



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS  
AQUÁTICOS TROPICAIS**



**TÁRCIO SANTOS MANGELLI**

**MERGULHO AUTÔNOMO VOLUNTÁRIO COMO MÉTODO PARA  
MONITORAMENTO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS MARINHAS NA  
BAÍA DA ILHA GRANDE-RJ, BRASIL.**

**ILHÉUS – BAHIA**

**2018**

**TÁRCIO SANTOS MANGELLI**

**MERGULHO AUTÔNOMO VOLUNTÁRIO COMO MÉTODO PARA  
MONITORAMENTO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS MARINHAS NA  
BAÍA DA ILHA GRANDE–RJ, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós–Graduação  
em Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade  
Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Área de concentração: Ecologia de comunidades e  
Ecossistemas Aquáticos

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Alexandre Shiavetti

Co-orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Wesley Duarte da Rocha

**ILHÉUS – BAHIA**

**2018**

M277 Mangelli, Tércio Santos.  
Mergulho autônomo voluntário como método para monitoramento de espécies exóticas invasoras marinhas na Baía da Ilha Grande-RJ, Brasil / Tércio Santos Mangelli. – Ilhéus, BA: UESC, 2018.  
52 f. : il. ; anexos.

Orientador: Alexandre Shiavetti.  
Co-orientador: Wesley Duarte da Rocha.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.  
Inclui referências e apêndices.

1. Ecologia marinha – Brasil. 2. Ecossistemas marinhos. 3. Bioinvasão. 4. Organismos marinhos. I. Título.

CDD 577.7

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e aos amigos espirituais por sua infinita bondade.

Aos meus queridos pais, Carlos Magno (*in memoriam*) e Solange, por sua paciência, carinho, dedicação, respeito e por tudo que aprendi durante esses anos.

Aos meus irmãos Thiago e Tadeu pelo convívio, carinho, conselhos e por todos esses anos de amizade e companheirismo.

A minha prima Mônica e cunhada Luciana, pelo apoio e ajuda na parte escrita.

Aos amigos irmãos da minha “terra”, que fazem parte da minha vida até hoje.

Ao Projeto Coral Vivo, pois sem o aprendizado e conhecimento que obtive não teria iniciado esse mestrado. Aos componentes desta maravilhosa equipe e aos queridos amigos que fiz durante o tempo que lá estive.

Aos professores Alexandre Shiavetti e Wesley da Rocha pela orientação, por estarem sempre disponíveis, por tudo que aprendi e principalmente pela paciência.

Aos meus amigos Cristiano Macedo e Douglas Abrantes, com certeza foram essenciais em todo o processo do mestrado. Pela ajuda, disponibilidade, paciência e amizade. Agradeço imensamente por tudo que fizeram por mim.

A minha amiga Ana Carolina que me recebeu de braços abertos em sua casa em Ilhéus. E como não lembrar, que foi ela quem me deu a notícia de que eu havia passado para o mestrado.

Aos meus amigos e amigas da turma de mestrado, pelo tempo que convivemos, pelas brincadeiras, alegrias e momentos difíceis que compartilhamos juntos.

A parceria da ESEC tamoios, em especial a Adriana Gomes pelo auxílio e disponibilidade.

A Operadora de Mergulho Sotomare e a toda sua equipe, pela “gigantesca” ajuda que me deram. Sem eles não conseguiria terminar meu mestrado.

A equipe da secretaria, em especial a Lidiana Aires, pelos vários auxílios à distância e aos professores do programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.

Aos componentes da banca examinadora, pela disponibilidade e sugestões.

# MERGULHO AUTÔNOMO VOLUNTÁRIO COMO MÉTODO PARA MONITORAMENTO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS MARINHAS NA BAÍA DA ILHA GRANDE–RJ, BRASIL.

## RESUMO

O estudo sobre bioinvasão pode nos auxiliar no aprimoramento de estratégias de conservação e gestão de políticas ambientais essenciais para abordar aspectos sobre a mudança nos ambientes impactados. Pesquisas de monitoramento fornecem dados importantes para as condições do ecossistema em locais onde ocorre a bioinvasão, além de prever possíveis impactos e fornecer dados sobre o ambiente. A coleta de dados por pesquisadores voluntários (ciência cidadã) se tornou uma boa alternativa para cientistas e agências de pesquisa que carecem de informações, mas não possuem recursos financeiros suficientes. O objetivo deste estudo foi avaliar o monitoramento marinho utilizando o mergulho autônomo recreativo voluntário para identificação de espécies exóticas invasoras marinhas em oito pontos de mergulho distribuídos entre o norte da Ilha Grande e o município de Angra dos Reis no Canal Central da Baía da Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro. Durante os três meses de estudo, 207 questionários foram avaliados em um total de 10.435 minutos de mergulho. Os resultados demonstraram que o grupo de mergulhadores voluntários com maior experiência obteve um maior número de espécies exóticas invasoras marinhas identificadas quando comparados ao grupo dos mergulhadores com menor experiência de mergulho. Não foi encontrada diferença no número de espécies identificadas entre o grupo de mergulhadores voluntários sem e com prancheta (guia de campo para identificação dos organismos *in situ*). Como recomendação para o manejo no emprego da ciência cidadã é necessário à utilização de mergulhadores com maior experiência de mergulho. Desenvolver protocolos mais rígidos para a identificação de espécies exóticas invasoras marinhas é essencial para uma coleta de dados de qualidade. O aperfeiçoamento de programas de monitoramento, baseados na ciência cidadã pode fornecer informações úteis para pesquisas sobre a biodiversidade em ambientes marinhos, reduzindo significativamente os custos financeiros e o tempo em campo, além de contribuir para o conhecimento ecológico, a conscientização e a educação ambiental dos participantes.

**Palavras-chave:** Ecossistema marinho. Bioinvasão. Ciência cidadã. Guia de campo para identificação.

# **VOLUNTEER AUTONOMOUS DIVING AS MONITORING METHOD FOR MARINE ALIEN INVASIVE SPECIES AT ILHA GRANDE BAY–RJ, BRAZIL.**

## **ABSTRACT**

The Bioinvasion study can serve us in improving conservation strategies and management of essential environmental policies to address aspects of change in impacted environments. Monitoring surveys provide important data for ecosystem conditions in places where bioinvasion occurs, as well as predict possible impacts and providing data on the environment. The data collect by volunteer researchers (citizen science) has become a good alternative for scientists and research agencies who lack information, but do not have sufficient financial resources. The aim of this study was to evaluate marine monitoring using recreational scuba diving volunteer to identify invasive alien species in eight diving points distributed between the north of the Ilha Grande and the municipality of Angra dos Reis in the Canal Central of the Ilha Grande Bay, state of Rio de Janeiro. During the three months of study, 207 questionnaires were evaluated in a total of 10,435 minutes of diving. The results showed that the group of volunteer divers with the more experience obtained a superior number of marine invasive alien species identified when compared to the group of divers with less experience of diving. No difference was found in the number of species identified between the group of volunteer divers without and with a clipboard (identification field guide of organisms in situ). As a recommendation for the management of the employment of citizen science it is necessary to use divers with more diving experience. Developing rigorous protocols for identifying marine invasive alien species is essential for a quality data collection. The improvement of monitoring programs based on citizen science can provide useful information for research on biodiversity in marine environments, significantly reducing financial costs and time in the field, and contributing for ecological knowledge, awareness and environmental education of participants.

**Keywords:** Marine ecosystem. Bioinvasion. Citizen Science. Identification field guide.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Área de estudo situada na Baía da Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro. Pontos amostrais (preto): (LB) Laje Branca, (LV) Lagoa Verde, (PG) Ponta Grossa, (NP) Naufrágio Pinguino, (NH) Naufrágio Helicóptero, (PB) Ponta do Bananal, (LA) Lagoa Azul, e (LP) Laje Preta. Entorno marinho pertencente à ESEC Tamoios (área delimitada em azul). Área portuária (A: Terminal Portuário de Angra dos Reis, B: Estaleiro Brasfels e C: Terminal da Baía da Ilha Grande–TEBIG) e a representação pelas setas do sentido de circulação das correntes oceânicas (oeste-leste) no Canal Central (entre o norte de Ilha Grande e o município de Angra dos Reis). ..... 20
- Figura 2 – Foto tirada por Juliana da Costa Gomes (IBAMA/MMA) das espécies exóticas invasoras marinhas, *Tubastraea coccínea* (laranja) e *Tubastraea tagusensis* (amarela). Fonte: <http://www.ibama.gov.br> ..... 25
- Figura 3 – Efeito da experiência de mergulho (categorias: mergulhador iniciante, mergulhador intermediário, mergulhador avançado e mergulhador experiente) sobre o número de espécies exóticas registradas. A barra vertical corresponde ao erro padrão ( $\pm$  sd). As diferentes letras acima das colunas representam diferenças estatísticas ( $p < 0.05$ ). ..... 26
- Figura 4 – Efeito do tempo de mergulho (em minutos) sobre o número de espécies exóticas registradas. .... 27
- Figura 5 – Relação do local de mergulho no número de espécies exóticas (LA=Lagoa Azul, LB=Laje Branca, LP=Laje Preta, LV=Lagoa Verde, NH=Naufrágio Helicóptero, NP=Naufrágio Pinguino, PB=Ponta do Bananal e PG=Ponta Grossa). A barra vertical corresponde ao erro padrão ( $\pm$  sd). As diferentes letras acima das colunas representam diferenças estatísticas ( $p < 0.05$ ). ..... 29

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1 – Presença (+) ou ausência (–) das espécies exóticas invasoras marinhas registradas nos oito locais de estudo na Baía da Ilha Grande.....	30
--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>11</b>
1.1	Bioinvasão e suas consequências.....	11
1.2	Ciência cidadã como ferramenta de pesquisa .....	13
1.3	Importância do monitoramento.....	16
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>18</b>
2.1	Objetivos específicos .....	18
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
3.1	Área de estudo .....	19
3.2	Desenho amostral.....	21
3.3	Análise dos dados .....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>ANEXO</b> .....	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 Bioinvasão e suas consequências

São consideradas espécies exóticas, ou não nativas, aquelas distribuídas geograficamente fora de sua área de ocorrência natural. Geralmente sua introdução ocorre através de vetores gerados pela ação antrópica (RICCIARDI, 2007; TYRRELL; BYERS, 2007; LEE II et al., 2008).

As espécies exóticas podem ser identificadas por categorias e são classificadas como: introduzidas, estabelecidas ou invasoras. Quando a espécie ultrapassa sua barreira geográfica de distribuição, ela é considerada introduzida. As estabelecidas são aquelas que se adaptam às características bióticas e abióticas do meio no qual foram introduzidas passando a se reproduzir e estabelecer descendentes. Por fim temos as invasoras, que se propagam e invadem novas áreas competindo por espaço e alimento com espécies nativas (RICHARDSON et al., 2000; KOLAR; LODGE, 2001; COLAUTTI; MACISAAC, 2004; KLEUNEN; WEBER; FISCHER, 2010; OLENIN et al., 2011).

Após a entrada das espécies exóticas invasoras no ambiente, as quais também são denominadas bioinvasoras verifica-se uma mudança em toda comunidade biológica nativa (COLAUTTI; MACISAAC, 2004; RICCIARDI, 2007; TYRRELL; BYERS, 2007; LEE II et al., 2008).

A introdução de espécies exóticas invasoras por atividades humanas podem ocasionar grandes modificações, não só para biodiversidade, mas também induzir o ecossistema impactado a novas formas de equilíbrio. Pode ocorrer de duas formas: introduções acidentais ou não intencionais (água de lastro, bioincrustações etc.) e introduções intencionais, onde temos como exemplo a aquariofilia (LEVIN, 1989; OCCHIPINTI-AMBROGI; SAVINI, 2003; PADILLA; WILLIAMS, 2004; OLENIN et al., 2011).

O transporte da água de lastro, os sedimentos dos navios e os organismos incrustados nos cascos das embarcações estão entre os principais vetores responsáveis pelas invasões biológicas em ecossistemas aquáticos (LAVOIE; SMITH; RUIZ, 1999; SILVA; BARROS, 2011). Nos sedimentos, por exemplo, podemos encontrar a presença

de cistos de várias espécies que podem permanecer em estado de latência até serem introduzidos em ambiente adequado para seu desenvolvimento (GISP, 2005).

Os procedimentos para carga e descarga de lastro, utilizando a água, tem sido intenso devido ao grande tráfego de embarcações, principalmente de longo curso. Em portos com transporte de cargas (importação e exportação), várias espécies de diferentes localidades do mundo são introduzidas diariamente. Estudos indicam que mais de 14 bilhões de toneladas de água de lastro são transferidas anualmente em todo o mundo. Podemos prever que entre 7 a 10 mil organismos marinhos estejam presentes na água de lastro (GISP, 2005). O Brasil é considerado um grande disseminador de espécies nativas e não nativas, visto que o porto de Santos, situado no estado de São Paulo recebe a décima primeira colocação dentre vinte portos com maior atividade marítima comercial do mundo (KALUZA et al., 2010; SCHWINDT et al., 2014; CASTRO et al., 2017).

Segundo Kaluza et al. (2010), por definição, nos locais onde há um intenso tráfego de embarcações, presume-se que a propagação de bioinvasores seja maior. No entanto, esses organismos também podem ser transportados para outras localidades através das correntes oceânicas (KALUZA, et al., 2010). No Brasil, a propagação de espécies não nativas foi considerada uma das quatro maiores ameaças à biodiversidade pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), resultando em graves impactos ambientais, econômicos e na saúde pública (CASTRO; FILEMAN; HALL-SPENCER, 2016).

