



**LAMARA SILVA E CAVALCANTE**

**ESTRUTURA POPULACIONAL DO BIVALVE INVASOR *Isognomon bicolor*  
(C.B. Adams, 1845) (BIVALVIA: PTERIIDAE) EM PRAIAS ROCHOSAS DA  
PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL**

**Orientadora:** Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias

**Coorientadora:** M.Sc. Romilda Narciza Mendonça de Queiroz

LAMARA SILVA E CAVALCANTE

**ESTRUTURA POPULACIONAL DO BIVALVE INVASOR *Isognomon bicolor*  
(C.B. Adams, 1845) (BIVALVIA: PTERIIDAE) EM PRAIAS ROCHOSAS DA  
PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias

**Coorientadora:** M.Sc. Romilda Narciza Mendonça de Queiroz

Campina Grande – PB  
2015

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C376e Cavalcante, Lamara Silva e.  
Estrutura populacional do Bivalve Invasor *Isognomon Bicolor* (c.b. Adams, 1845) (bivalvia: Pteriidae) em praias rochosas da Paraíba, Nordeste do Brasil [manuscrito] / Lamara Silva e Cavalcante. - 2015.  
45 p. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2015.  
"Orientação: Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Bioinvasão marinha. 2. Moluscos. 3. *Isognomon bicolor*.  
I. Título.

21. ed. CDD 594

LAMARA SILVA E CAVALCANTE

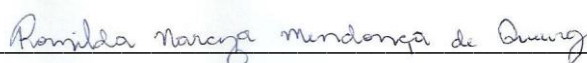
**ESTRUTURA POPULACIONAL DO BIVALVE INVASOR *Isognomon*  
*bicolor* (C.B. Adams, 1845) (BIVALVIA: PTERIIDAE) EM PRAIAS  
ROCHOSAS DA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao  
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como  
parte dos requisitos para a obtenção do grau de  
Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em 10/12/2015



Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias  
Universidade Estadual da Paraíba (Campus I)  
Orientadora



M.Sc. Romilda Narciza Mendonça de Queiroz  
Universidade Estadual da Paraíba (Campus I)  
Coorientadora



Profa. Tacyana Pereira Ribeiro de Oliveira / UEPB  
Universidade Estadual da Paraíba (Campus V)  
Examinadora



Profa. M.Sc. Ellori Laíse Silva Mota  
Universidade Estadual da Paraíba (Campus I)

## **DEDICATÓRIA**

*A meu pai Cícero, meu alicerce.  
A minha família, minha base e meu suporte.  
A meu namorado Paulo, meu grande amor e  
companheiro de todas as horas.*

## AGRADECIMENTOS

Sobretudo agradecer a Deus, pela dádiva da vida e pelo presente de ter pessoas queridas ao meu redor, pela saúde, pelas condições e oportunidades de vida que tive e tenho até hoje.

Gostaria de agradecer primeiramente a minha orientadora Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias, pela atenção que teve por mim, em minha primeira tentativa de entrar como estagiária no Laboratório de Biologia Marinha. Obrigada pela oportunidade de aprendizado, sobretudo a oportunidade de poder desenvolver esse trabalho. Por sua humildade e paciência, sempre buscando fazer o melhor por todos os seus orientandos.

A minha coorientadora Romilda, por sua generosidade e por se mostrar sempre disposta a me ajudar, demonstrando atenção e cuidado com a pesquisa. Também pela amizade e troca de ideias para elaboração deste trabalho.

A todos os professores da UEPB com quem tive o prazer de aprender um pouco mais e por contribuir com minha formação.

A Profa. Dra. Tacyana Pereira Ribeiro de Oliveira, por aceitar participar desta banca e assim contribuir para a melhoria deste trabalho, como também a Profa. M.Sc. Ellori Laíse Silva Mota, pela aceitação em complementar esta banca e por sua contribuição na correção deste estudo. Gratidão!

Aos amigos conquistados durante esse período, em especial os amigos de laboratório ao todo, sem exceções, por compartilhar conhecimentos e experiências aos longos desses três anos em que estive participando desta equipe de pesquisa. Obrigada!

Aos meus pais, Cícero e Íris, pela força e apoio sempre, impossível medir minha gratidão por tudo que me ofereceram e me oferecem até hoje, seja material, imaterial e emocionalmente. Impossível também existir amor maior. A minha irmã Lyana e meu irmão Leandro, pela presença em minha vida e pela força e apoio sempre. Amo vocês!

A meu grande amor e companheiro de vida, Paulo. Grata pelo seu amor, amizade, companheirismo, cumplicidade e por ser tão importante na minha vida, sempre me apoiando e se fazendo presente em tudo. Obrigada por tudo. Amo!

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a concretização deste trabalho.

*Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já têm a forma de nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado para sempre, à margem de nós mesmos.*

*Fernando Pessoa*

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** (a) Localização do Estado da Paraíba na costa brasileira. (b) Localização do município do Conde, litoral sul do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. (c) Localização das praias de Jacumã e Carapibus, com destaque para os recifes de arenito. Mapa: Romilda Queiroz. ....23
- Figura 2. (a) Vista aérea da praia de Jacumã. (b) Divisão da zona do mesolitoral e as duas faixas correspondentes: Mesolitoral inferior (MI); Mesolitoral superior (MS). Fotos: Romilda Narciza. ....25
- Figura 3. Esquema exemplificando as amostras coletadas nas zonas do mesolitoral. ....26
- Figura 4. Medidas obtidas para análise da estrutura de tamanho de *Isognomon bicolor*: (a) (CN) camada nacarada; (CC) comprimento da charneira; (CCN) comprimento da camada nacarada; (CT) comprimento total; altura. (b) largura; (EPB) espessura ponto borda; (EPC) espessura ponto charneira. ....26
- Figura 5. Escala de comprimento dos indivíduos *Isognomon bicolor* representando as classes de tamanho: (a) abaixo de 4 mm (recrutas); (b) 4 a 8 mm; (c) 8 a 12 mm; (d) 12 a 16 mm; (e) acima de 16 mm. ....27
- Figura 6. Proporção entre indivíduos de *Isognomon bicolor* considerados vivos e mortos nas praias de Carapibus e Jacumã. ....30
- Figura 7. Proporção de indivíduos de *Isognomon bicolor* considerados vivos e mortos considerando-se as estações do ano. ....31
- Figura 8. Proporção de indivíduos de *Isognomon bicolor* considerados vivos e mortos considerando-se as zonas do mesolitoral. ....31
- Figura 9. Resultado da regressão mostrando a relação negativa (a) entre as medidas do comprimento da charneira (CC) e espessura ponto charneira (EPC) (b); e comprimento da charneira (CH) e espessura ponto borda da concha (EPB) de *Isognomon bicolor*. ....35



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados de abundância, densidade (ind./m <sup>2</sup> ) e média de indivíduos de <i>Isognomon bicolor</i> por área (4,32m <sup>2</sup> ) amostrada nas praias de Carapibus e Jacumã. ....	29
Tabela 2. Dados de abundância, densidade (ind./m <sup>2</sup> ) e média de indivíduos de <i>Isognomon bicolor</i> nas zonas do mesolitoral em cada praia.....	29
Tabela 3. Dados de abundância, densidade (ind./m <sup>2</sup> ) e média de indivíduos de <i>Isognomon bicolor</i> nas estações do ano, em cada praia.....	30
Tabela 4. Tamanhos máximo e mínimo dos indivíduos de <i>Isognomon bicolor</i> com inferência no comprimento da camada nacarada entre as praias estudadas. ....	32
Tabela 5. Tamanhos máximo e mínimo dos indivíduos de <i>Isognomon bicolor</i> com inferência no comprimento da camada nacarada entre as estações do ano. ....	32
Tabela 6. Tamanhos máximo e mínimo dos indivíduos de <i>Isognomon bicolor</i> com inferência no comprimento da camada nacarada entre as zonas do mesolitoral. ....	33
Tabela 7. Distribuição da ocorrência de classes do comprimento da camada nacarada (mm) de <i>Isognomon bicolor</i> nas praias de Carapibus e Jacumã.....	33
Tabela 8. Distribuição da ocorrência das cinco classes de tamanho da camada nacarada (mm) de <i>Isognomon bicolor</i> nas estações seca e chuvosa, nas praias de Carapibus e Jacumã. ....	34
Tabela 9. Distribuição da ocorrência de classes do comprimento da camada nacarada (mm) de <i>Isognomon bicolor</i> nas zonas superior e inferior do mesolitoral, nas praias de Carapibus e Jacumã. ....	34

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo Geral .....	14
2.2. Objetivos Específicos .....	14
3. PERGUNTAS E HIPÓTESES.....	14
3.1. Perguntas .....	14
3.2. Hipóteses .....	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
4.1. Bioinvasões.....	15
4.2. Bioinvasões marinhas no Brasil .....	17
4.3. Bioinvasão por <i>Isognomon bicolor</i> .....	20
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
5.1. Área de estudo .....	22
5.2. Etapa de Campo.....	24
5.3. Análise de dados .....	27
6. RESULTADOS .....	28
6.1. Densidade, abundância e distribuição de <i>Isognomon bicolor</i> .....	28
6.2. Estrutura de tamanho .....	32
7. DISCUSSÃO.....	35
7.1. Densidade, abundância e distribuição de <i>Isognomon bicolor</i> .....	35
7.2. Estrutura de tamanho .....	37
8. CONCLUSÕES.....	40
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

## RESUMO

A invasão por espécies exóticas tem causado um grande impacto sobre os ecossistemas, podendo haver também prejuízos econômicos, sociais e a saúde humana. O bivalve invasor *Isognomon bicolor* é uma espécie originária do Caribe e teve seu primeiro registro para a costa brasileira publicado em 2002. Desde então, esta espécie tem se expandido na costa brasileira e tem causado impactos nas comunidades entremarés. O presente estudo avaliou a distribuição, densidade e estrutura populacional de *I. bicolor* em duas praias rochosas do litoral da Paraíba, Nordeste do Brasil. Foram realizadas seis amostragens em cada praia, sendo três durante o período seco e três na estação chuvosa. A amostragem foi feita por quadrados de 20 x 20 cm em dois níveis da zona mesolitoral, sendo retiradas nove amostras no mesolitoral superior e nove no mesolitoral inferior de cada praia por mês, totalizando 108 amostras. No total foram coletados e medidos 2.196 exemplares de *I. bicolor*. Houve diferença na densidade de *I. bicolor* entre as duas praias ( $p=0,04279$ ), mas não entre as zonas do mesolitoral e estações do ano. As maiores densidades ocorreram na praia de Carapibus nas duas estações do ano, chuvosa (368,05 ind./m<sup>2</sup>) e seca (294,31 ind./m<sup>2</sup>) e na zona inferior (511,57 ind./m<sup>2</sup>). Considerando a estrutura de tamanho, verificou-se diferença significativa no comprimento da camada nacarada entre as praias, zonas e estações do ano ( $p<0,05$ ), com a maioria dos recrutas e indivíduos menores ocorrendo na praia de Jacumã. Também foi possível verificar que os indivíduos maiores apresentaram concha mais espessa. Os dados obtidos sugerem que esta espécie invasora se encontra bem estabelecida nas praias estudadas, distribuindo-se de acordo com as diferenças nas características topográficas das praias. O tamanho das rochas encontradas nas zonas inferior e superior do mesolitoral, e o grau de emersão e exposição à dessecação podem ser fatores que favorecem sua colonização.

