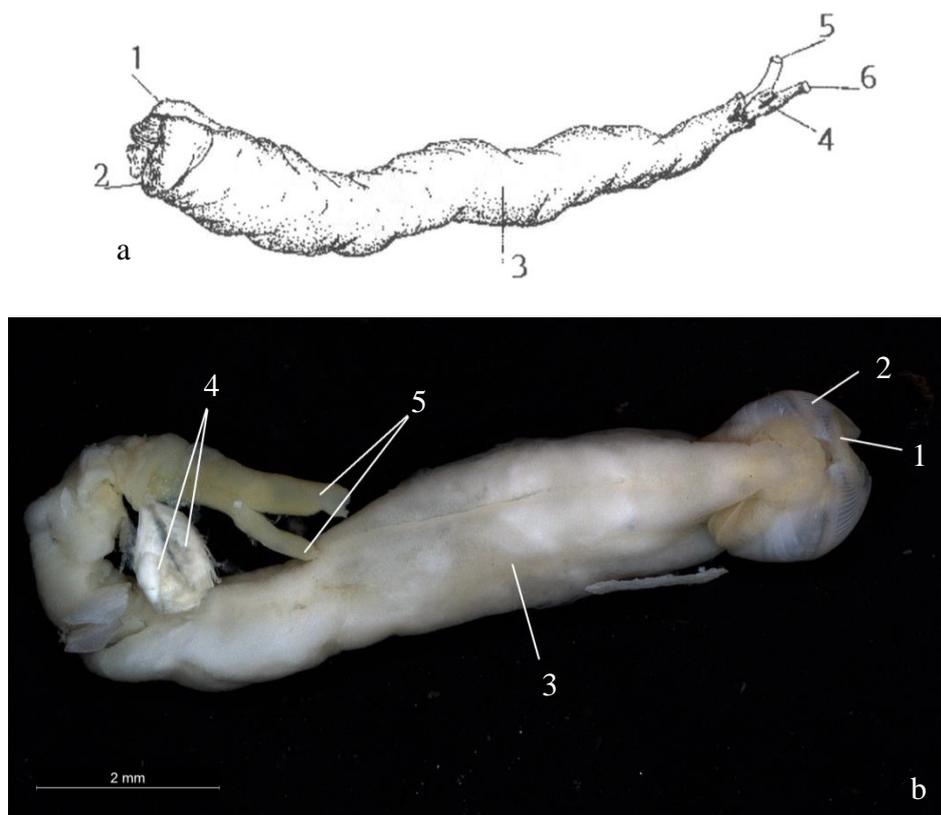


Figura 1 – Representações do teredo: (a) 1. Capuz cefálico; 2. Valva; 3. Manto; 4. Palheta; 5. Sifão exalante; 6. Sifão inalante (retirado de: MÜLLER; LANA, 2004); (b) 1. Capuz cefálico; 2. Valva; 3. Manto; 4. Palhetas; 5. Sifões.

Ao longo de seu desenvolvimento os teredos escavam galerias nas madeiras, revestindo-as com calcário secretado por sua derme (TURNER, 1966). Naturalmente habitam o interior de rizóforos de árvores de manguezais, além de outras espécies de madeira deslocadas através de rios para o mar, ou de outras construções submersas de madeira (RUPERT et al., 2005). Apesar de serem cosmopolitas, são encontrados em maior abundância em regiões tropicais e subtropicais (FREITAS; MELLO, 1999).

Como a própria madeira fornece uma eficiente proteção física aos teredos, suas valvas, sendo cada par popularmente conhecido por “concha”, deixaram a função protetora, tão evidente na maioria dos moluscos, para atuarem quase que exclusivamente no processo

mecânico da raspagem da madeira. Restritas á porção anterior dos seus corpos, os movimentos das valvas conduzem o crescimento dos teredos para o interior da madeira, ao mesmo tempo em que lhes disponibiliza partículas desse material, que são levadas à boca dos animais através de movimentos ciliares que ocorrem entre as valvas e a boca (TURNER, 1971a).

Conforme a madeira vai sendo particulada pela ação das valvas, as moléculas de celulose vão se tornando mais acessíveis aos teredos. Depois de ingeridas, as partículas chegam ao estômago através do esôfago, porém a celulose se apresenta em sua forma insolúvel. Para que a quebra da molécula de celulose ocorra, enzimas especializadas precisam ser sintetizadas, enzimas estas que os teredos não são capazes de sintetizar (NAIR; SARASWATHY, 1971; MORTON, 1978; MANN, 1984). Ou seja, como estas enzimas não são endógenas dos teredos, elas necessariamente precisam ser fornecidas por uma fonte exógena, como fungos, bactérias ou protozoários vivendo no interior do trato digestivo desses animais.

A resposta veio a ser confirmada por Popham e Dickson (1973), ao encontrarem associações de bactérias habitando um órgão característico dos teredos, que fica próximo às brânquias, denominado glândula de Deshayes. Pesquisas subsequentes demonstraram a capacidade dessas bactérias gram-negativas de digerir a celulose (produzindo enzimas proteolíticas, xilanolíticas e celulolíticas) e de fixar o nitrogênio, apontando para uma relação de simbiose entre os teredos e as bactérias (WATERBURY et al., 1983; GREENE; FREER, 1986; GREENE et al., 1988, 1989).

Com o passar dos anos, a bactéria passou a ser denominada *Teredinibacter turnerae*, pertencente à divisão gama das *Proteobacteria*, e a glândula de Deshayes passou a ser reconhecida apenas como uma região das brânquias (ou ctenídeos) dos teredos (DISTEL et al., 1991). *T. turnerae* se tornou objeto de estudos que visam impedir a biodegradação de madeira economicamente importante, por serem essenciais para o ciclo de vida dos teredos (SIPE et al., 2000). Pesquisas recentes observaram que não uma, mas sim diversas espécies de bactérias são cultivadas pelos teredos, apontando para uma dinâmica e complexa comunidade simbiote que pode se relacionar de diversas formas com seus hospedeiros (SIPE et al., 2000; DISTEL et al., 2002; LUYTEN et al., 2006).

Na porção posterior do corpo dos teredos encontram-se dois sifões, guarnecidos por um par de estruturas calcárias pedunculadas denominadas palhetas. Os sifões são normalmente projetados para fora da entrada da galeria. Assim: o sifão inalante conduz água para o interior do animal, possibilitando a retirada de gases essenciais para sua respiração e de organismos planctônicos, que complementam sua alimentação; e o sifão exalante libera a água com restos de processos metabólicos e produtos reprodutivos (TURNER, 1971a).

As palhetas (Figura 2) são responsáveis por proteger os sifões e bloquear o acesso de organismos estranhos à galeria. Em situações de estresse, como dessecação ou ataque por outros organismos, os sifões são recolhidos e a entrada da galeria é bloqueada pelas palhetas. Com essa estratégia os teredos conseguem sobreviver por aproximadamente seis semanas (TURNER, 1971a). Além disso, a morfologia das palhetas é o principal caráter utilizado para a identificação das espécies de teredos, já que as valvas são reduzidas e com ampla variedade intraespecífica (MÜLLER; LANA, 2004).

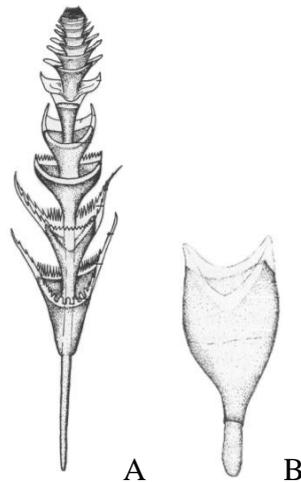


Figura 2 – Palhetas de dois gêneros de teredos: A. Palheta constituída por cones calcários, características do gênero *Bankia*; B. Palheta constituída de uma única peça calcária, característica do gênero *Teredo* (adaptado de: MÜLLER; LANA, 2004).

Somente ao final de uma curta fase larval os teredos são capazes de se dispersar e penetrar em substratos madeireiros. Nesse período suas larvas fazem parte da comunidade planctônica, sendo capazes de nadar livremente por pequenas distâncias. Ao encontrar um substrato favorável, a larva se fixa e começa a escavar sua galeria, gerando um pequeno orifício na superfície da madeira que pouco se ampliará ao longo da vida do indivíduo (TURNER, 1966).

Por esse restrito período de dispersão, os Teredinidae desenvolveram mecanismos fisiológicos e estratégias reprodutivas bastante especializadas. As espécies podem variar de hermafroditas protândricos até espécies dioicas. Basicamente as espécies podem seguir três tipos de padrões reprodutivos (Figura 3): ovíparas, com o desenvolvimento de ovos e larvas ocorrendo externamente; larvíparas com curto período de incubação larval, com a primeira fase larval ocorrendo externamente; e larvíparas com longo período de incubação larval, onde a larva em seu último estágio é liberada para o meio externo. Nos dois últimos casos os ovos e/ou larvas ficam retidas em câmaras incubadoras, presentes nas brânquias dos progenitores. (TURNER, 1984).

Após a maturação do ovo, uma larva trocófora típica emerge de 12 a 14 horas após a fecundação. O primeiro estágio, onde as valvas já estão formadas, é denominado de véliger com charneira reta (“*straight hinge veliger*”). A larva em seu último estágio é chamada de pedivéliger, sendo apenas nesse estágio capaz de nadar e se fixar na madeira (JUNQUEIRA, 1987) (Figura 3). Ao nadar à procura de um substrato para fixação a larva se expõe a predadores e intempéries do ambiente. Dessa forma, o período mais vulnerável do desenvolvimento dos teredos é quando eles se encontram sob a forma de pedivéliger (TURNER, 1984).

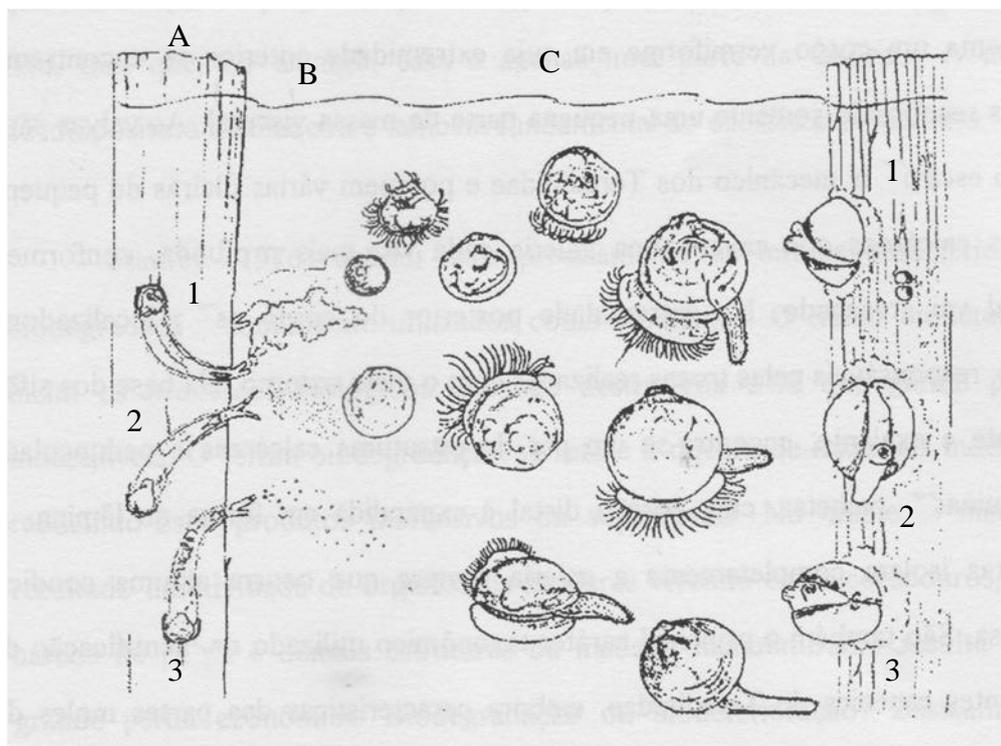


Figura 3 – Representação das três estratégias reprodutivas dos teredos: (1) ovíparas, com a fertilização ocorrendo na água; (2) larvíparas com curto período de incubação larval, com a liberação de larvas no estágio véliger com charneira reta; (3) larvíparas com longo período de incubação larval, com a larva sendo liberada no estágio pedivéliger. Na coluna A, os adultos liberam seus materiais reprodutivos na água (coluna B). O desenvolvimento das larvas é concluído enquanto estas fazem parte da comunidade fitoplanctônica (coluna C) (Adaptado de: TURNER, 1971a).

A larva sofre uma metamorfose logo após sua fixação no substrato, tornando-a capaz de perfurar a madeira e iniciar a construção de sua galeria. A maturidade sexual se desenvolve rapidamente nos teredos. Por exemplo, em *Teredo navalis* (Linnaeus, 1758) a maturidade é alcançada de quatro a oito semanas após a metamorfose, segundo estudos realizados por Nair e Saraswathy (1971).

O sucesso da fixação das larvas é afetado pela quantidade de incrustação biológica presente nos substratos. Geralmente essa relação é inversamente proporcional: quanto mais incrustantes na madeira, menores as chances da larva ser efetiva em sua fixação (JUNQUEIRA et al., 1989). De alguma forma esses organismos protegem a madeira, dificultando ou impedindo a fixação das larvas dos teredos.

Os danos causados à madeira pelos teredos são imperceptíveis externamente, porém internamente eles a consomem intensamente, até o ponto em que a madeira se desintegra. É por essa razão que os teredos são chamados de “cupins do mar” (TURNER, 1966). Ao se alimentarem de estruturas de madeira feitas pelo homem, eles passaram a se tornarem um importante problema econômico.

Pela ótica econômica, é provável que os teredos sejam a mais importante família de moluscos do mundo. Seus prejuízos superam os lucros obtidos com a venda de outros moluscos para alimentação, artesanato e outras finalidades. Para o Brasil, apesar da grande frota pesqueira composta por embarcações de madeira, não existem cálculos precisos sobre os prejuízos causados por estes organismos. Porém, estudos na região amazônica apontam para um alto número de ataques, obrigando o recolhimento das embarcações para reparo a cada seis meses (JUNQUEIRA, 1987; MULLER; LANA 2004).

Apesar dos altos prejuízos, a importância ecológica dos teredos não pode ser esquecida. Como redutores da madeira aos seus elementos constituintes, os teredos são insubstituíveis (TURNER, 1966). Em diversos estudos os teredos são classificados como importantes elementos funcionais de ecossistemas marinhos dependentes de detritos, especialmente em manguezais, por acelerarem os processos de decomposição da matéria orgânica particulada fragmentando e digerindo macrodetritos de madeira (TURNER, 1971b; TURNER; JOHNSON, 1971; RIMMER et al., 1982).

De acordo com Robertson (1991), a reciclagem de matéria orgânica em manguezais é mais rápida do que em florestas terrestres, graças à ação dos teredos. Ainda segundo o autor, em dois anos os teredos são capazes de degradar cerca de 50% da massa original da madeira em ecossistemas de manguezal. Esse dado reforça o importante papel desses organismos na decomposição de produtos vegetais em manguezais.

Pouco sucesso foi alcançado na tentativa de impedir que estruturas de madeira sofressem atacadas pelos teredos, muito provavelmente pela ênfase que as pesquisas deram a métodos de proteção e resistência da madeira, ao invés de focarem no estudo dos organismos (TURNER, 1971b). Conhecer o comportamento, a biologia e a fisiologia desses organismos pode ser a chave para diminuir os prejuízos causados por eles.

Infelizmente para os teredos, dados não podem ser extrapolados de certas áreas para outras, pois parâmetros ambientais diferentes afetam esses organismos de diferentes formas (JUNQUEIRA, 1987). Sendo assim, mais estudos sobre a ecologia, distribuição e biologia desses organismos são de grande importância para o conhecimento da família, como um todo, e para a elaboração de estratégias mais eficazes para mantê-los afastados de estruturas de madeira feitas pelo homem.

2.1.2 Os teredos e a salinidade

Havendo disponibilidade de madeira, o percentual de salinidade da água passa a ser o principal fator delimitador da distribuição das espécies de teredos, como indicam diversos autores (SARASWATHY; NAIR, 1974; TURNER, 1974; RAYNER, 1979; FREITAS; MELLO, 2001). É quando os teredos se encontram em sua fase larval que a salinidade emprega seu papel selecionador, por estarem completamente expostos ao ambiente, ao contrário do que ocorre em sua fase adulta. Sendo assim, o limite de tolerância das larvas quanto à salinidade é o fator limitante da distribuição dos teredos (TURNER, 1966; RAYNER, 1979; JUNQUEIRA; SILVA, 1991; LOPES; NARCHI, 1997).

A influência da salinidade se torna mais evidente em regiões estuarinas, onde ocorrem variações no percentual de salinidade devido à mistura de água do mar (salina) com águas de origem continental (“doce”). A quantidade de espécies e de indivíduos diminui consideravelmente com o decréscimo da salinidade (KRISTENSEN, 1969; LOPES; NARCHI,

1993). Apesar desse dado, os teredos são capazes de resistir às amplas variações de salinidade características dos manguezais, como constatado pela grande abundância de indivíduos nessas áreas (LOPES; NARCHI, 1993; MULLER; LANA, 1986, 1987; RANCUREL, 1971; TURNER, 1966).

Os teredos parecem tolerar bem altas e médias salinidades, porém poucas espécies sobrevivem em locais de baixa salinidade, sendo inexistente o registro de espécies exclusivas de água doce. *T. poculifer* (Iredale, 1936), *Psiloteredo healdi* (Bartsch, 1931) e as espécies do gênero *Nausitora* são os únicos teredos que reconhecidamente ocorrem em rios estuarinos, de salinidade extremamente baixa (HOAGLAND; TURNER, 1981; LOPES; NARCHI, 1993; TURNER, 1966).

As espécies de teredos possuem diferentes limites de salinidade, de acordo com Nair e Saraswathy (1971), que revisaram as reações destes organismos a diferentes valores de salinidade. Outros autores estudaram os efeitos da salinidade diretamente nas larvas dos teredinídeos (HOAGLAND, 1986).

Principalmente em regiões de clima frio ou temperado, a temperatura pode modificar os efeitos da salinidade sobre os organismos (KINNE, 1963). Sendo assim, nessas regiões a distribuição das espécies será dependente da dinâmica entre os dois fatores, podendo variar de área para área ou durante as estações do ano. Já em regiões de clima tropical a temperatura não varia tanto ao longo do ano, deixando de ser um fator limitante (JUNQUEIRA, 1987).

Grande parte do conhecimento sobre a biologia e ecologia dos teredos, e de outros perfurantes de madeira, provém de estudos realizados em regiões de clima temperado. Entretanto já se sabe que a atividade desses organismos em regiões tropicais é mais intensa (SOUTHWELL; BULTMAN, 1971). Apesar desse conhecimento, relativamente poucos trabalhos foram realizados no Brasil, principalmente trabalhos que utilizassem coletores especializados para teredos (SILVA et al., 1988). Dessa forma, o Brasil carece de dados quantitativos precisos sobre as espécies que vivem em seu litoral.

2.1.3 Teredos no Brasil

A família Teredinidae se distribui em três subfamílias, contendo 15 gêneros e 68 espécies, espalhadas pelo planeta (TURNER, 1971b; HOAGLAND; TURNER, 1981). Já para o Brasil, foram registradas de 22 a 26 espécies de teredos, dependendo do autor consultado, abrangendo as subfamílias Teredininae e Bankiinae, e quatro espécies para Pholadidae (LEONEL et al., 2002; LOPES; NARCHI, 1993; MULLER; LANA, 2004).

Os teredos recebem diferentes designações populares ao longo do litoral brasileiro, dependendo da região em questão. No Maranhão e Pará são conhecidos por turus ou turuaçus; nos estados do Sul e Sudeste como gusanos, busanos, ubiraçocas e anomias; já em Alagoas como busames (FREITAS; MELLO, 2001; MULLER; LANA, 2004).