Além da água de lastro, as bioincrustações em cascos de embarcações e estruturas flutuantes de plataformas também consistem em um antigo problema de ordem mundial, gerando ônus considerável ao ramo da navegação e outras atividades ligadas a ela (MACK et al., 2000).

Segundo Carlton (1996), além da grande ameaça a biodiversidade, a bioinvasão marinha também traz sérias consequências às indústrias pesqueiras e de turismo. Quanto maior for o período de tempo para que se tomem as devidas medidas mitigadoras, maior será a possibilidade do nível de dispersão desses organismos e, conseqüentemente, maior será o impacto nos ecossistemas onde ocorreu a bioinvasão. O custo de controle e restauração desses ambientes aumenta exponencialmente com o tempo transcorrido entre o início da invasão e a implantação das ações (SAMPAIO; SCHMIDT, 2014).

A falta de informações e dados de pesquisa sobre a bioinvasão no Brasil traz dificuldades para uma correta gestão do ambiente marinho (OLIVEIRA & PEREIRA

2010). A inexistência de um departamento específico responsável pelo controle de espécies exóticas invasoras no país é um problema real. O envolvimento das várias instituições públicas com o objetivo de gerar ações colaborativas é fundamental, já que, esses organismos não distinguem limites de estado ou país. Se as políticas públicas e ações relativas à gestão e controle das espécies exóticas invasoras não são claramente coordenadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) a nível federal é improvável que agências a nível estatal colaborem (GUIMARÃES; SCHMIDT, 2017).

O estudo sobre bioinvasão pode nos auxiliar no aperfeiçoamento de estratégias de prevenção, conservação e gestão de políticas ambientais essenciais para abordar aspectos sobre a mudança nos ambientes impactados, incluindo extinções de espécies, processos evolutivos e funcionamento do ecossistema (SAX et al., 2007).

## **1.2 Ciência cidadã como ferramenta de pesquisa**

O surgimento da ciência como profissão remunerada é um fenômeno reconhecido a mais de um século. O termo foi criado em 1837 por William Whewell que ganhou a prestigiada medalha real da Royal Society of London por sua pesquisa sobre marés oceânicas (COOPER, 2016). Desde então, a ciência cidadã vem comprovando seu importante papel, principalmente em ciências da arqueologia, astronomia e história natural onde habilidades em observação podem ser tão importantes como a utilização de equipamentos (COHN, 2008). Ciência cidadã é um termo usado para cidadãos comuns que trabalham como pesquisadores voluntários contribuindo na coleta e/ou processamento de dados, como parte de uma pesquisa científica. Muitas vezes os pesquisadores voluntários são membros ou funcionários de grupos conservacionistas, observadores experientes de aves, mochileiros ou pessoas que simplesmente gostam de caminhar ao ar livre. Em outras palavras, a ciência cidadã é formada por pessoas que se preocupam com o meio ambiente, se sentem bem em contato com a natureza e/ou possuem algum grau de conhecimento científico (COHN, 2008).

Nos últimos vinte anos, projetos envolvendo voluntários estão crescendo particularmente nas áreas de ecologia e ciências ambientais (SILVERTOWN, 2009). A aprovação da ciência cidadã pela sociedade científica facilita sua participação em

projetos de monitoramento, aumentando a compreensão sobre o ecossistema e gerando um grande conjunto de dados espaciais e temporais (GOFFREDO et al., 2010).

Uma preocupação recorrente em relação aos dados coletados pela ciência cidadã é sua qualidade, ou seja, o grau de conhecimento científico quando comparado com pesquisadores profissionais (cientistas). A deficiência na formação e as dificuldades na identificação de algumas espécies podem levar a um maior erro ou viés na amostragem. Uma forma de avaliar quão precisos são esses dados é comparando-os com os obtidos pelos cientistas, e a partir deste ponto, desenvolver métodos e protocolos que auxiliem na detecção de erros nos dados fornecidos pela ciência cidadã (SCHMELLER et al., 2009; DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010; CRALL et al., 2011).

Dessa forma, a ciência cidadã pode ser considerada uma ótima ferramenta de conhecimento científico (TWEDDLE et al., 2012). Nas situações certas, a ciência cidadã pode ser extremamente eficaz, não só contribuindo para pesquisas ambientais, monitoramento ou registro de animais selvagens, mas também para demonstrar às pessoas como a ciência funciona e como a conscientização sobre questões ambientais pode modificar a forma de se observar e interagir com o ambiente a sua volta (TWEDDLE et al., 2012). O emprego da ciência cidadã pode oferecer múltiplos resultados, a nível científico, social e individual. O tipo de resultado obtido irá depender da forma que essa ferramenta de pesquisa é aplicada (VANN-SANDER; CLIFTON; HARVEY, 2016).

A coleta de dados por pesquisadores voluntários se tornou uma alternativa financeiramente conveniente para cientistas e agências de pesquisa que carecem de informações e não possuem recursos suficientes (PATTENGILL-SEMMENS; SEMMENS, 2003). Embora um dos benefícios imediatos previstos em um monitoramento realizado por pesquisadores voluntários, seja a coleta de dados científicos; a economia e a facilidade na logística quando se podem utilizar instalações locais, além do reconhecimento pelo voluntário, da responsabilidade em zelar por sua própria área, também são benefícios de grande relevância (CUTHILL, 2000).

Pesquisadores voluntários têm participado de projetos sobre alterações climáticas, espécies invasoras, biologia de conservação, restauração ecológica, monitoramento da qualidade da água, ecologia de população e outros vários tipos de monitoramento. Quando existe a necessidade de coletar um grande número de dados de campo, em uma ampla área geográfica, projetos como o Earthwatch Institute buscam

auxílio desses voluntários (SILVERTOWN, 2009). Em 2006, o National Institute of Invasive Species Science (NISS, consórcio de organizações governamentais e não governamentais com o objetivo de desenvolver abordagens cooperativas para pesquisas de espécies invasoras) desenvolveu um programa voltado à ciência cidadã, que desde então envolve pesquisadores voluntários para conduzir pesquisas nos Estados Unidos (CRALL et al., 2012).

Frequentemente encontramos um grande número de pesquisadores voluntários que trabalham em conjunto com pesquisadores profissionais em seus projetos. O benefício acaba sendo mútuo, pois o projeto é beneficiado com auxílio gratuito e o voluntário agrega conhecimento científico. No Reino Unido foi fundado em 1932 o British Trust for Ornithology (BTO, Looking out for birds), órgão sem fins lucrativos com o propósito específico de aproveitar os esforços dos observadores de pássaros amadores para conhecimento científico e conservação da natureza (SILVERTOWN, 2009). Esses dados contribuem até hoje para a base de dados mantida pela National Biodiversity Network (NBN) que contém mais de 31 milhões de registros de mais de 27 mil espécies de animais e plantas do Reino Unido, a maioria recolhidos por naturalistas amadores. Existem exemplos semelhantes em muitos outros países nos quais pesquisadores voluntários são à base dos registros de dados biológicos (SILVERTOWN, 2009).

A participação de pesquisadores voluntários em projetos de monitoramento subaquático apresenta desafios diferenciados. Além do curso de mergulho autônomo, existe há necessidade de habilidades enquanto submerso. Projetos como o The Reef Fish Survey avaliam pesquisadores voluntários com capacidades para identificar espécies de peixes através de cursos que envolvem técnicas de identificação e habilidades de mergulho (GOFFREDO et al., 2010).

O advento do mergulho autônomo ocasionou um aumento acentuado do turismo em ambientes marinhos, atingindo e afetando habitats pouco explorados. O mergulho também abriu as portas para as ciências do mar modernas, uma vez que foi finalmente possível observar, coletar e manipular organismos no local (CERRANO; MILANESE; PONTI, 2016). Os dados coletados por pesquisadores profissionais são fundamentais e não devem ser substituídos, porém, o relato de observações diárias dos mergulhadores recreativos pode fornecer dados valiosos a longo prazo e em larga escala dos locais em que mergulharam (WARD-PAIGE; LOTZE, 2011).

Atualmente ambos, público voltado às pesquisas voluntárias e profissionais da área de ecologia, têm acesso a um número crescente de ferramentas para explorar mudanças na fenologia, abundância relativa, distribuição, sobrevivência e sucesso reprodutivo dos organismos ao longo do tempo e do espaço. No processo, os pesquisadores voluntários têm influenciado tanto na coleta de informações em pesquisas ecológicas que está sendo criado um vínculo entre esse tipo de público e os ecólogos (DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010).

### 1.3 Importância do monitoramento

Pesquisas de monitoramento fornecem dados importantes para as condições do ecossistema em locais nos quais ocorrem a bioinvasão (LEE II et al., 2008). Além de prever possíveis impactos e fornecer dados sobre o ambiente, os programas de monitoramento incentivam a realização de mais pesquisas, ampliando assim, a parcela de informações científicas sobre gestão e prevenção (MCKENZIE et al., 2016).

Estudos de monitoramento rápido podem ser realizados em zonas costeiras, quando se concentram em uma área específica para reconhecer espécies invasoras (LEE II et al., 2008). A grande vantagem é que os resultados são obtidos rapidamente com a identificação das espécies *in loco*. Esta é uma forma econômica para detectar bioinvasores novos ou em expansão, em áreas de alto risco e servir como base para áreas pouco estudadas. Contudo, quando o monitoramento exige uma identificação mais detalhada do organismo, existe a necessidade de taxonomistas. Esta condição pode encarecer a pesquisa e torná-la mais extensa (LEE II et al., 2008).

Nas Áreas Marinhas Protegidas, existe uma variedade de protocolos e programas de monitoramento, mas são poucos os relacionados diretamente às espécies exóticas invasoras. Monitorar não só a abundância, como também, o padrão de distribuição dessas espécies na natureza, pode ajudar a detectar os problemas causados pelas mesmas. Avaliar o prejuízo causado pelas diferentes espécies invasoras, identificar como são os padrões de invasão e criar formas de reduzir os riscos de introdução nos mais variados ecossistemas são opções eficientes na prevenção (OTERO et al., 2013).

Um programa de monitoramento deve apresentar todas as fases de avaliação com uma abordagem simples, na qual se possa registrar o *status* da presença de

diferentes espécies através de uma base científica. As metodologias empregadas por equipes especializadas que monitoram a diversidade de espécies dentro das áreas marinhas protegidas podem ser utilizadas no treinamento de mergulhadores voluntários (equipes de mergulhadores recreativos), principalmente para relatar avistamentos em novas áreas ou de novas espécies (OTERO et al., 2013).

Acima de tudo, o monitoramento deve ser focado principalmente em locais considerados centros de dispersão de bioinvasores, como marinas, portos e áreas consideradas ambientalmente sensíveis, com espécies vulneráveis a modificações do ecossistema (MAGALETTI et al., 2017; MARRAFFINI et al., 2017).

É indispensável que programas de monitoramento forneçam dados para comparar as características de diferentes locais (PATTENGILL-SEMMENS; SEMMENS, 2003). Quanto maior for o número de pesquisadores voluntários envolvidos no monitoramento de bioinvasores, maior será a chance de uma detecção precoce destes organismos (ANDOW et al., 2016).

Em áreas com informações limitadas sobre os impactos causados pelos bioinvasores, os dados podem ser recolhidos mais rapidamente com a colaboração de voluntários, uma vez que a espécie que mais influencia o ambiente pode ser utilizada para mensurar o impacto (LEHTINIEMI et al., 2015).

Para se desenvolver um inventário regional e nacional sobre bioinvasão é necessário um maior empenho, principalmente em ambientes marinhos tropicais onde a biodiversidade é maior, tornando-se a prevenção às espécies exóticas invasoras marinhas indispensáveis (TRICARICO; JUNQUEIRA; DUDGEON, 2016). Para conter as alterações negativas causadas ao ecossistema, novos meios e medidas de controle são fundamentais (MACHADO et al., 2009; SILVA et al., 2011). Com os programas de monitoramento poderemos compreender os padrões, processos e transformações que são ocasionados pelas perturbações naturais e humanas nas populações e comunidades marinhas (MANTELATTO et al., 2013).

O monitoramento de espécies exóticas invasoras, por pesquisadores voluntários pode contribuir com dados adicionais sobre a distribuição de espécies marinhas introduzidas. Tais esforços maximizam a eficácia na detecção de novos bioinvasores contribuindo com novos dados sobre o local (DELANEY et al., 2008; CRALL et al., 2011; CRALL et al., 2012).

O presente estudo foi realizado através do reconhecimento de oito espécies exóticas invasoras marinhas; *Caulerpa scalpelliformis* (R. Brown Ex Turner) C. Agardh, 1817, *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867), *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845), *Myoforceps aristatus* (Dillwyn, 1817), *Ophiothela mirabilis* (Verrill, 1867), *Styela plicata* (Lesueur, 1823), *Tubastraea coccínea* (Lesson, 1829) e *Tubastraea tagusensis* (Wells, 1982) (APÊNDICE A), por grupos de mergulhadores voluntários com e sem prancheta (material de apoio para identificação das espécies) em oito locais de mergulho na Baía da Ilha Grande.

## **2 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste estudo é avaliar o monitoramento marinho utilizando o mergulho autônomo voluntário para identificação de espécies exóticas invasoras marinhas.