**Palavras-chave:** Bioinvasão marinha, espécies exóticas, estrutura populacional, densidade, praias rochosas.

## ABSTRACT

The invasion of exotic species has caused a great impact on ecosystems and can also damage the economy, society and human health. The invasive bivalve *Isognomon bicolor* is a native of the Caribbean and had his first record for the Brazilian coast published in 2002. Since then, this species has expanded along the Brazilian coast and has caused impacts on intertidal communities. This study evaluated the distribution, density and population structure of *I. bicolor* in two rocky beaches of the coast of Paraíba state, northeastern Brazil. Six samples were collected at each beach, being three during the dry season and three in the rainy season. A 20 x 20 cm square sampler at two levels of mesolittoral zone (upper and lower) did sampling. Nine samples were obtained for each beach per month, totaling 108 samples in total. In total were collected and measured 2,196 specimens of *I. bicolor*. There were differences in the density of *I. bicolor* between the two beaches ( $p = 0.04279$ ), but not among the areas of mesolittoral zone and seasons. The highest densities occurred in Carapibus beach in the two seasons, rainy (368,05 ind./m<sup>2</sup>) and dry (294.31 ind./m<sup>2</sup>) and at the lower mesolittoral zone (511.57 ind./m<sup>2</sup>). Considering the size structure, there was a significant difference in the length of the nacreous layer between the beaches, mesolittoral zones and seasons ( $p < 0.05$ ), with most of the recruits and smaller individuals taking place on the beach of Jacumã. It was also observed that the larger individuals had thicker shell. The data suggest that this invasive species is well established in the studied beaches, occurring according to differences in topographical characteristics of the beaches. The size of the rocks found in the upper and lower regions of mesolittoral zone, and the degree of immersion and exposure to desiccation may be factors that favor colonization.

**Keywords:** Marine bioinvasion, exotic species, population structure, density, rocky shores

## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos ecológicos sobre invasões biológicas podem ser essenciais para a compreensão das principais forças motrizes da dinâmica de comunidades (Lodge, 1993), uma vez que os danos gerados pela invasão podem causar sérios prejuízos econômicos (Silva et al., 2012) mudanças ecológicas irreversíveis, prejuízos a saúde pública e outros impactos negativos significativos (NISC, 2004).

Algumas espécies exóticas possuem grande capacidade de invasão e de colonização de ambientes devido às características biológicas, genéticas, fisiológicas e ecológicas que conferem tolerância à maioria dos fatores ambientais (Machado & Oliveira, 2009). Vias de introdução como a água de lastro, incrustações em plataformas de petróleo ou nos cascos de navios, são consideradas as principais formas de introdução de espécies exóticas ao redor do mundo (Astudillo, 2006; Ferreira et al., 2004).

A bioinvasão consiste em espécies que adquirem uma vantagem competitiva, seguida do desaparecimento de obstáculos naturais à sua proliferação, o que permite que ela se disperse rapidamente e conquiste novas áreas, na qual se torne uma população dominante (Valéry et al, 2008a). Ocorre quando espécies exóticas aumentam sua densidade e abrangência geográfica substancialmente após ser introduzida, assim modificando as comunidades biológicas receptoras e criando novas interações ecológicas (Mangelli, 2012).

Originário da costa atlântica ocidental central, o bivalve invasor *Isognomon bicolor* vive normalmente em costões rochosos (Breves et al., 2004), ecossistemas marinhos relacionados com a distribuição vertical de organismos (Coutinho, 2002). Esta espécie invasora não tem sido bem-sucedida em colonizar e estabelecer-se em substrato nu, aparecendo apenas em estágios tardios na sucessão ecológica no habitat intertidal e no recrutamento em substratos complexos (Rocha, 2002).

A provável de introdução de *I. bicolor* na costa do Brasil se deu através de incrustações em plataformas de petróleo e na água de lastro (Breves-Ramos et al., 2010; Rocha, 2002). *I. bicolor* prevalece em costas rochosas íngremes e expostas as ondas moderadas (Domaneschi & Martins, 2002). Na costa brasileira, *I. bicolor* apresenta uma ampla distribuição, com os primeiros registros de ocorrência na região Sudeste entre as décadas de 70 e 80 (Domaneschi

& Martins, 2002), e recentemente encontrado na costa do Nordeste, nos estados da Paraíba, Alagoas e Rio Grande do Norte (Dias et al., 2013). Neste último registro, a espécie foi registrada em estuários hipersalinos associados a banco de ostras, o que demonstra sua alta capacidade de se expandir e estabelecer em diferentes condições ambientais e associação com outras espécies (Dias et al., 2013).

Atualmente a distribuição de *I. bicolor* se estende desde o Nordeste até a costa sudeste do Brasil (Domaneschi & Martins, 2002) e é dominante na zona intertidal dos costões rochosos de Arraial do Cabo, sendo responsável pela redução de 50% da população nativa da craca *Tetraclita stalactifera* (López, 2003). Este padrão de dominância é está presente em outras áreas da costa do sudeste do país com altas densidades (Breves-Ramos et al, 2004). Segundo Junqueira (2009), este bivalve foi classificado como uma espécie invasora na costa brasileira com potencial para um alto impacto sobre espécies residentes.

Neste contexto, é muito importante aprofundar os conhecimentos acerca da ecologia do invasor *I. bicolor*, e compreender como as populações dele estão reagindo nas diferentes regiões e locais invadidos e diversas condições ambientais a que ele está exposto na costa brasileira. Considerando a importância ecológica que uma espécie invasora pode assumir e as prováveis modificações e impactos que o invasor *I. bicolor* pode causar nos ecossistemas costeiros do Brasil, este estudo pretende trazer informações acerca da estrutura populacional de tamanho, densidade populacional e distribuição do *Isognomon bicolor* em locais ainda não estudados ajudando a conhecer o status da invasão e contribuindo para monitoramentos futuros.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Analisar a estrutura populacional do bivalve invasor *Isognomon bicolor*, com base na sua distribuição, densidade e estrutura de tamanho em praias areníticas da Paraíba, Nordeste do Brasil.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar a estrutura de tamanho dos indivíduos de *Isognomon bicolor* entre as praias estudadas, considerando-se sua distribuição na zona mesolitoral e entre os períodos sazonais de seca e chuva.

- Comparar a densidade de *I. bicolor* entre as praias estudadas, os períodos de seca e chuva, e as zonas do mesolitoral.

## **3. PERGUNTAS E HIPÓTESES**

### **3.1. Perguntas**

A) A densidade e distribuição do bivalve invasor *Isognomon bicolor* nas zonas do mesolitoral diferem entre as praias estudadas e os períodos do ano?

B) Há diferenças na estrutura de tamanho dos indivíduos entre as zonas do mesolitoral e entre os períodos do ano?

### 3.2. Hipóteses

- A densidade e distribuição de *I. bicolor* é diferente entre as praias e zonas do mesolitoral, havendo maior densidade na zona inferior do mesolitoral, onde há menor exposição à dessecação.
- Há diferença na distribuição das classes etárias entre as estações do ano, havendo maior número de recrutas e jovens em determinado período, indicando recrutamento sazonal.

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1. Bioinvasões

Espécies exóticas podem se tornar invasoras no momento em que ameaçam a diversidade biológica nativa (Teixeira et al., 2010), pois sua alta densidade populacional pode causar o desaparecimento de espécies nativas (Breves-Ramos et al., 2009). As invasões biológicas estão diretamente relacionadas com a habilidade superior de uma determinada espécie exótica em disputar recursos com os organismos nativos, influenciando assim o sucesso de uma invasão (Teixeira et al., 2010).

Segundo Carlton (1996), para que haja o sucesso da introdução de uma espécie numa nova área, é fundamental passar por três fases: (1) o transporte – do seu local de origem para outro local por alguma via de dispersão; (2) a introdução – liberação e sobrevivência no ambiente novo; e (3) o estabelecimento – sobrevivência e reprodução no novo local, para constituir uma população viável.

Os principais vetores de introdução de espécies incluem atividades de embarcações, plataformas de perfurações, a maricultura, aquário e comércio de organismos ornamentais, criação de canais e estruturas artificiais (Carlton, 1999). Estudos apontam que muitas espécies são transportadas ao redor do mundo em tanques de lastro e que elas podem sobreviver por dias e vários meses. A água de lastro se tornou uma das principais vias de transporte de



espécies, pois as embarcações e navios mercantes quase sempre levam água de lastro (Astudillo, 2006).

Nas últimas décadas, as atividades de navegação foram identificadas como a principal fonte de introdução de espécies em estuários e habitats marinhos (Ignacio, 2010). Estudos realizados por Carlton (1999) estimaram que entre 900 e 1.500 espécies de organismos marinhos possam ser transportadas ao redor do mundo em uma semana via água de lastro. E isso tem conduzido a uma introdução “involuntária” de espécies, se tornando em alguns lugares uma ameaça potencial para o meio ambiente (Astudillo, 2006).

No Brasil, os dados de dispersão de invasores mostram que 26% das espécies introduzidas têm como provável vetor de dispersão a água de lastro, 23% via correntes marinhas, que é um meio natural de transporte, e cerca de 20% das espécies marinhas introduzidas tem a incrustação como vetor de dispersão (MMA, 2009).

Ambientes marinhos vêm ao longo de várias décadas sofrendo um aumento constante de invasões biológicas, seja pelo fluxo natural de organismos através de mudanças climáticas e correntes, ou pelo fluxo mediado por atividade humanas (Carlton, 1996) e pela importância destas áreas para a navegação marítima mundial (Ignacio, 2010). Uma espécie exótica pode se estabelecer tanto em ambientes com condições muito semelhantes ao seu habitat de origem, como em ambientes que tenham sido alterados por fatores antrópicos (Tyrrell & Byers, 2007).

O aumento da urbanização das zonas costeiras vem resultando na perda de habitats naturais e reduzindo a disponibilidade de costões rochosos, enquanto que as estruturas artificiais estão cada vez mais comuns e representam importantes fontes de substrato disponível, afetando os padrões de colonização (Ignacio et al., 2010). Estudos mostram que após o transporte, o primeiro fator a influenciar no processo de bioinvasão é a disponibilidade de substrato (Carlton, 1996b). Sendo assim, estruturas artificiais podem representar a primeira oportunidade de colonização de uma espécie exótica (Carlton, 1996b). Contudo, ambientes alterados podem ter uma maior abundância de espécies exóticas e um maior impacto de espécies invasoras em espécies nativas (Tyrrell & Byers, 2007).

Um dos maiores desafios para as pesquisas científicas e para a gestão dos impactos de espécies marinhas invasoras é o entendimento de seus processos de dispersão natural e das possíveis interações destes com aqueles derivados da atividade humana (MMA, 2009). Dado

o grande número de espécies exóticas ocupando zonas costeiras estuarinas e habitats marinhos, ainda pouco se conhece sobre invasões nesses ambientes. E isso resulta na falta de compreensão sobre os efeitos indiretos de invasores, seus impactos sobre as espécies de diferentes níveis tróficos e os impactos sobre as propriedades da cadeia alimentar e processos ecossistêmicos (Grosholz, 2002).

Nas últimas duas décadas, tem crescido o interesse de pesquisadores por explorar a zona costeira, o que contribui significativamente para compreensão de invasões em sistemas costeiros (Carlton, 1996). Este interesse se traduz em uma literatura que aborda as consequências ecológicas e evolutivas de invasões (Grosholz, 2002), porém, são necessários muitos estudos no que compete ao processo de introdução de espécies.

Entretanto, existem estudos relevantes em alguns locais ao redor do globo, como os Estados Unidos, Austrália e Europa, que apresentam registros históricos quanto à introdução biológica e seus vetores, como também quanto ao monitoramento de diversas espécies introduzidas (Ignacio, 2010). Estudos com informações sobre a genética, evolução e interações de espécies invasoras e espécies nativas em comunidades invadidas, podem levar a entender melhor a suscetibilidade dos ecossistemas sujeitos à invasão, compreender quais fatores influenciam a dispersão de espécies exóticas, além de contribuir para compreensão da propagação e manejo de espécies invasoras (Sakai et al., 2008).

A tendência, em todos os habitats, é de que os impactos causados pelas espécies invasoras aumentem com o tempo, e por isso é importante reconhecer a ameaça das invasões biológicas e adotar medidas para prevenção e controle (Leão et al., 2011). Nos ecossistemas marinhos, o real impacto gerado por espécies invasoras é difícil de ser detectado, mas, através de um monitoramento da distribuição e abundância de espécies invasoras e comparações de locais invadidos com locais não invadidos, é possível compreender os danos e mudanças geradas pelas introduções de espécies invasoras (Lopez, 2008).