O mais antigo registro encontrado sobre a ação dos teredos no Brasil foi publicado em 1874 (CAMARA, 1874), reportando os danos causados por estes e outros xilófagos marinhos nos portos do Rio de Janeiro e de Santos. Outro registro, anteriormente citado na literatura como o primeiro no Brasil (GERLACH, 1958; SILVA et al., 1988), data de 1919 (LUEDERWALDT, 1919), onde é mencionada a ação de teredos nos manguezais de Santos, SP. Talvez existam

registros anteriores aos citados, esperando para serem encontrados em arquivos que não foram digitalizados ou que as referências de seus acervos não estejam disponíveis na internet.

Novos estudos surgiram a partir da segunda metade dos anos 50, do século passado, com o intuito de encontrar soluções contra os danos causados pela ação dos teredos. Basicamente as pesquisas buscavam espécies de madeira naturalmente resistentes ou produtos químicos que, quando aplicados à madeira, inviabilizassem a fixação dos xilófagos marinhos (AMARAL, 1956; SERPA, 1978; SERPA; KARSLEDT, 1978; MILANO; LOPEZ, 1978; LOPEZ, 1982).

A partir da década de 80, do século passado, os estudos passaram a se concentrar na ocorrência de espécies ao longo da costa brasileira (SILVA et al., 1980; MÜLLER; LANA, 1986; MÜLLER; LANA, 1987; SILVA et al., 1988; JUNQUEIRA et al., 1989; JUNQUEIRA; SILVA, 1991; FREITAS; MELLO, 1999) e na ecologia dos teredos (LOPES; NARCHI, 1993; FREITAS; MELLO, 2001; LEONEL et al., 2002; FILHO et al., 2008), geralmente correlacionando a ocorrência de espécies com os diferentes teores de salinidade, característicos das áreas estudadas. Antes disso, as publicações que tratavam das espécies de teredos os incluíam de forma secundária, agrupando-os em estudos com outros moluscos (RIOS, 1975; BOFFI, 1979).

Poucos trabalhos abordaram o comportamento de colonização das larvas ou sua resistência a diferentes salinidades (LOPES; NARCHI, 1997; VAROTTO; BARRETO, 1998). Talvez o reduzido número de trabalhos seja fruto da dificuldade de se estudar os teredos em uma fase tão sensível. Porém, os resultados obtidos por esses trabalhos apontam para uma área de conhecimento que ainda pode ser explorada.

Os estudos mais recentes realizados no Brasil se concentraram em aspectos anatômicos, morfológicos, taxonômicos e fisiológicos dos teredos (MORAES; LOPES, 2003; MESERANI et al., 2004; LEONEL et al., 2006; DE-CARLI; DE-CARLI, 2012). A facilitação ao acesso a equipamentos mais sensíveis, precisos e de maior tecnologia pode estar direcionando as pesquisas no país para este caminho, permitindo o aprofundamento do estudo dos teredos em laboratório. Porém, para a melhor compreensão da ecologia dos teredos, é de suma importância continuar a estudar as interações entre esses organismos e os fatores ambientais da região de sua ocorrência, inclusive fatores que ainda não foram levados em consideração.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudos

3.1.1 A Marambaia

Localizada no município do Rio de Janeiro, entre as coordenadas 23° 03' 13,98" S e 43° 33' 44,31" O e as coordenadas 23° 05' 31,23" S e 43° 46' 26,55" O, a Marambaia abrange uma área de 7.877,33ha, englobando diferentes tipos de ecossistemas que se apresentam em um bom estado de preservação (Figura 3). Ao norte é banhada pelas águas da Baía de Sepetiba e ao sul pelo Oceano Atlântico. O canal do Bacalhau a separa do continente, ao mesmo tempo conectando a Baía de Sepetiba ao Oceano Atlântico e recebendo águas oriundas de corpos continentais. Uma ponte conecta a Marambaia à Barra de Guaratiba, bairro do município do Rio de Janeiro, atravessando o canal do Bacalhau (CONDE et al., 2005). Pertence à Área de Proteção Ambiental (APA) de Mangaratiba (SEMA, 2001) e integra a Reserva de Biosfera da Mata Atlântica (RAMBALDI et al., 2003).

A Marambaia pode ser dividida em três regiões: a Restinga da Marambaia, a Ilha da Marambaia e a Ponta da Pombeba (Figura 4). Abrangendo a Marambaia em quase sua totalidade, a Restinga da Marambaia se caracteriza por uma faixa estreita de terra, plana e arenosa, que se estende por cerca de 40 km. A Ilha da Marambaia se localiza no extremo oeste da Marambaia, apresentando um relevo montanhoso e um formato triangular, com cerca de 6 km em sua porção norte/sul. Já a Ponta do Pombeba, situada entre a Restinga da Marambaia e a Ilha da Marambaia, constitui-se por um trecho de terra alargado e pela projeção de um esporão arenoso, que leva à formação da Baía da Marambaia.

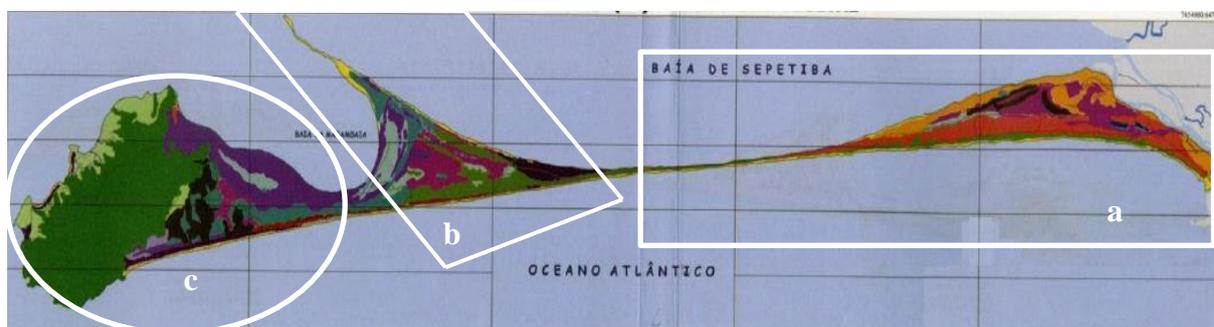


Figura 4 – Representação da Marambaia, com suas três regiões destacadas: (a) Restinga da Marambaia; (b) Ponta da Pombeba; (c) Ilha da Marambaia (adaptado de: CONDE et al., 2005). O experimento se concentrou na região da Restinga da Marambaia.

3.1.2 Caracterização climática

De acordo com os dados obtidos por Mattos (2005), o macroclima da Marambaia é tropical chuvoso com inverno seco (Aw), determinado de acordo com critérios de Köppen. Já o mesoclima é tropical, quente e super-úmido, definido pela classificação de Nimer. O autor encontrou temperatura média anual de 23,7°C, com a maior temperatura média ocorrendo em fevereiro (26,8°C) e a menor em agosto (20,9°C). A precipitação média anual é de 1239,7mm, com 37% de toda a precipitação ocorrendo no verão. Já o inverno é seco, ocorrendo 15% da precipitação média anual. O outono e a primavera apresentam níveis similares de precipitação, com 24% da precipitação média anual ocorrendo em cada estação.

3.1.3 Breve histórico

Os primeiros registros de ocupação da Marambaia datam de 1614. Até a abolição da escravidão, foi utilizada como entreposto negreiro. Em 1891 foi adquirida pela Companhia Promotora de Indústria e Melhoramento que a repassou para o Banco da República do Brasil em 1896 (PEREIRA et al., 1990).

A Marinha do Brasil chegou à Marambaia pela primeira vez em 1908, com a Escola de Aprendizes de Marinheiros da Marambaia. Porém sua primeira passagem foi curta: após dois anos a escola foi transferida para o município de Campos dos Goytacazes. Seu retorno se deu em 1981, com a instalação do Centro de Adestramento da Ilha da Marambaia (CADIM), que permanece lá até hoje. O Exército instalou seu Campo de Provas da Marambaia em 1933, na parte arenosa mais próxima ao continente (CONDE et al, 2005). Nessa mesma área, em 1985, foi criado o Centro de Avaliações do Exército (CAEx), atuando até a presente data na Marambaia. Atualmente a Aeronáutica também está presente na Marambaia, ocupando sua região intermediária. Além de impedirem a ocupação e o extrativismo desordenados, essas instituições vêm permitindo e estimulando o desenvolvimento de pesquisas na região, através de convênios com universidades e institutos de pesquisa (CONDE et al, 2005).

Mesmo com a presença das Forças Armadas, a Marambaia abriga cerca de 400 pessoas que sobrevivem da pesca, extrativismo e agricultura de subsistência (CONDE et al, 2005). Essas comunidades se beneficiaram de um curto período de prosperidade econômica (dos anos 40 aos 50 do século passado), que levou à expansão urbana e aumento da exploração dos recursos naturais da região (PEREIRA et al., 1990). Porém, apesar das diversas interferências antrópicas, a vegetação da Marambaia se manteve em um bom nível de preservação (CONDE et al, 2005).

3.1.4 Formações vegetais

Três formações vegetais são bem características na região: floresta atlântica de encostas, restinga e manguezal. Subtipos de cada formação e faixas de ecótonos também são encontrados com facilidade (CONDE et al, 2005). A floresta atlântica de encostas foi a que mais sofreu com as ocupações da região, perdendo espaço, principalmente, para atividades agropecuárias (PEREIRA et al., 1990). Em 2005 ocupava 2125,43ha, estando bem preservada em alguns trechos e em diferentes estágios de regeneração em outros. As famílias mais representativas foram: Myrtaceae, Leguminosae, Sapindaceae e Rubiaceae (CONDE et al, 2005).

A restinga, ainda de acordo com Conde et al. (2005), abrangia uma área de 4.961,31ha, variando de formações herbáceas à formações arbóreas. As famílias Leguminosae, Rubiaceae e Poaceae foram as mais representativas entre as herbáceas. As florestas de restinga ocupavam 1.318,08ha, com espécies podendo alcançar até 23m de altura. Ocorrem em locais secos, sobre dunas e cordões arenosos, e em locais periodicamente ou constantemente alagados, como entre cordões arenosos ou em depressões no relevo, onde o alagamento é causado pelo afloramento do lençol freático. É importante ressaltar que, de acordo com o Código Florestal Brasileiro, qualquer floresta inundada, permanentemente ou periodicamente, é considerada área de proteção permanente, devido a sua baixa capacidade de regeneração frente a estresses.

As formações de manguezal, ainda em 2005, se estendiam por uma área de 437,7ha, ocorrendo em maior abundância na região da Restinga da Marambaia próxima à Barra de Guaratiba, porém também sendo encontrado, em pequenas manchas, na desembocadura dos pequenos rios que se formam na Ilha da Marambaia. As espécies arbóreas encontradas foram: *Rhizophora mangle* L. (mangue-vermelho), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (mangue-

branco) e *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. Ex Moldenke (mangue-siriuba) (CONDE et al, 2005).

Os manguezais se distribuem majoritariamente pela faixa tropical do planeta, ocupando cerca de 70% das zonas costeiras dessa região, além de ocorrerem em menor escala em regiões subtropicais. O Código Florestal Brasileiro os trata como área de proteção permanente (CONDE et al, 2005). São ecossistemas altamente produtivos, com interações ecológicas complexas ocorrendo entre seus componentes, tanto biológicos quanto físico-químicos. As altas temperaturas e a grande disponibilidade de nutrientes, que aportam por águas continentais e do próprio continente, oferecem as condições ideais para que a produção primária seja realizada em altas taxas. Com essa elevada produção, o manguezal é capaz de exportar matéria orgânica particulada e dissolvida para outros ecossistemas adjacentes, como restingas e florestas costeiras (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2009).

Altamente adaptadas às altas salinidades oriundas do oceano, suas espécies vegetais, comumente denominadas de mangue, formam uma zona de transição entre o mar e a região influenciada pelas marés máximas, como em faixas de areia paralelas à água em estuários, lagoas costeiras e baías (ODUM; BARRET, 2007). Desenvolvem-se em substratos lodosos, salobros e deficientes em oxigênio. Suas raízes aéreas penetram no substrato anaeróbico, levando oxigênio para camadas mais fundas do solo e propiciando superfícies de fixação para moluscos, ostras e cracas, além de refúgio para diversas espécies de crustáceos e pássaros, que as utilizam para fugir das marés cheias (CONDE et al, 2005; ODUM; BARRET, 2007).

3.1.5 Pontos de coleta

Seis pontos foram definidos ao longo do estuário da Marambaia, começando próximo ao encontro do canal do Bacalhau com a praia da Marambaia e indo em direção à Baía de Sepetiba. Três pontos foram posicionados às margens do canal, em locais alagados na maior parte do tempo (A1, A2 e A3), e três em bosques de manguezal, onde os alagamentos correm apenas nos períodos de cheias de maré (B1, B2 e B3) (Figura 5).

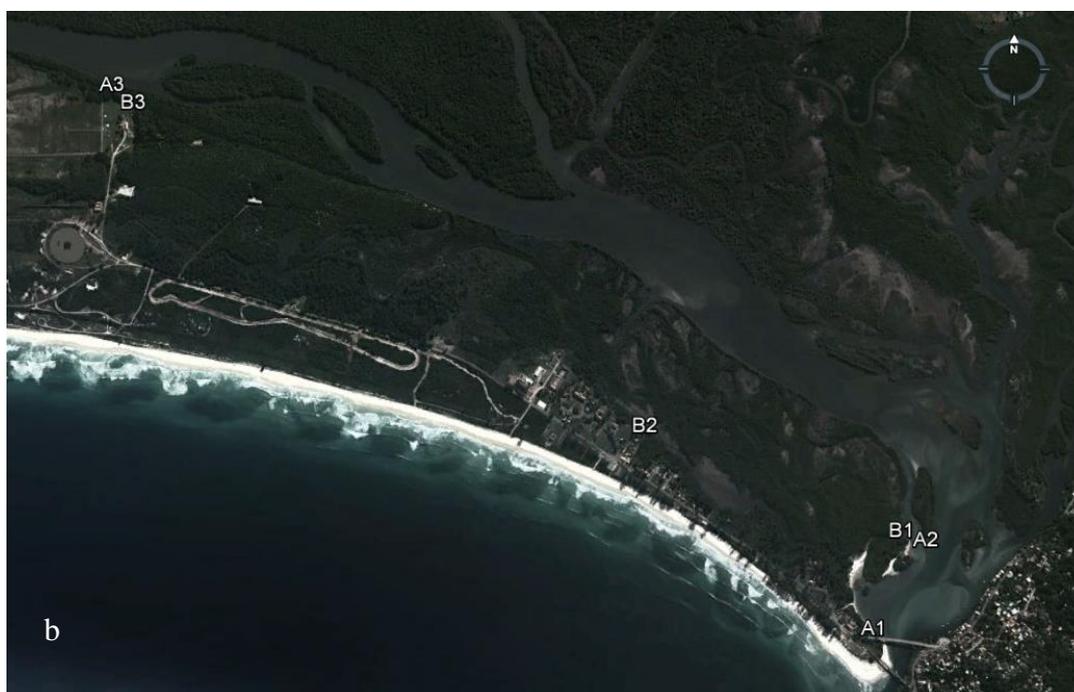
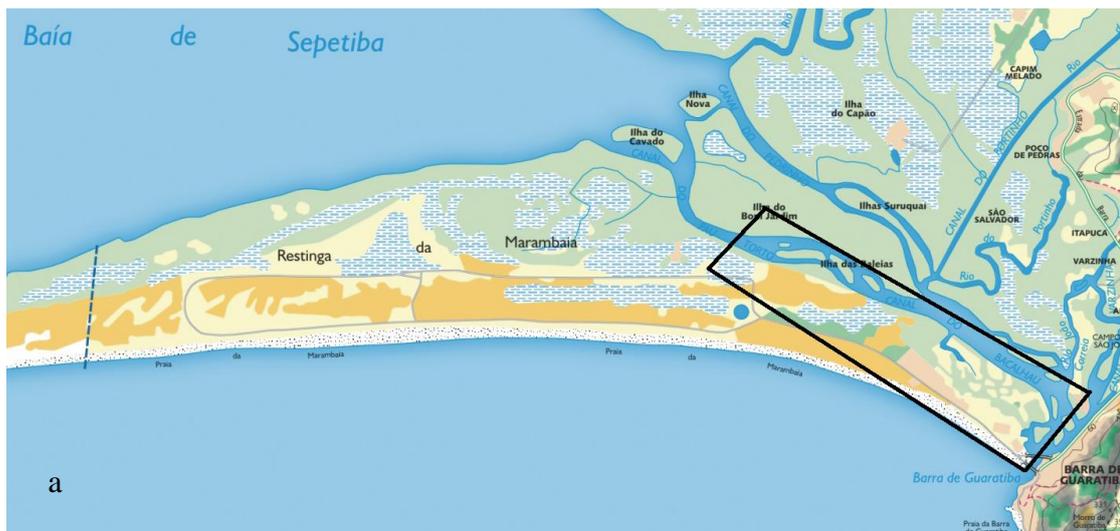


Figura 5 – (a) Localização da área de estudos, com a Baía de Sepetiba na parte superior e as Praias da Marambaia e de Guaratiba na parte inferior. Em destaque, a área na qual os pontos de coletas foram selecionados (adaptado de: IPP-RIO, 2012). (b) Pontos de coleta ao longo dos canais e dos bosques de manguezal da Restinga da Marambaia. A1, A2 e A3 são pontos em locais permanentemente alagados e B1, B2, B3 pontos em bosques de manguezais (retirado e modificado de Google Earth (acessado em: 10 de fev. 2014)).

Ponto A1

Localizado nas coordenadas 23° 3' 40,3" S e 43° 34' 03,2" O, A1 é o ponto mais próximo do mar, distando cerca de 300 m da entrada do canal do Bacalhau (Figura 6). A vegetação neste ponto é dominada por *Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub., uma Fabaceae típica de restinga (CONDE et al., 2005). Apesar de não estar efetivamente em uma área de manguezal, muito material vegetal é depositado neste ponto, inclusive de manguezal, vindo de vários pontos do estuário através das correntes do canal, principalmente após fortes eventos de precipitação. O ponto também é afetado por eventos de intensa atividade do mar (“ressaca”), quando ondas atingem as pequenas praias dessa área. Dessa forma, a disponibilidade de madeira nesse ponto é muito variável, como pôde ser observado em cada evento de coleta. O ponto foi o único que apresentou solo arenoso.

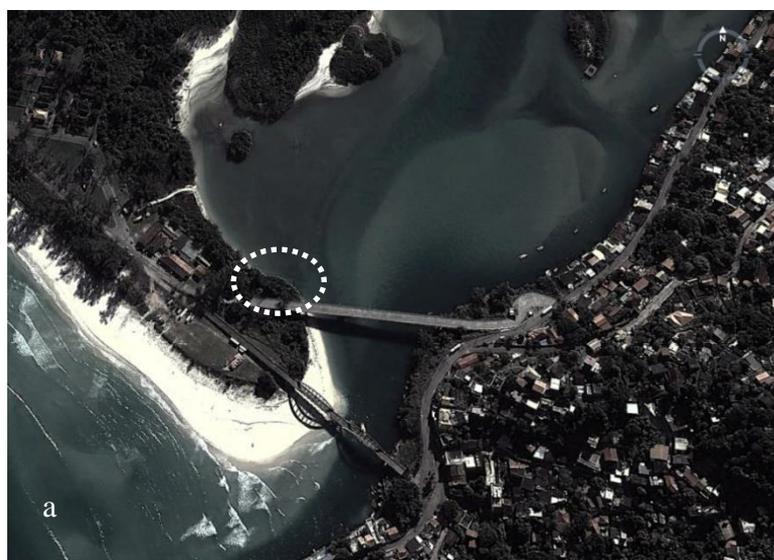


Figura 6 – (a) Localização do ponto A1 (retirado e modificado de Google Earth (acessado em: 10 de fev. 2014)). (b) Caracterização do ponto. À esquerda, a ponte que faz a ligação entre Barra de Guaratiba e Marambaia. O encontro entre o canal do Bacalhau e a praia da Marambaia situa-se logo após a ponte.