### **2.1 Objetivos específicos**

- 2.1.1** Determinar quais foram as espécies exóticas invasoras com maior número de registros realizados pelos mergulhadores voluntários nos locais de mergulho.
- 2.1.2** Verificar se o número de espécies exóticas invasoras identificadas varia de acordo com o conhecimento prévio do local de mergulho, o sexo e a idade do mergulhador voluntário.
- 2.1.3** Avaliar se o número de espécies exóticas invasoras identificadas varia de acordo com a experiência do mergulhador voluntário, utilização de prancheta e tempo de mergulho.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### 3.1 Área de estudo

A Baía da Ilha Grande (BIG) está situada ao sul do estado do Rio de Janeiro (23°06'S 44°00'W–23°18'S 44°30'W) abrangendo os municípios de Angra dos Reis, Paraty e uma pequena porção do município de Mangaratiba. Possui uma área total de 1.124 Km<sup>2</sup>, sendo subdividida em três unidades fisiográficas, denominadas: Porção Oeste (localizada entre o continente/Paraty e a oeste da Ilha Grande), Canal Central (localizada entre a Ilha Grande e o continente/Angra dos Reis) e Porção Leste (localizada a leste da Ilha Grande) (MAHIQUES; FURTADO, 1989; LODI; HETZEL, 1998).

No entorno da BIG fica localizada a Estação Ecológica de Tamoios (ESEC Tamoios), uma unidade de conservação federal de proteção. Foi criada em 1990 (BRASIL, Decreto nº 98.864, de 23 de janeiro de 1990), como contrapartida da implantação das Usinas Nucleares de Angra 1, 2 e 3, com o objetivo de proteger, preservar e monitorar o riquíssimo ecossistema insular e marinho da Baía da Ilha Grande (ICMBio – ESEC Tamoios).

Após registro do bioinvasor *Tubastraea* spp. (coral-sol) em 2004 em ilhas da BIG, seu comprovado impacto a comunidades bentônicas nativas e a hipótese de que estes organismos se propagaram para dentro da AMP (PAULA; CREED, 2004; LAGES et al., 2010). A ESEC Tamoios elaborou e implantou o “Projeto Eclipse”, que teve como um dos objetivos; realizar o manejo (remoção) das colônias de coral-sol das ilhas da ESEC Tamoios e monitorar estas áreas a fim de prevenir novas ocorrências (BRASIL, Portaria MMA nº 94, de 6 de abril de 2016). Com o intuito de maximizar o monitoramento fora da UC, a ESEC criou o “Guia de Identificação de Espécies Exóticas Invasoras Marinhas da Baía da Ilha Grande, RJ”, para ser distribuído principalmente aos mergulhadores e operadoras de mergulho recreativo da região, para que os mesmos possam informar a localização caso identifiquem algum destes organismos fora da UC (ICMBio – ESEC Tamoios). Foi então que surgiu a parceria com a ESEC Tamoios e a utilização do guia como material de apoio para o monitoramento em locais fora da AMP.

Para avaliar o monitoramento marinho fora da AMP foram selecionados oito pontos de mergulho dentro da BIG, situados entre Ilha Grande e o município de Angra

dos Reis: Enseada do Sítio Forte (Naufrágio Pinguino) ( $23^{\circ}07'04''$  S,  $44^{\circ}17'01''$  W), Lagoa Azul ( $23^{\circ}05'08''$  S,  $44^{\circ}14'39''$  W), Lagoa Verde ( $23^{\circ}08'23''$  S,  $44^{\circ}19'36''$  W), Laje Branca ( $23^{\circ}08'14''$  S,  $44^{\circ}20'48''$  W), Laje do Matariz (Naufrágio Helicóptero) ( $23^{\circ}06'34''$  S,  $44^{\circ}15'58''$  W), Ponta do Bananal ( $23^{\circ}05'57''$  S,  $44^{\circ}15'35''$  W), Ponta Grossa de Sítio Forte (Ponta Grossa) ( $23^{\circ}06'59''$  S,  $44^{\circ}17'51''$  W) e Laje Preta Redonda ( $23^{\circ}03'00''$  S,  $44^{\circ}18'32''$  W) (Figura 1).

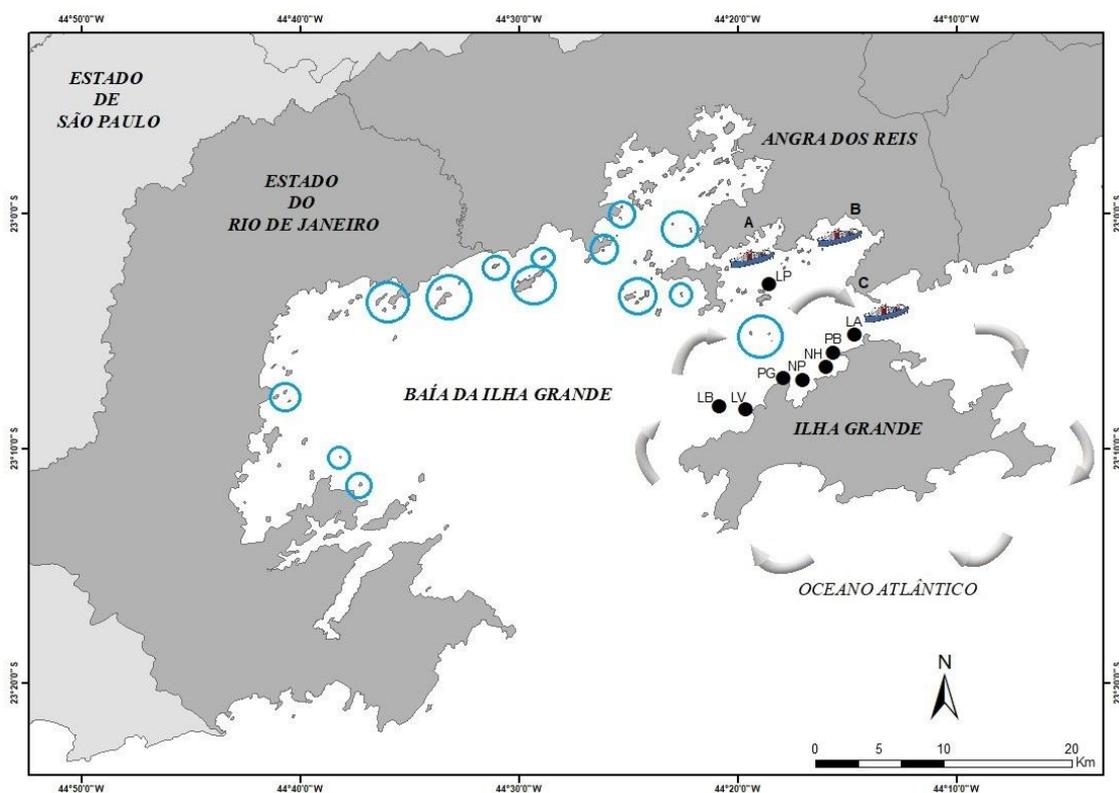


Figura 1 – Área de estudo situada na Baía da Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro. Pontos amostrais (preto): (LB) Laje Branca, (LV) Lagoa Verde, (PG) Ponta Grossa, (NP) Naufrágio Pinguino, (NH) Naufrágio Helicóptero, (PB) Ponta do Bananal, (LA) Lagoa Azul, e (LP) Laje Preta. Entorno marinho pertencente à ESEC Tamoios (área delimitada em azul). Área portuária (A: Terminal Portuário de Angra dos Reis, B: Estaleiro Brasfels e C: Terminal da Baía da Ilha Grande-TEBIG) e a representação pelas setas do sentido de circulação das correntes oceânicas (oeste-leste) no Canal Central (entre o norte de Ilha Grande e o município de Angra dos Reis).

A BIG possui grande diversidade de ecossistemas marinhos. Em sua maior extensão encontramos ambientes de costões rochosos, praias e 365 ilhas. É considerada uma área relativamente bem preservada, na qual ocorre um remanescente da floresta atlântica insular (BELO, 2003; CREED; PIRES; FIGUEIREDO, 2007). Suas águas são

principalmente caracterizadas como oligotróficas, porém, próximo às áreas urbanas podemos observar locais com descargas de esgoto doméstico diretamente no mar, caracterizando um ambiente eutrofizado próximo à costa (MAYER-PINTO; JUNQUEIRA, 2003; IGNACIO et al., 2010).

É uma baía com fraca circulação de marés sendo pouco influenciada pela maré e pelos ventos locais. No interior da BIG, não só os ventos como também as correntes oceânicas são de baixa incidência e possuem um baixo hidrodinamismo (SIGNORINI, 1980; FRAGOSO, 1999). Com águas calmas e temperaturas que variam entre 20 e 28°C, na época do verão a visibilidade da água pode chegar a vinte metros de profundidade dependendo do local (SKINNER, BARBOZA; ROCHA, 2016). As águas que banham as ilhas não possuem profundidades maiores que oito metros (IGNACIO et al., 2010). Estas características fazem da BIG um excelente local para atividades recreativas de mergulho autônomo e em apneia.

Atualmente observam-se nessa região, duas usinas nucleares, o Porto de Angra dos Reis, arrendado pelo Terminal Portuário de Angra dos Reis S/A (TPAR) o Estaleiro Naval (Brasfels, antigo estaleiro Verolme) e um terminal de petróleo da Transpetro/Petrobras (Terminal da Baía da Ilha Grande – TEBIG). A grande quantidade de áreas portuárias, a presença de um dos maiores terminais de petróleo do Brasil e o alto número de embarcação que trafegam pela região fazem da BIG um local suscetível a bioinvasão (IGNACIO et al., 2010, CASTRO; FILEMAN; HALL-SPENCER, 2016).

Espécies introduzidas como *Tubatraea* spp., *Isognomon bicolor*, *Styela plicata* e *Myoforceps aristatus* foram registradas na BIG dominando regiões da comunidade zoobentônica. Em teoria, as mudanças nesses ambientes, ocasionada pela introdução de espécies exóticas invasoras podem provocar um efeito cascata nas comunidades de nécton e plâncton, resultando em alterações drásticas no ecossistema (IGNACIO et al., 2010; CASTRO, FILEMAN; HALL-SPENCER, 2016).

### **3.2 Desenho amostral**

O estudo foi realizado em parceria com a ESEC Tamoios e com a operadora de mergulho Sotto Mare Centro de Mergulho. Pranchetas em material impermeável confeccionadas em PVC (material cedido pela ESEC Tamoios) com foto, nome popular

e científico das oito espécies exóticas invasoras marinhas (ANEXOS A e B) foram utilizadas pelos mergulhadores como material de apoio para identificação das espécies em campo. Os oito pontos amostrais (situados fora da área marinha da ESEC Tamoios) foram selecionados por serem os pontos mais visitados pela operadora de mergulho durante o estudo. As informações foram coletadas através de questionários distribuídos à operadora de mergulho e aos mergulhadores ao término de cada mergulho. O estudo foi realizado nos meses de março, abril e maio de 2017, entre os horários de 9 h às 16 h.

Todo o processo foi realizado e acompanhado pelo mergulhador responsável pelo estudo (Tárcio Mangelli). Inicialmente foi feita uma rápida apresentação aos mergulhadores recreativos presentes na embarcação, sobre o intuito do estudo e como ele seria realizado. Após apresentação, os mergulhadores que aceitaram participar do estudo foram classificados como mergulhadores voluntários. Estes mergulhadores foram escolhidos de forma aleatória e não receberam treinamento prévio. Foram formados dois grupos de mergulhadores voluntários (cada grupo variou entre 10 e 13 mergulhadores). O primeiro grupo foi classificado como; mergulhadores voluntários sem prancheta, este grupo executou o mergulho sem o auxílio da prancheta de identificação podendo consultá-la apenas após o término do mergulho, com o questionário em mãos. O segundo grupo foi classificado como; mergulhadores voluntários com prancheta, este grupo utilizou a prancheta durante todo o mergulho para facilitar a identificação dos organismos. Ambos os grupos foram testados uma única vez, ou seja, foram diferentes em cada local de mergulho.

Para validação e controle dos dados coletados pelos grupos de mergulhadores voluntários (FINN et al., 2010) foi formado um terceiro grupo composto por três mergulhadores. Um dos componentes foi o mergulhador responsável pelo estudo, os outros dois foram instrutores de mergulho que já trabalham na região a mais de 10 anos e têm conhecimento tanto dos locais quanto dos organismos. Para este grupo foi realizado o treinamento, e foram classificados como mergulhadores especialistas. Os componentes do grupo dos mergulhadores especialistas utilizaram a prancheta durante todo o mergulho, realizaram apenas uma amostragem por ponto e mergulharam simultaneamente com o grupo dos mergulhadores voluntários sem interferir em suas observações (GOFFREDO et al., 2010).

Ao término do mergulho, os três grupos receberam questionários idênticos para avaliar o que foi identificado, que incluem também, um breve perfil do mergulhador e

informações sobre o mergulho (APÊNDICE B). A variável experiência de mergulho foi categorizada segundo Giglio, Luiz e Schiavetti (2015) e analisada através da frequência de mergulhos realizados anualmente, onde consideramos: 1 a 30 mergulhos (mergulhador iniciante), 31 a 60 mergulhos (mergulhador intermediário), 61 a 100 mergulhos (mergulhador avançado) e >100 mergulhos (mergulhador experiente).

A operadora de mergulho responsável pela operação, por sua vez, recebeu um questionário com perguntas diferenciadas (APÊNDICE C). As informações adquiridas através dos questionários respondidos pelos grupos de mergulhadores, o esforço amostral calculado pelo tempo de mergulho e o número total de questionários, foram digitalizados em planilhas eletrônicas e analisados.

### **3.3 Análise dos dados**

Foi construído um modelo linear generalizado – GLM (Crawley 2013) para estimar o efeito das variáveis explicativas (i.e., uso do material de identificação, dos grupos de mergulhadores voluntários, sexo (feminino e masculino), idade, experiência de mergulho, tempo de mergulho, locais dos mergulhos e já ter mergulhado anteriormente no local) sobre o número de espécies exóticas identificadas (variável resposta).