#### **4.2. Bioinvasões marinhas no Brasil**

Espécies de bivalves marinhos são introduzidas em várias localidades do mundo e com uma alta dispersão pelos oceanos (Reusch, 1998; Steffani & Branch, 2005). E o costão

rochoso é um dos ecossistemas mais atingidos pela introdução de bivalves exóticos (Steffani & Branch, 2005). Isso porque os vetores de introdução de espécies aquáticas quase sempre estão associados a uma atividade de importância econômica, e no Brasil o transporte marítimo é responsável por 80% da circulação internacional de produtos e cerca de 95% de todo o comércio exterior (MMA, 2009).

Entretanto, ainda não se têm dados nem controle de quanta água de lastro é lançada em portos brasileiros (Silva & Souza, 2004). Mas, segundo a Diretoria de Portos e Costas (DPC), anualmente os portos brasileiros recebem cerca de 40.000 mil navios e estima-se 40 milhões de toneladas de água deslastrada.

De acordo com as Diretrizes do IMO (Organização Marítima Internacional) e a Agenda Ambiental Portuária gerenciada pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Brasil, 1998; Gerco, 2007), um dos procedimentos para o controle ambiental da atividade portuária deve ser o monitoramento ambiental e controle da introdução de espécies marinhas exóticas por meio de água de lastro (Bezerra, 2010). Apesar destas diretrizes demonstrarem alguma preocupação com o controle de introdução de espécies, o esforço e atenção dado a este assunto ainda parece insuficiente.

As pesquisas sobre invasões biológicas marinhas no Brasil ainda são um tema relativamente novo e pouco se compreende sobre os padrões e estratégias de invasão. Tem havido um aumento das bioinvasões em ecossistemas costeiros, e isso tem despertado maior interesse do poder público e dos pesquisadores, assim necessitando de mais estudos sobre este tema.

Os dados disponíveis são escassos e produzidos localmente, o que reflete em interesses específicos de investigação sobre o tema, em vez de demonstrar padrões de dispersão (Teixeira et al., 2009). Apesar do grande interesse e preocupação da comunidade científica brasileira na temática de bioinvasão, existe pouca bibliografia publicada em periódicos nacionais ou internacionais e a grande maioria dos estudos se encontra na forma de monografias, dissertações ou teses (e.g. Lopes, 2008; Queiroz, 2014; Rapagnã, 2004; Martins, 2000; Ignacio, 2008; Bezerra, 2010; Moysés, 2005), dificultando o acesso à informação para muitos pesquisadores e gerando um escasso conhecimento sobre os impactos decorrentes da introdução dos bivalves exóticos nos costões do Brasil (Teixiera et al., 2010).

Recentemente, o Brasil deu um importante passo para os estudos das bioinvasões marinhas com pesquisas em diversas vertentes (Teixeira et al., 2009). Um exemplo disso foi o desenvolvimento do primeiro inventário nacional de espécies exóticas invasoras implantado pelo Ministério do Meio Ambiente e o Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil (MMA, 2009), publicado no final de 2009 com a compilação e publicação de diversos dados sobre estas espécies.

Estudos sobre espécies exóticas são de suma importância para avaliar os possíveis impactos causados e para identificar os recursos naturais mais sensíveis e potencialmente ameaçados por estas (Neto & Jablonski, 2004). Os primeiros registros de espécies exóticas marinhas no Brasil remontam às décadas de 1930 a 1970 (MMA, 2009). A maioria das distribuições de moluscos marinhos conhecidas antes do século XIX são consideradas como naturais, enquanto que as distribuições de moluscos durante ou desde o século 19 são consideradas potencialmente sujeitas à modificação humana (Bezerra, 2010).

Os moluscos bivalves estão entre os grupos mais transportados intencional e não intencionalmente (Carlton & Geller, 1993) e são excelentes exemplos para se examinar as mudanças em ecossistemas marinhos, principalmente, pela combinação de um longo registro fóssil, arqueológico e histórico (Carlton, 1999) e o seu potencial para afetar dramaticamente as comunidades nativas (Crooks, 1998). O táxon Mollusca é um dos mais inventariados na costa brasileira e com uma extensa literatura disponível (MMA, 2009). Dentre as principais espécies exóticas e invasoras marinhas estudadas no Brasil estão os bivalves *Limnoperna fortunei*, *Mytilopsis leucopheata*, *Perna perna* e *Isognomon bicolor*.

O mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei*, nativo da China, tem causado problemas por causa de incrustação massiva, afetando estações de tratamento de água, indústrias e usinas de energia elétrica, estações de aquicultura, além de competir com outros consumidores de plâncton (GISP, 2005). Já *Mytilopsis leucopheata* foi encontrado na região estuarina adjacente ao porto de Recife, vivendo aderido a diversos substratos rígidos ou artificiais como concreto, madeira, latas, plástico e conchas de outros organismos (Souza et al., 2004).

O mexilhão *Perna perna* é originário da África (Atlântico Oriental) (Souza, 2003; Souza et al., 2004) e foi introduzido de forma não intencional. Hoje ele é habitualmente encontrado em substratos consolidados, formando densas populações ao longo dos costões rochosos e em

substratos artificiais (MMA, 2009). Compete por espaço também com *Isognomon bicolor* nestes habitats, e sofre a interferência de *I. bicolor* no processo da sua fixação e no crescimento populacional (Henriques & Casarini, 2009). Mas, apesar de ser exótico, *Perna perna* tem sido cultivado e usado como alimento, enquanto *I. bicolor* não possui essa utilidade.

Apesar dos estudos a respeito destas espécies principais, ainda há muito o que estudar a respeito das espécies introduzidas e seus impactos e utilidades. No Brasil, o escasso conhecimento das biotas regionais torna difícil o rastreamento das bioinvasões, e é imprescindível a identificação correta das espécies para uma avaliação objetiva do processo de introdução de espécies (MMA, 2009).

Considerando que os bivalves marinhos constituem um grupo com muitas espécies invasoras, a comunidade científica brasileira deve focar em pesquisas relacionadas a bivalves invasores de costões rochosos, conhecendo a ecologia da espécie exótica e em especial aquelas que se tornaram invasoras, o efeito na estrutura e na composição das populações locais, quais atributos das comunidades residentes determinam vulnerabilidade à invasão, são fundamentais para desenvolver planos de controle e erradicação das espécies exóticas (Teixeira, et al., 2010)

#### **4.3. Bioinvasão por *Isognomon bicolor***

Originário no Mar do Caribe, o bivalve invasor *Isognomon bicolor* pertence a família Pteriidae (até recentemente, era incluído na família Isognomonidae), na qual estão incluídos 32 gêneros (Huber, 2015). Além de *I. bicolor*, o gênero *Isognomon* é composto de mais duas outras espécies: *I. alatus* (Gmelin, 1791) e *I. radiatus* (Anton, 1739), caracterizadas por viverem incrustados em substratos consolidados naturais e artificiais (Martins, 2000; Domaneschi & Martins, 2002).

*Isognomon bicolor* pode apresentar uma grande importância ecológica, por ser um bivalve encontrado em substratos consolidados como costões rochosos e fendas em poças de maré formadas por recifes de arenito, podendo viver densamente agregados, formando faixas de ocupação claramente diferenciadas (Domaneschi & Martins, 2002). Este bivalve invasor

pode ser encontrado em grandes adensamentos de organismos co-específicos ou mistos, o que permite uma melhor proteção a ondas, predação, dentre outros fatores estressantes (Domaneschi & Martins, 2002) e também no interior de fendas, carapaças e cavidades de outros organismos (Moysés, 2005) estruturas estas que podem facilitar a fixação dele.

O primeiro registro de um Isognomonidae no Brasil ocorreu no Atol das Rocas e foi descrito como *Isognomon alatus* (Mathews & Kempf, 1970). Rios (1994) descreveu a distribuição dos Isognomonidae para o sudeste e sul do país. Durante anos a espécie foi confundida com *I. alatus*, mas em uma revisão sobre a ocorrência da espécie no Brasil, Domaneschi & Martins (2002) constataram que se tratava de *I. bicolor* e não *I. alatus*.

Apesar da rápida expansão no Brasil e a ampla capacidade de sobrevivência de *I. bicolor*, pouco se sabe sobre seus padrões de distribuição e os processos que eles influenciam. Ainda são insipientes os detalhes de impactos ecológicos causados por *I. bicolor*, uma que existem poucos dados quantitativos disponíveis sobre as comunidades antes da invasão do bivalve. No entanto, dados das altas densidades da espécie na costa brasileira sugerem que ele tem causado mudanças profundas nas comunidades nativas em costões rochosos (Rapagnã, 2004; Breves-Ramos, 2004).

Recentemente, houve registro de sua ocorrência na costa do Uruguai, onde ele foi encontrado aderido a detritos como chinelos e tênis, podendo estas estruturas artificiais representarem outro mecanismo de introdução desta espécie invasora, e tendo em vista a crescente quantidade de detritos humanos flutuantes nos oceanos, esta pode ser mais uma via de dispersão (Breves et al., 2014).

O bivalve invasor *Isognomon bicolor* vem mudando a estrutura das comunidades bentônicas de substrato rochoso em ambientes marinhos (Bezerra, 2010). Por sua expansão e os prejuízos que ele pode causar aos ecossistemas, *I. bicolor* tem sido alvo de diversos estudos que avaliaram as variações espaciais e temporais das populações (e.g. Ramos, 2004; Rapagnã, 2004; Teixeira, 2006). Alguns estudos têm sido realizados para observar o grau de ocupação em substratos artificiais, como pilares em terminais portuários, locais onde esta espécie tem apresentado altas densidades (Bezerra, 2010).

Na região Nordeste, há apenas registros para os estados da Paraíba e Alagoas, além de novos dados de distribuição para o Rio Grande do Norte e Pernambuco (Dias et al., 2013) e

também no estado da Bahia (Gomes et al., 2013). Há também alguns estudos sobre a interferência deste invasor no crescimento e densidade de espécies consumidas como alimento, como é o caso do bivalve *Perna perna*, tanto em costões como em cultivos (Henriques & Casarini, 2009).

Além disso, também foram realizados estudos sobre a influência de fatores ambientais e biológicos no estabelecimento das populações do bivalve *I. bicolor* na estrutura e dinâmica das comunidades de entremarés (López, 2008; Zamprogno et al., 2010). Incrustações em substratos consolidados artificiais trazem prejuízos às embarcações e atividades marítimas, gerando perdas econômicas também (Whoi, 1952; Champ & Lowenstein, 1987). Em instalações fixas, tais como plataformas, a incrustação estimula a corrosão, já em instalações flutuantes e bóias de navegação, a bioincrustação atua aumentando o peso e reduzindo a fluabilidade, entupindo orifícios ou tubulações (Champ & Lowenstein, 1987).

A inexistência de inventários e trabalhos ecológicos publicados para várias regiões da costa brasileira contribuiu para que, durante muito tempo, a expansão dessa espécie tenha passado despercebida (MMA, 2009). Considerando a importância ecológica e econômica do bivalve invasor *I. bicolor* e as problemáticas acerca das bioinvasões, é fundamental conhecer a distribuição e estrutura populacional dele em diferentes regiões e locais do país, visando compreender e monitorar a invasão em diferentes condições.