Ponto B1

Sendo o ponto em bosque de manguezal mais próximo do mar, distando cerca de 680 m, B1 se situa nas coordenadas 23° 3' 28,35" S e 43° 35' 58,3" O (Figura 7). Sua vegetação é típica de manguezal, com a ocorrência de *R. mangle* e *L. racemosa*, com alguns indivíduos bem desenvolvidos e muitos em desenvolvimento. O ponto recebe águas de um pequeno rio, do canal do Bacalhau e de um canal menor que se forma com a maré cheia. Não é comum o depósito de material vegetal nesse ponto. Ele é composto majoritariamente por sedimento lodoso, com pequenas áreas de solo arenoso. Algumas espécies de crustáceos são avistadas facilmente, tanto sobre árvores quanto em suas galerias.



Figura 7 – (a) Localização do ponto B1 (retirado e modificado de Google Earth (acessado em: 10 de fev. 2014)). (b) Caracterização do ponto. Na maré seca, somente um pequeno rio se mantém como fonte de água salobra. Durante a maré cheia todo o ponto se torna alagado.

Ponto A2

O terceiro ponto mais próximo do mar, distante cerca de 650 m, e o segundo em um local alagado, se localiza nas coordenadas 23° 3' 28,8" S e 43° 33' 55,6" O (Figura 8). Sua vegetação formada, basicamente, por indivíduos bem desenvolvidos de *A. schaueriana*, *R. mangle* e *L. racemosa*, fixadas sobre um substrato lodoso, típico de manguezal. O ponto situa-se em uma pequena ilha dentro do canal do Bacalhau, recebendo águas de rios e do canal, além de sofrer influencia do mar. O tombamento de algumas árvores levaram á formação de um pequeno depósito de areia, que aparentemente vêm crescendo verticalmente ao longo do tempo. Muito material vegetal encontra-se disponível para xilófagos marinhos. Espécies de crustáceos podem ser avistadas facilmente sobre os troncos e raízes de árvores.

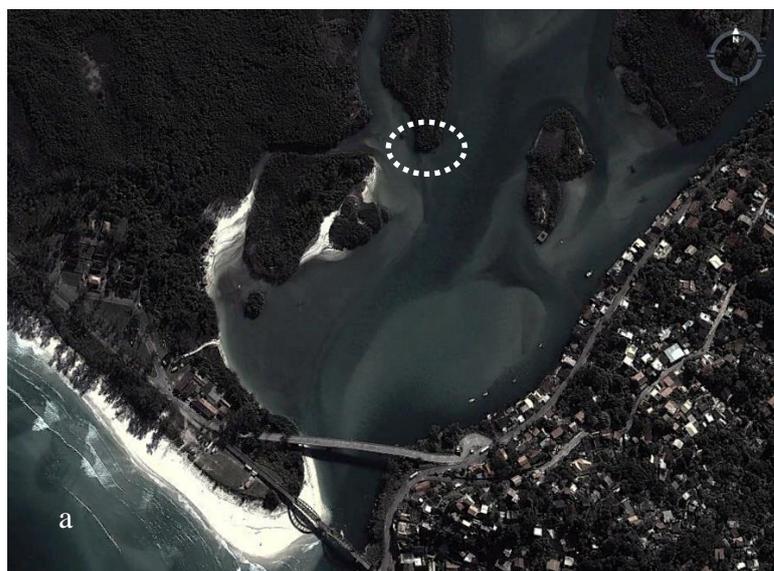


Figura 8 – (a) Localização do ponto A2 (retirado e modificado de Google Earth (acessado em: 10 de fev. 2014)). (b) O ponto situa-se em uma ilha circundada pelas águas do canal do Bacalhau.

Ponto B2

O segundo ponto em bosque de manguezal se encontra em uma posição intermediária entre os pontos já descritos e os outros dois restantes, distando cerca de 1.725 m do mar, nas coordenadas 23° 3' 15,3" S e 43° 34' 33,2" O (Figura 9). Porém, o ponto se encontra na porção final de uma extensa região de manguezal, distando 426 m do canal do Bacalhau, portanto, somente recebendo água em marés bem cheias ou em eventos de precipitação. Apesar disso, sua vegetação, composta por indivíduos típicos de restinga (*Terminalia catappa* L.) e de manguezal (*L. racemosa*), se sustentam majoritariamente sobre substrato lodoso, com alguns indivíduos crescendo sobre uma mistura de substrato lodoso e arenoso. Muitas galerias e algumas espécies de crustáceos encontram-se presentes. Muito material vegetal encontra-se disponível próximo ao ponto, porém esse material é basicamente oriundo da poda de árvores situadas no CAEx.



Figura 9 – (a) Localização do ponto B2 (retirado e modificado de Google Earth (acessado em: 10 de fev. 2014)). (b) Caracterização do ponto. Apesar de distante do canal do Bacalhau e do mar, o solo permanece lodoso.

Ponto B3

É o ponto em bosque de manguezal mais distante do mar, distando cerca de 4.285 m, situando-se nas coordenadas 23° 2' 33,3" S e 43° 35' 43,1" O (Figura 10). Sua vegetação é composta por indivíduos bem desenvolvidos de *A. schaueriana* e *R. mangle*, com poucos em desenvolvimento. O ponto encontra-se bem próximo do canal do Bacalhau, sofrendo inundações com a subida da maré. Seu substrato é basicamente lodoso, com alguns pontos arenosos. Muito material vegetal é encontrado próximo ponto, proveniente da queda de galhos ou do tombamento de árvores. A presença de crustáceos também é grande.

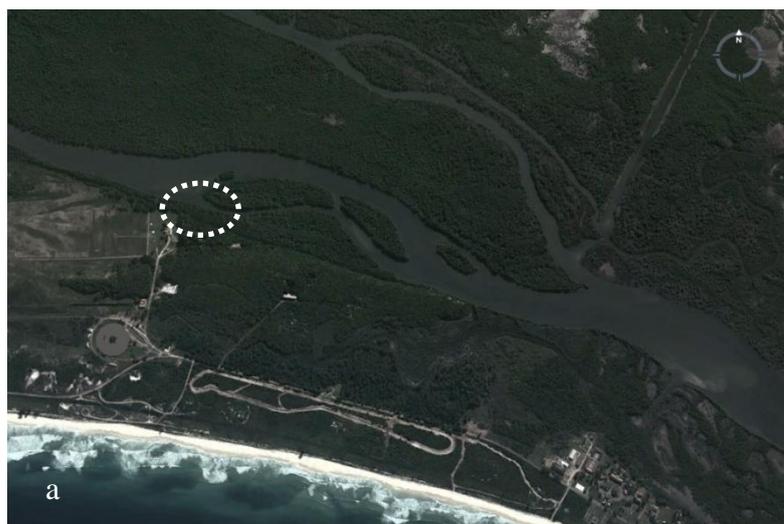


Figura 10 – (a) Localização do ponto B3 (retirado e modificado de Google Earth (acessado em: 10 de fev. 2014)). (b) Caracterização do ponto. O canal do Bacalhau situa-se próximo à margem do bosque de manguezal. Destaque para a vegetação característica de mangue.

Ponto A3

Situado nas coordenadas 23° 2' 31,7 " S e 43° 35' 45,5" O, é o ponto mais distante do mar, distando cerca de 4.480 m (Figura 11). Encontra-se em uma área alagada, com indivíduos de *A. schaueriana*, *R. mangle* e *L. racemosa* em desenvolvimento. A faixa de terra bem à margem do canal do Bacalhau é composta por substrato lodoso, porém essa faixa não é muito extensa, com substrato arenoso vindo logo a seguir. Pouco material vegetal encontra-se disponível no local, porém eventualmente algum material deslocado pelo canal acaba sendo depositado na parte mais lodosa de seu substrato. Existe uma rampa de concreto construída próximo ao ponto, para possibilitar o acesso de embarcações do exército ao canal. A presença de organismos incrustantes nessa rampa é muito alta. Poucos crustáceos são observados na região.

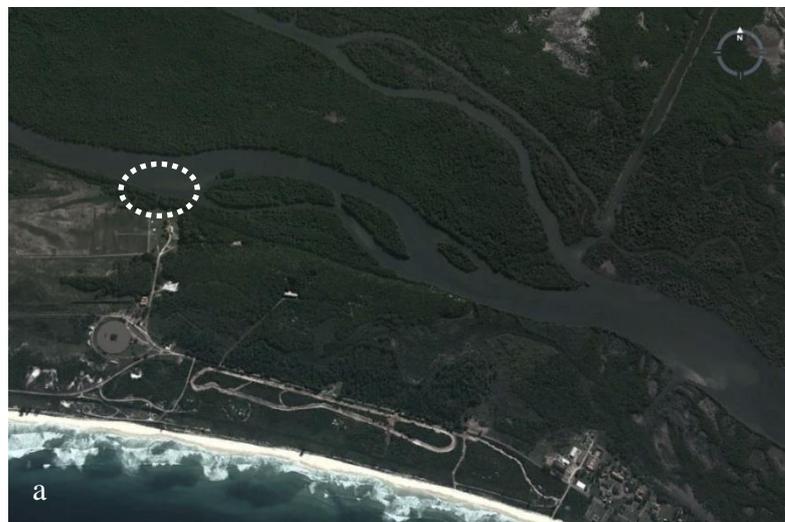


Figura 11 – (a) Localização do ponto A3 (retirado e modificado de Google Earth (acessado em: 10 de fev. 2014)). (b) Caracterização do ponto. À esquerda, a rampa utilizada pelas embarcações do exército. À direita, o local de instalação dos coletores. Destaque para o canal do Bacalhau, bem próximo ao ponto.

3.2 Coleta dos Teredos

Coletores específicos para a coleta de teredos foram utilizados no experimento, confeccionados de acordo com Junqueira e Silva (1991) (Figura 12). Esse tipo de coletor maximiza a conservação morfológica dos teredos, principalmente de suas palhetas, facilitando a identificação de espécies. Além disso, possibilita a visualização de suas galerias e dos danos causados aos coletores (Figura 13).



Figura 12 - Representação do coletor usado no experimento.



Figura 13 – Infestação de teredos nas laminas de coletores: (a) valvas e estruturas calcárias podem ser observadas facilmente; (b) as galerias permanecem conservadas, mesmo após a retirada dos teredos e de seus componentes calcários.

Cada coletor foi composto por 10 laminas de pinus (*Pinus* spp.), dispostas entre duas placas de fórmica feitas a partir de PET, com todo o conjunto finalizado por dois tacos de madeira (peroba, *Aspidosperma* spp.). As lâminas de pinus foram confeccionadas com as dimensões de 10 x 10 x 0,08 cm, assim como as placas de fórmica (Figura 14). Todo o conjunto é preso por duas amarras de plástico, por não oxidarem em contato com a água.

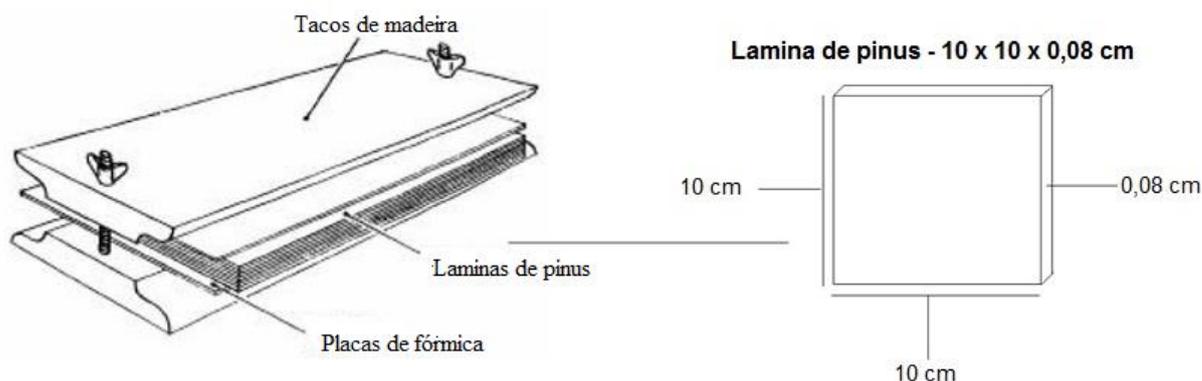


Figura 14 - Esquema do coletor de madeira e dimensões da lamina de pinus (Adaptado de: VAROTTO; BARRETO, 1998).

3.3 Identificação dos Tereados

Depois de retirados da água, os coletores foram levados para o laboratório para a retirada, contagem e identificação dos tereados e de outros incrustantes e perfurantes marinhos. Os organismos foram retirados dos coletores com o auxílio de pinça sob uma lupa estereoscópica, sendo fixados em álcool glicerinado (cinco partes de álcool 85% para uma parte de glicerina líquida comercial) (LOPES; NARCHI, 1993). As espécies de tereados foram identificadas baseando-se na classificação taxonômica proposta por Turner (1966, 1971b), utilizando-se o formato da palheta como principal característica taxonômica. O guia para espécies brasileiras de Müller e Lana (2004), que segue a classificação citada anteriormente, também foi utilizado.

3.4 Fatores Ambientais

3.4.1 Salinidade

A salinidade de cada ponto foi medida de 15 em 15 dias ao longo dos meses de janeiro e fevereiro, com o auxílio de um refratômetro (salinômetro) portátil. A partir de março a salinidade foi medida mensalmente, durante cada evento de retirada de coletores.

Em pontos alagados, a salinidade foi medida diretamente da água onde os coletores estavam submersos. Já nos bosques de manguezal, a salinidade foi medida através das águas contidas em poças de maré, nas marés baixas, ou diretamente da água, nas marés cheias.

3.4.2 Precipitação

A dinâmica de precipitações, ao longo do ano de 2013, foi feita com base nos dados semanais de precipitação obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014), referentes à estação meteorológica instalada na própria Marambaia.

3.4.3 Precipitação x salinidade

Como o volume de precipitação pode alterar os teores de salinidade (RICHMOND; WOODIN, 1996), a interação entre esses fatores foi avaliada através da correlação de Pearson, sendo ilustrada por um gráfico de regressão linear.

3.5 Estado da Taxocenose de Teredos na Marambaia

3.5.1 Número de indivíduos

Para a obtenção do número geral de indivíduos foram contabilizados os pares de valvas, ao invés dos pares de palhetas. Essa abordagem foi escolhida porque, em alguns casos, as palhetas não foram encontradas ou acabaram sendo destruídas durante o processo de sua retirada dos coletores, ao contrário das valvas, que são mais evidentes e mais resistentes. Dessa forma, cada par de valvas foi caracterizado como um indivíduo, independentemente de sua espécie. O caráter de diferenciação taxonômica das palhetas foi utilizado para contabilizar o número de indivíduos por espécie.

Análises de correlação foram feitas para avaliar se a ocorrência de indivíduos e indivíduos por espécies, ao longo dos meses e das áreas, foi determinada por algum fator ambiental. Análises de variância foram realizadas para a verificação de diferenças significativas entre as ocorrências de indivíduos. Gráficos de ordenação multidimensional não métrica (NMDS) e da análise de Cluster foram utilizados para ordenar os dados de acordo com similaridades e diferenças entre suas variáveis.

3.5.2 Ocorrência de espécies

A ocorrência de espécies foi retratada em forma de matrizes binárias, de ausência (0) e presença (1), tanto para os meses de coletas quanto para os pontos estudados. Os dados das matrizes foram utilizados em análises de variância, para que diferenças significativas ao longo dos meses e entre os pontos estudados fossem observadas. Além disso, foi analisada a influência dos fatores ambientais sobre a ocorrência de espécies, para os diferentes pontos e para os meses de coleta (correlação de Pearson). A ordenação multidimensional não métrica (NMDS) e a análise de Cluster também foram empregadas.

3.5.3 Abundância relativa e diversidade de espécies

A abundância relativa de cada espécie foi calculada através da divisão do número de indivíduos de uma dada espécie pela soma dos indivíduos de todas as espécies. A abundância relativa foi calculada tanto para os meses de coletas quanto para os pontos estudados. Análises de variância e correlações entre abundância de espécies e fatores ambientais também foram realizadas.

A diversidade e a dominância de espécies foram calculadas através do índice de diversidade de Simpson (D_s) e da dominância de Simpson (I), respectivamente. O índice leva em consideração a probabilidade de dois indivíduos, escolhidos aleatoriamente em uma comunidade de tamanho n , serem da mesma espécie. É considerada uma das medidas de diversidade mais robusta, dentre as disponíveis (MAGURRAN, 2011).

3.6 Estimativa do Consumo de Madeira

Para se estimar o consumo de madeira pelos teredos, optou-se por comparar o peso das lâminas de pinus antes e depois da retirada dos coletores do campo. Antes da montagem dos coletores, as lâminas foram deixadas em estufa por 24h à temperatura de 100 °C, para que toda a umidade presente na madeira fosse evaporada. Assim que foram retiradas da estufa, as lâminas foram pesadas em balança de precisão, com o peso inicial de cada lâmina sendo obtido. Após expostas ao campo, com a retirada e identificação dos organismos tendo sido realizadas, as lâminas foram expostas ao mesmo processo térmico, obtendo-se o peso final de cada lâmina (Figura 15).



Figura 15 – Representação da pesagem das laminas (a) e dos danos causados á elas pela atividade dos teredos (b).

Como os teredos revestem suas galerias com estruturas calcárias, foi tomado o cuidado de retirá-las das lâminas, com o uso de esponja, água e detergente, evitando-se danificar as lâminas. Dessa forma, foi reduzida qualquer interferência que estas estruturas possam causar no peso final de cada lâmina.

A estimativa do consumo de madeira foi feita obtendo-se a diferença entre o peso final e inicial de cada lâmina, extrapolando essas diferenças para o coletor em questão e, finalmente, encontrando-se a porcentagem referente à diferença correspondente, através da seguinte fórmula:

$$\{[(\text{Peso total inicial} - \text{Peso total final}) * 100] / \text{Peso total inicial}\}$$

Foi importante diferenciar a porção do coletor que efetivamente foi consumida pelos teredos e o que possivelmente foi degradado por outros fatores ambientais. Para isso, foi realizada uma correlação estatística entre os pesos finais dos coletores e o número de indivíduos por coletor, ao longo dos meses de experimento. Além disso, o consumo de madeira pelos teredos, ao longo dos meses de coletas, foi correlacionado com os fatores ambientais.

3.7 Sistemas – Pontos Submersos e em Bosques de Manguezal

Com o intuito de observar possíveis diferenças estatísticas entre coletores em áreas permanentemente alagadas e em áreas periodicamente alagadas, bosques de manguezal, os pontos foram divididos em dois sistemas: submerso, contendo os pontos A1, A2 e A3; e bosque de manguezal, formado pelos pontos B1, B2 e B3 (Figura 16). As diferenças entre ocorrência de espécies, abundância de espécies e consumo de madeira foram comparadas entre os sistemas através de análises de variância. Possíveis correlações entre essas variáveis e os fatores ambientais referentes a cada sistema também foram avaliadas.



Figura 16 – Coletores em dois sistemas: (A) coletor em um ponto submerso; (B) coletor em bosque de manguezal.

3.8 Período de Exposição dos Coletores ao Ambiente

O experimento foi dividido em três séries ao longo do ano de 2013, com cada uma durando quatro meses. A primeira série foi realizada de janeiro a maio, a segunda de abril a agosto e a terceira de julho a novembro. Em cada série, grupos de coletores ficaram expostos ao ambiente por períodos distintos: um grupo de coletores ficou em campo por dois meses, outro grupo por três meses e um último por quatro meses. Isso foi feito para reduzir as chances de perda de coletores por um possível consumo excessivo de madeira, por parte dos teredos.

No início de cada série, três coletores foram instalados em cada ponto, cada um pertencendo a um dos grupos de diferentes tempos de exposição ao campo. A retirada dos coletores foi feita mensalmente, a partir do segundo mês da primeira série. Para isso, a série seguinte sempre era instalada no terceiro mês de duração da série anterior. Ou seja, durante a retirada do grupo de coletores que ficaram expostos por três meses, a próxima série já era instalada. Ao total, 54 coletores foram utilizados para a realização do trabalho.

