



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FABIOLA SEABRA MACHADO

**ICTIOFAUNA DE POÇAS DE MARÉ DO BRASIL: PADRÕES LATITUDINAIS**

BELÉM, PA  
2013

FABIOLA SEABRA MACHADO


**ICTIOFAUNA DE POÇAS DE MARÉ DO BRASIL: PADRÕES LATITUDINAIS**

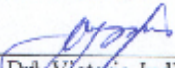
Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de mestre Ecologia Aquática e Pesca


**Orientador:**

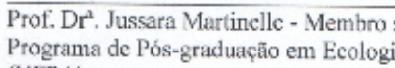
  
Prof. Dr. Tommaso Giarrizzo

**Banca examinadora:**

  
Dr. Raphael Mariano Macieira – Membro titular  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

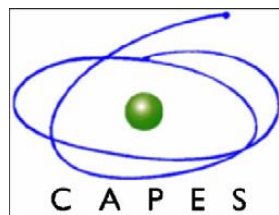
  
Prof. Dr. Victoria Judith Isaac Nahum – Membro titular  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca - PPGEAP  
(UFPA)

  
Prof. Dr. Bianca Bentes da Silva – Membro titular  
Universidade Federal do Pará (UFPA)

  
Prof. Dr. Jussara Martinelle - Membro suplente  
Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca - PPGEAP  
(UFPA)

BELÉM, PA  
2013

APOIO



*Dedico aos meus pais Narciso Machado e  
Suely Seabra e aos meus irmãos Diogo e  
Fabiany. Por todo incentivo, carinho e  
compreensão. Muito Obrigada!!*

## AGRADECIMENTOS

Elaborar uma dissertação de mestrado é trabalhar em conjunto com uma equipe competente e sólida. Ao longo desses dois anos, diversas foram as pessoas que contribuíram para a concretização dessa pesquisa.

Agradeço primeiramente a *Deus* pela vida e sabedoria que me proporcionou até aqui.

A minha mãe *Suely Seabra* pela minha vida e a sua dedicação em me educar, sempre me apoiando e ajudando em todos os momentos da minha vida. Ao meu pai *Narciso Machado* e aos meus irmãos *Diogo* e *Fabiany Machado* pelos seus conselhos e pela amizade e companheirismo ao longo de nossas vidas. Vocês são os responsáveis por tudo que eu conquistei.

Ao meu orientador *Dr. Tommaso Giarrizzo* por ter acreditado nesse projeto de pesquisa, pelos conselhos, apoio, paciência e orientação, ao longo destes anos, em especial na ajuda neste trabalho.

Ao amigo *Rory Romero* dedico este trabalho pela sua árdua ajuda em campo, por todos os riscos de vida que correu durante a realização do campo. Desde os riscos de acidentes de carro até aos de ataque de tubarão, muitíssimo obrigada! Ao também amigo *Douglas Bastos* que sempre que possível contribuiu nas coletas. Além disso, pelo incentivo e contribuições que juntamente com *Marcelo Andrade*, ambos, sempre me proporcionaram.

A todos os membros do Grupo de Ecologia Aquática e Pesca (*Alan, Sarita, Alejandro, Alexandra*, ainda não mencionados nesta dedicatória) por todos os ensinamentos ao longo destes anos trabalho, pela amizade, incentivo e contribuições sempre visando a minha evolução pessoal e profissional.

Ao querido *Alfredo Carvalho* sempre disponível para me ajudar nas dúvidas com a identificação das espécies de peixes.

Aos membros da banca *Dra. Victoria Judith, Dra. Bianca Bentes* e *Dr. Raphael Macieira* (membros titulares) e a *Dra. Jussara Martinelli* (membro suplente) por aceitarem avaliar esse trabalho e pelas contribuições sempre bem vindas.

Aos Alunos de iniciação científica (*Diego, Arianderson, Lucas, Tulio, Thayara, Nayara, Silvia, Pedro, Luciula, Juliana, Beatriz*) pela dedicação e incentivo diário para a conclusão deste trabalho.