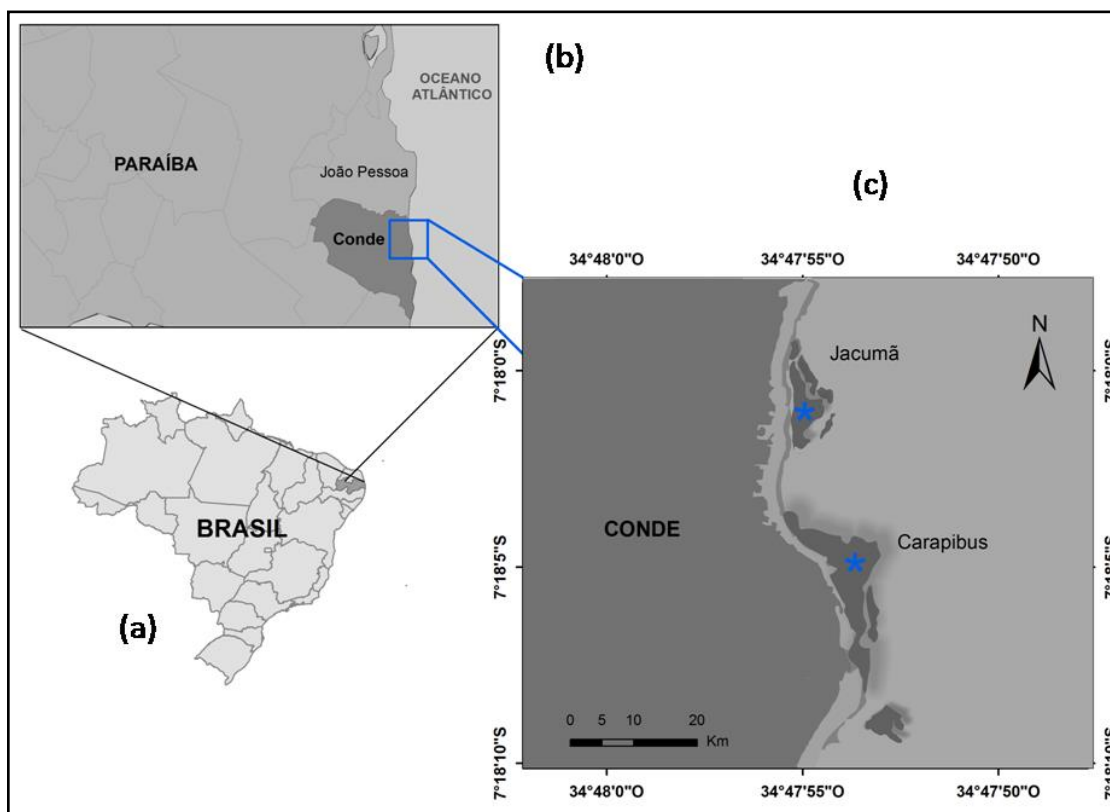
## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1. Área de estudo

O estudo foi realizado nas praias de Jacumã ( $7^{\circ}17'38,36''S$ ;  $34^{\circ}48'3,21''O$ ) e Carapibus ( $7^{\circ}17'58,62''S$ ,  $34^{\circ}47'56,50''O$ ) localizadas no município do Conde, litoral sul da Paraíba, Nordeste do Brasil (**Figura 1**). O município está situado na Microrregião do Conde e na Mesorregião Mata Paraibana, com clima AS' (quente e úmido), segundo classificação de Köppen, apresentando verões secos com período de estiagem de 5 a 6 meses e invernos chuvosos. A temperatura média anual varia de  $23^{\circ}C$  a  $26^{\circ}C$ , apresentando mínimas médias mensais de  $19^{\circ}C$  e máximas médias mensais de  $32^{\circ}C$ . A umidade relativa do ar é alta, ficam

na casa dos 80% (PDDM, 2001). Essas praias se configuram pela presença adjacente de falésias, maceiós e manguezal formado pela desembocadura do Rio Tabatinga, estando entre os principais destinos turísticos do litoral do Estado e encontram-se em processo acelerado de urbanização (Kiyotani, 2011).

As duas praias apresentam características estruturais semelhantes, com formações rochosas areníticas, e ambas possuem uma zona entremarés composta de material rochoso e material inconsolidado arenoso (Suguiu, 1998). Entretanto, a praia de Carapibus apresenta uma faixa rochosa mais extensa que Jacumã, e a zona entremarés fica exposta durante períodos mais prolongados durante a maré baixa.



**Figura 1.** (a) Localização do Estado da Paraíba na costa brasileira. (b) Localização do município do Conde, litoral sul do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. (c) Localização das praias de Jacumã e Carapibus, com destaque para os recifes de arenito. Mapa: Romilda Queiroz.



## 5.2. Etapa de Campo

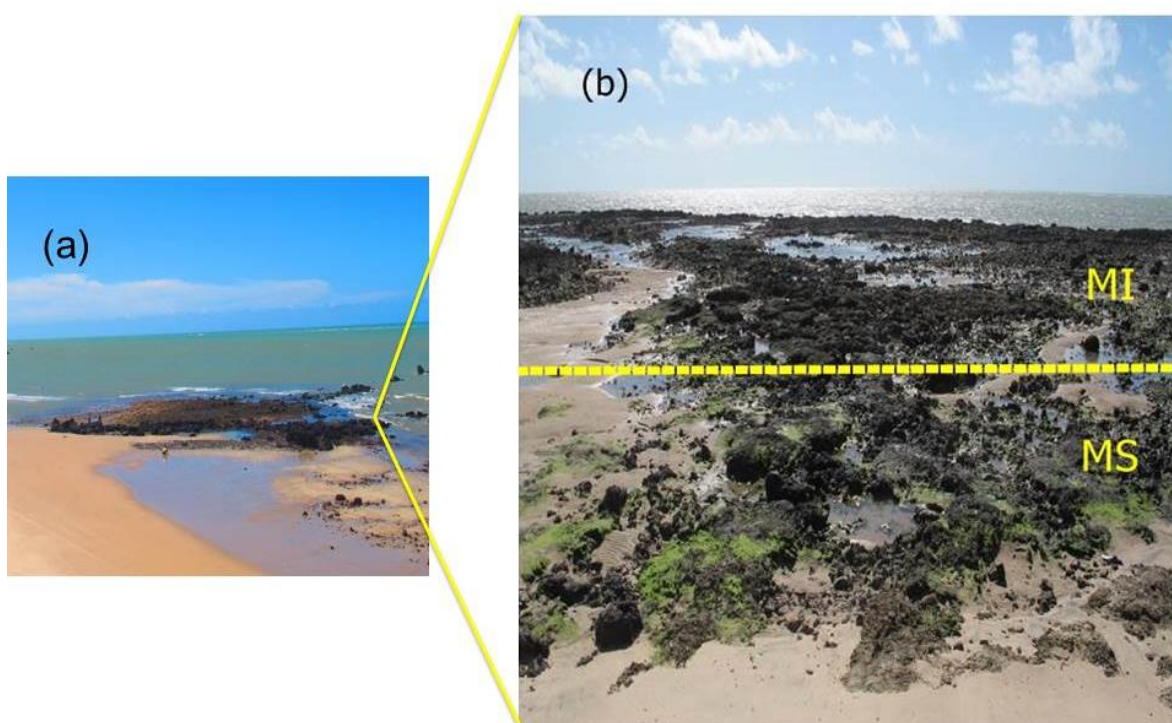
O estudo foi desenvolvido durante seis meses de amostragem, sendo três amostragens na estação chuvosa (julho a setembro de 2013) e três na estação seca (dezembro de 2013 a fevereiro de 2014). Para as amostragens foram definidos dois níveis do mesolitoral das praias, dividindo essa zona em duas partes: mesolitoral inferior e mesolitoral superior (**Figura 2**). Cada nível do mesolitoral foi dividido em três faixas longitudinais, onde em cada faixa de cada nível foram obtidas três amostras, sendo nove amostras para o mesolitoral superior e nove amostras para o mesolitoral inferior, totalizando dezoito amostras por mês de coleta (**Figura 3**).

As amostras foram delimitadas por quadrados de 20 x 20 cm, lançados aleatoriamente, e em seguida os componentes do substrato (incluindo *Isognomon bicolor*) foram raspados e retirados com auxílio de espátulas, talhadeira e marreta, sendo acondicionados em sacolas plásticas e levados ao laboratório onde foram conservados em álcool 70% para posterior triagem e medição.

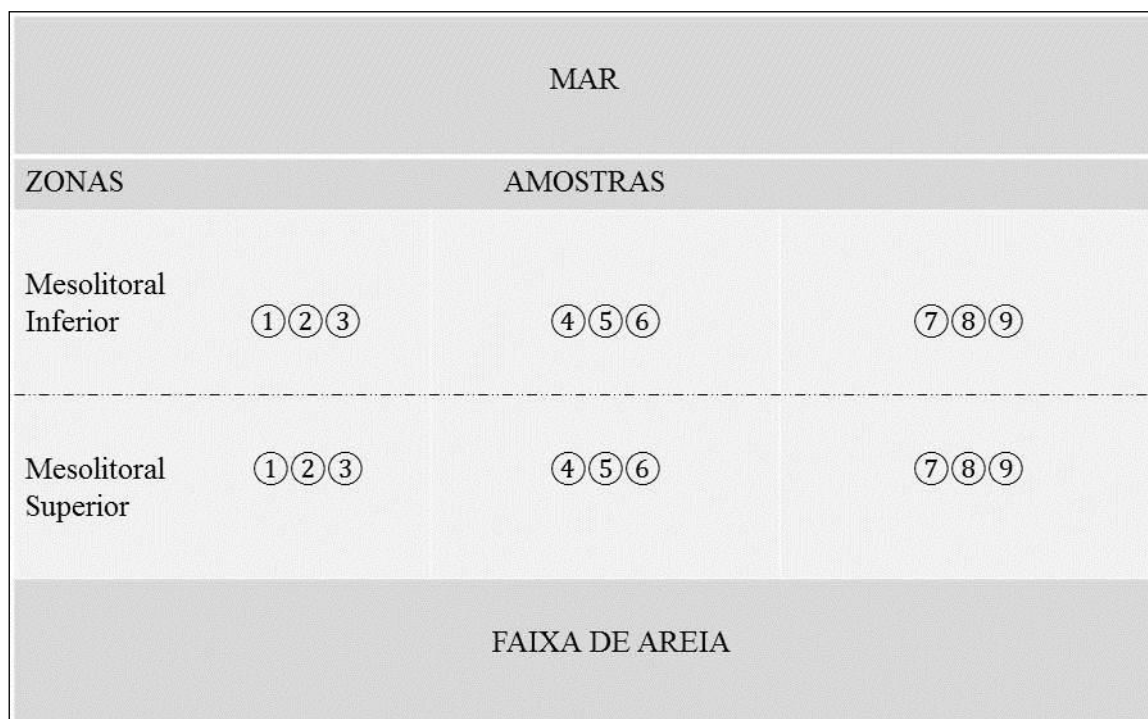
Após a triagem, os exemplares de *I. bicolor* foram medidos com o auxílio de um paquímetro (precisão 0,01 mm), verificando as seguintes medidas: Comprimento total (CT); Comprimento da camada nacarada (CCN); Comprimento da charneira (CC); Espessura no ponto charneira (EPC); Espessura no ponto da borda (EPB); Largura e Altura (**Figura 4**).

Entende-se por **comprimento total (CT)** a distância entre o ápice da charneira até a margem da parte inferior da concha; **Comprimento da camada nacarada (CCN)** compreende a face interna das valvas na região que abriga o corpo, a qual é revestida por nácar brilhante; **Espessura no ponto da charneira (EPC)** é a espessura na região da charneira de uma valva; **Espessura no ponto da borda (EPB)** é a espessura da margem oposta à charneira da mesma valva; **Largura da concha** compreende a medida da maior largura do indivíduo com as valvas fechadas; e a **Altura da concha** é determinada pela distância entre a margem superior dorsal até parte ventral da concha (**Figura 4**).

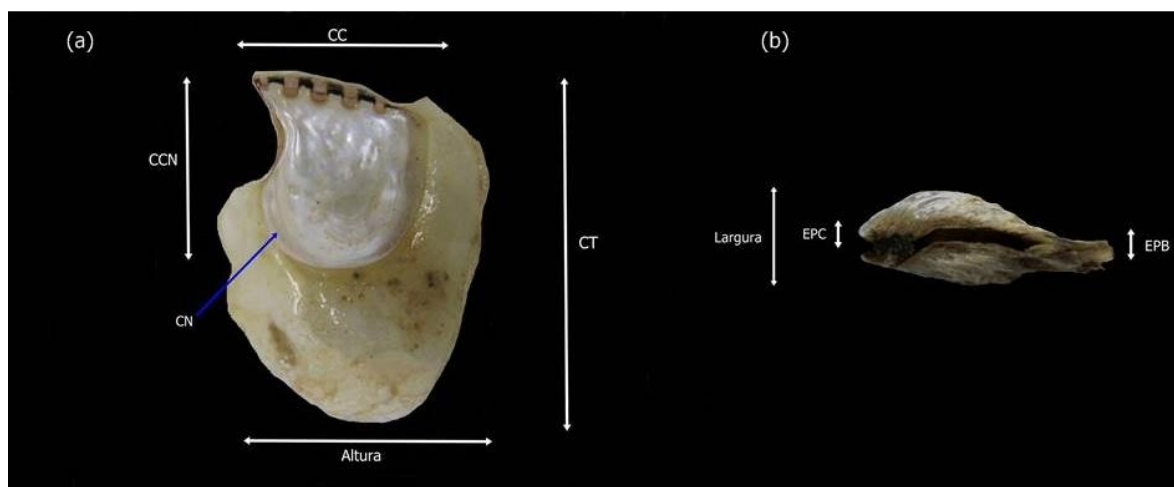
Esses parâmetros foram estabelecidos com a finalidade de analisar a estrutura populacional, verificando a densidade de recrutas e adultos, e através disso detectar possíveis diferenças nas classes de tamanho e espessura da concha entre as variáveis estação, praia e zona.