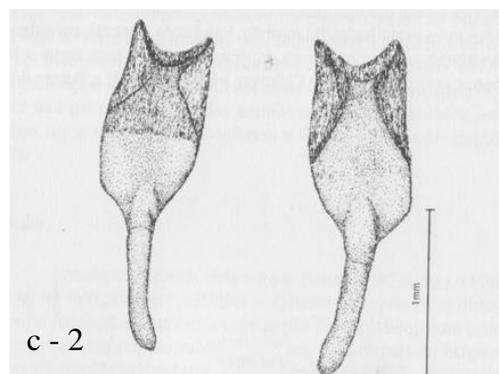
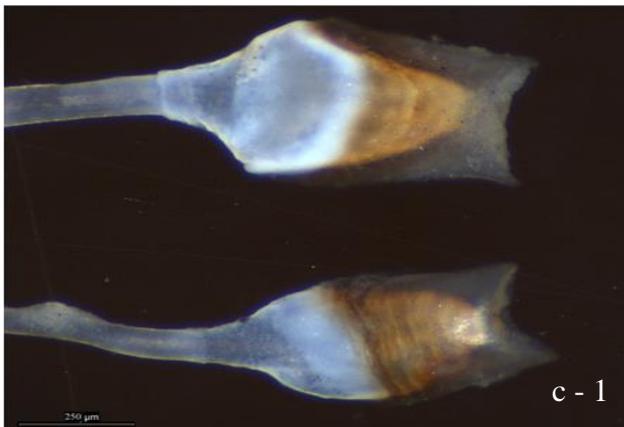
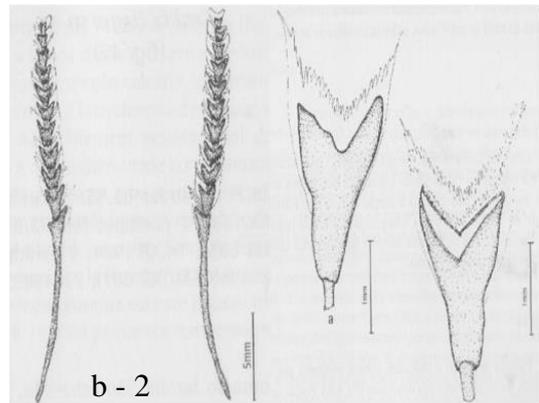
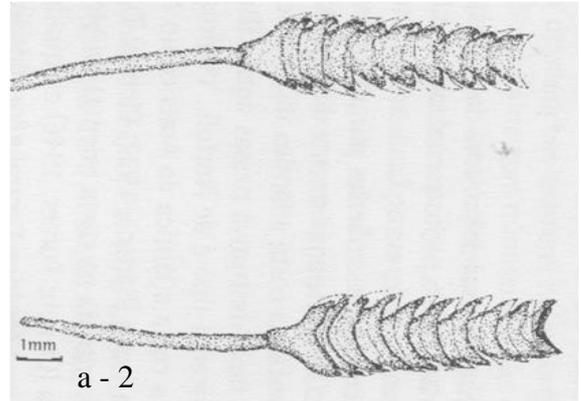
A primeira série foi tratada como teste para assegurar a viabilidade do experimento. Ela seguiu basicamente os mesmos parâmetros das séries subsequentes, somente não sendo utilizada nas análises de consumo de madeira.

Foi verificada a influencia dos diferentes períodos de exposição dos coletores sobre a abundância de indivíduos e sobre o consumo de madeira, através de análises de variância.

4 RESULTADOS

4.1 Identificação dos Teredos

Cinco espécies de teredo foram identificadas: *Bankia gouldi* (Bartsch, 1908), *Bankia fimbriatula* (Moll; Roch, 1931), *Lyrodus floridanus* (Bartsch, 1922), *Nototeredo knoxi* (Bartsch, 1917) e *Teredo furcifera* (von Martens, 1894) (Figura 17). Cracas (Crustacea, Cirripedia), algas, membros da família Pholadidae e outros bivalves também foram encontrados aderidos aos coletores.



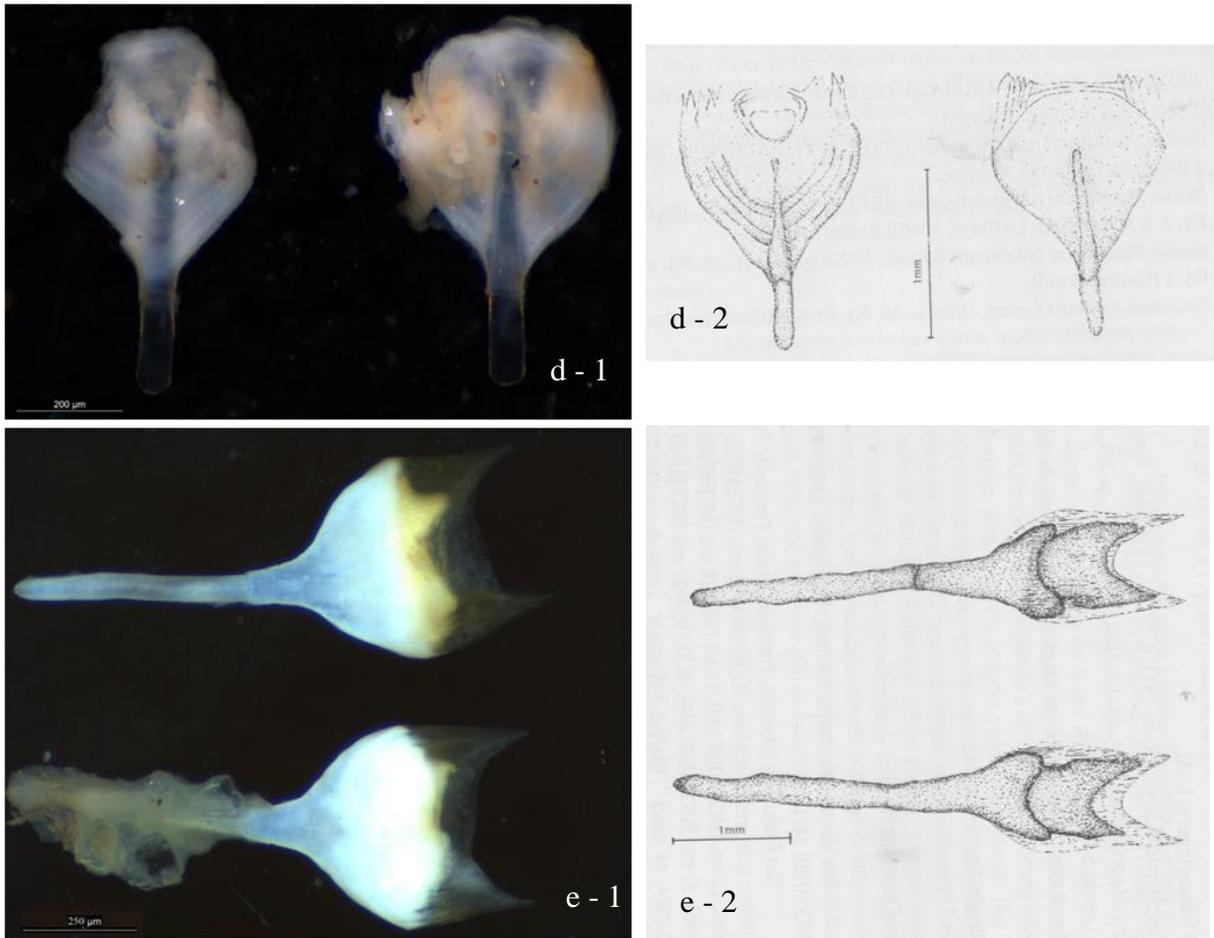


Figura 17 – Representações das palhetas das espécies de teredos encontradas do estudo: (a) *B. gouldi*; (b) *B. fimbriatula*; (c) *L. floridanus*; (d) *Nototeredo knoxi*; (e) *Teredo furcifera*. As imagens de números pares foram retiradas e modificadas de Müller e Lana (2004).

4.2 Fatores Climáticos e Ambientais

4.2.1 Salinidade

Em média, os meses com maiores salinidades foram julho, abril e maio, e os pontos mais salinos foram B2 e A2 (Tabela 1). As salinidades mensais por ponto diferiram entre si (ANOVA, $p = 0,0004$; GL = 10), com A3 diferindo de todos os pontos (ANOVA, $p < 0,05$ para todos) exceto de B3, que se encontra geograficamente próximo a ele. Os valores de salinidade também diferiram entre os meses, utilizando-se os pontos como réplicas (ANOVA, $p = 0,0031$; GL = 5). A principal diferença foi entre janeiro e abril e março e abril (ANOVA, $p < 0,05$ para ambos).

Tabela 1 – Concentrações mensais de salinidade (%) obtidas para cada ponto de coleta. Médias mensais calculadas a partir dos valores de cada ponto e médias totais calculadas para cada ponto de coleta, através dos valores medidos ao longo do experimento.

| Mês (Coleta) | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | Média |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|
| Jan | 22±2,83 | 24,5±2,12 | 20,5±2,12 | 30,5±0,71 | 32,86±3,95 | 25 | 25,89±4,83 |
| Fev | 30±1,41 | 31,5±3,54 | 27±2,83 | 30±2,83 | 26 | 25 | 28,25±2,6 |
| Mar (1.1) | 31,5±0,71 | 32,5±0,71 | 26±5,66 | 29±4,25 | 31±2,83 | 27,5±6,36 | 29,58±2,52 |
| Abr (1.2) | 34 | 35 | 30 | 34 | 39 | 33 | 34,17±2,93 |
| Mai (1.3) | 39 | 38 | 28 | 35 | 34 | 31 | 34,17±4,17 |
| Jun (2.1) | 30 | 31 | 30 | 31,70 | 36 | 32 | 31,78±2,23 |
| Jul (2.2) | 37 | 36 | 31 | 34 | 38 | 30 | 34,33±3,27 |
| Ago (2.3) | 35 | 31,75 | 27 | 32 | 31,75 | 33 | 31,75±2,64 |
| Set (3.1) | 32,31 | 32,53 | 27,44 | 32,04 | 33,56 | 29,56 | 31,24±2,28 |
| Out (3.2) | 35 | 32 | 27 | 34 | 32,00 | 32,00 | 32,00±2,76 |
| Nov (3.3) | 32 | 34 | 25 | 32 | 29,80 | 26 | 29,80±3,6 |
| Média | 32,53±4,49 | 32,62±3,45 | 27,18±2,86 | 32,20±1,89 | 33,09±3,70 | 29,46±3,1 | |

4.2.2 Precipitação

A dinâmica de precipitação ao longo de 2013 ocorreu de acordo com o observado em 2005 por Mattos, com verão sendo o período de maior precipitação, com janeiro, fevereiro e março apresentando os maiores valores totais, e o inverno o período mais seco, com agosto sendo o mês de menor precipitação total (Tabela 2; Figura 18).

Tabela 2 – Total de precipitação (mm) e médias mensais de precipitação (mm) para cada mês do experimento.

| Mês (Coleta) | Total (mm) | Média mensal (mm) |
|---------------------|-------------------|--------------------------|
| Jan | 205 | 51,25±32.43 |
| Fev | 139 | 34,75±46.70 |
| Mar (1.1) | 130 | 32,5±21.70 |
| Abr (1.2) | 93 | 23,25±25.62 |
| Mai (1.3) | 56 | 14±6.05 |
| Jun (2.1) | 52 | 13±15.68 |
| Jul (2.2) | 77 | 19,25±26.14 |
| Ago (2.3) | 10 | 2,5±4.36 |
| Set (3.1) | 74 | 18,5±13.70 |
| Out (3.2) | 30 | 7,5±11.12 |
| Nov (3.3) | 112 | 28±11.40 |
| Total | 1.035 | 21,56 |

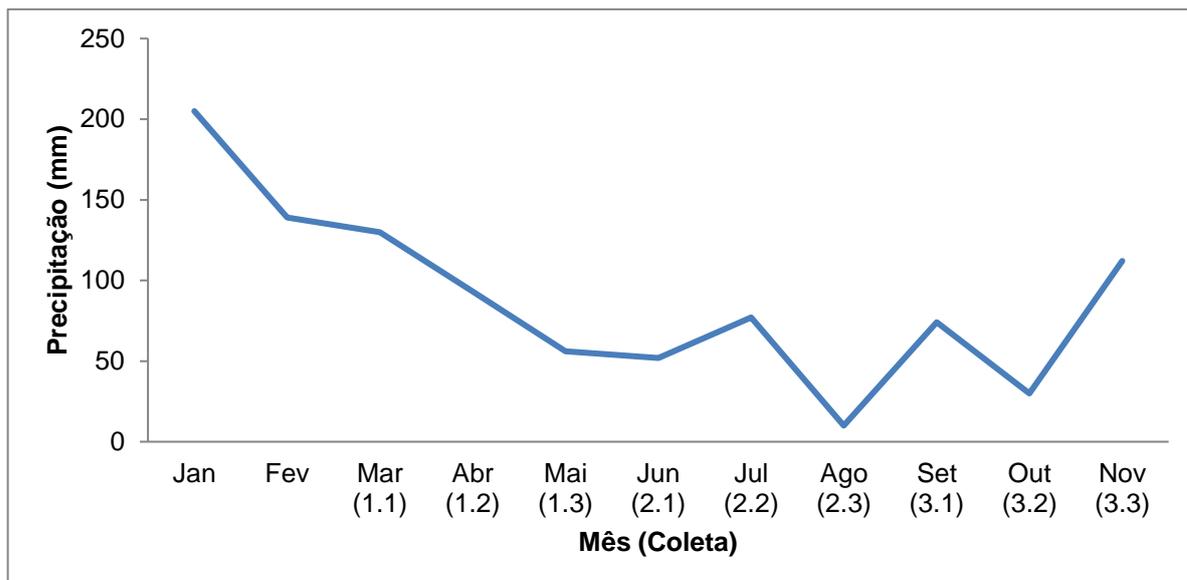


Figura 18 – Dinâmica de precipitação (mm) ao longo do ano de 2013, para a Marambaia. Os maiores volumes foram encontrados de Janeiro a Março.

4.2.3 Precipitação x salinidade

Foi encontrada uma correlação inversa entre as médias mensais de precipitação e as médias mensais de salinidade ($r(\text{Pearson}) = -0,751$; $p = 0,0077$; $R^2 = 0,5642$). Ou seja, um aumento na precipitação leva a um decréscimo na salinidade (Figura 19).

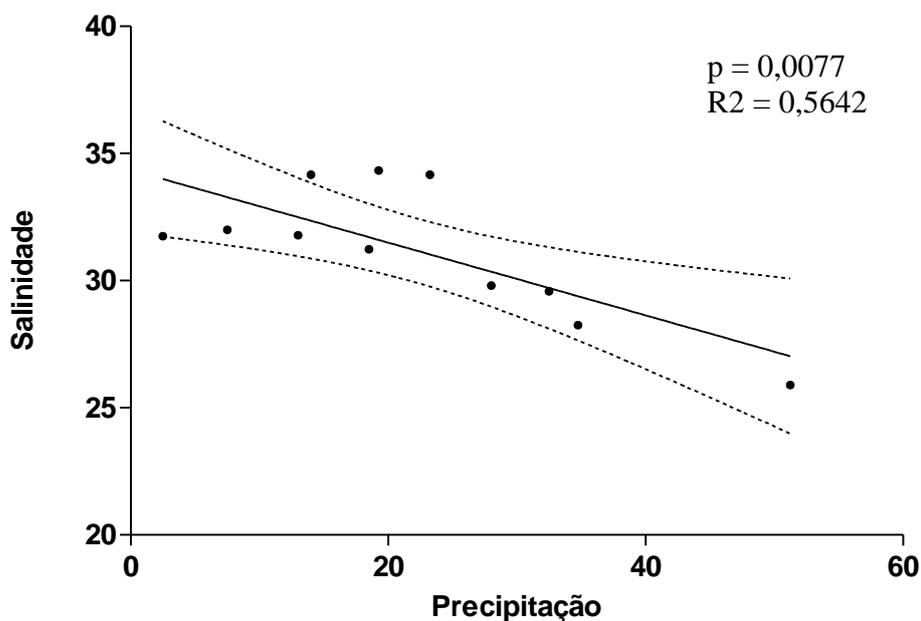


Figura 19 – Gráfico de regressão entre os valores mensais de precipitação (mm) e salinidade (%) encontrados na Marambaia, demonstrando a existência de uma correlação inversa entre os fatores.

4.3 Estado da Taxocenose de Teredos na Marambaia

4.3.1 Número de indivíduos

Ao longo de todo o experimento, um total de 1.684 indivíduos foi contabilizado. Setembro e outubro foram os meses de maior ocorrência de indivíduos (529 e 506, respectivamente) (Figura 20). Já abril e maio foram os meses de menor ocorrência (32 cada). É importante salientar que o número de indivíduos não reflete o total de indivíduos identificados, como explicitado anteriormente. As médias mensais de salinidade não foram capazes de determinar a ocorrência de indivíduos ao longo dos meses ($r(\text{Spearman}) = -0,3109$; $p > 0,05$), assim como o total de precipitação por mês ($r(\text{Spearman}) = -0,02510$; $p > 0,05$).

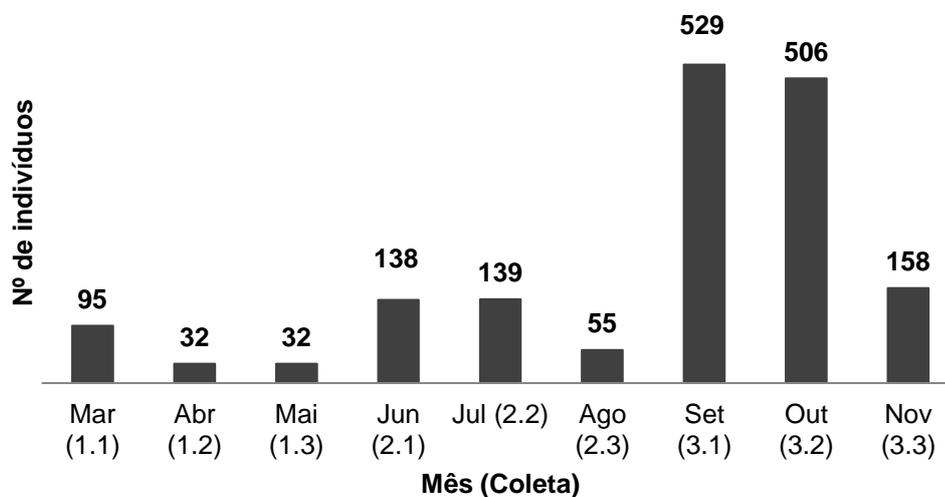


Figura 20 – Variações no número de indivíduos encontrados em todos os pontos de coleta ao longo dos meses de experimento. Setembro e outubro foram os meses com maiores ocorrência de indivíduos.

Por outro lado, uma correlação inversa foi encontrada entre a média do número de indivíduos por coleta e as médias de precipitação dos meses anteriores às coletas ($r(\text{Spearman}) = -0,7950$; $p = 0,0138$) (Figura 21). Para uma melhor explicação, segue o exemplo: o número médio de indivíduos registrado na coleta do mês de março foi correlacionado com a precipitação do mês de fevereiro, sendo o mesmo realizado para as coletas e meses subsequentes (Tabela 3). A correlação foi feita desta forma partindo-se do pressuposto de que os efeitos de uma dada variável ambiental não atuam automaticamente sobre a taxocenose, mas sim necessitam de um período de tempo para serem sentidos.