Para construção do GLM, foram criados modelos completos submetidos a análise de resíduos para testar a adequação ideal da distribuição de erros (Crawley 2013). Posteriormente, variáveis explicativas não significativas ( $p > 0.05$ ) foram excluídas do modelo até a obtenção do modelo mínimo adequado. Quando diferenças ( $p < 0.05$ ) foram observadas nas categorias dos grupos de mergulhadores voluntários, nível de certificação de mergulho e locais de mergulho, os dados foram submetidos a análise de contraste para agregação dos níveis não significativos (Crawley, 2013). Todas as análises foram realizadas no programa R (R Core Team, 2017).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram aplicados 207 questionários durante os três meses de estudo, totalizando 10.435 minutos de mergulho. Mergulhadores voluntários com prancheta responderam 91 questionários e mergulhadores voluntários sem prancheta responderam 92 questionários. Os mergulhadores especialistas responderam 24 questionários. Entre o grupo dos mergulhadores voluntários, apenas 21,3% dos entrevistados eram do sexo feminino (APÊNDICE D).

Os mergulhos ocorreram entre as profundidades de 6 e 13 metros, a média do tempo de mergulho nos locais foi de 47 minutos variando entre 26 e 60 minutos. O tipo de fundo observado na maioria dos locais apresentou 50% de substrato não consolidado (ambiente arenoso) e 50% de substrato consolidado (ambiente de costão rochoso).

A idade dos mergulhadores voluntários variou entre 20 e 61 anos. Quando questionados sobre o que era uma espécie exótica invasora marinha, 21,3% responderam de forma correta, 23% responderam que sabiam, mas a resposta não estava correta e 55,7% disseram não saber. As espécies exóticas invasoras com a maior abundância relativa encontrada pelo grupo de mergulhadores voluntários entre os oito locais foram *Tubastraea coccinea* (35,8%) e *Tubastraea tagusensis* (40,9%) (APÊNDICE E). O registro destes dois bioinvasores já havia sido feito anteriormente nestes locais por outros autores (SILVA et al., 2014; CREED et al., 2017a).

Em pesquisa realizada por Crall et al. (2011) foi observado que 82% dos pesquisadores voluntários identificaram corretamente espécies de plantas invasoras, intituladas de “fácil reconhecimento”, em quanto que, 62% identificaram corretamente as intituladas de “difícil reconhecimento”. As espécies *Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis* podem ser consideradas espécies que se destacam das demais espécies exóticas analisadas no estudo. Suas cores intensas e chamativas (Figura 2) podem facilitar sua identificação e talvez explicar os maiores índices de registros efetuados em relação aos outros organismos invasores (observação pessoal). Contudo, para uma melhor avaliação sobre o monitoramento dos organismos em questão, segundo Mantellato et al. (2013) é necessário mais cautela na identificação do gênero *Tubastraea*, pois as espécies podem ser confundidas entre si.



Figura 2 – Foto tirada por Juliana da Costa Gomes (IBAMA/MMA) das espécies exóticas invasoras marinhas, *Tubastraea coccínea* (laranja) e *Tubastraea tagusensis* (amarela). Fonte: <http://www.ibama.gov.br>

Com exceção do gênero *Tubastraea* e do siri *Charybdis hellerii*, o restante dos organismos obtiveram um baixo índice de identificação (vide APÊNDICE E). A ausência do registro de *Caulerpa scalpelliformis* e seu baixo índice estão relacionados com os ambientes em que são encontrados, bem como, a profundidade dos mergulhos. Além das dúvidas e dificuldades encontradas pelos mergulhadores voluntários, no momento da identificação de organismos considerados crípticos ou muito pequenos, como é o caso de *Styela plicata* e de *Ophiothela mirabilis* respectivamente (NERBONNE; VONDRACEK, 2003; COX et al., 2012) (APÊNDICE F).

A dificuldade no reconhecimento de determinadas espécies aumenta o erro no momento da identificação. Nesse caso, a criação de protocolos nos quais as espécies mais difíceis são identificadas por taxonomistas, pode ser uma forma de diminuir essa taxa de erro, ou até mesmo a utilização de imagens para futura triagem em laboratório pode ser uma opção. Entretanto, a precisão na identificação taxonômica requer anos de treinamento especializado, isso pode ser uma grande barreira para qualidade de dados adquiridos por pesquisadores voluntários (CRALL et al., 2011).

O número de espécies exóticas registradas pelo grupo de mergulhadores voluntários não diferiu entre os métodos com e sem prancheta ( $p=0.58$ ), ser do sexo feminino ou masculino ( $p=0.38$ ), quanto à idade do mergulhador ( $p=0.43$ ), já ter mergulhado anteriormente no local ( $p=0.26$ ) (APÊNDICE G).

No entanto, o número de espécies registradas difere em relação à experiência de mergulho ( $p < 0.0001$ , APÊNDICE G), sendo que o número de espécies registradas não diferiu entre as categorias iniciante e intermediário, assim como não diferiu entre as categorias avançado e experiente. Porém, as categorias iniciante e intermediário diferiram das categorias avançado e experiente (Quasi-poisson,  $gl=1$ , Deviance=6.268,  $p=0.0003$ , Figura 3).

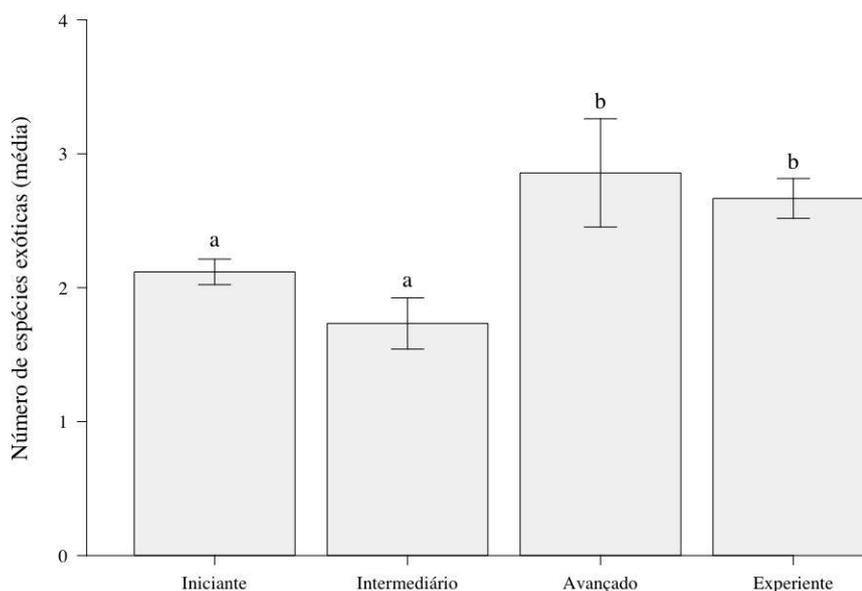


Figura 3 – Efeito da experiência de mergulho (categorias: mergulhador iniciante, mergulhador intermediário, mergulhador avançado e mergulhador experiente) sobre o número de espécies exóticas registradas. A barra vertical corresponde ao erro padrão ( $\pm$  sd). As diferentes letras acima das colunas representam diferenças estatísticas ( $p < 0.05$ ).

Essa diferença pode estar relacionada diretamente com o nível de experiência do mergulhador. Mergulhadores menos experientes ainda estão em processo de aprendizado (WARD-WAIGE; LOTZE, 2011). O ambiente marinho pode ser considerado novo para estes mergulhadores e sua fluutuabilidade pode comprometer a observação dos organismos a sua volta. Diferente dos mergulhadores mais experientes, que estão familiarizados com o ambiente marinho, seu controle de fluutuabilidade é superior, o que aumenta a percepção dos organismos a sua volta (THAPA, GRAEFE; MEYER, 2005; GIGLIO; LUIZ; SHIAVETTI, 2015; ANDERSON et al., 2017).

Savage, Osborne e Hudson (2016), também obtiveram um número maior de espécies identificadas de acordo com o maior nível de experiência dos mergulhadores. Entretanto, alguns autores não encontraram relação no número de espécies identificadas com a experiência do mergulhador (GOFFREDO et al., 2010; BRANCHINI et al., 2014). Segundo Thapa, Graefe e Meyer (2005) os mergulhadores mais experientes, quando comparados aos mergulhadores iniciantes foram chamados de “ambientalmente responsáveis”, pois demonstraram ter maior conhecimento sobre o ambiente marinho, além do comportamento de preocupação apresentado em relação aos dados coletados. Estes dois elementos, talvez sejam fatores a mais que justifique a maior percepção dos mergulhadores mais experientes ao ambiente marinho e, conseqüentemente, a identificação de espécies que passaram despercebidas pelos mergulhadores iniciantes (WARD-WAIGE E LOTZE, 2011).

O número de espécies exóticas registradas foi positivamente correlacionado com o tempo de mergulho ( $p=0.0003$ , APÊNDICE G, Figura 4).

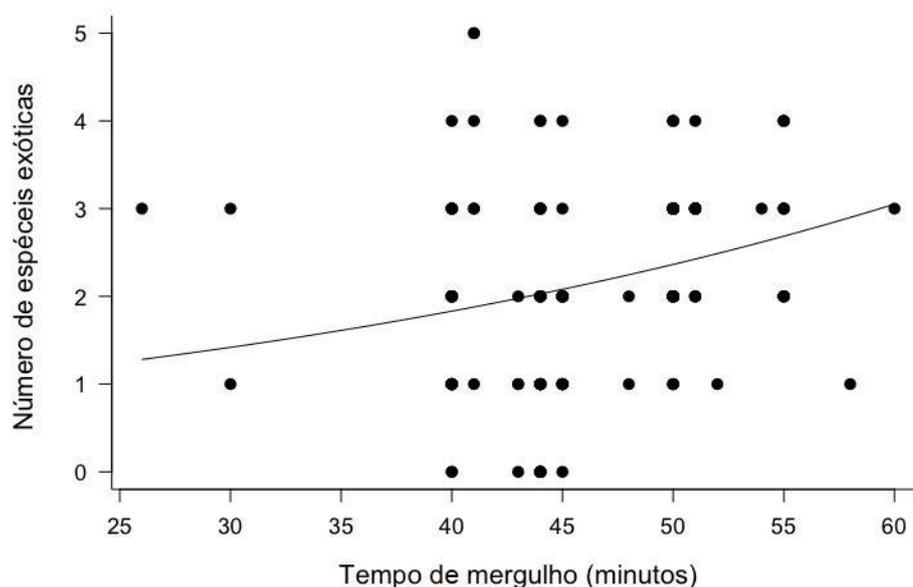


Figura 4 – Efeito do tempo de mergulho (em minutos) sobre o número de espécies exóticas registradas.

Para Goffredo, Piccinetti e Zaccanti (2004), Goffredo et al. (2010) e Branchini et al. (2014), não houve relação entre o tempo de mergulho e o número de espécies

identificadas. Porém, Goffredo et al. (2010) verificaram que mergulhos de longa duração (> 60 minutos) podem prejudicar a identificação das espécies. Problemas como frio, ansiedade, estresse e fadiga, por exemplo, estão relacionados com a redução significativa do desempenho do mergulhador (GOFFREDO et al., 2010).

A relação positiva entre o tempo de mergulho e o número de espécies identificadas pode estar relacionada a dois aspectos: I) os mergulhadores são menos propensos a apresentarem os problemas relatados por Goffredo et al. (2010), uma vez que, a região possui águas calmas e temperaturas que variam entre 20 e 28 °C (SKINNER, BARBOZA; ROCHA, 2016). II) pelo fato da duração do mergulho não ter ultrapassado os 60 minutos (média de 47 minutos), não podemos confirmar se acima desse tempo haveria a diminuição no número de espécies identificadas.

Os locais de mergulho diferem quanto ao número de espécies exóticas registradas ( $p=0.0003$ , APÊNDICE G). O número médio de espécies exóticas nos locais; LA, LB, LP e LV foram maiores e diferiram significativamente dos locais; NH, NP, PB e PG que também foram iguais entre si (Quasi-poisson,  $gl=1$ , Deviance=11.991,  $p<0.0001$ , Figura 5).

O número de espécies não diferiu entre a experiência de mergulho e os locais do mergulho ( $p=0.4$ , APÊNDICE G), assim como não difere entre o grupo de mergulhadores voluntários, sua experiência de mergulho e os locais do estudo ( $p=0.2$ , APÊNDICE G).

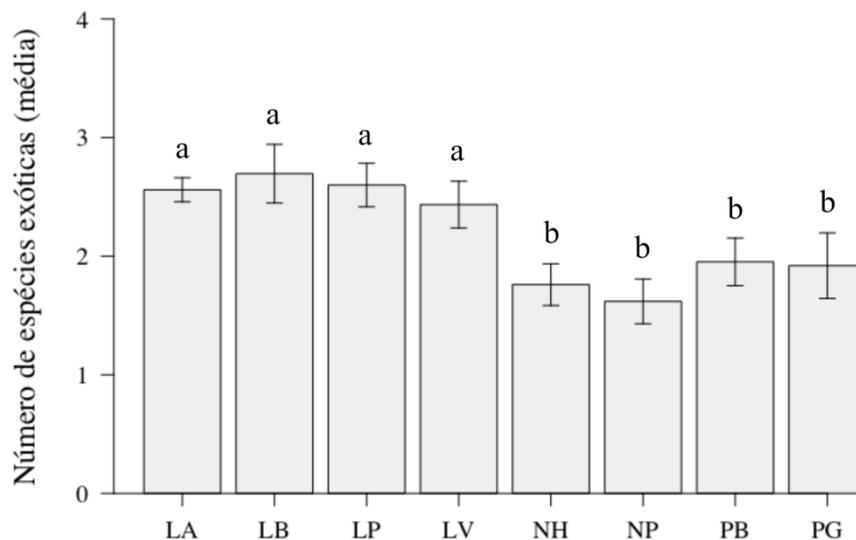


Figura 5 – Relação do local de mergulho no número de espécies exóticas (LA=Lagoa Azul, LB=Laje Branca, LP=Laje Preta, LV=Lagoa Verde, NH=Naufrágio Helicóptero, NP=Naufrágio Pinguino, PB=Ponta do Bananal e PG=Ponta Grossa). A barra vertical corresponde ao erro padrão ( $\pm$  sd). As diferentes letras acima das colunas representam diferenças estatísticas ( $p < 0.05$ ).