**Figura 2.** (a) Vista aérea da praia de Jacumã. (b) Divisão da zona do mesolitoral e as duas faixas correspondentes: Mesolitoral inferior (MI); Mesolitoral superior (MS). Fotos: Romilda Narciza.

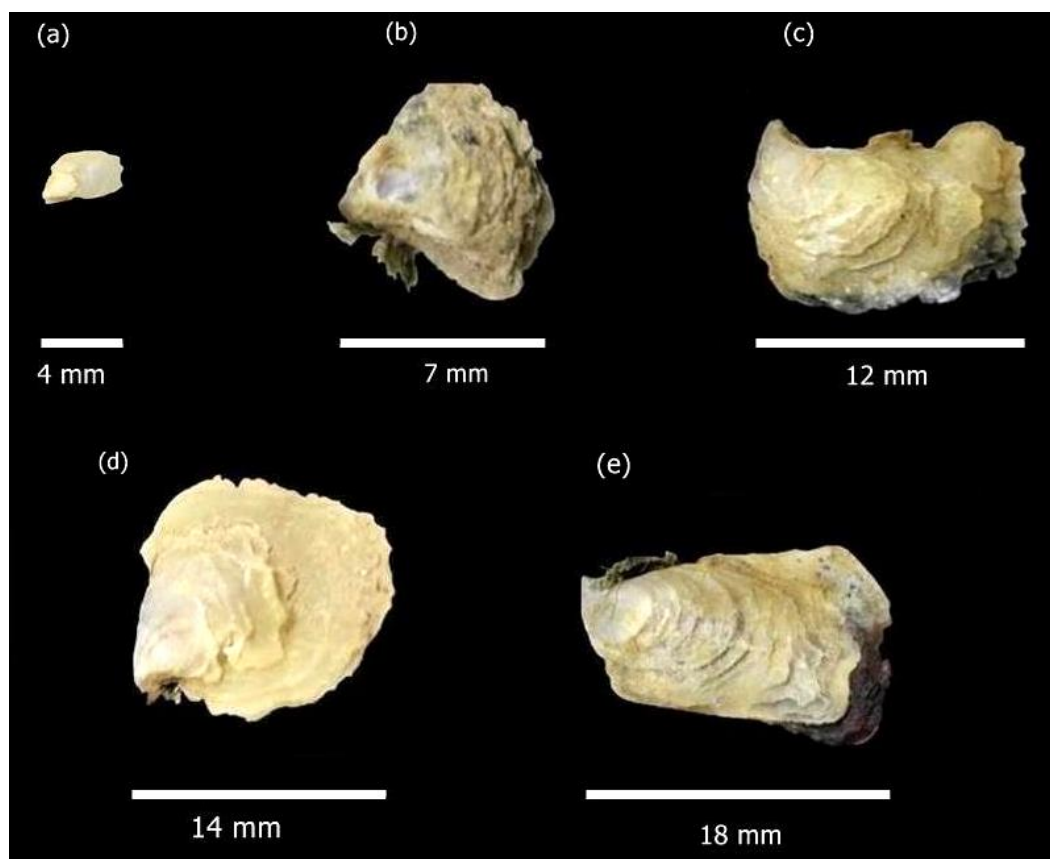


**Figura 3.** Esquema exemplificando as amostras coletadas nas zonas do mesolitoral.



**Figura 4.** Medidas obtidas para análise da estrutura de tamanho de *Isognomon bicolor*: (a) (CN) camada nacarada; (CC) comprimento da charneira; (CCN) comprimento da camada nacarada; (CT) comprimento total; altura. (b) largura; (EPB) espessura ponto borda; (EPC) espessura ponto charneira.

Para analisar as distribuições de tamanho do *Isognomon bicolor*, as classes de tamanho foram estabelecidas baseando-se no comprimento da camada nacarada, compreendendo cinco classes: (1<sup>a</sup>) aqueles indivíduos que atingiram um comprimento menor ou igual a 4 mm, nesse caso foram classificados como recrutas; (2<sup>a</sup>) de 4 mm até 8 mm; (3<sup>a</sup>) de 8 mm até 12 mm; (4<sup>a</sup>) de 12 mm até 16 mm; (5<sup>a</sup>) e os indivíduos que atingirem comprimento maior de 16 mm (Figura 5).



**Figura 5.** Escala de comprimento dos indivíduos *Isognomon bicolor* representando as classes de tamanho: (a) abaixo de 4 mm (recrutas); (b) 4 a 8 mm; (c) 8 a 12 mm; (d) 12 a 16 mm; (e) acima de 16 mm.

### 5.3. Análise de dados

Foi calculada a densidade média (ind/m<sup>2</sup>) nas praias, zonas e estações, considerando que a área total de amostragem neste estudo foi de 8,64 m<sup>2</sup>. Com os dados de abundância de

*Isognomon bicolor* procurou-se verificar se houve diferença entre os fatores praias, zonas e estações. Também foram analisadas em cada praia, separadamente, as diferenças entre as zonas do mesolitoral e estações do ano. Entretanto, após verificar que não ocorreu a normalidade dos dados com o teste Shapiro-Wilk, a diferença entre os fatores citados foi testada com a análise não-paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney, para um nível de significância de  $p < 0,05$ .

Foi analisada a proporção de indivíduos vivos e mortos durante o processo de medições dos indivíduos, baseando-se na presença da massa visceral (parte mole) que caracterizou os indivíduos vivos e a ausência da massa visceral identificou os indivíduos mortos.

Para testar se houve diferença significativa nas classes de tamanho entre as zonas, estações do ano e praias, foi realizado o teste do Qui-quadrado com as médias de comprimento da camada nacarada. Foi realizada uma análise de regressão linear entre o comprimento da camada nacarada (CCN) e a espessura da borda da concha (EPB) e entre o comprimento da camada nacarada (CCN) a espessura da charneira (EPC), com a finalidade de verificar a correlação entre tais medidas. Utilizando a média da espessura do ponto charneira (EPC) por amostra, procurou-se testar se a diferença foi significativa entre as praias, zonas do mesolitoral e estações do ano. As premissas de normalidade dos dados não foram constatadas através do teste de Shapiro-Wilk, com isto sendo necessário testar a diferença através da análise de Wilcoxon-Mann-Whitney.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Densidade, abundância e distribuição de *Isognomon bicolor*

Foram registrados 300 indivíduos/m<sup>2</sup> na praia de Carapibus (**Tabela 1**) onde ocorreu as maiores densidades e abundâncias em ambas as estações. Apenas a zona do mesolitoral inferior de Carapibus apresentou densidade média superior a 500 ind./m<sup>2</sup> e maior abundância, com pouco mais de 1000 indivíduos encontrados (**Tabela 2**). A praia de Jacumã teve sua maior densidade no período chuvoso e uma média de 266 ind./m<sup>2</sup> (**Tabela 3**).

Houve diferença significativa na abundância de *I. bicolor* entre as praias de Carapibus e Jacumã (U= 6638; p= 0,04279), mas não houve diferença entre as zonas (U= 6345; p = 0.1974) e estações do ano (U= 5851; p= 0,9629). Entretanto, ao analisar separadamente e testar as diferenças entre as zonas e estações de cada praia, foi constatado que em Carapibus as zonas do mesolitoral diferiram (U = 1845; p = 0,008328), mas as estações não (U = 1581; p= 0,403). Já na praia de Jacumã, não houve diferença significativa entre as zonas (U = 1326,5; p = 0,3281) nem estações do ano (U = 1337,5; p = 0,3703).

**Tabela 1.** Dados de abundância, densidade (ind./m<sup>2</sup>) e média de indivíduos de *Isognomon bicolor* por área (4,32m<sup>2</sup>) amostrada nas praias de Carapibus e Jacumã.

	<b>Abundância</b>	<b>Densidade (ind/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Média (±SD)</b>
Carapibus	1.296	300,00	24,0 (± 31,82)
Jacumã	880	203,70	17,6 (±36,89)
<b>Total</b>	<b>2.176</b>	<b>251,85</b>	<b>8,95 (±24,95)</b>

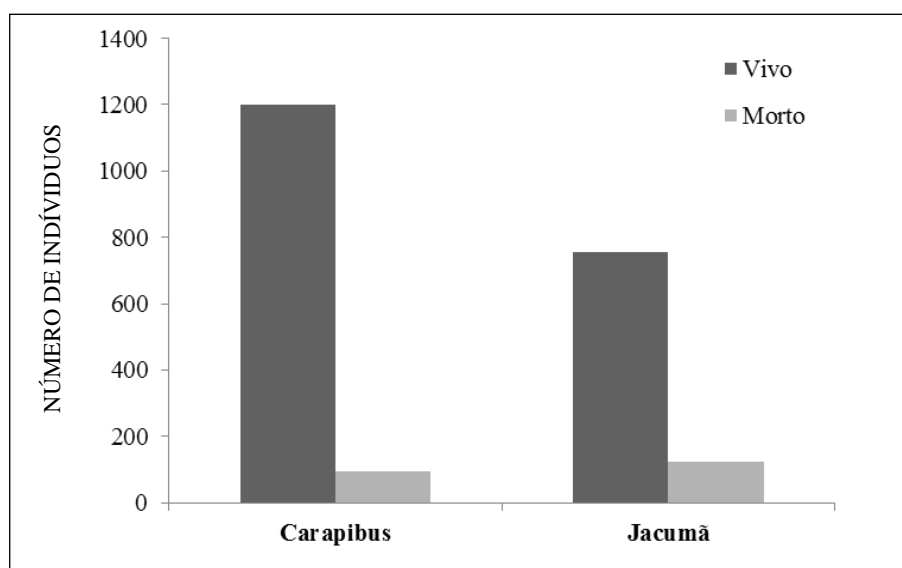
**Tabela 2.** Dados de abundância, densidade (ind./m<sup>2</sup>) e média de indivíduos de *Isognomon bicolor* nas zonas do mesolitoral em cada praia.