Tabela 3 – Valores utilizados para a correlação entre o número médio de indivíduos por coleta e as precipitações dos meses anteriores às coletas

| Mês (Coleta) | Nº médio de indivíduos | Mês (Coleta) | Precipitação média (mm) |
|--------------|------------------------|--------------|-------------------------|
| Mar (1.1) | 19±33,80 | Fev | 34,75±46.70 |
| Abr (1.2) | 6,4±13,76 | Mar (1.1) | 32,5±21.70 |
| Mai (1.3) | 6,4±9,02 | Abr (1.2) | 23,25±25.62 |
| Jun (2.1) | 27,6±36,49 | Mai (1.3) | 14±6.05 |
| Jul (2.2) | 27,8±47,28 | Jun (2.1) | 13±15.68 |
| Ago (2.3) | 11±12,73 | Jul (2.2) | 19,25±26.14 |
| Set (3.1) | 105,8±137,59 | Ago (2.3) | 2,5±4.36 |
| Out (3.2) | 101,2±124,57 | Set (3.1) | 18,5±13.70 |
| Nov (3.3) | 31,6±49,06 | Out (3.2) | 7,5±11.12 |

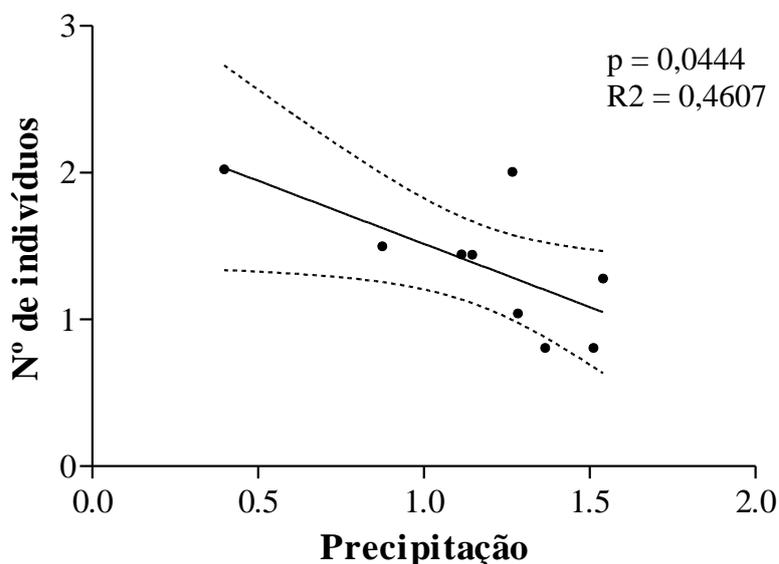


Figura 21 – Regressão linear demonstrando a correlação inversa entre a média do número de indivíduos por coleta e as médias de precipitação dos meses anteriores às coletas. Os valores foram logaritimizadas para melhor ilustração gráfica.

A1 foi o ponto que apresentou mais indivíduos em geral (981) (Figura 22), assim como mais indivíduos de *B. gouldi*, *B. fimbriatula* e *T. furcifera* (295, 256 e nove, respectivamente) (Tabela 4). É importante ressaltar que um evento de forte atividade do mar (“ressaca”) causou a perda dos coletores referentes aos meses de abril do ponto A1, mas ainda assim foi possível notar a alta ocorrência de teredos nesse ponto. O ponto com menor incidência de indivíduos foi B3 (nove), com a ocorrência apenas de *B. fimbriatula* (sete). Em todo o experimento nenhum indivíduo ocorreu no ponto B2, dessa forma o ponto foi excluído de algumas tabelas, gráficos e análises estatísticas relacionadas à abundância e ocorrência de espécies.

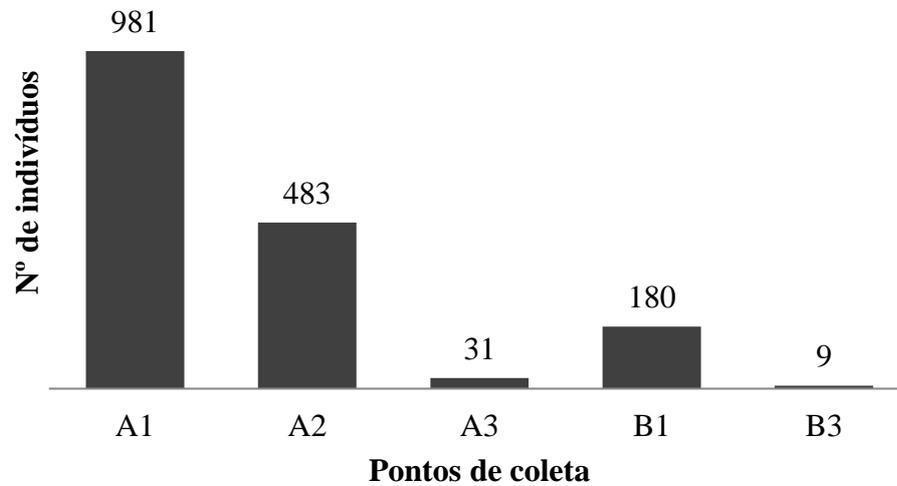


Figura 22 - Número total de indivíduos encontrados em cada ponto de coleta, com A1 registrando a maior quantidade.

Tabela 4 – Número total de indivíduos por espécie para cada ponto de coleta.

| Espécie | A1 | A2 | A3 | B1 | B3 | Total |
|-----------------------|-----|-----|----|----|----|-------|
| <i>B. gouldi</i> | 295 | 89 | - | 37 | - | 421 |
| <i>B. fimbriatula</i> | 256 | 143 | 13 | 65 | 7 | 484 |
| <i>L. floridanus</i> | 23 | 73 | - | 4 | - | 100 |
| <i>T. furcifera</i> | 9 | 2 | - | 5 | - | 16 |
| <i>N. knoxi</i> | - | 1 | - | 1 | - | 2 |

O número de indivíduos diferiu significativamente entre os pontos (ANOVA, $p = 0,0025$; GL = 8), utilizando-se os meses de coletas como réplicas. Porém, somente o ponto A1 se destacou dos demais, diferindo de A3 e B3 (ANOVA, $p < 0,05$) (Figura 23). Foi encontrada correlação positiva entre o número de indivíduos por espécie e os teores de salinidade de cada ponto, para cada evento de coleta ($r(\text{Spearman}) = 0,2372$; $p = 0,0003$). Ou seja, é possível que a salinidade tenha influenciado a quantidade de indivíduos por espécie que ocorreu em cada ponto.

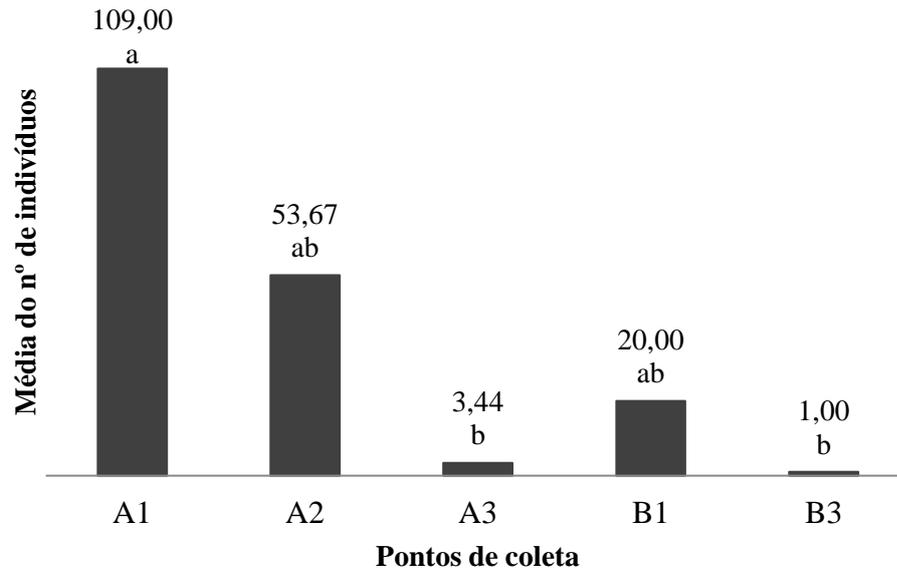


Figura 23 – Média de indivíduos encontrados em cada ponto de coleta. Letras (a; b; c) são referentes ao teste de Dunn, que apontou para diferenças entre os pontos A3 e B3 e o restante dos pontos.

Os resultados da ordenação multidimensional não métrica (NMDS) (Figura 24) e da análise de Cluster (Figura 25) podem reforçar a influencia da salinidade sobre o número de indivíduos que ocorreu para cada ponto, ao apontarem para uma proximidade entre A3 e B3, pontos próximos geograficamente e que registraram as menores quantidades de indivíduos, de espécies e menores salinidades médias. Em ordem decrescente, A1, A2 e B1 obtiveram as maiores quantidade de indivíduos, assim como médias de salinidade mais elevadas.

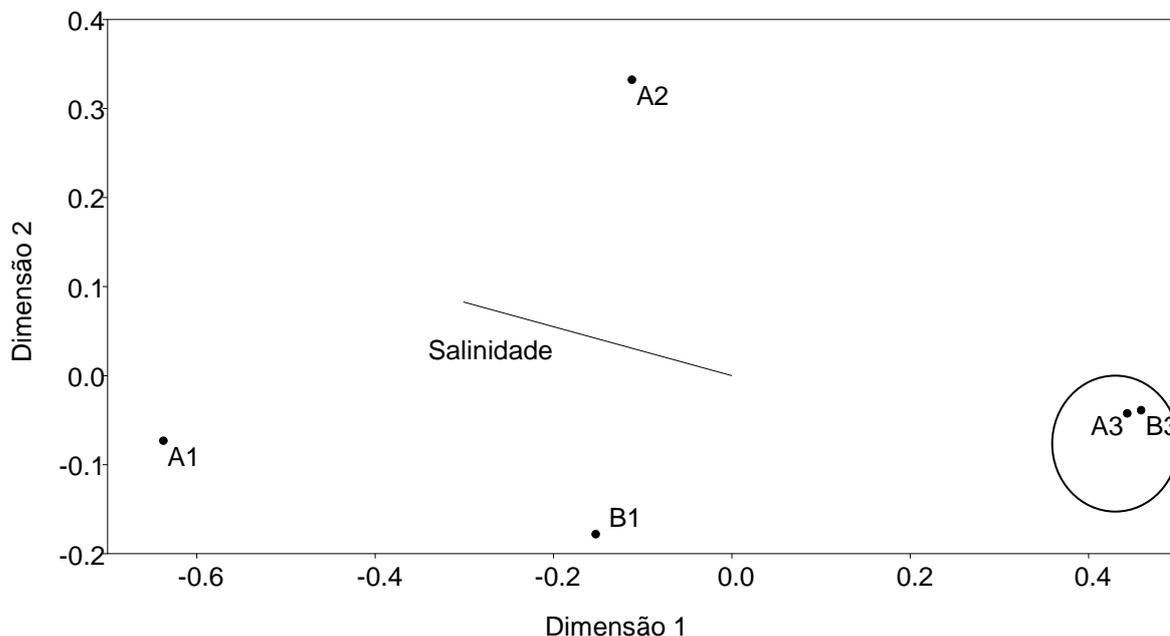


Figura 24 – Agrupamento dos pontos de coleta a partir dos dados de número total de indivíduos, número total de indivíduos por espécie e salinidade (NMS, utilizando-se a distância de similaridade Euclidiana). Em destaque, o agrupamento entre as áreas de menor ocorrência de indivíduos, espécies e menores médias de salinidade (A3 e B3). As dimensões são distâncias arbitrárias.

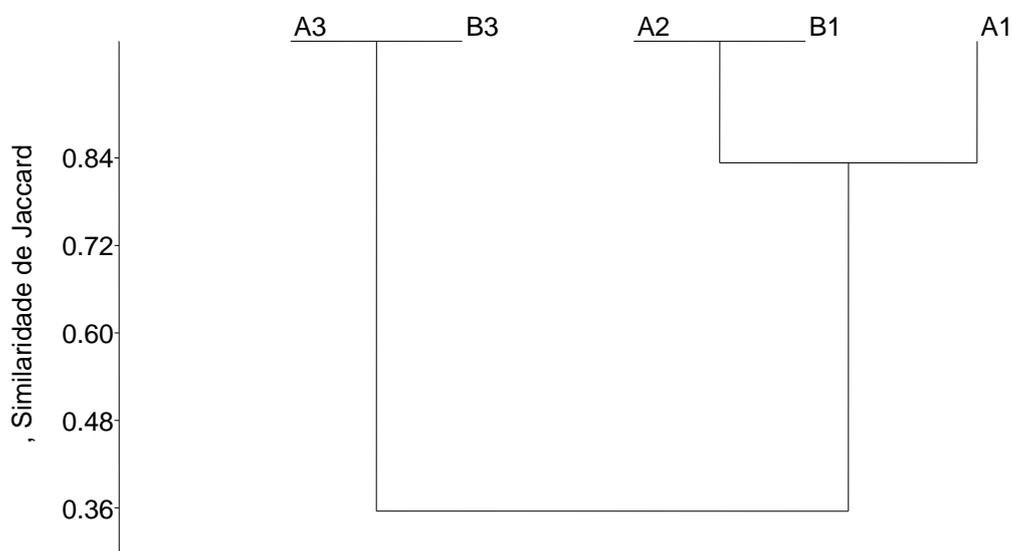


Figura 25 – Agrupamento dos pontos de coleta a partir dos dados de número total de indivíduos, número total de indivíduos por espécie e salinidade (análise de Cluster, através da similaridade de Jaccard). Os pontos A3 e B3 compartilharam baixas ocorrências de indivíduos e as menores salinidades do experimento. Já os pontos A2 e B1 apresentaram as maiores médias de salinidade, e altos números de indivíduos. A1 foi o ponto com a maior ocorrência de indivíduos, também apresentando altas salinidades.

4.3.2 Ocorrência de espécies

A ocorrência das espécies variou significativamente ao longo do experimento, com *B. gouldi*, *B. fimbriatula* e *L. floridanus* ocorrendo em todos os meses (ANOVA, $p = 0,0159$; GL = 8), diferindo de *T. furcifera* ($p < 0,05$), que não foi encontrado em junho, setembro e outubro (Tabela 5). Por *N. knoxi* ter sido encontrado apenas em maio, mês em que todas as espécies ocorreram, a espécie foi retirada dos testes estatísticos para não afetar negativamente os resultados.

Tabela 5 - Ocorrência (1) ou ausência (0) de diferentes espécies de teredos em relação aos meses de coletas.

| Mês (Coleta) | Mar (1.1) | Abr (1.2) | Mai (1.3) | Jun (2.1) | Jul (2.2) | Ago (2.3) | Set (3.1) | Out (3.2) | Nov (3.3) |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <i>B. gouldi</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>B. fimbriatula</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>L. floridanus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>T. furcifera</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>N. knoxi</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Além de frequente ao longo do ano, *B. fimbriatula* ocorreu em todos os pontos estudados. Inclusive foi a única a ser encontrada em A3 e B3. *N. knoxi* ocorreu apenas em dois pontos (A2 e B1) (Tabela 6). Em todo o experimento nenhum indivíduo ocorreu no ponto B2. O NMDS e a análise de Cluster agruparam os pontos através de similaridades e correlações entre ocorrência de espécies e salinidade média (Figura 26; Figura 27). Além disso, eles acabaram agrupando os pontos geograficamente próximos.

Tabela 6 - Ocorrência (1) ou ausência (0) das espécies de teredos em relação aos pontos de coletas.

| Espécie | A1 | A2 | A3 | B1 | B3 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>B. gouldi</i> | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>B. fimbriatula</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>L. floridanus</i> | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>T. furcifera</i> | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>N. knoxi</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

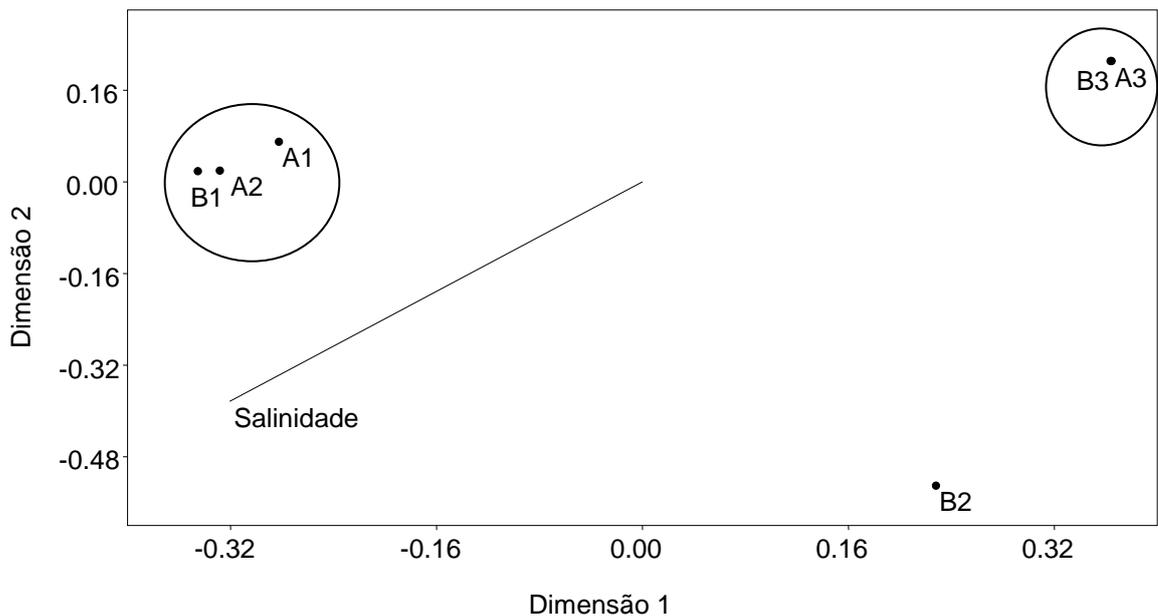


Figura 26 – Agrupamento dos pontos de coleta a partir de suas concentrações médias de salinidade e ocorrência de espécies. (NMDS, utilizando-se a distância de similaridade de Jaccard). Nota-se a formação de dois grupos, um formado por A3 e B3, pontos com baixas salinidades e com apenas uma espécie ocorrendo; e outro formado por A1, A2 e B1, pontos com altas salinidades e ocorrência de espécies. Nenhuma espécie ocorreu em B2. As dimensões são distâncias arbitrárias.

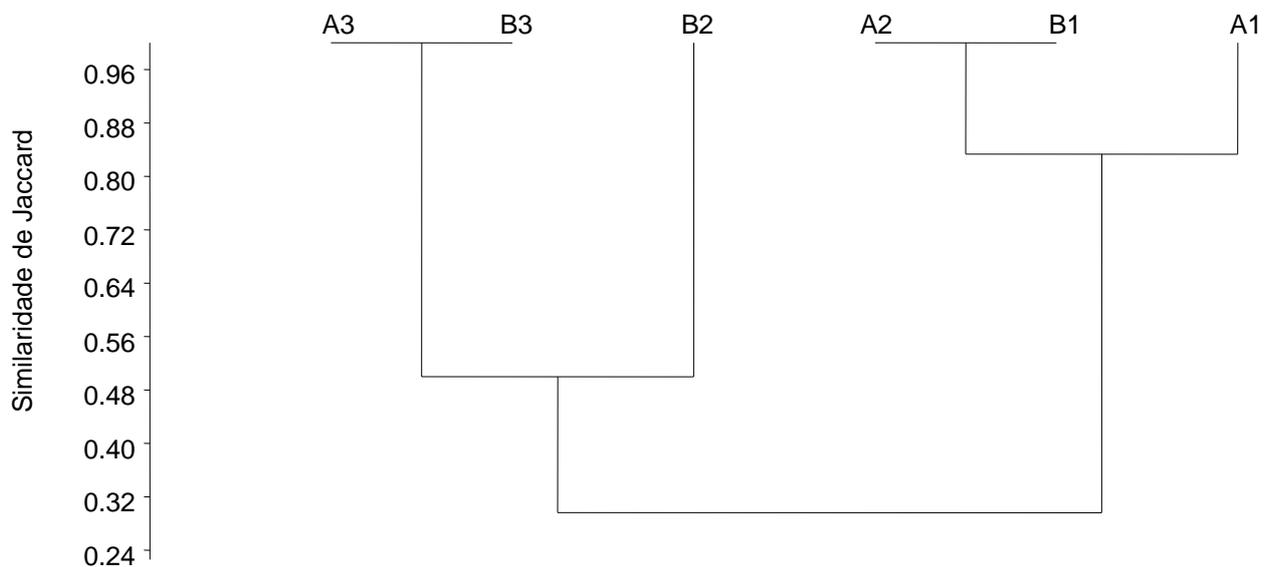


Figura 27 – Agrupamento dos pontos de coleta a partir da ocorrência de espécies e médias de salinidade (análise de Cluster, através da similaridade de Jaccard). Pontos com características similares acabaram sendo agrupados. Nenhuma espécie ocorreu em B2, porém altas salinidades foram registradas para o ponto.