A CAPES pela concessão da Bolsa de estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, que através de seus doutores contribuíram para o meu aprendizado profissional. Aos meus amigos da minha turma de mestrado (*Ana Paula, Aline, Carol Fidelis, Carol Borges, Celly, Dani, Jeronimo, Marllen, Rafael, Valdimeire*) que sempre me apoiaram, incentivaram e nos momentos mais difíceis estiveram presentes.

E a todos que não citei neste agradecimento, no entanto contribuíram para a realização desta dissertação.

## RESUMO

Os padrões de distribuição espacial da fauna terrestre e aquática podem ser modulados por diversos fatores ambientais de escala regional e/ou local. As variáveis ambientais, como, por exemplo, a temperatura e a latitude, normalmente, explicam padrões de distribuição de espécies com elevada mobilidade e com ampla distribuição, como os peixes. O presente estudo teve como objetivo investigar os processos de distribuição da ictiofauna de poças de maré em substrato rochoso, entre as latitudes 00° e 22°S, em um trecho de 4.900 km do litoral Brasileiro. Um total de 21 locais de coleta foram amostrados utilizando um protocolo padronizado. Com base em características ambientais, a área de estudo foi dividida em quatro regiões, sendo estas: Estuário Amazônico (EA), Manguezal do Norte (MN), Nordeste Semiárido (NS) e Atlântico Tropical (AT). Em cada local, durante o período de maré baixa, foram escolhidos, aleatoriamente, oito poças de maré, totalizando 168 amostras. Adicionalmente, foi mensurado um total de 32 variáveis ambientais, sendo subdivididas em quatro categorias: ambiental, geográfica, substrato e paisagem. Um total de 5.113 espécimes de peixes, distribuídos em 30 famílias e 74 espécies foram capturados. A composição da ictiofauna variou entre as regiões e os locais, sendo que entre os locais houve uma maior variabilidade. As categorias de paisagem e substrato foram as que melhor explicaram os padrões de distribuição espacial da fauna de peixe, com 25% e 19% da variação da composição da fauna explicada. Um total de 19 variáveis ambientais influenciou na distribuição da ictiofauna entre as latitudes 00° a 22°S. As variáveis: tamanho da plataforma continental, porcentagem da cobertura algal, orientação do afloramento rochoso (razão Ortogonal -  $L_1$ /Paralelo -  $L_2$ ) e a amplitude de maré foram as variáveis que melhor explicaram a distribuição espacial da ictiofauna. Ao longo do litoral, a riqueza relativa da ictiofauna ( $n^\circ$  de espécies/ $m^3$ ) apresentou uma relação positiva com o tamanho da plataforma continental. A espécie com maior distribuição foi *Bathygobius soporator*, ocorrendo em 19 dos 21 locais amostrados. A distribuição geográfica de *Lupinoblennius paivai* foi estendida, ao norte, em 3.030 km. Para seis espécies de peixes foi determinado pela primeira vez as relações de peso-comprimento e comprimento-comprimento. Os resultados deste estudo indicam que a composição da ictiofauna de poças de maré, entre as latitudes 00° e 22°S, possui tanto variabilidade local quanto entre as biorregiões.

Palavras-chave: distribuição, latitude, riqueza, assembleia de peixes.

## ABSTRACT

Spatial distribution patterns of terrestrial and aquatic fauna can be influenced by several regional and local environmental factors. The environmental variables (e.g., temperature), usually, explain patterns of highly mobile species distribution and widely distributed as fish, but other environmental variables also interfere with the landscape distribution of fish species in different geographic scales. The present study aimed to investigate the processes of distribution of the fish fauna of tidepools with rocky substrate, between latitudes 00° and 22°S, in a stretch of 4,900 km from the coast of Brazil. Twenty-one sites were sampled with a standardized collection protocol. At each site, during low tide, were chosen randomly eight tidepools, totaling 168 samples. Based on environmental characteristics, the study area was divided into four bioregions, these being: Amazon Estuary (AE), Mangrove North (NM), Semiarid Northeast (NS) and Tropical Atlantic (TW). A total of 5,113 specimens of fish, distributed in 30 families and 74 species were captured. The composition of the fish fauna varied between bioregions and locations sampled, and between sites there was higher variability. The environmental categories that best explained the distribution of fish populations were the landscape (25% of the variation in faunal composition explained) followed by substrate (19%). A total of 19 environmental variables influenced the distribution of fish populations between latitudes 00° to 22°S. Variables: size of the continental shelf, % algal cover, the orientation of the rocky outcrop and tidal range were those that most contributed in the distribution of the fish fauna. Along the coast, the relative abundance of fish populations ( $n^{\circ}$  species/m<sup>3</sup>) showed a positive relationship with the size of the continental shelf. The species *Bathygobius soporator* obtained a wide distribution, occurring in 19 of the 21 sites sampled. *Lupinoblennius paivai* extended its occurrence record in 3,030 km. For six species of fish were determined for the first time the relationship of weight-length and length-length. The results of this study indicate that the composition of the fish fauna of tidepools, between latitudes 00° and 22°S, has a local variability and between bioregions.