<b>Praia</b>	<b>Zonas</b>	<b>Abundância</b>	<b>Densidade (ind/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Média (±SD)</b>
<b>Carapibus</b>	<b>Superior</b>	191	88,42	7,95 (± 14,40)
	<b>Inferior</b>	1.105	511,57	36,83 (± 45,45)
<b>Jacumã</b>	<b>Superior</b>	464	214,81	20,17 (± 43,93)
	<b>Inferior</b>	397	183,79	16,54 (± 31,97)
<b>Total</b>		<b>2.157</b>	<b>499,30</b>	<b>81,49 (±135,75)</b>

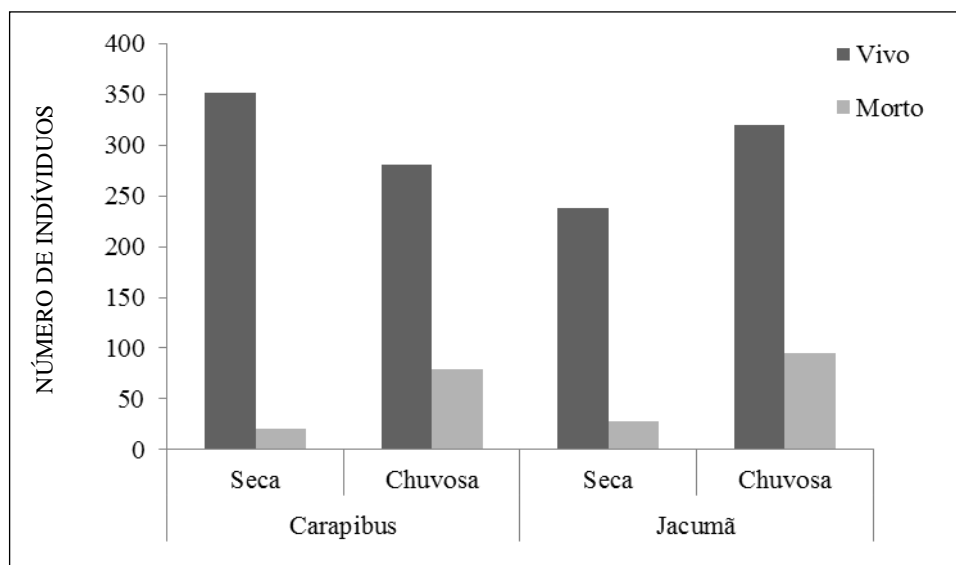
**Tabela 3.** Dados de abundância, densidade (ind./m<sup>2</sup>) e média de indivíduos de *Isognomon bicolor* nas estações do ano, em cada praia.

Praia	Estações	Abundância	Densidade (ind./m <sup>2</sup> )	Média (±SD)
Carapibus	Seca	501	231,94	25,05 (± 33,16)
	Chuvosa	795	368,05	23,38 (± 40,77)
Jacumã	Seca	305	141,20	16,05 (± 27,06)
	Chuvosa	575	266,20	18,54 (± 42,20)
<b>Total</b>		<b>2.176</b>	<b>503,70</b>	<b>83,02 (± 143,19)</b>

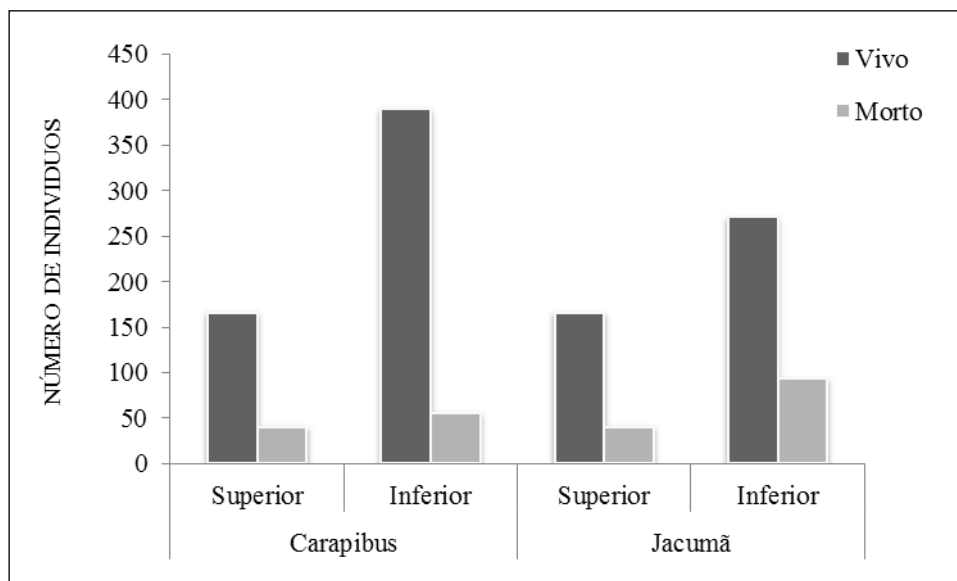
O número de indivíduos considerados vivos foi bem superior em relação aos indivíduos considerados mortos (**Figura 6**). A praia de Jacumã apresentou o valor de aproximadamente 86,02% de indivíduos vivos enquanto que a praia de Carapibus apresentou 92,50%. Porém, o maior índice dentre os indivíduos mortos foi observado durante a estação chuvosa, representando 82,29% (281 indivíduos) dos indivíduos mortos encontrados na praia de Carapibus e 77,23% (320 indivíduos) dos encontrados na praia de Jacumã (**Figura 7**). Já nas zonas do mesolitoral a proporção de indivíduos vivos foi superior nas duas faixas (**Figura 8**).



**Figura 6.** Proporção entre indivíduos de *Isognomon bicolor* considerados vivos e mortos nas praias de Carapibus e Jacumã.



**Figura 7.** Proporção de indivíduos de *Isognomon bicolor* considerados vivos e mortos considerando-se as estações do ano.



**Figura 8.** Proporção de indivíduos de *Isognomon bicolor* considerados vivos e mortos considerando-se as zonas do mesolitoral.



## 6.2. Estrutura de tamanho

Considerando a média do comprimento da camada nacarada de *Isognomon bicolor*, o teste qui-quadrado indicou diferença significativa entre as praias ( $\chi^2=98,6903$ ;  $p<0,05$ ), entre as zonas ( $\chi^2=75,5027$ ;  $p<0,05$ ) e estações do ano ( $\chi^2=28,8861$ ;  $p<0,05$ ).

As medições dos indivíduos de *I. bicolor* indicaram a ocorrência das cinco classes de tamanho estabelecidas em todos os fatores analisados. O comprimento máximo registrado neste estudo foi de 18,85 mm, que ocorreu na zona superior no mesolitoral em Carapibus, durante a estação seca (**Tabela 6**). Na praia de Jacumã ocorreu menor tamanho, com 0,03 mm, encontrado no mesolitoral inferior na estação chuvosa. Os indivíduos das classes de maior tamanho (acima de 16 mm) foram menos frequentes, ocorrendo apenas na praia de Carapibus. O registro de maior média de tamanho entre as praias foi em Carapibus ( $6,60\pm 2,66$ ) (Tabela 7), enquanto que na praia de Jacumã ( $5,17\pm 2,36$ ) ocorreu a menor média entre as zonas ( $4,88\pm 2,52$ ) na faixa superior do mesolitoral (**Tabela 7**). Entre as estações, a maior média ( $6,99\pm 2,66$ ) ocorreu durante a estação seca em Carapibus (**Tabela 8**).

**Tabela 4.** Tamanhos máximo e mínimo dos indivíduos de *Isognomon bicolor* com inferência no comprimento da camada nacarada entre as praias estudadas.

Praia	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Média ( $\pm$ SD)
Carapibus	18,85	0,58	6,81 ( $\pm$ 2,58)
Jacumã	15,42	0,03	5,17 ( $\pm$ 2,36)

**Tabela 5.** Tamanhos máximo e mínimo dos indivíduos de *Isognomon bicolor* com inferência no comprimento da camada nacarada entre as estações do ano.

	Estações	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Média ( $\pm$ SD)
Carapibus	Seca	18,85	1,71	6,99 ( $\pm$ 2,66)
	Chuvosa	16,86	0,58	6,03 ( $\pm$ 2,35)
Jacumã	Seca	15,42	1,19	5,08 ( $\pm$ 2,59)
	Chuvosa	13,35	0,03	5,24 ( $\pm$ 2,05)

**Tabela 6.** Tamanhos máximo e mínimo dos indivíduos de *Isognomon bicolor* com inferência no comprimento da camada nacarada entre as zonas do mesolitoral.

	Zonas	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Média ( $\pm$ SD)
Carapibus	Superior	18,85	2,43	8,33 ( $\pm$ 3,11)
	Inferior	16,86	0,58	6,00 ( $\pm$ 2,23)
Jacumã	Superior	13,71	1,19	4,88 ( $\pm$ 2,52)
	Inferior	15,42	0,03	5,52 ( $\pm$ 2,08)

A classe etária dos indivíduos recrutas (menores que 4 mm), ocorreu nas duas praias e esteve presente em todos os fatores estudados (zonas e estações do ano). No que diz respeito à abundância de *Isognomon bicolor* entre as classes de tamanho, os recrutas e indivíduos mais jovens (entre 4 e 8 mm) foram mais abundantes na praia de Jacumã, principalmente na zona mesolitoral superior desta praia (**Tabela 7**). Houve uma predominância dos indivíduos da classe de tamanho entre 4 e 8 mm nas duas praias e estações do ano (**Tabela 8**) e nas zonas do mesolitoral (**Tabela 9**). A maior abundância dessa faixa etária ocorreu na praia de Carapibus, durante a estação seca e na zona inferior do mesolitoral.

**Tabela 7.** Distribuição da ocorrência de classes do comprimento da camada nacarada (mm) de *Isognomon bicolor* nas praias de Carapibus e Jacumã.

Classe etária	Carapibus	Jacumã
Recrutas	99	233
4 a 8 mm	436	383
8 a 12 mm	156	69
12 a 16 mm	21	8
Maior que 16 mm	2	0
<b>Total</b>	<b>712</b>	<b>693</b>

O número dos indivíduos das classes de tamanho entre 8 a 12 mm e entre 12 a 16 mm foi superior na praia de Carapibus. Estas duas classes foram mais frequentes durante a estação seca e na zona superior do mesolitoral (**Tabelas 8 e 9**). A praia de Jacumã apresentou uma baixa frequência das classes de tamanho acima de 8 mm e nenhuma ocorrência dos indivíduos da classe acima de 16 mm (**Tabela 9**).

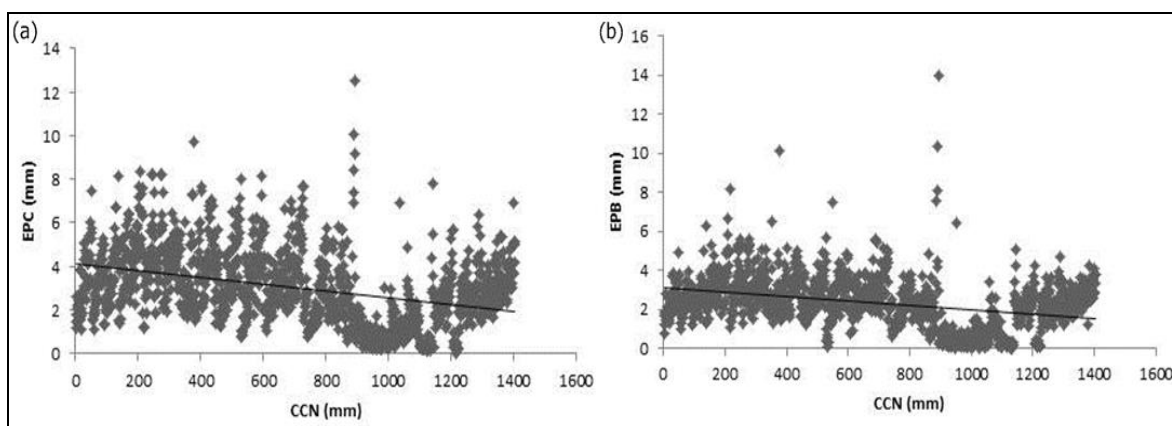
**Tabela 8.** Distribuição da ocorrência das cinco classes de tamanho da camada nacarada (mm) de *Isognomon bicolor* nas estações seca e chuvosa, nas praias de Carapibus e Jacumã.

Classe etária	Carapibus		Jacumã	
	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa
Recrutas	32	67	174	69
4 a 8 mm	199	237	204	179
8 a 12 mm	100	56	51	18
12 a 16 mm	14	7	6	2
Maior que 16 mm	1	1	0	0
<b>Total</b>	<b>346</b>	<b>368</b>	<b>435</b>	<b>268</b>

**Tabela 9.** Distribuição da ocorrência de classes do comprimento da camada nacarada (mm) de *Isognomon bicolor* nas zonas superior e inferior do mesolitoral, nas praias de Carapibus e Jacumã.