4.3.3 Abundância relativa e diversidade de espécies

Outubro foi o mês que, ao longo de todo o experimento, apresentou maior abundância relativa de indivíduos, com 35% dos indivíduos identificados (Tabela 7; Figura 28). Já maio foi o mês com a menor abundância relativa (1,96%). *B. gouldi* e *B. fimbriatula* foram mais abundantes em outubro (12,81% e 21,21%, respectivamente), e menos em maio (*B. gouldi*, 0,49%) e em março (*B. fimbriatula*, 0,49%). Em geral as espécies variaram significativamente, em termos de abundância relativa ao longo dos meses (ANOVA, $p < 0,0001$; GL = 8). Porém, *B. gouldi* e *B. fimbriatula* diferiram de *T. furcifera*, a espécie menos abundante desconsiderando-se *N. knoxi*. Os valores de salinidade ($r(\text{Spearman}) = -0,1255$; $p > 0,05$; GL = 8) e de precipitação ($r(\text{Spearman}) = 0,01868$; $p > 0,05$; GL = 8) não foram capazes de explicar as variações de abundâncias ao longo do experimento.

Tabela 7 – Abundância relativa das espécies de teredos (%) ao longo dos meses de coletas. Ainda, a abundância total de cada espécie relativa a todo o experimento e abundância total de espécies para cada mês.

| Mês (Coleta) | Mar (1.1) | Abr (1.2) | Mai (1.3) | Jun (2.1) | Jul (2.2) | Ago (2.3) | Set (3.1) | Out (3.2) | Nov (3.3) | Total |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| <i>B. gouldi</i> | 4,20 | 0,59 | 0,49 | 5,08 | 6,84 | 1,17 | 7,33 | 12,81 | 2,64 | 41,15 |
| <i>B. fimbriatula</i> | 0,49 | 0,68 | 0,68 | 3,91 | 2,25 | 1,47 | 7,33 | 21,21 | 9,29 | 47,31 |
| <i>L. floridanus</i> | 1,56 | 1,17 | 0,49 | 0,88 | 0,49 | 0,10 | 3,91 | 0,98 | 0,20 | 9,78 |
| <i>T. furcifera</i> | 0,59 | 0,10 | 0,10 | - | 0,29 | 0,39 | - | - | 0,10 | 1,57 |
| <i>N. knoxi</i> | - | - | 0,20 | - | - | - | - | - | - | 0,20 |
| Total | 6,84 | 2,54 | 1,96 | 9,87 | 9,87 | 3,13 | 18,57 | 35,00 | 12,22 | |

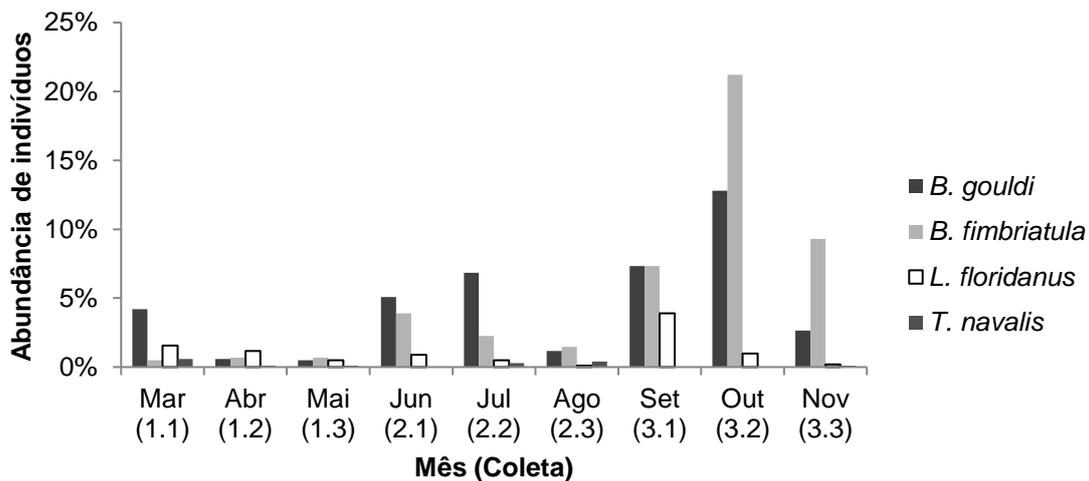


Figura 28 – Abundância relativa de indivíduos (%) para as espécies de teredos, ao longo dos meses de coletas. *B. gouldi* e *B. fimbriatula* foram as mais abundantes ao longo do experimento.

B. gouldi e *B. fimbriatula* ocorreram em maior abundância no ponto A1 e em menor no ponto B1 (Tabela 8; Figura 29). Somente *B. fimbriatula* foi encontrada em A3 e B3, porém em

baixa abundância. Também com baixa abundância, *N. knoxi* foi encontrado somente em A2 e B1. Em geral, a abundância de espécies entre os pontos diferiu significativamente (ANOVA, $p = 0,0242$; GL = 4).

Tabela 8 – Abundância total das espécies de teredos (%) para cada ponto de coleta.

| Espécie | A1 | A2 | A3 | B1 | B3 |
|-----------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| <i>B. gouldi</i> | 28,84 | 8,70 | - | 3,62 | - |
| <i>B. fimbriatula</i> | 25,02 | 13,98 | 1,27 | 6,35 | 0,68 |
| <i>L. floridanus</i> | 2,25 | 7,14 | - | 0,39 | - |
| <i>T. furcifera</i> | 0,88 | 0,20 | 0,00 | 0,49 | - |
| <i>N. knoxi</i> | - | 0,10 | - | 0,10 | - |
| Total | 56,99 | 30,11 | 1,27 | 10,95 | 0,68 |

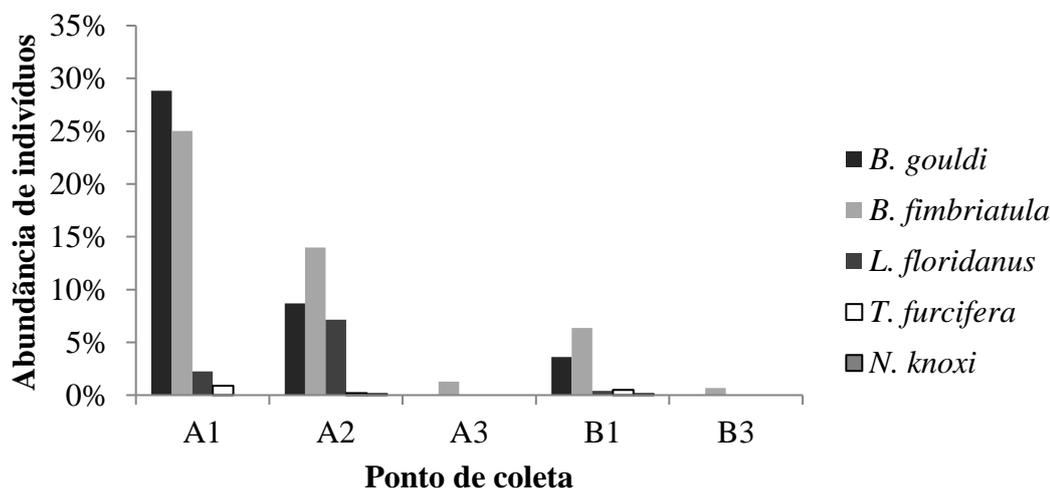


Figura 29 – Visualização da abundância total das espécies de teredos (%) para cada ponto de coleta. *B. gouldi*, *B. fimbriatula* e *T. furcifera* foram mais abundantes no ponto A1 e *L. floridanus* no ponto A2. Um indivíduo de *N. knoxi* ocorreu em A2 e em B1.

A diversidade nos pontos foi baixa ($D_s = 0,82\%$), devido à baixa riqueza de espécies (apenas cinco) encontrada durante o experimento (Tabela 9). A consequência foi a obtenção de uma alta dominância ($I = 0,18$), dada, provavelmente, pelas altas abundâncias de *B. gouldi* e *B. fimbriatula*. Excluindo-se os pontos com a ocorrência de uma única espécie (A3 e B3), a diversidade decresceu do ponto A1 (mais diverso, $D_s = 56,30\%$) para o ponto A2 (menos diverso, $D_s = 65,60\%$).

Tabela 9 – Abundância relativa das espécies (%), dominância de Simpson (*I*) (%) e índice de diversidade de Simpson (Ds) (%) para cada ponto de coleta. Também, dominância de Simpson (%) e índice de diversidade de Simpson (%) para todos os pontos estudados.

| Espécie | A1 | A2 | A3 | B1 | B3 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>B. gouldi</i> | 50,77 | 29,41 | - | 33,33 | - |
| <i>B. fimbriatula</i> | 43,08 | 47,06 | 100,00 | 58,33 | 100,00 |
| <i>L. floridanus</i> | 4,62 | 23,53 | - | - | - |
| <i>T. furcifera</i> | 1,54 | - | - | 8,33 | - |
| <i>N. knoxi</i> | - | - | - | - | - |
| Dominância de Simpson (<i>I</i>) | 43,70 | 34,40 | - | 40,91 | - |
| Índice de Diversidade de Simpson (Ds) | 56,30 | 65,60 | - | 59,09 | - |
| <i>I</i> total | | | | 17,84 | |
| Ds total | | | | 82,16 | |

4.4 Estimativa do Consumo de Madeira

As maiores taxas de degradação de madeira, ao longo do experimento, ocorreram nos coletores do ponto A1 (Figura 30). A maior taxa de degradação foi registrada, nesse ponto, no mês de julho (41,94% do peso total do coletor) (Tabela 10). Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas entre as taxas de todos os pontos ao longo dos meses em análise (ANOVA, $p = 0,9342$; GL = 5). Por outro lado, foram encontradas diferenças entre as taxas de degradação de cada ponto, com A1 diferindo de todos, exceto de A2, que diferiu de todos os pontos restantes, exceto de B1 (ANOVA, $p < 0,0001$; GL = 5).

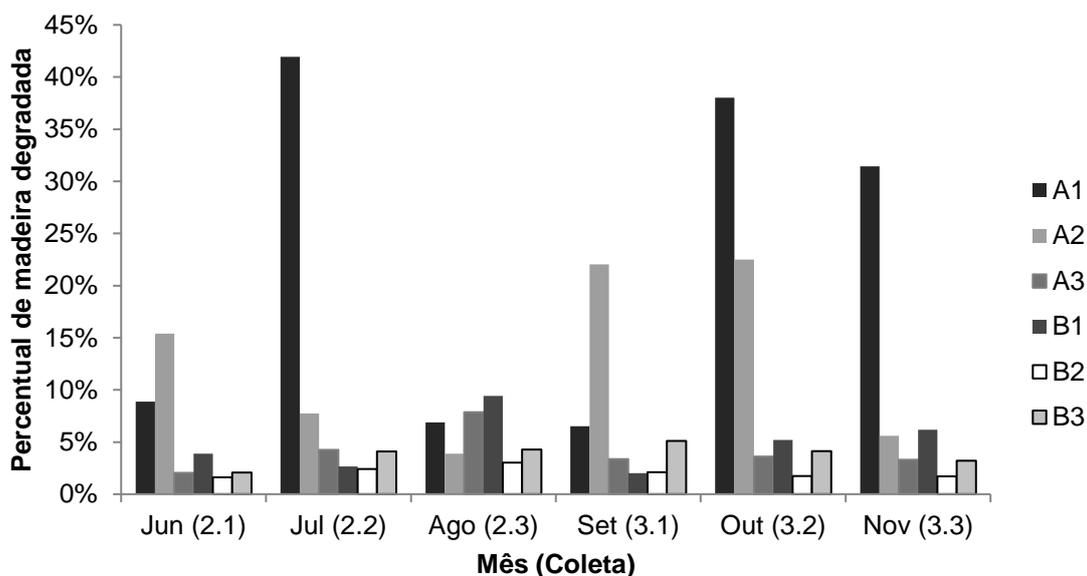


Figura 30 – Dinâmica da porcentagem de madeira degradada (%) ao longo dos meses de coleta para cada ponto estudado. Nota-se que o maior consumo foi encontrado no ponto A1, o mais próximo do mar.

Tabela 10 - Percentual de madeira degradada (%) por ponto para cada mês de coleta.

| Pontos de coleta | Jun (2.1) | Jul (2.2) | Ago (2.3) | Set (3.1) | Out (3.2) | Nov (3.3) |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A1 | 8,87 | 41,94 | 6,88 | 6,53 | 38,01 | 31,45 |
| A2 | 15,40 | 7,75 | 3,87 | 22,03 | 22,50 | 5,61 |
| A3 | 2,04 | 4,25 | 7,86 | 3,36 | 3,61 | 3,31 |
| B1 | 3,88 | 2,67 | 9,44 | 2,03 | 5,20 | 6,17 |
| B2 | 1,61 | 2,41 | 3,03 | 2,11 | 1,73 | 1,72 |
| B3 | 2,08 | 4,09 | 4,29 | 5,11 | 4,12 | 3,20 |

É fácil notar que todos os coletores perderam alguma porcentagem de seu peso inicial durante os meses de exposição ao ambiente, mesmo que nem todos tenham sido colonizados por teredos. Outros fatores ambientais agiram na degradação dos coletores. Logo, o papel dos teredos na degradação dos coletores, ou seja, no seu consumo, foi determinado pela correlação entre taxas de degradação e número de indivíduos por coletores ao longo dos meses ($r(\text{Pearson}) = 0,67$; $p < 0,0001$; $GL = 28$; $R^2 = 0,445$) (Figura 31).

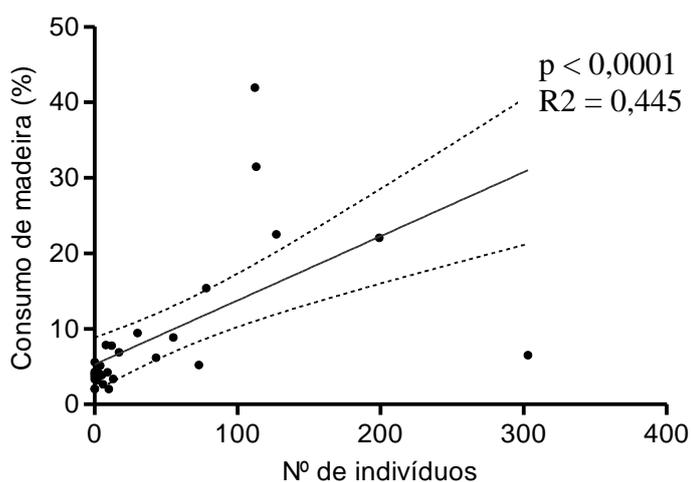


Figura 31 – Regressão linear entre o número de indivíduos e o consumo de madeira, ambos por coletor. A relação direta entre eles foi comprovada, indicando que o aumento no número de indivíduos leva ao aumento no consumo de madeira.

4.5 Sistemas – Pontos Submersos e em Bosques de Manguezal

Os pontos submersos foram os que mais registraram indivíduos (1.495), em relação aos coletores de bosques de manguezal (189) ($p = 0,0028$; $U' = 73.000$; $GL = 8$) (Tabela 11; Figura 32). Não houve diferença estatística entre as médias de salinidade dos sistemas (t-Student independente, $p > 0,05$; $GL = 8$). Novamente *B. fimbriatula* foi o mais abundante, tanto nos coletores submersos (40,27%), quanto nos em bosques de manguezal (7,04%). *N. knoxi* só ocorreu uma vez em cada sistema (Tabela 12).

Tabela 11 – Número de indivíduos, média de indivíduos e média de salinidade (%) para cada sistema (Submerso e Bosque), para cada mês de coleta.

| Mês (Coleta) | Submerso | | | Bosque | | |
|------------------|----------|--------|------------------|--------|-------|------------------|
| | Nº | Média | Salinidade média | Nº | Média | Salinidade média |
| Mar (1.1) | 95 | 31,67 | 30,00±3,50 | - | - | 28,25±1,06 |
| Abr (1.2) | 32 | 10,67 | 33,00±2,65 | - | - | 33,50±0,71 |
| Mai (1.3) | 19 | 6,33 | 35,00±6,08 | 13 | 4,33 | 33,00±2,83 |
| Jun (2.1) | 133 | 44,33 | 30,33±0,58 | 5 | 1,67 | 31,85±0,21 |
| Jul (2.2) | 133 | 44,33 | 34,67±3,21 | 6 | 2,00 | 32,00±2,83 |
| Ago (2.3) | 25 | 8,33 | 31,25±4,02 | 30 | 10,00 | 32,50±0,71 |
| Set (3.1) | 515 | 171,67 | 30,76±2,88 | 14 | 4,67 | 30,80±1,75 |
| Out (3.2) | 430 | 143,33 | 31,33±4,04 | 76 | 25,33 | 33,00±1,41 |
| Nov (3.3) | 113 | 37,67 | 30,33±4,73 | 45 | 15,00 | 29,00±4,24 |
| Total | 1495 | 55,37 | | 189 | 7,00 | |

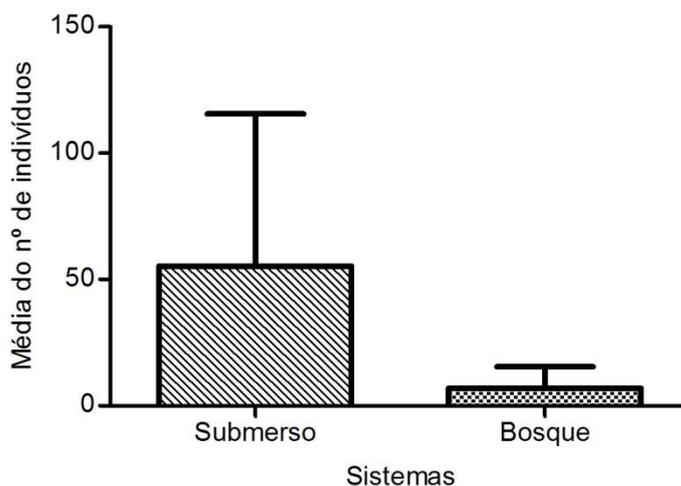


Figura 32 - Médias de indivíduos para cada sistema (Submerso e Bosque), com desvio padrão. Mais indivíduos foram encontrados nos coletores submersos.

Tabela 12 – Média e abundância relativa (%) de indivíduos por espécie de teredo, para cada sistema (Submerso e Bosque).

| Espécie | Submerso | | Bosque | |
|-----------------------|-------------|------------|------------|------------|
| | Média | Abundância | Média | Abundância |
| <i>B. gouldi</i> | 42,67±26,58 | 37,54 | 4,11±3,34 | 3,62 |
| <i>B. fimbriatula</i> | 45,78±55,88 | 40,27 | 8,00±10,02 | 7,04 |
| <i>L. floridanus</i> | 10,67±6,36 | 9,38 | 0,44±0,51 | 0,39 |
| <i>T. furcifera</i> | 1,22±1,26 | 1,08 | 0,56±0,96 | 0,49 |
| <i>N. knoxi</i> | 0,11±0,19 | 0,10 | 0,11±0,19 | 0,10 |
| Total | | 88,37 | | 11,63 |

Em consequência ao alto número de indivíduos nos coletores submersos, o consumo médio de madeira também foi elevado nesse sistema, em relação aos coletores de bosque de manguezal ($p = 0,0011$; $U' = 266,00$; $GL = 17$) (Tabela 13; Figura 33). Outubro foi o mês de maior consumo médio para o sistema submerso (21,37%) e agosto para o bosque (6,87%). B2 foi retirado das médias mensais e análises estatísticas por não ter registrado nenhum indivíduo em todo o experimento.