Uma das explicações para esse resultado pode estar relacionado à proximidade das áreas chamadas centro de dispersão de bioinvasores (áreas portuárias com intenso tráfego de embarcações) (IGNACIO et al., 2010, CASTRO; FILEMAN; HALL-SPENCER, 2016; MAGALETTI et al., 2017). A principal hipótese cogitada é a forma como ocorre à movimentação das correntes oceânicas na região da BIG próxima a estas áreas. Visto que esses organismos podem ser introduzidos via água de lastro e bioincrustação, e logo depois transportados pelas correntes oceânicas (TAVARES; MENDONÇA JR, 1996; CASTRO; FILEMAN; HALL-SPENCER, 2016).

Segundo Signorini (1980) a circulação das correntes oceânicas entre a Ilha Grande e o canal central na BIG segue o sentido oeste-leste (sentido horário). Como a localização das áreas portuárias fica ao norte e noroeste da Ilha Grande (área costeira de Angra dos Reis) (vide Figura 1), talvez a corrente oceânica possa transportar estes organismos para os locais mais próximos, como a Laje Preta e a Lagoa Azul. E a partir daí, ocorra a dispersão para os ambientes adjacentes.



Mergulhadores sem experiência estão mais propensos em identificar espécies crípticas erroneamente ou mesmo passar por elas sem perceber sua presença (COX et al., 2012; GIGLIO, LUIZ; SHIAVETTI, 2015). Outra razão para essa diferença está relacionada à ausência do treinamento para o grupo dos mergulhadores voluntários. Após avaliarem as respostas de pesquisadores voluntários aos questionários, Crall et al. (2012) perceberam que o índice de respostas corretas aumenta após treinamento e enfatizam a necessidade do treinamento para uma coleta de dados mais eficiente e precisa (NERBONNE; VONDRACEK, 2003; DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010; FINN et al., 2010; WILLIAMS et al., 2015).

O desempenho dos pesquisadores voluntários foi superior quando acompanhados de pesquisadores especialistas, sugerindo que um treinamento contínuo e personalizado é importante. Contudo, vale ressaltar que problemas na qualidade dos dados coletados não são exclusivos de pesquisadores voluntários, pesquisadores especialistas também estão sujeitos ao erro ou viés (DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010; GIBBON; BINDEMANN; ROBERTS, 2015).

O monitoramento com protocolos mais exigentes e rígidos ajudam a diminuir o erro ou viés (DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010). Estes protocolos podem ser englobados aos treinamentos para aumentar ainda mais a qualidade dos dados, como foi o caso de Nerbonne e Vondracek (2003), que ao utilizarem a prancheta com imagem dos organismos em campo verificaram que os voluntários treinados aumentaram a probabilidade de acerto na identificação se os organismos fossem vistos mais de uma vez.

Mergulhadores recreativos mais experientes, que costumam visitar com certa frequência os locais que serão utilizados para o monitoramento, podem fornecer informações mais precisas e vitais sobre o local de estudo (WARD-PAIGE; LOTZE, 2011). O emprego de mergulhadores recreativos no monitoramento de espécies exóticas invasoras marinhas como citado no exemplo acima, pode trazer benefícios auxiliando os cientistas em suas pesquisas, com baixo custo e em larga escala.

## 5 CONCLUSÃO

Para mergulhadores sem experiência (básico e intermediário), a aplicação do guia para identificação dos organismos em campo mostrou ser pouco efetiva quando comparada aos mergulhadores mais experientes (avançado e experiente). Mergulhadores mais experientes demonstraram maior facilidade na identificação dos organismos. Como recomendação para o manejo no emprego da ciência cidadã é necessário à utilização de mergulhadores com maior experiência de mergulho.

Como já citado por Ignacio et al. (2010) e Castro, Fileman e Hall-Spencer (2016), a presença das espécies exóticas invasoras nos pontos amostrados, confirma a alta suscetibilidade a bioinvasão na Baía da Ilha Grande. A necessidade na implantação do monitoramento, e um maior controle do tráfego de embarcações tornam-se ainda mais urgentes, uma vez que, as áreas amostradas estão situadas próximas a Unidade de Conservação federal da Estação Ecológica de Tamoios.

O alto índice de registros efetuados, em relação aos outros organismos, faz do gênero *Tubastraea* spp. um bioinvasor que requer maior atenção por parte dos órgãos responsáveis pelo manejo de bioinvasores na região da Baía da Ilha Grande, principalmente por sua alta capacidade competitiva.

Foi possível coletar uma quantidade considerável de dados em um curto período de tempo e com um baixo custo. Desenvolver protocolos mais rígidos para a identificação de espécies exóticas invasoras marinhas é essencial para uma coleta de dados de qualidade. O aperfeiçoamento de programas de monitoramento, baseados na ciência cidadã pode fornecer informações úteis para pesquisas sobre a biodiversidade em ambientes marinhos, reduzindo significativamente os custos financeiros e o tempo em campo, além de contribuir para o conhecimento ecológico, a conscientização e a educação ambiental dos participantes.

## 6 REFERÊNCIAS

AGUDO-PADRÓN, A. I. Exotic molluscs (Mollusca, Gastropoda et Bivalvia) in Santa Catarina State, Southern Brazil region: check list and regional spatial distribution. **Biodiversity Journal**, v. 2(2), p. 53–58, 2011.

AGUIAR, J. J. M.; SANTOS, J. C.; URSO-GUIMARÃES, M. V. On the use of photography in science and taxonomy: how images can provide a basis for their own authentication. **Bionomina**, v. 12, p. 44–47, 2017.

ALMANY, G. R. et al. Connectivity, biodiversity conservation and the design of marine reserve networks for coral reefs. **Coral Reefs**, v. 28(2), p. 339–351, 2009.

ANDERSON, L. G. et al. The role of conservation volunteers in the detection, monitoring and management of invasive alien lionfish. **Management of Biological Invasions**, v. 8, 2017.

ANDOW, D. A. et al. Recruitment and Retention of Volunteers in a Citizen Science Network to Detect Invasive Species on Private Lands. **Environmental management**, v. 58(4), p. 606–618, 2016.

BARROS, R. C.; ROCHA, R. M.; PIE, R. M. Human-mediated global dispersion of *Styela plicata* (Tunicata, Ascidiacea). **Aquatic Invasions**, v. 4(1), p. 45–57, 2009.

BECKER, B. J. et al. Complex larval connectivity patterns among marine invertebrate populations. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104(9), p. 3267–3272, 2007.

BELO, W. C. O fundo marinho da baía da Ilha Grande, RJ: evidências da ação de correntes e de ondas no canal central com base em formas de fundo observadas em registros de sonar (100kHz). **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 20(1), p. 17–30, 2003.

BEZERRA, L. E. A.; ALMEIDA, A. O. First Record of the Indo-Pacific Species *Charybdis Hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea: Decapoda: Portunidae) from the Ceará state, Brazil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33(1), p. 33–38, 2005

BOULTON, A. J.; EKEBOM, J.; GISLASON, G. M. Integrating ecosystem services into conservation strategies for freshwater and marine habitats: a review. **Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems**, v.26, p. 963–985, 2016.

BRANCHINI, S. et al. Using a citizen science program to monitor coral reef biodiversity through space and time. **Biodiversity and Conservation**, v. 24(2), p. 319–336, 2014.

BRASIL. Decreto nº 98.864, de 23 de janeiro de 1990. **Cria a – Estação Ecológica de Tamoios, e dá outras providências**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D98864.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D98864.htm). Acesso em: 15 de setembro de 2017.

BRASIL. Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 94, de 6 de abril de 2016. **DOU de 07/04/2016 (nº 66, Seção 1, pág. 70)**. Disponível em [http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2016/p\\_mma\\_94\\_2016\\_gt\\_plano\\_coral\\_sol.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2016/p_mma_94_2016_gt_plano_coral_sol.pdf). Acesso em: 25 de setembro de 2017.

BREVES-RAMOS, A. et al. 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**, v. 90(3), p. 453–459, 2010.

- BREVES-RAMOS, A. et al. Mollusca, Bivalvia, Mytilidae, *Myoforceps aristatus* (Dillwyn, 1817): distribution and new record localities at Ilha Grande Bay, Brazil. **Check List**, v. 6(3), p. 408–409, 2016.
- BOUZON, J. L.; BRANDINI, F. P.; ROCHA, R. M. Biodiversity of sessile fauna on rocky shores of coastal islands in Santa Catarina, Southern Brazil. **Marine Science**, v. 2(5), p. 39–47, 2012.
- CARLTON, J. T. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. **Biological Conservation**, v. 78(1), p. 97–106, 1996.
- CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. **Bulletin of Marine Science**, v. 69(2), p. 357–371, 2001.
- CASTRO, M. C. T.; FILEMAN, T. W.; HALL-SPENCER, J. M. Invasive species in the Northeastern and Southwestern Atlantic Ocean: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 116, p. 41–47, 2016.
- CASTRO, M. C. T. et al. Ten years of Brazilian ballast water management. **Journal of Sea Research**, 2017.
- CAVALLARI, D. C.; GONÇALVES, E. P.; AMARAL, V. S. New occurrences of *Myoforceps aristatus* (Bivalvia: Mytilidae) in the Brazilian coast. **Strombus**, v. 19(1-2), p. 23–27, 2012.
- CERRANO, C.; MILANESE, M.; PONTI, M. Diving for science-science for diving: volunteer scuba divers support science and conservation in the Mediterranean Sea. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 27(2), p. 303–323, 2016.
- COHN, J. P. Citizen science: Can volunteers do real research? **American Institute of Biological Sciences Bulletin (BioScience)**, v. 58(3), p. 192–197, 2008.
- COLAUTTI, R. I., MACISAAC, H. J. A neutral terminology to define ‘invasive’ species. **Diversity and Distributions**, v. 10, p. 135–141, 2004.
- COOPER, C. **Citizen Science: How Ordinary People Are Changing the Face of Discovery**. The Overlook Press, New York. 2016. 304 p.
- COSTA, T. J. F. et al. Expansion of an invasive coral species over Abrolhos Bank, Southwestern Atlantic. **Marine pollution bulletin**, v. 85(1), p. 252–253, 2014.
- COX, T. E. et al. Expert variability provides perspective on the strengths and weaknesses of citizen-driven intertidal monitoring program. **Ecological Applications**, v. 22(4), p. 1201–1212, 2012.
- CRALL, A. W. et al. Assessing citizen science data quality: an invasive species case study. **Conservation Letters**, v. 4(6), p. 433–442, 2011.

CRALL, A. W. et al. The impacts of an invasive species citizen science training program on participant attitudes, behavior, and science literacy. **Public Understanding of Science**, v. 22(6), p. 745–764, 2012.

CRAWLEY, M. J. (ed.). **Generalized Linear Models, in The R Book**, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. 2013, v. 13, p. 557–578, 975 p.

CREED, J. C. Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. **Coral Reefs**, v. 25(3), p. 350–350, 2006.

CREED, J. C.; PIRES, D. O.; FIGUEIREDO, A. O. F. **Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande** (Série Biodiversidade, 23). Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas, 2007. 417 p.

CREED, J. C. et al. The Sun-Coral Project: the first social-environmental initiative to manage the biological invasion of *Tubastraea* spp. in Brazil. **Management of Biological Invasions**, v. 8(2), p. 181–195, 2017a.

CREED, J. C. et al. The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. **Biological Invasions**, v. 19(1), p. 283–305, 2017b.

CUTHILL, M. An interpretive approach to developing volunteer-based coastal monitoring programmes. **Local Environment**, v. 5(2), p. 127–137, 2000.

DELANEY, D. G. Marine invasive species: validation of citizen science and implications for national monitoring networks. **Biological Invasions**, v. 10(1), p. 117–128, 2008.

DICKINSON, J. L.; ZUCKERBERG, B.; BONTER, D. N. Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 41, p. 149–172, 2010.

DOMANESCHI, O.; MARTINS, C. M. *Isognomon bicolor* (CB Adams) (Bivalvia, Isognomonidae): primeiro registro para o Brasil, redescrição da espécie e considerações sobre a ocorrência e distribuição de *Isognomon* na costa brasileira. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19(2), p. 611–627, 2002.

FALCÃO, C.; SZÉCHY, M. T. M. Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta). **Botanica Marina**, v. 48(3), p. 208–217, 2005.

FARRAPEIRA, C. M. R. et al. Ship hull fouling in the Port of Recife, Pernambuco. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55(3), p. 207–221, 2007.

FERREIRA, A. C. et al. Yet another record of *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards) (Crustacea, Decapoda) from the northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, p. 357–358, 2001.

FERREIRA, C. E. L. et al. First record of invasive lionfish (*Pterois volitans*) for the Brazilian coast. **PloS One**, v. 10(4), e0123002, 2015.

FINN, P. G. et al. Assessing the quality of seagrass data collected by community volunteers in Moreton Bay Marine Park, Australia. **Environmental Conservation**, v. 37(1), p. 83–89, 2010.

FRAGOSO, M. R. **Estudo Numérico da Circulação Marinha da Região das Baías de Sepetiba e Ilha Grande (RJ)**. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1999.