Classe etária	Carapibus		Jacumã	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Recrutas	11	88	160	73
4 a 8 mm	69	367	176	207
8 a 12 mm	68	92	42	27
12 a 16 mm	25	8	4	4
Maior que 16 mm	1	1	0	0
<b>Total</b>	<b>174</b>	<b>556</b>	<b>382</b>	<b>311</b>

Com base na análise de regressão linear pode-se verificar que houve uma relação negativa entre as medidas do comprimento da charneira (CC) e da espessura no ponto da borda da concha (EPB) ( $F = 2,719$ ;  $p < 0,05$ ), e entre as medidas do comprimento da charneira (CC) e da espessura no ponto da charneira (EPC) ( $F = 3,03$ ;  $p < 0,05$ ) (**Figura 9**). Viu-se também, que a espessura do ponto charneira não diferiu entre as praias ( $U = 5996$ ,  $p > 0,05$ ), entre as zonas do mesolitoral ( $U = 5936$ ,  $p > 0,05$ ) e estações do ano ( $U = 5986$ ,  $p > 0,05$ ). No entanto, as maiores médias das espessuras ocorreram na praia de Carapibus ( $EPC = 3,77 \pm 1,49$ ;  $EPB = 2,86 \pm 1,02$ ), no mesolitoral inferior ( $EPC = 2,70 \pm 1,46$ ;  $EPB = 2,21 \pm 1,30$ ), e na estação seca ( $EPC = 2,81 \pm 1,22$ ;  $EPB = 2,30 \pm 0,86$ ).



**Figura 9.** Resultado da regressão mostrando a relação negativa (a) entre as medidas do comprimento da charneira (CC) e espessura ponto charneira (EPC) (b); e comprimento da charneira (CH) e espessura ponto borda da concha (EPB) de *Isognomon bicolor*.

## 7. DISCUSSÃO

### 7.1. Densidade, abundância e distribuição de *Isognomon bicolor*

Este estudo pioneiro no nordeste brasileiro indica que as populações de *Isognomon bicolor* estão bem estabelecidas em praias rochosas do litoral da Paraíba, nas quais a espécie apresenta-se em densidades altas, com indivíduos de tamanhos e estágios de vida variados e ao longo de todo o ano.

As densidades médias de *I. bicolor* encontradas nas praias de Carapibus (300 ind./m<sup>2</sup>) e Jacumã (203,7 ind./m<sup>2</sup>) foram menores que as densidades observadas em outras localidades do Brasil, considerando o número de indivíduos e a área amostrada, porém, esta diferença pode estar relacionada a fatores variados, a exemplo da composição bentônica, regime climático e tempo de estabelecimento. Em um estudo realizado por López (2008) foi encontrado valores superiores a 1000 ind./m<sup>2</sup> em praias rochosas do litoral do Rio de Janeiro e Fernandes et al. (2004) relataram densidades de até 445 indivíduos por 100 cm<sup>2</sup> na mesma região. É provável que estas diferenças na densidade, entre os ambientes invadidos reflitam também diferentes estágios de invasão, em que as praias estudadas neste estudo estariam em fases iniciais e as praias do Rio de Janeiro estariam em estágios mais avançados da invasão. As duas praias diferem em muitos aspectos estruturais e é provável que as características do substrato rochoso são determinantes na densidade da população, entre outros aspectos.

Neste estudo houve diferença significativa na abundância de *I. bicolor* entre as praias analisadas, havendo maior densidade e abundância na praia de Carapibus. Apesar de terem características topográficas semelhantes, a faixa recifal arenítica na praia de Carapibus apresenta maior extensão e é composta de rochas maiores e com mais heterogeneidade do que a da praia de Jacumã, e fatores estruturais como esse podem influenciar no padrão de colonização da área e na resistência dos indivíduos. Para Zamprogno et al. (2010), é provável que *I. bicolor* selecione as fendas que favoreçam o seu estabelecimento, pois estes substratos oferecem refúgio contra predadores, protegem contra a ação das ondas e condições ambientais extremas, resultando em maior sobrevivência nesses microhabitats. Osman & Whitlatch (2004) mostram que as características ambientais locais podem influenciar no recrutamento e zonação dos organismos bentônicos intertidais.

Viu-se que na praia de Jacumã não houve diferença na densidade e abundância de *I. bicolor* entre as zonas do mesolitoral. Porém, pode-se verificar que em Carapibus a densidade de *I. bicolor* diferiu entre as zonas, havendo uma densidade média mais elevada na zona inferior do mesolitoral, indicando maior afinidade que ele tem com essa área.

Fatores ambientais também podem indicar os motivos para maior densidade deste bivalve invasor na zona inferior do mesolitoral. Na faixa superior do mesolitoral, os organismos encontram-se mais suscetíveis a estresse térmico e dessecação, sofrendo maior

ação dos raios solares, variações da temperatura e umidade. Já na faixa inferior, os fatores abióticos são mais estáveis e a distribuição da população é mais influenciada pelas interações biológicas mais adequadas a sua alimentação, crescimento e reprodução (Moreno & Rocha, 2012). Em virtude desses efeitos físicos, a população de *I. bicolor* parece estar ocupando uma região bem definida de maior influência das marés. López (2008) observou uma dominância da espécie nessa faixa e uma baixa cobertura em locais mais expostos ao efeito da ressurgência e áreas com intenso batimento.

Os indivíduos mortos de *Isognomon bicolor* foram encontrados nas duas áreas estudadas, no entanto, o fator que causou a mortalidade não atingiu em nível de população. O número de mortos foi mais expressivo na praia de Jacumã, havendo maior mortalidade no período chuvoso e na faixa inferior. Este resultado pode ter ocorrido devido às chuvas, levando a uma instabilidade na fixação dos organismos em locais mais expostos a ação das ondas. Apesar de ter sido registrado e avaliado o número de indivíduos mortos, pode ocorrer de alguns indivíduos mortos serem levados pelas ondas, ficando inviável a sua amostragem (Breves-Ramos et al., 2010). Locais mais protegidos da influência da maré e bancos de pedras menos densos, apresentam uma menor dificuldade para reter as conchas, subestimando este fator nesses locais (López, 2008).

## **7.2. Estrutura de tamanho**

Houve uma variação significativa na estrutura de tamanho de *I. bicolor* entre as praias, zonas do mesolitoral e estações do ano. Os resultados indicam que a estrutura populacional do bivalve invasor está bem distribuída nas duas áreas estudadas, mas com maior abundância de recrutas e indivíduos mais jovens, o que sugere um intenso recrutamento. Os dados mostraram que tanto o período chuvoso quanto o período seco tiveram maior frequência de indivíduos das classes menores. Em Jacumã houve maior número de recrutas na zona superior, enquanto que em Carapibus os recrutas foram mais abundantes na zona inferior. Diversos fatores podem interferir na distribuição da espécie na região entremarés, mas entre os fatores físicos e ambientais que influenciam a zonation em áreas rochosas, a ação das ondas e a dessecação tem se destacado entre os mais importantes (Griffiths & Branch, 1991; Bustamante et al., 1997).

Na praia de Jacumã, particularmente, observou-se rochas menores e mais lisas, conferindo um substrato mais homogêneo e que a faixa rochosa superior fica submersa por um período maior, oferecendo proteção e ajudando a evitar a dessecação, sendo provável que esta característica influencie no recrutamento e resistência dos indivíduos mais jovens nesta praia. O bivalve invasor *I. bicolor* necessita principalmente de estruturas em baixo relevo para recrutar de forma mais eficiente (Moysés, 2005).

Neste estudo pode-se observar que nas fendas de rochas maiores, os organismos coletados tinham maior porte do que aqueles coletados em superfícies lisas, e nas pedras menores era mais frequente encontrar indivíduos jovens, padrão parecido ao observado por López (2008).

Embora os dados não mostrem influência da sazonalidade no recrutamento da população, os resultados indicam uma diminuição do número de indivíduos das classes de maior tamanho nas duas áreas de estudo. Carapibus registrou as maiores médias de tamanho entre as zonas e estações, indicando maior quantidade de indivíduos de classes maiores. Na faixa superior foi onde a classe de tamanho entre 12 e 16 mm foi mais abundante, sendo registrados 25 indivíduos. Já a classe etária acima de 16 mm foi menos expressiva, mas encontrada tanto na faixa superior quanto na faixa inferior.

Em relação à sazonalidade, a praia de Carapibus registrou uma média maior de indivíduos durante a estação seca. Com esses resultados é provável que em Carapibus a presença de indivíduos de classes etárias maiores indique uma maior capacidade de resistência e sobrevivência e com condições físicas e ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento da população.

Embora a praia de Jacumã apresente maior abundância de recrutas nas zonas e estações, observou-se que nessa área as classes de tamanhos maiores que 8 mm, diminuíram em mais da metade da quantidade de recrutas e da classe entre 4 mm a 8 mm. Em Carapibus ocorreu diminuição dos indivíduos conforme o crescimento da população, porém, observou-se uma maior frequência de indivíduos de maior tamanho. Segundo Rocha (2002) normalmente o recrutamento contínuo é característico da capacidade de invasão de bivalves marinhos. De acordo com este autor, o padrão de dominância da população de *I. bicolor* não é mantido pela

intensidade de seu recrutamento e sim pela a estabilidade do banco, a longevidade dos adultos, e um recrutamento associado com baixa mortalidade e plasticidade morfológica.

Em outros estudos foi observado esse tipo de estrutura populacional em costões rochosos no sudeste do Brasil, com menores densidades de recrutas e elevado número de indivíduos maiores (López, 2008; Breves-Ramos et al., 2010; Zamprogno et al., 2012). Ainda são poucos estudos que mostrem o investimento reprodutivo da espécie, pois informações assim são imprescindíveis para avaliar as estratégias de recrutamento e prováveis causas para a mortalidade (López, 2010). Neste estudo as classes de tamanho ocorreram nas duas zonas e nas estações do ano, indicando um estabelecimento estável na região estudada. No entanto, a ausência de estudos anteriores nestas áreas amostradas impede uma avaliação mais precisa sobre a estrutura da população e o impacto causado por uma espécie invasora em comunidades nativas.

Considerando a análise de regressão linear, pode-se observar uma relação negativa entre o comprimento da charneira e a espessura da concha. A variável espessura não é influenciada pelo comprimento da charneira, indicando que indivíduos mais jovens apresentam conchas menos espessas e os indivíduos mais velhos apresentam conchas mais espessas.

Espera-se que os resultados deste estudo sobre a população de *I. bicolor* na costa da Paraíba, possam permitir acompanhamentos futuros da espécie nestas áreas. É de grande importância a realização de pesquisas futuras nestas áreas e em outras localidades, para agregar o conhecimento científico necessário para fins de monitoramento e diagnóstico acerca das bioinvasões por *I. bicolor*. Sabe-se que as populações se encontram com ampla distribuição em toda zona costeira do Brasil, sendo possível realizar atividades de prevenção e controle em possíveis locais de estabelecimento e desenvolvimento populacional desta espécie invasora.



## 8. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que:

- O bivalve invasor *Isognomon bicolor* está bem distribuído nas duas praias rochosas estudadas no litoral da Paraíba com maior densidade de indivíduos no período chuvoso das duas praias, e ocupando principalmente a zona inferior do mesolitoral da praia de Carapibus (menos sujeita à dessecação) e na zona superior de Jacumã.
- A abundância e densidade de *I. bicolor* estar relacionada com as diferenças estruturais das praias, como o tamanho das rochas ocupadas, heterogeneidade do habitat e o grau de emersão e exposição a dessecação.
- A distribuição das classes de tamanho dos indivíduos de *I. bicolor* se deu de maneira diferenciada entre as zonas e praias, sendo esta distribuição definida pelos locais com melhores condições para os recrutas e indivíduos mais jovens e também pela faixa em que *I. bicolor* deve estar mais adaptado fisiologicamente.
- A presença de recrutas tanto no período seco quanto no período chuvoso indica que *I. bicolor* pode se reproduzir o ano todo, o que aumentaria sua capacidade de bioinvasão.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTUDILLO, J. A. B. 2006. La realidad de las aguas de lastre en Chile. *Revismar*, 1: 75-82.

BEZERRA, D. F. 2010. **Distribuição da malacofauna em pilares dos terminais portuários do Ceará – Brasil, com ênfase no bivalve invasor *Isognomon bicolor***. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Fortaleza, CE. 75p.