Tabela 13 – Consumo médio de madeira (%) por sistema (Submerso e Bosque) ao longo dos meses de coletas.

| Mês (Coleta) | Submerso | Bosque |
|------------------|-------------|-----------|
| Jun (2.1) | 8.77±6,68 | 2.98±1,27 |
| Jul (2.2) | 17.98±20,82 | 3.38±1,00 |
| Ago (2.3) | 6.20±2,08 | 6.87±3,64 |
| Set (3.1) | 10.64±9,99 | 3.57±2,18 |
| Out (3.2) | 21.37±17,23 | 4.66±0,76 |
| Nov (3.3) | 13.46±15,63 | 4.69±2,10 |

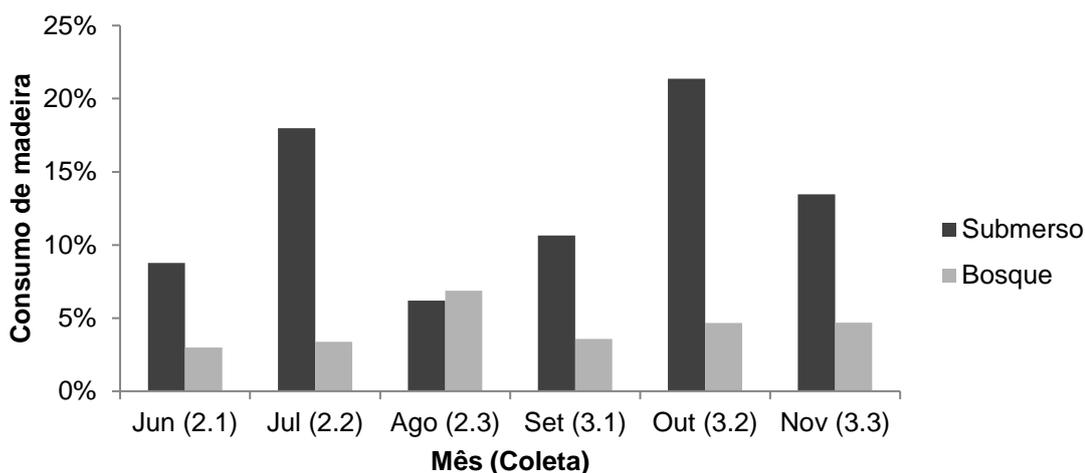


Figura 33 – Variações de consumo de madeira (%), ao longo dos meses de coletas, para cada sistema (Submerso e Bosque). O consumo de madeira (%) nos pontos submersos foi maior do que nos pontos em bosques de manguezal.

4.6 Período de Exposição dos Coletores ao Ambiente

Os diferentes períodos de exposição dos coletores ao ambiente não interferiram na ocorrência de indivíduos (RM-ANOVA, $p > 0,05$; GL = 14) (Figura 34). Maiores períodos de exposição também não levaram a aumentos significativos nas taxas de consumo de madeira (RM-ANOVA, $p > 0,05$; GL = 11) (Figura 35).

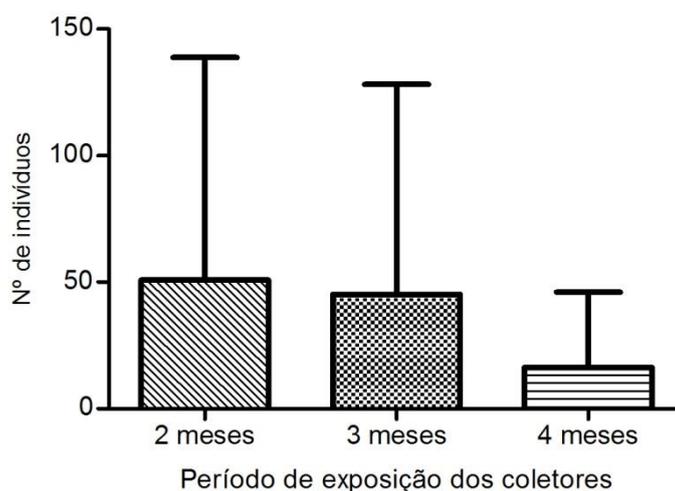


Figura 34 – Número de indivíduos por período de exposição dos coletores ao ambiente, com médias e desvio padrão. Não foram encontradas diferenças entre os períodos de exposição.

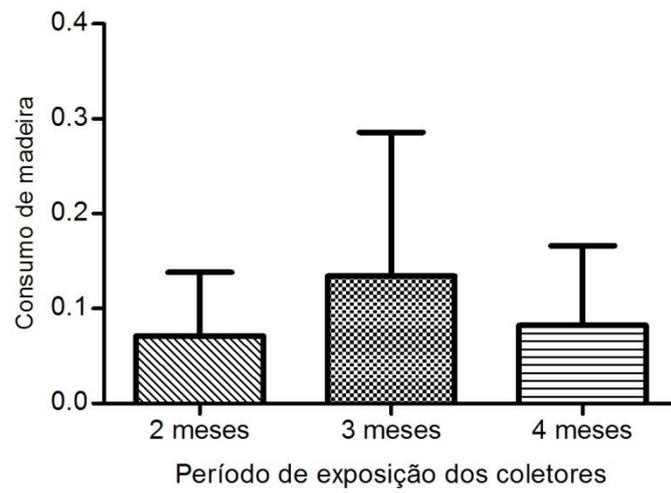


Figura 35 – Consumo de madeira (%) de acordo com o período de exposição dos coletores, com médias e desvio padrão. O consumo não variou com o aumento no período de exposição.

5 DISCUSSÃO

Todas as espécies encontradas no experimento corroboram com as encontradas por Junqueira et al. (1989) em Barra de Guaratiba e em Mangaratiba (situada no interior da Baía de Sepetiba), regiões bem próximas à Marambaia. Em Barra de Guaratiba ocorreram as mesmas espécies encontradas no presente estudo, além de 11 indivíduos de *T. navalis*. Já em Mangaratiba, *N. knoxi* não foi registrada. A dominância de *B. fimbriatula* também foi observada pelos autores, em ambas as regiões.

Um estuário é um mosaico dinâmico de diferentes teores de salinidade, moldado constantemente pela influencia das marés e volume de água trazida por seus rios. Como cada espécie de teredo possui seu limite de tolerância à variação de salinidade (TURNER, 1966), somente espécies tolerantes a ambientes inconstantes irão prevalecer em regiões estuarinas.

Ao reunirem em um único volume todos os estudos feitos sobre teredos no Brasil, Müller e Lana (2004) sugeriram a divisão das espécies em três grupos, de acordo com o regime de salinidade de cada ecossistema: espécies estuarinas, aparentemente restritas a manguezais e porções menos salinas do estuário; espécies marinhas, encontradas em corpos de madeira à deriva ou ao longo de praias costeiras, tolerantes a altas salinidades; e espécies estuarinas e marinhas, capazes de transitar entre os dois ambientes por tolerarem amplas variações de salinidade. Nesse contexto, os autores classificaram *B. fimbriatula*, *B. gouldi* e *L. floridanus* como espécies estuarinas e marinhas e *N. knoxi* e *T. furcifera* como espécies marinhas.

B. fimbriatula é apontada como uma espécie altamente tolerante a variações extremas de salinidade. Os registros de sua ocorrência vão desde locais de baixíssima salinidade, como de quase 0% a 4% (SERPA; KARSTEDT, 1978), até locais com salinidades oceânicas (JUNQUEIRA; SILVA, 1991). A espécie vem sendo registrada abundantemente em estuários e manguezais (JUNQUEIRA; SILVA, 1991), assim como foi registrada ao longo do estuário da Marambaia. *B. fimbriatula* foi a única que ocorreu em todos os pontos de estudos, sendo a mais abundante em quase todos. Inclusive, foi a única encontrada nos pontos de menores salinidades (A3 e B3). Provavelmente sua tolerância a variações em salinidade lhes dê uma maior capacidade dispersiva sobre as outras espécies de teredos, como as encontradas em regiões como a Marambaia, onde a salinidade varia constantemente.

A literatura também classifica *B. gouldi* como uma espécie tolerante a grandes variações de salinidade. Em experimentos em laboratório, suas larvas sobreviveram a salinidades de 7% a 45% (HOAGLAND, 1986). Porém, a espécie parece ser mais bem adaptada a regiões mais salinas, já que suas maiores abundâncias foram registradas em águas com características oceânicas (JUNQUEIRA et al., 1989; SCARABINO; MAYTIA, 1968). Exatamente essa característica foi confirmada pelo presente estudo, já que *B. gouldi* foi a espécie mais abundante no ponto mais próximo do mar (A1), e a segunda nos pontos subsequentes (A2 e B1). A espécie não foi encontrada nos pontos de menores salinidades (A3 e B3), mesmo tendo plenas condições de suportar as variações de salinidade desses locais. Outros fatores podem ter influenciado sua distribuição, como a capacidade de locomoção de suas larvas ou eventuais períodos de salinidades extremamente baixas, o que não pôde ser observado no presente estudo.

L. floridanus não tolera tão bem grandes variações de salinidade, sendo limitado diretamente por baixas salinidades. Junqueira e Silva (1991) situaram uma faixa de tolerância entre 17% e 35% de salinidade. Já Reyner (1979) sugere um mínimo de 20% de salinidade para sua ocorrência. De toda forma, quando em estuários, a espécie só é encontrada nas regiões mais

salinas (MÜLLER; LANA, 1986; 1987; LOPES; NARCHI, 1993). *L. floridanus* se distribuiu basicamente de acordo com o descrito pela literatura, não ocorrendo apenas nas áreas menos salinas, menos afastadas no mar (A3 e B3).

As espécies marinhas encontradas na Marambaia não são resistentes a altas variações de salinidade. Barreto et al. (2000) concluíram que o limite crítico de salinidade para *T. furcifera* é de 12,9%. Porém, em campo, os resultados foram bem diferentes. Nair (1975) observou a ocorrência de larvas de *T. furcifera* somente para salinidades acima de 28%. Junqueira e Silva (1991), em um experimento similar ao realizado neste estudo, observaram o decréscimo da abundância de *T. furcifera* conforme as concentrações de salinidade diminuíram, ao longo da lagoa da Tijuca, com a ausência da espécie em regiões com salinidades inferiores a 20%. Rayner (1979) sugere que a dispersão da espécie é limitada pela baixa tolerância das larvas, também apontando para o limite de 20% de salinidade. A ocorrência da espécie na Marambaia corrobora com os resultados citados, com poucos indivíduos da espécie sendo encontrados apenas nos locais de maiores salinidades (A1, A2 e B1).

Poucos são os relatos sobre os limites de tolerância de *N. knoxi*. A espécie foi registrada em vários pontos ao longo da costa do Brasil, sempre associada a locais com características marinhas (MÜLLER; LANA, 2004). Omena et al. (1990) observaram uma alta tolerância da espécie a longos períodos de exposição ao ar, o que pode ocorrer em marés muito secas. Freitas e Mello (1999) registraram o gênero *Nototeredo* spp. em regiões oceânicas de Alagoas, com salinidades variando entre 30,95% e 35,25%. Porém, Müller e Lana (2004) apontam apenas a ocorrência de *N. knoxi* para o Brasil, com o registro de *N. norvegica* e *N. edax* tendo sido feito de forma errônea para o litoral brasileiro. Dessa forma, torna-se seguro utilizar esses valores de salinidade para *N. knoxi*. A ocorrência da espécie na Marambaia se deu basicamente conforme a literatura, sendo encontrada apenas nos pontos de maiores salinidades (A2 e B1). Entretanto, somente dois indivíduos foram registrados e a espécie não ocorreu no ponto mais próximo do mar (A1). Junqueira et al. (1989) registraram apenas um indivíduo de *N. knoxi* em Barra de Guaratiba, demonstrando que a espécie pode existir em baixa abundância na região, porém o motivo é incerto. Apesar da salinidade média nos pontos A1, A2 e B1 estar acima de 32%, sua variação constante ao longo do dia pode ser superior ao limite suportado pela espécie.

Apesar de terem sido encontradas diferenças entre as médias de salinidade dos pontos, um gradiente nítido de salinidade não foi observado, já que os pontos mais próximos do mar não se diferenciaram tanto. Apesar disso, o número de indivíduos, a abundância de cada espécie e a diversidade dos pontos diminuíram conforme o aumento da distância do mar. É bem provável que a diminuição da salinidade ao longo do estuário da Marambaia tenha sido a maior responsável por esse padrão de distribuição das espécies, como foi encontrada em outros estudos (ATTRILL; THOMAS, 1996), mesmo que estatisticamente essa hipótese não tenha sido comprovada. Talvez seja necessário aumentar a robustez das coletas de indivíduos e prolongar o estudo por mais tempo, acumulando mais dados referentes a esses e outros fatores ambientais, para que as correlações se tornem mais evidentes.

Por outro lado, mesmo que não de uma forma tão robusta, algumas correlações foram encontradas, apontando para a possível influência da salinidade sobre a distribuição de indivíduos por espécies. A pequena correlação positiva encontrada entre o número de indivíduos por espécie e os teores de salinidade de cada ponto, demonstra que conforme a salinidade aumenta ao longo do estuário da Marambaia, ou seja, ao se aproximar do mar, o número de indivíduos por espécie também aumenta.

O agrupamento dos pontos de coleta de acordo com a ocorrência de espécies e médias de salinidade é outro fator que dá suporte a essa hipótese. Dois grupos foram formados, com uma distância considerável entre eles, mesmo que esta seja arbitrária: um grupo formado por A1, A2 e B1, pontos com maior ocorrência de espécies e altas salinidades; e o grupo formado por A3 e B3, pontos com menores salinidades e com a ocorrência de uma única espécie. Foram encontrados os mesmos dois agrupamentos de pontos de coleta quando considerados o número total de indivíduos, número total de indivíduos por espécie e salinidade.

O regime de chuvas também pode ser um fator determinante do padrão de distribuição de espécies e flutuações populacionais sazonais, ao longo de regiões estuarinas (ATTRILL; THOMAS, 1996). Os volumes sazonais de precipitação interagem com os teores de salinidade, resultando em uma relação inversa entre esses dois fatores ambientais, que varia ao longo do ano (RICHMOND; WOODIN, 1996): conforme o volume de precipitação aumenta, a concentração de salinidade diminui. Com os dados de precipitação e de salinidade, foi possível observar estas variáveis ambientais se correlacionando no estuário da Marambaia.

Porém, apesar de reconhecida, a precipitação nunca foi utilizada diretamente na tentativa de explicar a distribuição sazonal dos teredos, somente sendo relacionada com suas modificações na salinidade. Nesse sentido, o presente trabalho foi o primeiro a tentar encontrar uma relação direta entre os dados de precipitação e os de abundância de teredos, ao longo do ano. O resultado foi a observação de uma correlação inversa entre o número médio de indivíduos e as médias mensais de precipitação, o que faz total sentido, já que conforme a precipitação aumenta a salinidade diminui, levando à uma queda na abundância de teredos, devido ao fato destes serem mais abundantes em salinidades médias e altas (KRISTENSEN, 1969; LOPES; NARCHI, 1993). A mesma correlação foi observada em comunidades zooplancônicas, onde os indivíduos são mais abundantes e as taxocenoses mais diversas durante as estações secas (GUZMÁN-ESPINAL; OBANDO-ACUÑA, 1988; ESPÍNDOLA, et al., 1996; BONILLA-COELLO, 2002; PINHEIRO et al., no prelo).

Por outro lado, o fato desta correlação somente ter sido encontrada com os dados de precipitação do mês anterior a cada coleta, apontando para um efeito tardio desta variável sobre os teredos, sugere que a precipitação é mais do que um modificador da salinidade. O hidrodinamismo em um estuário se intensifica durante um evento de chuva, graças ao aumento no volume de água, podendo resultar na dispersão das larvas de teredos para o mar. Como eventos de chuva podem ocorrer diversas vezes ao longo de um período de tempo, e em intensidades variáveis, a perda de larvas vai se tornando cumulativa, somente sendo percebida tardiamente. Já uma mudança no teor de salinidade provavelmente resulta em uma mortalidade mais rápida das larvas, sendo notada mais rapidamente.

Quando uma estação meteorológica se encontra próxima da área de estudo e as variações de salinidade não podem ser registradas constantemente, os dados de precipitação podem se tornar mais vantajosos do que os de medições pontuais de salinidade, especialmente quando se estuda a distribuição sazonal dos teredos. Porém mais estudos precisam ser realizados para confirmar a eficácia da precipitação sobre as variações sazonais em taxocenoses de teredos, bem como em outros organismos estuarinos.

Já o consumo de madeira se mostrou diretamente proporcional ao número de indivíduos presentes nos coletores: quanto maior a quantidade de teredos, maior a porcentagem de madeira consumida. Apesar de essa correlação ser um tanto óbvia, o método empregado neste estudo nunca antes fora utilizado. Os resultados demonstram que o método é promissor.

Porém, o método deixa uma dúvida: como diferenciar um alto consumo feito por muitos indivíduos em processo de desenvolvimento de outro feito por poucos indivíduos mais desenvolvidos? Para que o método se torne completo, ferramentas de estimativa do tamanho dos indivíduos a partir do tamanho de suas palhetas devem ser desenvolvidas. Como nem sempre é possível medir cada indivíduo presente nos coletores, encontrar essa proporção, que pode variar entre cada espécie, seria ideal.

Outra possível utilidade do método seria na caracterização do comportamento alimentar de cada espécie de teredo. Delimitando-se diferentes espécies em diferentes aquários, porém em condições ambientais iguais, seria possível estimar o consumo de madeira para cada espécie, ou seja, a necessidade nutricional de cada espécie de teredo. Com esse conhecimento seria possível realizar inferências sobre como a competição por madeira ocorre dentro dos coletores e de outros substratos madeireiros, podendo auxiliar na compreensão do papel que a competição por alimento possui sobre a delimitação de espécies e abundância de indivíduos, em um substrato, ponto, área ou até em um estuário como um todo.

Em relação aos dois tipos de sistemas propostos (submersos e bosques de manguezal), os coletores em pontos submersos foram os que mais registraram indivíduos, apesar da ocorrência de espécies ter sido a mesma para ambos. O regime de inundações nesses sistemas é totalmente dependente das variações diárias de marés, o que pode limitar o acesso das larvas de teredos aos coletores e a outros substratos madeireiros disponíveis no sistema.

Por último, a hipótese de que coletores com maiores tempos de exposição abrigariam mais teredos não foi corroborada com o método aqui empregado. O tempo para a fixação dos teredos em coletores de madeira pode variar significativamente de um local para outro. Quando instalados em regiões entre marés, onde é comum os coletores ficarem expostos ao ar durante as marés baixas, o tempo de assentamento pode variar de três a sete meses (LOPES; NARCHI, 1997). Já em pesquisas onde os coletores ficaram submersos ao longo de todo o experimento, a presença de teredos era notada a partir do primeiro mês, com os coletores sendo bastante danificados a partir do quarto ou sexto mês (LOPES; NARCHI, 1997). Talvez três meses de exposição nas águas da Marambaia seja o suficiente para uma alta colonização de teredos, já que os coletores expostos por quatro meses foram menos colonizados dos que os expostos por três meses. Porém, é possível que outros fatores tenham influenciado o resultado, como incrustação biológica e o soterramento de coletores, ambos podendo aumentar de intensidade conforme se estende o período de exposição do coletor ao ambiente. Novos estudos na área devem ser conduzidos, principalmente com o aumento de réplicas e com medidas que impeçam os coletores de serem soterrados, para que esta pergunta seja devidamente respondida.

Como uma observação final, a bioincrustação parece afetar os teredos de diferentes formas. Coletores infestados por algas do gênero *Ulva* spp. não deixaram de ser colonizados, mostrando que as larvas de teredos possuem alguma mobilidade em relação às barreiras físicas. Já coletores com incrustados por cracas, não foram colonizados ou o foram por poucos indivíduos. Além de uma barreira física, as cracas acabam se alimentando das larvas de teredos, impossibilitando sua fixação. A influência das cracas sobre a fixação das larvas de teredos é reconhecida na literatura (NAIR; SARASWATHY, 1971; JUNQUEIRA et al., 1999), porém nenhum relato foi encontrado sobre a interação entre teredos e algas *Ulva* spp.