FRIGOTTO, S. F.; SERAFIM-JUNIOR, M. Primeiro registro de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) (Crustacea) no litoral do estado do Paraná. **Estud. Biol.**, v. 29(67), p. 227–230, 2007

GIBBON, G. E. M.; BINDEMMAN, M.; ROBERTS, D. L. Factors affecting the identification of individual mountain bongo antelope. **PeerJ**, v. 3, p. e1303, 2015.

GIGLIO, V. J; LUIZ, O. J; SCHIAVETTI, A. Marine life preferences and perceptions among recreational divers in Brazilian coral reefs. **Tourism Management**, v. 51, p. 49–57, 2015.

GISP–**The Global Invasive Species Programme**. South America invaded: the growing danger of invasive alien species. GISP Secretariat, Cape Town, RSA, 2005. 80p.

GOFFREDO, S.; PICCINETTI, C.; ZACCANTI, A. F. Volunteers in Marine Conservation Monitoring: a Study of the Distribution of Seahorses Carried Out in Collaboration with Recreational Scuba Divers. **Conservation Biology**, v. 18(6), p. 1492–1503, 2004.

GOFFREDO, S. et al. Unite research with what citizens do for fun: “recreational monitoring” of marine biodiversity. **Ecological Applications**, v. 20(8), p. 2170–2187, 2010.

GUIMARÃES, T. C. S.; SCHMIDT, I. B. A systematization of information on Brazilian Federal protected areas with management actions for Animal Invasive Alien Species. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15(2), p. 136–140, 2017.

HALPERN, B. S. The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter? **Ecological applications**, v. 13(1), p. 117–137, 2003.

HENDLER, G. et al. Epizoic *Ophiothela* brittle stars have invaded the Atlantic. **Coral Reefs**, v. 31(4), p. 1005–1005, 2012.

HENRIQUES, M. B.; CASARINI, L. M. 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**, v. 35(4), p. 577–586, 2009.

IGNACIO, B. L. et al. Bioinvasion in a Brazilian bay: filling gaps in the knowledge of southwestern Atlantic biota. **PLoS One**, v. 5(9), p. e13065, 2010.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO E BIODIVERSIDADE (MMA), **Estação Ecológica de Tamoios**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/eseectamoios/>. Acesso em: 20 de setembro de 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Diagnóstico do setor costeiro da Baía da Ilha Grande: subsídios à elaboração do zoneamento ecológico-econômico costeiro**. INEA, 2015. v. 1, 251 p.

JOLY, A. B. et al. Additions to the marine flora of Brazil V. **Arq. Est. Biol. Mar.** Univ. Ceará, v. 5, p. 65–78, 1965.

KALUZA, P. et al. The complex network of global cargo ship movements. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 7(48), p. 1093–1103, 2010.

KEITH, I. et al. Marine invasive species: establishing pathways, their presence and potential threats in the Galapagos Marine Reserve. **Pacific Conservation Biology**, v. 22(4), p. 377–385, 2016.

KLEUNEN, M. V.; WEBER, E.; FISCHER, M. A meta-analysis of trait differences between invasive and non-invasive plant species. **Ecology Letters**, v. 13, p. 235–245, 2010.

KOLAR, C. S.; LODGE, D. M. Progress in invasion biology: predicting invaders. **TRENDS in Ecology & Evolution**, v. 16(4), p. 199–204, 2001.

LAGES, B. G.; FLEURY, B. G.; PINTO, A. C., CREED, J. C. Chemical defenses against generalist fish predators and fouling organisms in two invasive ahermatypic corals in the genus *Tubastraea*. **Marine Ecology**, v. 31(3), 473–482, 2010.

LAMBERT, G. Ecology and natural history of the protochordates. **Canadian Journal of Zoology**, v. 83(1), p. 34–50, 2005.

LAVOIE, D. M.; SMITH, L. D.; RUIZ, G. M. The potential for intracoastal transfer of non-indigenous species in the ballast water of ships. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 48(5), p. 551–564, 1999.

LEE II, H. et al. Integrated monitoring and information systems for managing aquatic invasive species in a changing climate. **Conservation Biology**, v. 22(3), p. 575–584, 2008.

LEHTINIEMI, M. et al. Dose of truth-monitoring marine non-indigenous species to serve legislative requirements. **Marine Policy**, v. 54, p. 26–35, 2015.

LEVIN, S. A. Analysis of risk for invasions and control programs. **Biological invasions: a Global Perspective**, p. 425–433, 1989.

LODI, L.; HETZEL, B. Grandes agregações do Boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Revista Bioikos**, PUC–Campinas, v. 12(2), 1998.

LUZ, B. L. P.; KITAHARA, M. V. Could the invasive scleractinians *Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* replace the dominant zoantharian *Palythoa caribaeorum* in the Brazilian subtidal? **Coral Reefs**, p. 1–1, 2017.

MACHADO, C. J. S. et al. Recomendações para elaboração e consolidação de uma estratégia nacional de prevenção e controle das espécies exóticas no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 61(1), p. 42–45, 2009.

MACK, R. N. et al. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. **Ecological Applications**, v. 10(3), p. 689–710, 2000.

MAGALETTI, E. et al. Developing and testing an Early Warning System for Non Indigenous Species and Ballast Water Management. **Journal of Sea Research**, 2017.

MAGRIS, R. A. et al. Analysis of progress towards a comprehensive system of Marine Protected Areas in Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 11(1), p. 81–97, 2013.

MAHIQUES, M. M.; FURTADO, V. V. Utilização da análise dos componentes principais na caracterização dos sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande (RJ). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 37(1), p. 01–19, 1989.

MANGELLI, T. S.; CREED, J. C. Comparative analysis of the invasive coral *Tubastraea* spp. (Cnidaria, Anthozoa) on natural and artificial substrates at Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre*, v. 102(2), p. 122–130, 2012.

MANTELATTO, F. L. M.; DIAS, L. L. Extension of the known distribution of *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) along the western tropical South Atlantic. **Crustaceana**, v. 72(6), p. 617–620, 1999.

MANTELATTO, F. L. M.; GARCIA, R. B. Biological aspects of the nonindigenous portunid crab *Charybdis hellerii* in the western tropical south Atlantic. **Bulletin of Marine Science**, v. 689(3), p. 469–477, 2001.

MANTELATTO, M. C. et al. Range expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* in the Southwest Atlantic. **Coral Reefs**, v. 30(2), p. 397–397, 2011.

MANTELATTO, M. C. et al. Cost–benefit of different methods for monitoring invasive corals on tropical rocky reefs in the southwest Atlantic. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 449, p. 129–134, 2013.

MANTELATTO, M. C. et al. Host species of the non-indigenous brittle star *Ophiothela mirabilis* (Echinodermata: Ophiuroidea): an invasive generalist in Brazil?. **Marine Biodiversity Records**, v. 9(1), p. 8, 2016.

MARINS, F. O. et al. Non indigenous ascidians in port and natural environments in a tropical Brazilian bay. **Sociedade Brasileira de Zoologia (Curitiba)**, v. 27(2), p. 213–221, 2010.

MARRAFFINI, M. L. et al. Settlement plates as monitoring devices for non-indigenous species in marine fouling communities. **Management of Biological Invasions**, v. 8, 2017.

MAYER-PINTO, M.; JUNQUEIRA, A. O. R. Effects of organic pollution on the initial development of fouling communities in a tropical bay, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46(11), p. 1495–1503, 2003.

MCKENZIE, C. H. et al. Surveys for non-indigenous tunicate species in New found land, Canada (2006–2014): a first step towards understanding impact and control. **Management of Biological Invasions**, v. 7(1), p. 21–32, 2016.

MELO, G. A. S. The Brachyura (Decapoda) of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Nauplius**, v. 16(1), p. 1–22, 2008.

MILLAR, R. H. Some ascidians from Brazil. **Journal of Natural History: Series 13**, v. 1(8), p. 497–514, 1958.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS. **Biodiversidade brasileira—avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

MIRANDA, R. J. et al. New records of the alien cup-corals (*Tubastraea* spp.) within estuarine and reef systems in Todos os Santos Bay, Southwestern Atlantic. **Marine Biodiversity Records**, v. 9(1), p. 35, 2016.

MITCHELL, G. J. P. et al. Tipos de vegetação marinha da Baía do Espírito Santo sob influência da poluição. Espírito Santo, Brasil. Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. **ACIESP, São Paulo**, v. 71, p. 202–214, 1990.

MUSIELLO-FERNANDES, J.; VILAR, C. C.; ROSA, D. M. Ocorrência da espécie exótica *Charybdis hellerii* Milne Edwards, 1867 (Crustacea, Portunidae) no litoral do Espírito Santo. **Natureza on line**, v. 9(1), p. 35–37, 2011.

NERBONNE, J. F.; VONDRACEK, B. Volunteer macroinvertebrate monitoring: assessing training needs through examining error and bias in untrained volunteers. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 22(1), p. 152–163, 2003.

NUNES, J. M. C. Catálogo de algas marinhas bentônicas do estado da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Malacitana**, v. 23, p. 5–21, 1998.

OCCHIPINTI-AMBROGI, A.; SAVINI, D. Biological invasions as a component of global change in stressed marine ecosystems. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46(5), p. 542–551, 2003.

OLENIN, S et al. Recommendations on methods for the detection and control of biological pollution in marine coastal waters. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 2598–2604, 2011.

OLIVEIRA, A. E. S.; CREED, J. C. Mollusca, Bivalvia, *Isognomon bicolor* (CB Adams 1845): Distribution extension. **Check List**, v. 4(4), p. 386–388, 2008.

OLIVEIRA, A. E. S.; PEREIRA, D. G. Erradicação de espécies exóticas invasoras: múltiplas visões da realidade brasileira. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 21, p. 173–181, 2010.

OTERO, M. et al. Monitoring Marine Invasive Species in Mediterranean Marine Protected Areas (MPAs): a strategy and practical guide for managers. **Malaga, Spain: IUCN**, 2013. 136 p.

PADILLA, D. K.; WILLIAMS, S. L. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2(3), p. 131–138, 2004.

PATTENGILL-SEMMENS, C. V.; SEMMENS, B. X. Conservation and management applications of the reef volunteer fish monitoring program. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 81, p. 43–50, 2003.

PAULA, A. F.; CREED, J. C. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. **Bulletin of Marine Science**, v. 74(1), p. 175–183, 2004.

PAULA, A. F.; CREED, J. C. Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, **Brazil. Brazilian Journal of Biology**, v. 65(4), p. 661–673, 2005.

PEREIRA, MARIANA NEGRI. **Histórico de introdução do siri invasor *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) na costa americana: ferramentas moleculares e morfologia comparativa**. Tese (Doutorado em Biologia Comparada) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

RIBEIRO, F. V.; GAMA, B. A. P.; PEREIRA, R. C. Structuring effects of chemicals from the sea fan *Phyllogorgia dilatata* on benthic communities. **PeerJ**, v. 5, p. e3186, 2017.

RICCIARDI, A. Are Modern Biological Invasions an Unprecedented Form of Global Change? **Conservation Biology**, v. 21(2), p. 329–336, 2007.

- RICHARDSON, D. M. et al. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, v. 6, p. 93–107, 2000.
- ROCHA, R. M.; COSTA, L. V. G. Ascidians (Urochordata: Ascidiacea) from Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia. Série Zoológica**, v. 95(1), p. 57–64, 2005.
- ROCHA, R. M.; DIAS, G. M.; LOTUFO, T. M. C. Checklist das ascídias (Tunicata, Ascidiacea) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11(1a), 2011.
- ROCHA, R. M.; KREMER, L. P. Introduced ascidians in Paranaguá Bay, Paraná, southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22(4), p. 1170–1184, 2005.
- ROCHA, R. M. et al. Bivalve cultures provide habitat for exotic tunicates in southern Brazil. **Aquatic Invasions**, v. 4(1), p. 195–205, 2009.
- SAMMARCO, P. W.; ATCHISON, A. D.; BOLAND, G. S. Expansion of coral communities within the Northern Gulf of Mexico via offshore oil and gas platforms. **Marine Ecology Progress Series**, v. 280, p. 129–143, 2004.
- SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3(2), p. 32–49, 2014.
- SAMPAIO, C. L. S. et al. New occurrences of the nonindigenous orange cup corals *Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Scleractinia: Dendrophylliidae) in Southwestern Atlantic. **Check List**, v. 8(3), p. 528–530, 2012.
- SANT'ANNA, B. S. et al. Relative abundance and population biology of the non-indigenous crab *Charybdis hellerii* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in a southwestern Atlantic estuary-bay complex. **Aquatic Invasions**, v. 7(3), p. 347–356, 2012.
- SAVAGE, J. M.; OSBORNE, P. E.; HUDSON, M. D. Effectiveness of community and volunteer based coral reef monitoring in Cambodia. **Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems**, v. 27(2), p. 340–352, 2016.
- SAX, D. F. et al. Ecological and evolutionary insights from species invasions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 22(9), p. 465–471, 2007.
- SCHMELLER, D. S. et al. Advantages of volunteer-based biodiversity monitoring in Europe. **Conservation biology**, v. 23(2), p. 307–316, 2009.
- SCHWINDT, E. et al. Evangelina et al. Marine fouling invasions in ports of Patagonia (Argentina) with implications for legislation and monitoring programs. **Marine environmental research**, v. 99, p. 60–68, 2014.
- SIGNORINI, S. R. A Study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba: part I. a survey of the circulation based on experimental field data. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 29(1), p. 41–55, 1980.