BRASIL. 1998. Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios para minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos. Resolução A.868 (20) – IMO, Diretoria de Portos e Costas, Marinha do Brasil. 25 p.

BREVES, A. R. 2004. **Distribuição, abundância relativa e estrutura populacional de *Isognomon bicolor* (ADAM, 1845) no litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Dissertação de Mestrado em Zoologia, Museu Nacional UFRJ, RJ. 110pp.

BREVES-RAMOS A., JUNQUEIRA A. O. R., LAVRADO H.P., SILVA S. H. G. & FERREIRA-SILVA M. A. G. 2010. Population structure of the invasive bivalve *Isognomon bicolor* on rocky shores of Rio de Janeiro State (Brazil). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 3: 453-459.

BUSTAMANTE, C., RIVETTI, C. & KELLER, D. J. 1997. Scanning force microscopy under aqueous solutions. Current Opinion in Structural Biology, 7 (5): 709-716.

CARLTON, J. T. 1989. Man's role in changing the face of the ocean: biological invasions and implications for conservation of near-shore environments. Conservation Biology, 3 (3): 265-273.

CARLTON J. T. & GELLER J. B. 1993. Ecological roulette: biological invasions and the global transport of non-indigenous marine organisms. Science, 261: 78-82.

CARLTON, J. T. 1996. Biological invasions and cryptogenic species. Ecology, 77: 1653-1655.

CARLTON, J. T. 1999. Molluscan invasions in marine and estuarine communities. Malacologia, 41 (2): 439-454.

COUTINHO, R. 2002. **Bentos de Costões Rochosos.** pp. 147-157. In: R.C. PEREIRA & A. SOARES-GOMES (Eds). Biologia Marinha. Rio de Janeiro, Interciência Press, 382p.

CHAMP, M. A. & LOWENSTEIN F. L. 1987. TBT - The dilemma of high-technology antifouling paints. Oceanus, 30 (3): 69-77.

CROOKS, J. A. 1998. Habitat alteration and community-level effects of an exotic mussel, *Musculita senhousia*. Marine Ecology Progress Series, 162: 37-152.

DIAS, T. L. P; MOTA, E. L. S.; GONDIM, A. I.; OLIVEIRA, J. M.; RABELO, E. F.; ALMEIDA, S. M.; CHRISTOFFERSEN, M. L. 2013. *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845) (Mollusca: Bivalvia): First record of this invasive species for the States of Paraíba and Alagoas and new records for other localities of Northeastern Brazil. Check List 9(1): 157-161.

DOMANESCHI, O. & MARTINS, C. M. 2002. *Isognomon bicolor* (C. B. ADAMS) (Bivalvia, Isognomonidae): primeiro registro para o Brasil, redescrição da espécie e

distribuição de *Isognomon bicolor* na costa brasileira. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19 (2): 611-627.

FERREIRA, C. E.; GONÇALVES, J. E. A. & COUTINHO, R. 2004. **Cascos de navios e plataformas como vetores na introdução de espécies exóticas**. pp. 143-155. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. *Água de lastro e bioinvasão*. Editora Interciência: Rio de Janeiro.

FERNANDES, F. C., RAPAGNÃ, L. C. & BUENO, G. B. D. 2004. Estudo da população do bivalve exótico *Isognomon bicolor* (C.B. Adams, 1845) (Bivalvia: Isognomonidae) na Ponta da Fortaleza em Arraial do Cabo—RJ. pp. 133-141. In: Silva J. S.V. and Souza R.C.C. (eds) *Água de Lastro e Bioinvasão*. Editora Interciência: Rio de Janeiro.

GISP - Programa Global de Espécies Invasoras. 2005. América do Sul invadida: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras. 80p.

GOMES, L. E. O. & SILVA, E. C. 2013. New record of *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845) (Bivalvia, Isognomonidae) to Bahia Litoral North. *Scientific Note. Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 8(4): 361-363.

GRIFFITHS, C. L. & BRANCH, G. M. 1991. The macrofauna of rocky shore in False Bay. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 47 (4-5):575-594.

GROSHOLZ, E. D. 2002. Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 17 (1): 22-27.

HENRIQUES, M. B. & CASARINI, L. M. 2009. Avaliação do crescimento do mexilhão *Perna perna* e da espécie invasora *Isognomon bicolor* em banco natural da Ilha das Palmas, Baía de Santos, estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 35(4): 577-586.

IGNACIO, B. L. 2008. **Ecologia de comunidades de substratos consolidados da Baía de Ilha Grande com ênfase no papel de espécies introduzidas e criptogênicas**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 198p.

JUNQUEIRA, A. O. R.; JULIO, L. M.; FERREIRA-SILVA, M. A. C.; CAMPOS, S. H. C.; FERNANDES, F. C. & LOPES, R. M. 2009. Bioinvasão no ambiente marinho. In: Congresso Brasileiro de Zoologia, Curitiba. Estado da Arte e Perspectivas para a Zoologia no Brasil. Curitiba: UFPR, 1: 271-284.

KIYOTANI, I. B. 2011. **Turismo de segundas residências: a degradação ambiental e paisagística das praias de Jacumã, Carapibus e Tabatinga - Conde/PB**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 142p.

LEAL NETO, A. C. & JABLONSKI, S. 2004. O Programa GloBallast no Brasil. pp. 11-20. In: J.S.V. Silva & R.C.C.L. Souza (orgs.). Água de lastro e bioinvasão. Editora Interciência: Rio de Janeiro.

LEÃO, T. C. C., ALMEIDA, W. R., DECHOUM, M. & ZILLER, S. R. 2011. Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas - Recife: CEPAN. 99p.

LÓPEZ, M. S. 2008. **O bivalve invasor *Isognomon bicolor* (C.B. Adams, 1845) e seu papel nas comunidades de entremarés rochoso na região de ressurgência do Cabo Frio, RJ.** Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 225p.

LÓPEZ, M. S. & COUTINHO, R. 2010. Positive interaction between the native macroalgae *Sargassum* sp. and the exotic bivalve *Isognomon bicolor*? Brazilian Journal of Oceanography, S58 (S4): 69-72.

MACHADO, C. J. S., OLIVEIRA, A. E. S., MATOS, D. M. S., PIVELLO, V., CHAME, M., SOUZA, R. C. C. L., CALAZANS, S. H. & SILVA, E. P. 2009. Recomendações para elaboração e consolidação de uma estratégia nacional de prevenção e controle das espécies exóticas no Brasil. Ciência e Cultura, 61 (1): 42-45.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2009. **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil.** Brasília: MMA/SBF, 440 p.

CARLTON, J. T. 1999. Molluscan Invasions in Marine and Estuarine Communities. Malacologia, 41(2): 439-454.

MANGELLI, T. S. & CREED, J. C. 2012. Análise comparativa da abundância do coral invasor *Tubastraea* spp. (Cnidaria, Anthozoa) em substratos naturais e artificiais na Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 102(2): 122-130.

MARTINS, C. M. 2000. ***Isognomon bicolor* (C. R. Adams) (Bivalvia, Isognomonidae): ocorrência nova, redescrição e anatomia descritiva e funcional.** Tese (Doutorado em Zoologia) – Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 90p.

MATHEWS, H. R. & KEMPF, M. 1970. Moluscos marinhos do norte e nordeste do Brasil. 11 – Moluscos do Arquipélago de Fernando de Noronha (com algumas referências ao Atol das Rocas). Arquivos de Ciências do Mar, 10 (1): 1-53.

MOYSÉS, D. N. 2005. **Influência da heterogeneidade do substrato no recrutamento de invertebrados bentônicos e sucessão ecológica do médiolitoral do costão rochoso da Ilha**

**do Brandão, Angra dos Reis – RJ.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 105p.

MORENO, T. R. & ROCHA, R. M. 2012. Ecologia de costões rochosos. *Estudos Biológicos, Ambiente Diversidade*, 34 (83): 191-201.

NISC (National Invasive Species Council). 2004. Fiscal year 2005 interagency invasive species performance-based budget. <http://invasivespecies.gov/council/FY05budget.pdf>. Acessado em 12 de Agosto de 2015.

OSMAN, R. W. & WHITLATCH, R. B. 2004. The control of the development of a marine benthic community by predation on recruits. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 311 (1): 117-145.

PDDM. Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal do Conde. 2001. IDEME. Paraíba: João Pessoa.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da conservação**. Editora Planta: Londrina, PR. 328p.

RAPAGNÃ, L. C. 2004. **Estudo da estrutura das populações dos bivalves *Isognomon bicolor* (C.B. Adams, 1845), *Perna perna* (Linnaeus, 1758) e *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) nos costões rochosos de Arraial do Cabo, RJ, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói. 83p.

REUSCH, T. B. H. 1998. Native predators contribute to invasion resistance to the non-indigenous bivalve *Musculista senhousia* in southern California, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 170: 159-168.

RIOS, E. C. 1994. **Seashells of Brazil**. Rio Grande: Ed. FURG, 652p.

ROCHA, F. M. 2002. **Recrutamento e sucessão de uma comunidade bentônica de mesolitoral dominada pela espécie invasora *Isognomon bicolor* (Bivalvia: Isognomidae) C.B. Adams, 1748 em dois costões rochosos submetidos a diferentes condições de batimento de ondas.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RUIZ, G. M., FOFONOFF, P. W., CARLTON, J. T., WONHAM, M. J. & HINES, A. H. 2000. Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes, and biases. *Annual Review of Ecological Systems*, 31: 481-531.

SILVA, L. R. L., CASTRO, G. A. & SIVA, C. C. 2012. Avaliações da abundância e morfometria de bivalves invasores em costões rochosos da baía de Benevente – Espírito Santo. XV Simpósio de Biologia Marinha, Santos, SP.

SILVA, J. S. V. & SOUZA, R. C. C. L. 2004. **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 224p.

SOUZA, R. C. C. L. 2003. **Distribuição pretérita e atual do mexilhão *Perna perna* no litoral brasileiro: um caso de bioinvasão?** Dissertação de Mestrado em Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, 58p.

SOUZA, R. C. C. L., FERNANDES, F. C. & SILVA, E. P. 2004. **Distribuição atual do mexilhão *Perna perna* no mundo: um caso recente de bioinvasão**. pp. 157-172. In: SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.C.L (Org.). *Água de lastro e bioinvasão*. Editora Interciência, Rio de Janeiro.

SUGUIO, K. Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 1998.

STEFFANI, C. N. & BRANCH, G. M. 2005. Mechanisms and consequences of competition between an alien mussel, *Mytilus galloprovincialis*, and an indigenous limpet, *Scutellastra argenvillei*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 317: 127-142.

TEIXEIRA, R. M., BARBOSA, J. S. P., LÓPEZ, M. S., FERREIRA-SILVA, M. A. G., COUTINHO, R., VILLAÇA, R. C. 2010. Bioinvasão marinha: os bivalves exóticos de substrato consolidado e suas interações com a comunidade receptora. *Oecologia Australis*, 14 (2): 381- 402.

TEIXEIRA, R. M., BARBOSA, J. S. P. & VILLAÇA, R. C. 2009. Dinâmica de Três Comunidades de Costões Rochosos do Estado do Rio de Janeiro Pós-Mortalidade em Massa do Bivalve Invasor *Isognomon Bicolor* (Adams, 1845). Anais do I Congresso Brasileiro sobre Bioinvasão. São Luís – MA 6 a 9 de Abril de 2009.

TYRRELL, M. C. & BYERS, J. E. 2007. Do artificial substrates favor nonindigenous fouling species over native species? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342: 54-60.

VALÉRY, L., FRITZ, H., LEFREUVE, J. & SIMBERLOFF, D. 2008. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biological Invasions*, 10 (8): 1345-1351.

WHOI (Woods Hole Oceanographic Institution). 1952. *Marine Fouling and its Prevention*. Technical Report. Annapolis, Maryland: Bureau of Ships, Navy Department, 388p.

ZAMPROGNO, G. C., FERNANDES, L. L. & FERNANDES, F. C. 2010. Spatial Variability In the population of *Isognomon Bicolor* (C.B. Adams, 1845) (Mollusca, Bivalvia) on rocky shores in Espirito Santo, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58(1): 23-29.