É provável que outros fatores ambientais influenciem a distribuição de espécies de teredos e as características de sua taxocenose na Marambaia. Fatores como: as variações no hidrodinamismo do canal do Bacalhau ao longo do ano, podendo influenciar a dispersão das larvas, aporte de material vegetal, de nutrientes e de sedimento ao longo do estuário;

características da vegetação de cada área, podendo atuar na seleção de espécies mais adaptadas ao consumo de sua madeira; características dos sedimentos dos pontos, podendo interferir na capacidade locomotiva das larvas; entre outros fatores. Porém, a salinidade, o regime sazonal de precipitação e o tipo de sistema despontaram como os fatores mais influentes, tanto na distribuição das espécies quanto na abundância de teredos ao longo do estuário da Marambaia.

6 CONCLUSÕES

Cinco espécies foram encontradas, todas corroborando com dados de experimentos feitos próximos a Marambaia. As espécies foram: *Bankia gouldi* (Bartsch, 1908), *Bankia fimbriatula* (Moll; Roch, 1931), *Lyrodus floridanus* (Bartsch, 1922), *Nototeredo knoxi* (Bartsch, 1917) e *Teredo furcifera* (Linnaeus, 1758).

Os pontos mais salinos, mais próximos do mar, apresentaram maior diversidade específica e abundância de indivíduos. A taxocenose de teredos foi influenciada, ao longo do ano, pelo regime de precipitação, sendo mais abundante após períodos secos e menos após períodos chuvosos. A utilização dos dados de precipitação é uma alternativa promissora em estudos sobre os padrões sazonais de distribuição de teredos, bem como de outras espécies estuarinas.

O novo método de estimativa do consumo de madeira pelos teredos, proposto no presente trabalho, se mostrou eficaz, apontando para a influência direta da abundância de teredos sobre a taxa de consumo de madeira. As maiores taxas de consumo ocorreram nos pontos mais salinos.

Coletores submersos apresentaram maior quantidade de indivíduos e maior taxa de consumo de madeira do que coletores em bosque de manguezal. Os constantes períodos de seca, gerados pelas marés baixas, podem limitar a distribuição das espécies nos bosques. O método de estimativa de consumo de madeira foi utilizado, satisfatoriamente, pela primeira vez no presente estudo.

Não foram encontradas diferenças de colonização e de consumo de madeira em coletores com diferentes períodos de exposição ao ambiente.

7 PERSPECTIVAS

- Dar continuidade ao experimento, estudando mais a fundo a dinâmica da taxocenose de teredos ao longo do estuário da Marambaia e ao longo de um período maior de tempo
- Aumento do número de réplicas, para minimizar a influencia de outros fatores ambientais sobre o experimento e aumentar a eficácia estatística da interpretação dos dados coletados
- Emprego e análise de técnicas que aumentem a resistência da madeira sem causar danos ao ambiente
- Condução de experimentos em laboratório, como o consumo de madeira por espécie, definição dos limites de salinidade das espécies, estudos sobre a capacidade natatória das larvas, entre outros

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, S. F. Infestação das brocas marinhas *Teredo* sp, *Bankia* sp e *Martesia striata* em tacos de *Araucaria augustifolia* tratados com inseticidas. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.23, p.1-19, 1956.
- ATTRILL, M.J.; THOMAS, R.M. Long-term distribution patterns of mobile estuarine invertebrates (Ctenophora, Cnidaria, Crustacea: Decapoda) in relation to hydrological parameters. **Marine Ecology Progress Series**, v.143, p.25-36, 1996.
- BARILLARI, C. T. **Durabilidade da madeira do gênero Pinus tratada com preservantes: avaliação de campo de apodrecimento**. 2002. 68f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BARRETO, C. C.; JUNQUEIRA, A. O. R.; SILVA, S. H. G. The effect of low salinity on tereidinids. **Braz. arch. biol. technol.**, v.43, n.4, pp.0-0, 2000.
- BOFFI, A. V. **Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico**. Hucitec, São Paulo, 1979. 376p.
- BONILLA-COELLO, M. A.; PLÚAS, F.; CAMPOSANO, J. Condiciones del plancton en una estación fija: Puerto El Morro-Playas, Golfo de Guayaquil, 2000-2002. **Acta Oceanogr. Pac.**, Guayaquil, v.11, n.1, p.91-99, 2002.
- CAMARA, J. E. **Notícia sobre os molluscos e crustaceos que atacam a madeira nos portos do Brazil**: vertida para o francez e acompanhada de desenhos e amostras enviadas á exposição de setembro de 1874, da Sociedade de Insectologia Agricola de Paris. p.233-241, 1874.
- DE-CARLI, B. P.; DE-CARLI, A. M. Aspectos taxonômicos de *Neoteredo reynei* (BARTSCH, 1920) (MOLLUSCA:BIVALVIA) em área de manguezal no rio Santo Amaro, Guarujá, São Paulo. **Revista Ceciliana**, Santos, v.4, n.2, p.23-30, 2012.
- DISTEL, D. L.; BEAUDOIN, D. J.; MORRILL, W. Coexistence of Multiple Proteobacterial Endosymbionts in the Gills of the Wood-Boring Bivalve *Lyrodus pedicellatus* (Bivalvia: Teredinidae). **AEM**, v.68, n.12, p. 6292–6299, 2002.
- DISTEL, D. L.; DELONG, E. F.; WATERBURY, J. B. Phylogenetic characterization and in situ localization of the bacterial symbiont of shipworms (Teredinidae: Bivalvia) by using 16S rRNA sequence analysis and oligodeoxynucleotide probe hybridization. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.57, p.2376–2382, 1991.
- ESPÍNDOLA, E. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; MORENO, I. H. Efeitos da dinâmica hidrológica do sistema pantanal matogrossense sobre a estrutura da comunidade de zooplâncton da lagoa Alburquerque. **Acta Limnol. Bras.**, v.8, p.37-57, 1996.
- FILHO, C. S.; TAGLIARO, C. H.; BEASLEY, C. R. Seasonal abundance of the shipworm *Neoteredo reynei* (Bivalvia, Teredinidae) in mangrove driftwood from a northern Brazilian beach. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v.98, n.1, p.17-23, 2008.

FREITAS, L. M.; MELLO, R. L. S. Teredinidae (Mollusca-Bivalvia) do rio Manguaba e da praia de Barreiras do Boqueirão, Porto de Pedras e Japaratinga, Alagoas, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Pernambuco, v.27, n.2, p.73-87, 1999.

FREITAS, L. M.; MELLO, R. L. S. Distribuição de moluscos perfuradores de madeira (Bivalvia-Teredinidae) no estuário do rio Manguaba, Japaratinga-Porto de Pedras, estado de Alagoas de acordo com a salinidade. **Tropical Oceanography**, Recife, v.29, n.2. p.155-164, 2001.

GERLACH, S. A. Die mangroveregion tropischer küsten als Lebensraum. **Zoomorphology**, Berlin, v.46, n.6, p.636-730, 1958.

GREENE, R. V.; COTTA, M. A.; GRIFFIN, H. L. A novel, symbiotic bacterium isolated from marine shipworm secretes proteolytic activity. **Current Microbiology**, v.19, p.353-356, 1989.

GREENE, R. V.; FREER, S. N. Growth characteristics of a novel nitrogen-fixing cellulolytic bacterium. **Applied and Environmental Microbiology**, v.52, p.982-986, 1986.

GREENE, R. V., GRIFFIN, H. L.; FREER, S. N. Purification and characterization of an extracellular endoglucanase from the marine shipworm bacterium. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.267, p.334-341, 1988.

GUZMÁN-ESPINAL, H. M.; OBANDO-ACUÑA, V. Diversidad y abundancia diaria y estacional del zooplankton marino de la Isla del Caño, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, San José, v.36, n.1, p.139-150, 1988.

HOAGLAND, K. E. Effects of temperature, salinity, and substratum on larvae of the shipworms *Teredo bartschi* Clapp and *Teredo navalis* Linnaeus (Bivalvia: Teredinidae). **American Malacological Bulletin**, v.4, p.89-99, 1986.

HOAGLAND, K. E.; TURNER, R.D. Evolution and adaptive Radiation of Wood-boring Bivalves (Pholadacea). **Malacologia**. v.21, n.1-2, p.111-148, 1981.

INMET. **Rede de estações**. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/rede_obs.php>. Acesso em: 15 jan. 2014.

IPP-RIO. **Armazém de dados**. Instituto Pereira Passos. Disponível em: <<http://portalgeo.rio.rj.gov.br>>. Acessado em: 10 jul. 2012.

JUNQUEIRA, A. O. R. **Estudo Experimental dos Teredinidae Rafinesque, 1815 (MolluscaBivalvia) do Estuário da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Rio de Janeiro**. 1987. 252f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas-Zoologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1987.

JUNQUEIRA, A. O. R.; OMENA, E. P.; SILVA, S. H. G. A comparative study of the methods used to evaluate the activity of Teredinidae mollusks. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Filadélfia, v.150, p.107-115, 1991.

JUNQUEIRA, A. O. R.; SILVA, S. H. G. Estudo experimental dos Teredinidae Rafinesque, 1815 (Mollusca-Bivalvia) do estuário da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.51, n.1, p.113-126, 1991.

JUNQUEIRA, A. O. R.; SILVA, S. H. G.; MARTINS-SILVA, M. J. Avaliação da infestação e diversidade de Teredinidae (Mollusca-Bivalvia) ao longo da costa do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.81, p.275-280, 1989.

KINNE, O. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Salinity and temperature combinations. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, v.2p.281-339, 1963.

KRISTENSEN, I. Attacks by *Teredo navalis* on inner Danish waters in relation to environmental factors. **Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren.**, v.132, p.199-210, 1969.

LEONEL, R. M. V.; LOPES, S. G. B. C.; AVERSARI, M. Distribution of wood-boring bivalves in the Mamanguape River estuary, Paraíba, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v.82, p.1039-1040, 2002.

LEONEL, R. M. V.; MORAES, D. T.; LOPES, S. G. B. C. A new method of analysis of the periostracum in pallets of *Bankia Gray*, 1842 (Bivalvia: Teredinidae). **Journal of Molluscan Studies**, Oxford, v.72, p.117, 2006.

LOPEZ, G. A. C. Resistência natural de madeiras nacionais a xilófagos marinhos. In: **I Encontro Brasileiro em Preservação de Madeiras**. São Paulo: IPT, 1982.

LOPES, S. G. B. C.; NARCHI, W. Levantamento e distribuição das espécies de Teredinidae (Mollusca-Bivalvia) na manguezal da Praia Dura, Ubatuba, SP. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v.41, n.1/2, p.29-38, 1993.

LOPES, S. G. B. C.; NARCHI, W. Recrutamento larval e crescimento de Teredinidae (Mollusca-Bivalvia) em região entremarés de manguezais. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v.45, n.1/2, p.77-88, 1997.

LUEDERWALDT, H. Os manguezais de Santos. **Revista do Museu Paulista**, São Paulo, v.11, p.362-365, 1919.

LUNZ, A. M.; CARVALHO, A. G. Degradação da Madeira de Seis Essências Arbóreas Disposta Perpendicularmente ao Solo Causada por Scolytidae (Coleoptera). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.3, p.351-357, 2002.

LUYTEN, Y. A.; THOMPSON, J. R.; MORRILL, W.; POLZ, M. F.; DISTEL, D. L. Extensive Variation in Intracellular Symbiont Community Composition among Members of a Single Population of the Wood-Boring Bivalve *Lyrodus pedicellatus* (Bivalvia: Teredinidae). **AEM**, v.72, n.1, p. 412-417, 2006.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, 2011. 261p.

- MANN, R. Nutrition in the Teredinidae. IN: J.D. Costlow, R. Tipper (Eds.). **Marine biodeterioration: an interdisciplinary study**. Annapolis: Naval Institute Press, 1984, p.24–29.
- MATTOS, C. L. V. Caracterização climática da Restinga da Marambaia. In: MENEZES, L. F. T.; PEIXOTO, A. L.; ARAUJO, D. S. D. (Eds). **Historia natural da Marambaia**. Seropédica: EDUR, 2005. p.55-66.
- MESERANI, G. L. C.; DOMANESCHI, O.; LOPES, S. G. B. C. Functional anatomy of feeding in *Psiloteredo healdi* (Teredinidae): how the animal handles two discrete food sources. **American Malacological Bulletin**, v.18, p.143-154, 2004.
- MILANO, S.; LOPEZ, G. A. C. Resistência natural de madeira a xilófagos marinhos: resultado da primeira avaliação após três meses de instalação do ensaio. **Preservação de madeiras**, São Paulo, v.8/9, n.1, p.31-42, 1978.
- MORAES, D. T.; LOPES, S. G. B. C. The functional morphology of *Neoterredo reynei* (Bartsch, 1920) (Bivalvia, Teredinidae). **Journal of Molluscan Studies**, Oxford, v.69, n.4, p.311-318, 2003.
- MÜLLER, A. C.; LANA, P. C. Teredinidae (Mollusca-Bivalvia) do litoral do Paraná. **Nerítica**, Pontal do Sul, v.1, n.3, p.27-48, 1986.
- MÜLLER, A. C.; LANA, P. C. Padrões de distribuição geográfica de Teredinidae (Bivalvia-Mollusca) do Estado do Paraná. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.39, p.1175-1177, 1987.
- MÜLLER, A. C.; LANA, P. C. **Manual de identificação de moluscos bivalves da família dos teredinídeos encontrados no litoral brasileiro**. Curitiba: Editora UFPR, 2004. 146p.
- NAIR, N. B. Shipworms of Venezuela. Report on a collection from the Gulf of Cariaco. **Bol. Inst. Oceanogr.**, Cumaná, v.14, n.2, p.129-146, 1975.
- NAIR, N. B.; SARASWATHY, M. The biology of Wood-boring teredinid molluscs. **Advances in Marine Biology**, Plymouth, v. 9, p. 335-509, 1971.
- NICHOLAS, D. D. **Wood Deterioration and its prevention by preservative treatments: degradation and protection of wood**. Siracusa: Syracuse University Press, 1982. 380p.
- PEREIRA, L. A.; XEREZ, R.; PEREIRA, A. M. C. Ilha de Marambaia (Baía de Sepetiba): resumo fisiográfico, histórico e importância ecológica atual. **Ciência e Cultura**, v. 42, n.5/6, p.384-389, 1990.
- PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 631p.
- PINHEIRO, S. C. C.; PEREIRA, L. C. C.; LEITE, N. R.; CARMONA, P. A.; COSTA, R. M. Dinâmica e estrutura populacional do Zooplâncton no canal de Chavascal-PA (litoral amazônico), Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. [2009] no prelo.

POPHAM, J. D.; DICKSON, M. R. Bacterial associations in the teredo *Bankia australis* (Lamellibranchia, Mollusca). **Marine Biology**, v.19, p.338-340, 1973.

RANCUREL, P. Les Teredinidae (Mollusques lamellibranches) dans les lagunes de Côte d'Ivoire. **Mem. Off. rech. Scient. tech. Outre-mer.**, v.47, p.1-235, 1971.

RAMBALDI, D. M.; MAGNANINI, A.; ILHA, A.; LARDOSA, E.; FIGUEIREDO, P.; OLIVEIRA, R. F. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro.** Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica -Programa MAB. Cetesb, São Paulo. 36p, 2003.

RAYNER, S. M. Comparison of the salinity range tolerated by teredinids (Mollusca - Teredinidae) under controlled conditions with that observed in an estuary in Papua New Guinea. **Australian Journal of Marine & Freshwater Research**, Sidney, v.30,n.4, p.521-533, 1979.

RICHMOND, C. E.; WOODIN, S. A. Short-term fluctuations in salinity: effects on planktonic invertebrate larvae. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v.133, p.167-177, 1996.

RIMMER, M. A.; BATAGLENE, S. L.; DOSTINE, P. L. Observations of *Bankia australis* (Calman) (Mollusca: Teredinidae) in the Patagona Creek Mangrove swamp, New South Wales. **Australian Journal of Marine & Freshwater Research**, Sydney, v.30, n.2, p.355-357, 1982.

RIOS, E. C. **Brazilian marine mollusks iconography.** Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 1975. 91p.

ROBERTSON, A. I. Plant-anatomy interactions and the structure and function of mangrove forest ecosystems. **Australian Journal of Ecology**, Sidney, v.16, p.433-443, 1991.

ROSENBUSCH, K.; BORGES, L. M. S.; CRAGG, S. M.; RAPP, A. O.; PITMAN, A. J. A laboratory assessment of the natural durability of the lesser-utilised species *Corynanthe pachyceras* Welw. and *Glyphaea brevis* (Sprengel) Monachino against the marine wood borer *Limnoria quadripunctata* Holthius. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Filadélfia, v.57, p.71-74, 2006.

RUPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados.** 7.ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145p.

SANTHAKUMARAN, L. N. Incidence of marine wood-borers in mangroves in the vicinity of Panaji coast, Goa. **Mahasagar-Bulletin of the National Institute of Oceanography**, India, v.16, p.299-307, 1983.

SARASWATHY, M.; NAIR, N. B. The influence of salinity on a tropical estuarine shipworm *Nausitora hedleyi* Schepman (Bivalvia Teredinidae). **Hydrobiologia**, Bruxelas, v.44, n.4, p.397-411, 1974.

SCARABINO, V.; MAYTIA, S. Teredinidae (Moll. Pelecypoda) del Uruguay. **Com. Soc. Malac. Urug.**, v.2, p.321-325, 1968.

SEMA. **Atlas das Unidades de Conservação da Natureza do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Metalivros, 2011. 48p.

SERPA, F. G. Eficiência de madeira tratada com silicato de sódio contra o ataque de xilófagos marinhos. **Preservação de Madeiras**, São Paulo, v.8/9, n.1, p.62-64, 1978.

SERPA, F. G.; KARSTEDT, P. Natural resistance to marine borers of nine north and northeastern brazilian wood species. **Floresta**, v.9, n.2, p.97-102, 1978.

SILVA, S. H. G.; NUNES, A. J. B.; ALVES, M. C. S; LAGE, V. A. Contribuição ao estudo das comunidades incrustantes que ocorrem na baía da Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. Resultados preliminares. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.40, p.367-382, 1980.

SILVA, M. J.; SILVA, S. H. G; JUNQUEIRA, A. O. R. Distribuição Vertical de Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) em Portogalo, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.5, p.155-165, 1988.

SIPE, A. R; WILBUR, A. E.; CARY, S. G. Bacterial Symbiont Transmission in the Wood-Boring Shipworm *Bankia setacea* (Bivalvia: Teredinidae). **AEM**, v.66, n.4, p.1685-1691, 2000.

SOUTHWELL, C. R., BULTMAN, J. D. Marine borer resistance of untreated woods over long periods of immersion in tropical waters. **Biotropica**, v.3, p.81-107, 1971.

TURNER, R. D. **A survey and illustrated catalogue of the Teredinidae (Mollusca-Bivalvia)**. Cambridge: The Museum of Comparative Zoology, 1966. 265p.

TURNER, R. D. Australian shipworms. **Australian Natural History**, Sidney, v.17, p.139-145, 1971a.

TURNER, R. D. Identification of marine-boring mollusks. In: JONES, E. B.; ELTRINGHAM, S. K. (Eds.) **Marine borers, fungi and fouling organisms of wood**. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, 1971b. p.17-64.

TURNER, R. D. In the path of a warm, saline effluent. **American Malacological Bulletin**, Filadélfia, v.39, p.36-41, 1974.

TURNER, R. D. An overview of research on marine borers: past progress and future direction. In: COSTLOW, J. D.; TIPPER, R. C. (Eds.). **Marine Biodeterioration: an interdisciplinary study**. Annapolis: Naval institute Press, 1984. p.3-16.

TURNER, R. D.; JOHNSON, A. C. Biology of marine wood-boring mollusks. In: JONES, E. B. G.; ELTRINGHAM, S. K. (Eds.). **Marine borers, fungi and fouling organisms of wood**. Paris: Organization for Economic co-operation and Development, 1971. p.259-301.

VAROTTO, R. S; BARRETO, C. C. Colonization of artificial substrata by teredinid larvae released from a previously infested focus at Ilha Grande Bay, RJ. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.41, n.4, p. 391-400, 1998.

WATERBURY, J. B., CALLOWAY, C. B.; TURNER, R. D. A cellulolytic nitrogen-fixing bacterium cultured from the gland of Deshayes in shipworms (Bivalvia: Teredinidae). **Science**, v.221, p.1401-1403, 1983.