- SILVA, A. G. et al. Expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* into the Tamoios Ecological Station Marine Protected Area, Brazil. **Aquatic Invasions**, v. 6(1), p. S105–S110, 2011.
- SILVA, A. G. et al. Eleven years of range expansion of two invasive corals (*Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*) through the southwest Atlantic (Brazil). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 141, p. 9–16, 2014.
- SILVA, E. C.; BARROS, F. Macrofauna bentônica introduzida no Brasil: Lista de espécies marinhas e dulcícolas e distribuição atual. **Oecologia Australis**, v. 15(2), p. 326–344, 2011.
- SILVERTOWN, J. A new dawn for citizen science. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 24(9), p. 467–471, 2009.
- SIMONE, L. R. L.; GONÇALVES, E. P. Anatomical study on *Myoforceps aristatus*, an invasive boring bivalve in SE Brazilian coast (Mytilidae). **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 46(6), p. 57–65, 2006.
- SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA–SNUC: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. **Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Brasília: MMA, 2011. 76 p.
- SKINNER, L. F.; BARBOZA, D. F.; ROCHA, R. M. Rapid Assessment Survey of introduced ascidians in a region with many marinas in the southwest Atlantic Ocean, Brazil. **Management of Biological Invasions**, v. 7(1), p. 13–20, 2016.
- SKINNER, L. F. et al. Biodiversidade da Baía da Ilha Grande: integrando pesquisa e divulgação científica. In: **Anais Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade**, 5, 2016, Três Rios (RJ), Instituto Três Rios/UFRRJ, p. 282–287.
- SOARES, M. O.; DAVIS, M.; CARNEIRO, P. B. M. Northward range expansion of the invasive coral (*Tubastraea tagusensis*) in the southwestern Atlantic. **Marine Biodiversity**, p. 1–4, 2016.
- SOARES, M. O. et al. Brazilian Marine Animal Forests: A New World to Discover in the Southwestern Atlantic. **Marine Animal Forests**, p. 1–38, 2016.
- SZÉCHY, M. T. M. et al. Levantamento florístico das macroalgas da Baía de Sepetiba e adjacências, RJ: ponto de partida para o Programa GloBallast no Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19(3), p. 587–596, 2005.
- THAPA, B.; GRAEFE, A. R.; MEYER, L. A. Moderator and Mediator Effects of Scuba Diving Specialization on Marine-Based Environmental Knowledge-Behavior Contingency. **The Journal of Environmental Education**, v. 37(1), p. 53–67, 2005.

TAVARES, M.; MENDONGA JR, J. B. *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Brachyura: Portunidae), eighth nonindigenous marine decapod recorded from Brazil. **Crustacean Research**, v. 25, p. 151–157, 1996.

TEIXEIRA, R. M. Bioinvasão Marinha: os bivalves exóticos de substrato consolidado e suas interações com a comunidade receptora. **Oecologia Australis**, v. 14(2), p. 381–402, 2010.

TRICARICO, E.; JUNQUEIRA, A. O. R.; DUDGEON, D. Alien species in aquatic environments: a selective comparison of coastal and inland waters in tropical and temperate latitudes. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 26(5), p. 872–891, 2016.

TWEDDLE, J. C. et al. Guide to citizen science: developing, implementing and evaluating citizen science to study biodiversity and the environment in the UK. **Natural History Museum and NERC Centre for Ecology & Hydrology**, 2012. 29 p.

TYRRELL, M. C.; BYERS, J. E. Do artificial substrates favor nonindigenous fouling species over native species? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 342(1), p. 54–60, 2007.

VANN-SANDER, S.; CLIFTON, J.; HARVEY, E. Can citizen science work? Perceptions of the role and utility of citizen science in a marine policy and management context. **Marine Policy**, v. 72, p. 82–93, 2016.

VASCONCELOS, M. A.; SCHUBART, C. L. Q.; SZÉCHY, M. T. M. Temporal variation in vegetative development of *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta) from Baleia beach, Ilha Grande Bay (Rio de Janeiro, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 59(2), p. 145–152, 2011.

WARD-PAIGE, C. A.; LOTZE, H. K. Assessing the value of recreational divers for censusing elasmobranchs. **PLoS One**, v. 6(10), p. e25609, 2011.

WILLIAMS, J. L. et al. Effectiveness of recreational divers for monitoring sea turtle populations. **Endangered Species Research**, v. 26, p. 209–219, 2015.

ZAMPROGNO, G. C.; FERNANDES, L. L.; FERNANDES, F. C. Spatial variability in the population of *Isognomon bicolor* (CB Adams, 1845) (Mollusca, Bivalvia) on rocky shores in Espírito Santo, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58(1), p. 23–29, 2010.

## 7 ANEXO

○

**Guia de identificação de espécies exóticas invasoras marinhas da Baía de Ilha Grande, RJ.**



**Coral-Sol**  
*Tubastraea coccinea*





**Coral-Sol**  
*Tubastraea tagusensis*





**Ofiuroide Amarelo**  
*Ophiothela mirabilis*





**Ascidia Maria Mijona**  
*Styela plicata*



apoio:



Anexo A – Prancheta (frente) utilizada pelos mergulhadores para identificação das espécies exóticas invasoras marinhas em campo.



## Guia de identificação de espécies exóticas invasoras marinhas da Baía de Ilha Grande, RJ.

### Ostra

*Isognomon bicolor*



### Mexilhão tesoura

*Myoforceps aristatus*



### Siri-de-espinho

*Charybdis hellerii*



Espécies invasoras são aquelas que conseguem se estabelecer no ambiente e apresentam o potencial de ocupar grandes áreas, podendo causar prejuízos e impactos ambientais, sociais e/ou econômicos.

Ao encontrar alguma destas espécies, anote o local que encontrou e, se possível, anote as coordenadas, tire uma foto e envie para o e-mail: [projeto.eclipse.tamoios@gmail.com](mailto:projeto.eclipse.tamoios@gmail.com)

### Alga

*Caulerpa scalpelliformis*



**Fotos:**  
 Adriana Gomes; Alexandre Ornellas;  
 Alvaro Migotto; André Breyes; David  
 Mailhead; Isabela Vistue; João Paulo  
 Cauduro Filho; Luis Felipe Skinner; Luiz  
 Fernando Cassina; Maria Teresa Széchy;  
 Ricardo Araújo; Ron Yeo.

Anexo B – Prancheta (verso) utilizada pelos mergulhadores para identificação das espécies exóticas invasoras marinhas em campo.

## 8 APÊNDICE

Apêndice A – Descrição das espécies exóticas invasoras marinhas que foram utilizadas no estudo na Baía da Ilha Grande.

Filo	Chlorophyta	Arthropoda	Mollusca	Mollusca	Echinodermata	Chordata	Cnidaria
Espécie	<i>Caulerpa scalpelliformis</i>	<i>Charybdis hellerii</i>	<i>Isognomon bicolor</i>	<i>Myoforceps aristatus</i>	<i>Ophiothela mirabilis</i>	<i>Styela plicata</i>	<i>Tubastraea spp.</i>
Lugar de origem	Oceano Indo-Pacífico.	Oceano Indo-Pacífico.	Região do Caribe.	Região do Caribe.	Oceano Pacífico.	Origem desconhecida, mas pode ter surgido na região ao norte do Hemisfério.	Oceano Indo-Pacífico.
Primeiro registro no Brasil	Em 1965 na região tropical da costa brasileira.	Em 1995 na Baía de Guanabara, estado do Rio de Janeiro.	Em 2002 na região de São Sebastião, estado de São Paulo, toda região sudeste e parte da região sul.	Em 2006 nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo.	Em 2000 na Ilha do Pai, estado do Rio de Janeiro.	Em 1883 no estado do Rio de Janeiro.	Em 2004 na Baía da Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro.
Vetores responsáveis pela introdução	Navegação (incrustado em casco de navios e objetos flutuantes) e aquariorfilia ou aquarismo.	Navegação (água de lastro) e correntes marinhas.	Navegação (incrustado em plataforma de petróleo e água de lastro) e correntes marinhas.	Navegação (incrustado em casco de navios e água de lastro) e aquicultura.	Navegação (incrustado em casco de navios e água de lastro).	Navegação (incrustado em casco de navios), aquicultura e correntes marinhas.	Navegação (incrustado em plataformas de petróleo e casco de navios).
Distribuição geográfica no Brasil	Estados do Piauí ao Rio de Janeiro.	Estados do Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná.	Estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.	Estados do Ceará, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina.	Estados de Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina.	Estados de Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina.	Estados do Ceará, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina.
Referências	JOLY et. al., 1965; MITCHELL et. al., 1990; NUNES, 1998; FALCÃO; SZÉCHY, 2005; VASCONCELOS; SCHUBART; SZÉCHY, 2011.	TAVARES; MENDONGA JR, 1996; MANTELATTO; DIAS, 1999; MANTELATTO; GARCIA, 2001; FERREIRA et. al., 2001; BEZERRA; ALMEIDA, 2005; FRIGOTTO; SERAFIM-JUNIOR, 2007; SILVA; BARROS, 2011; MUSIELLO-FERNANDES; VILAR; ROSA, 2011; SANT'ANNA et. al., 2012; PEREIRA, 2016.	DOMANESCHI; MARTINS, 2002; OLIVEIRA; CREED, 2008; HENRIQUES; CASARINI, 2009; BREVES-RAMOS et. al., 2010; ZAMPROGNO; FERNANDES; FERNANDES, 2010.	SIMONE; GONÇALVES, 2006; AGUDO-PADRÓN, 2011; CAVALLARI; GONÇALVES; AMARAL, 2012; BREVES-RAMOS et. al., 2016.	HENDLER et. al., 2012; MANTELATTO et. al., 2016; RIBEIRO; GAMA; PEREIRA, 2017.	MILLAR, 1958; MAYER-PINTO; JUNQUEIRA, 2003; LAMBERT, 2005; ROCHA; COSTA, 2005; ROCHA; KREMER, 2005; FARRAPEIRA et. al., 2007; BARROS; ROCHA; PIE, 2009; ROCHA et. al., 2009; MARINS et. al., 2010; ROCHA; DIAS; LOTUFO, 2011; BOUZON; BRANDINI; ROCHA, 2012; SKINNER; BARBOZA; ROCHA, 2016.	CASTRO; PIRES, 2001; PAULA; CREED, 2004, 2005; MANTELATTO et. al, 2011; SILVA et. al., 2011; SAMPAIO et. al., 2012; COSTA et. al., 2014; MIRANDA et. al., 2016; SOARES; DAVIS; CARNEIRO, 2016; CREED et. al., 2017b; LUZ; KITAHARA, 2017.

**NOME DA OPERADORA:**

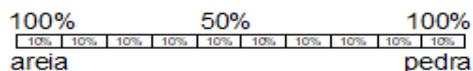
\_\_\_\_\_

**PERFIL DO MERGULHADOR:****Sexo:** ( ) masculino; ( ) feminino.**Idade:** ( ) anos.**Há quanto tempo mergulha?** \_\_\_\_\_**Frequência com que mergulha:**

( ) vezes ao mês; ( ) vezes ao ano.

**Curso(s) de mergulho que possui?**

( ) básico; ( ) avançado; ( ) outros cursos.

**SOBRE O MERGULHO:****Duração do mergulho:** \_\_\_\_\_ (min).**Local do Mergulho (nome do ponto de mergulho):** \_\_\_\_\_**A que profundidade foi o mergulho:** \_\_\_\_\_ (metros).**Tipo de fundo (assinale na reta como era o fundo do local):****Quais espécies foram avistadas?****Coral sol (laranja):**

( ) não avistou; ( ) avistou.

**Coral sol (amarelo):**

( ) não avistou; ( ) avistou.

**Ofiuroide amarelo:**

( ) não avistou; ( ) avistou.

**Ascidia maria mijona:**

( ) não avistou; ( ) avistou.

**Ostra invasora:**

( ) não avistou; ( ) avistou.

**Mexilhão tesoura:**

( ) não avistou; ( ) avistou.

**Siri de espinho:**

( ) não avistou; ( ) avistou.

**Alga invasora:**

( ) não avistou; ( ) avistou.

**Já mergulhou neste lugar?**

( ) sim; ( ) não.

Quando? (mês /ano ).

**Se a resposta for sim: Já havia visto algumas dessas espécies aqui antes?**

( ) sim; ( ) não; ( ) não lembro.

**Você sabe o que é uma espécie exótica invasora marinha?**

( ) sim; ( ) não.

O que é? \_\_\_\_\_

Apêndice B – Questionário distribuído aos mergulhadores para avaliar seu perfil e as espécies exóticas invasoras marinhas avistadas.

**QUESTIONÁRIO PARA OPERADORA DE MERGULHO**

Nome da operadora: \_\_\_\_\_

Responsável pela operação: \_\_\_\_\_

Número de pessoas por saída: \_\_\_\_\_

Data da saída de mergulho: \_\_\_\_\_

**INFORMAÇÕES SOBRE OS MERGULHOS (favor preencher um ponto para cada local de mergulho do mesmo dia):****PONTO 1:**

Nome do ponto de mergulho: \_\_\_\_\_

Latitude e longitude: \_\_\_\_\_

Tempo de mergulho: \_\_\_\_\_

**PONTO 2:**

Nome do ponto de mergulho: \_\_\_\_\_

Latitude e longitude: \_\_\_\_\_

Tempo de mergulho: \_\_\_\_\_

**PONTO 3:**

Nome do ponto de mergulho: \_\_\_\_\_

Latitude e longitude: \_\_\_\_\_

Tempo de mergulho: \_\_\_\_\_

**PONTO 4:**

Nome do ponto de mergulho: \_\_\_\_\_

Latitude e longitude: \_\_\_\_\_

Tempo de mergulho: \_\_\_\_\_

**PONTO 5:**

Nome do ponto de mergulho: \_\_\_\_\_

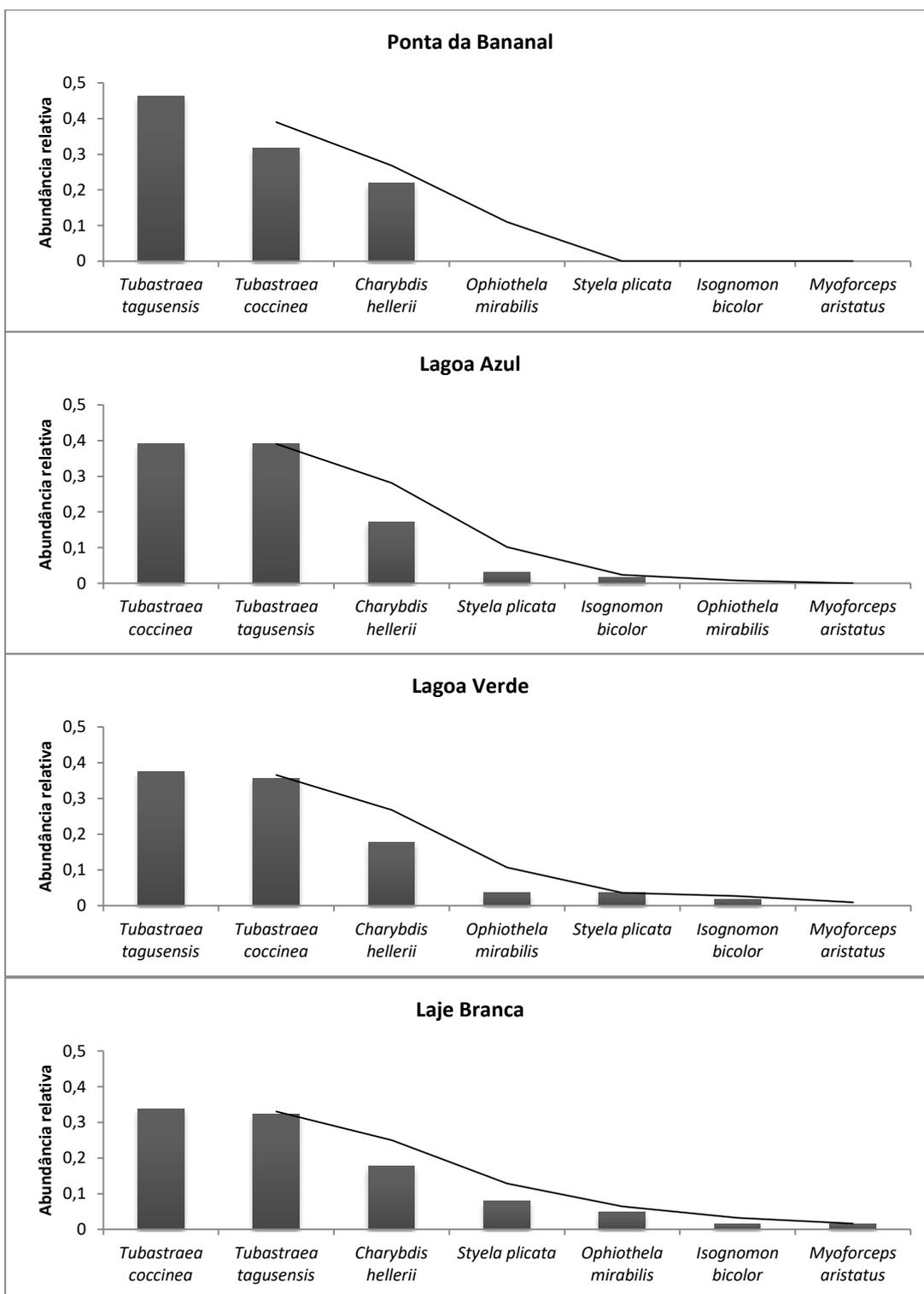
Latitude e longitude: \_\_\_\_\_

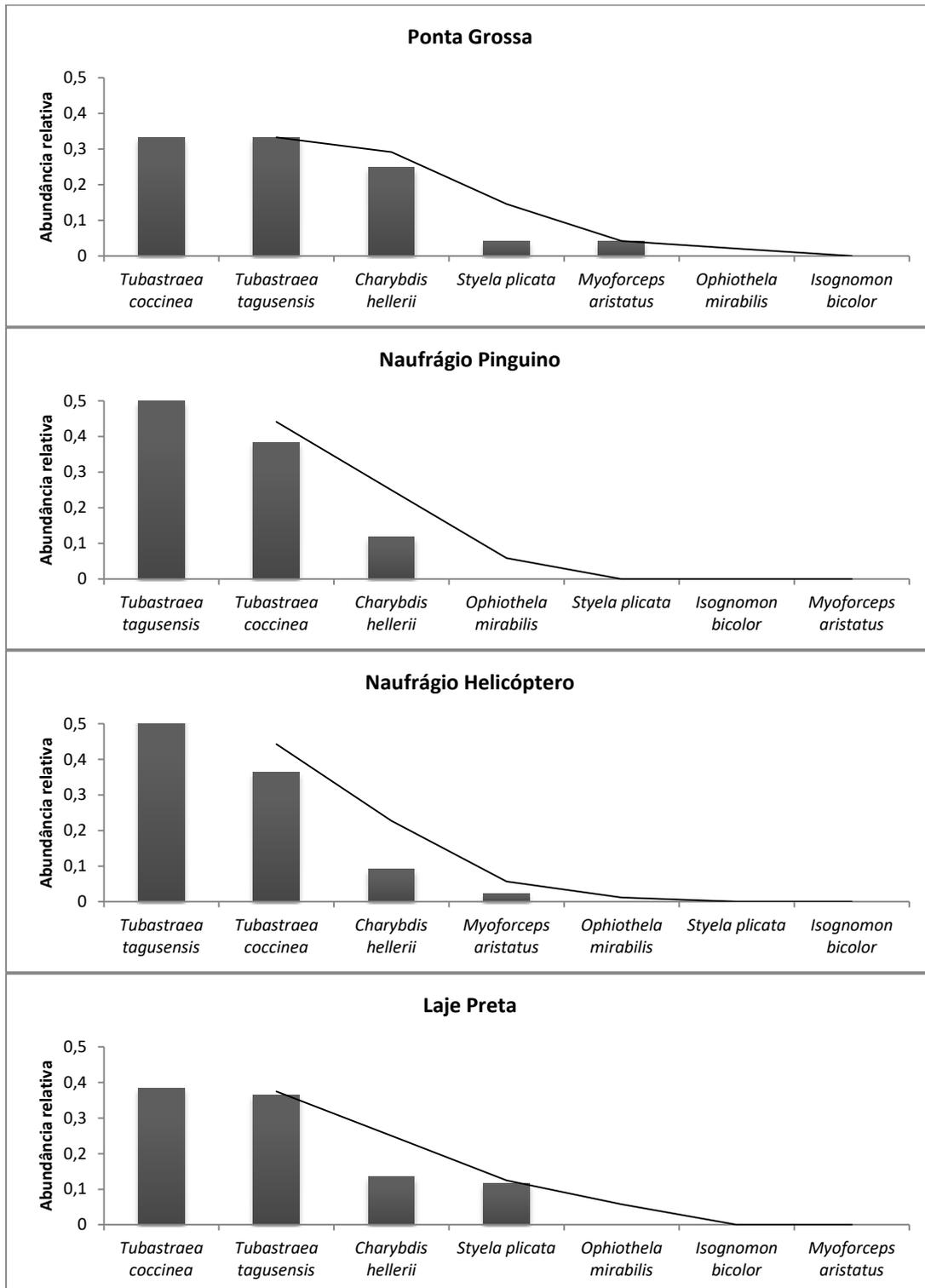
Tempo de mergulho: \_\_\_\_\_

Apêndice C – Questionário utilizado pela operadora de mergulho com informações sobre o mergulho e sua localização.

Apêndice D – Dados compilados do número de mergulhadores (sem e com prancheta), gênero e experiência de mergulho.

LOCAL	PRANCHETA		SEXO		EXPERIÊNCIA			
	SEM	COM	MASCULINO	FEMININO	1 a 30	31 a 60	61 a 100	>101
Ponta do Bananal	10	11	17	4	9	3	1	8
Lagoa Verde	11	12	18	5	16	2	0	5
Laje Branca	12	11	19	4	9	5	0	9
Lagoa Azul	12	13	19	6	15	5	3	2
Ponta Grossa	13	12	22	3	13	5	1	6
Naufração Pinguino	11	10	17	4	14	4	1	2
Naufração Helicóptero	13	12	20	5	18	4	0	3
Laje Preta	10	10	12	8	16	2	1	1
TOTAL	92	91	144	39	110	30	7	36





Apêndice E – Abundância relativa das espécies exóticas invasoras marinhas encontradas nos oito locais de estudo na Baía da Ilha Grande (espécies ranqueadas das mais comuns para as mais raras).

Apêndice F – Descrição dos ambientes habitados e as características das oito espécies exóticas invasoras marinhas analisadas no estudo.

Espécie	Ambiente	Características que facilitam ou dificultam o reconhecimento	Referências
<b><i>Caulerpa scalpelliformis</i></b>	Podem ser encontradas tanto em substratos não consolidados (arenoso) como consolidados (costão rochoso) e em diferentes profundidades. Estes organismos podem ser vistos em ambientes com constante descarga de esgoto onde há grande quantidade de nutrientes. Este organismo costuma habitar ambientes próximos à costa de Angra dos Reis.	A Baía da Ilha Grande contem aproximadamente 250 espécies de macroalgas, este grande número diferenciado de espécies pode dificultar e/ou confundir.	VASCONSELOS; SZÉCHY; SCHUBART, 2011; FALCÃO; SZÉCHY, 2005; SKINNER et al. 2016.
<b><i>Charybdis hellerii</i></b>	Podem ser encontrados em substratos consolidados e não consolidados, geralmente na zona entremarés, mas também são capazes de habitar ambientes com profundidade de 47 metros.	Além de esses organismos estarem sempre em movimento e viverem em ambientes protegidos (debaixo de rochas e tocas), também se assemelham muito aos siris nativos.	MANTELATTO; GARCIA, 2001; FRIGOTTO; SERAFIM-JUNIOR, 2007; MELO, 2008.
<b><i>Isognomon bicolor</i></b>	São considerados organismos característicos de substrato consolidado. Podem ser encontrados em poças de maré na zona supralitoral, nos costões rochosos (locais com baixo impacto de ondas) do mediolitoral e até sete metros de profundidade na zona infralitoral.	Essa espécie foi inicialmente identificada de forma errada. As características externas de sua concha fazem com que se assemelhem com outros organismos bivalves.	TEIXEIRA et al., 2010; DOMANESCHI; MARTINS, 2002.
<b><i>Myoforceps aristatus</i></b>	São considerados organismos característicos de substrato consolidado. Podem ser encontrados as margens dos costões rochosos, na região entremarés habitando a zona supralitoral.	A zona supralitoral é um ambiente onde podemos encontrar vários organismos que se assemelham fisicamente ao <i>M. aristatus</i> .	BREVES-RAMOS et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2010.
<b><i>Ophiothela mirabilis</i></b>	Bioinvasor que se associa a outros organismos marinhos (esponjas, cnidários, acídias, equinodermos, algas, briozoários e cavalos marinhos) usando-os como suporte. Pode ser encontrado em profundidades de até 6 metros.	São organismos extremamente pequenos (2 mm de diâmetro do disco oral e até 10 mm de comprimento dos braços).	MANTELATTO et al., 2016; RIBEIRO; GAMA; PEREIRA, 2017.
<b><i>Styela plicata</i></b>	Podem ser encontradas em altas densidades, frequentemente em substratos artificiais do infralitoral (pilares de cais, estruturas submersas utilizadas para aquicultura).	Grande parte das ascídias são consideradas crípticas (incluindo a <i>Styela plicata</i> ), por esse motivo são organismos que podem ser confundidos com outras espécies da região.	ROCHA; COSTA, 2010; ROCHA; DIAS; LOTUFO, 2011; SKINNER; BARBOZA; ROCHA, 2016; SOARES et al, 2016.
<b><i>Tubastraea spp.</i></b>	Podem ser encontrados em substratos consolidados naturais ou artificiais, desde a zona supralitoral ao infralitoral em profundidades de 0,5 a 17 metros.	As espécies <i>Tubastraea coccinea</i> e <i>T. tagusensis</i> são organismos que se destacam pelas suas cores vibrantes, porém, podem ser confundidas entre si.	SAMMARCO; ATCHISON; BOLAND, 2004; PAULA; CREED, 2005; MANTELATTO et al., 2011; MANGELLI; CREED, 2012.

Apêndice G – Valores referentes às variáveis (resposta e explicativa) e a família utilizada para análise do modelo.

Variável resposta	Variável explicativa	Distribuição de erro	gl	Deviance/F	<i>P</i>
	Mergulhadores voluntários	Quasi-poisson	1	0.1290	0.58
	Sexo	Quasi-poisson	1	0.3301	0.38
	Idade	Quasi-poisson	1	0.2630	0.43
Número de espécies exóticas	Mergulho anterior?	Quasi-poisson	1	0.5509	0.26
	Experiência de mergulho	Quasi-poisson	3	8.1278	<0.0001*
	Tempo de mergulho	Quasi-poisson	1	5.5321	0.0003*
	Local do mergulho	Quasi-poisson	7	13.1326	0.0003*
	Experiência/Local	Quasi-poisson	18	8.6606	0.4
	Voluntários/Experiência/Local	Quasi-poisson	9	5.4118	0.2

\*Diferenças significativas entre os valores das variáveis.