Keywords: distribution, latitude, richness, fish assemblage.

## SUMÁRIO

<b>1. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>11</b>
2.1. INTRODUÇÃO.....	12
2.2. OBJETIVOS.....	16
<b>2.2.1. Objetivo geral.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
2.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	17
<b>3. CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>22</b>
<b>EFEITO DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS LOCAIS E REGIONAIS NA ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES EM POÇAS DE MARÉ NO LITORAL DO BRASIL: UMA ANÁLISE LATITUDINAL .....</b>	<b>22</b>
3.1. RESUMO .....	23
3.2. INTRODUÇÃO.....	24
3.3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
<b>3.3.1. Área de estudo.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.2. Desenho amostral.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.3. Métodos de amostragem .....</b>	<b>29</b>
3.3.3.1. Dados ambientais.....	30
3.3.3.2. Captura da ictiofauna.....	31
3.3.3.3. Análises estatísticas .....	31
3.4. RESULTADOS .....	33
<b>3.4.1. Variáveis ambientais .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2. Composição de espécies.....</b>	<b>36</b>
<b>3.4.3. Relação entre a assembleia de peixes e variáveis ambientais .....</b>	<b>46</b>
3.5. DISCUSSÃO .....	48
<b>3.5.1. Padrões biogeográficos.....</b>	<b>48</b>
<b>3.5.2. Relação entre a riqueza e a latitude .....</b>	<b>50</b>
<b>3.5.3. Variabilidade regional vs. local .....</b>	<b>50</b>
<b>3.5.4. Efeito das variáveis ambientais na estruturação da ictiofauna.....</b>	<b>51</b>
3.6. CONCLUSÃO.....	52
3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA .....	53
<b>4. CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>59</b>



<b>AMPLIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO BLENNIUS LUPINOBLENNIUS PAIVAI (PINTO, 1958) (PERCIFORMES, BLENNIIDAE), UM NOVO REGISTRO PARA O ESTUÁRIO AMAZÔNICO .....</b>	<b>59</b>
4.1. RESUMO .....	60
4.2. INTRODUÇÃO.....	61
4.3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	61
4.4. RESULTADOS .....	63
4.5. DISCUSSÃO .....	64
4.6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS .....	64
<b>5. CAPÍTULO 4.....</b>	<b>66</b>
<b>LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS FOR BRAZILIAN ROCKPOOL FISHES ALONG A LATITUDINAL GRADIENT .....</b>	<b>66</b>
5.1. SUMMARY .....	67
5.2. INTRODUCTION .....	68
5.3. MATERIAL AND METHODS.....	68
5.4. RESULTS AND DISCUSSION.....	69
5.5. ACKNOWLEDGEMENTS .....	70
5.6. REFERENCES .....	70
<b>6. CAPÍTULO 5.....</b>	<b>84</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>84</b>

## 1. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

---

A dissertação intitulada **Ictiofauna de poças de maré do Brasil: padrões latitudinais** foi elaborada no âmbito do Programa de Pós Graduação em Ecologia Aquática e Pesca – PPGEAP em formato de capítulos. Um total de cinco capítulos foi redigido para compor a estrutura desta dissertação. Destes capítulos, três são artigos científicos, um capítulo introdutório e um conclusivo. Os artigos científicos serão submetidos a revistas internacionais de cunho ecológico ou áreas afins, exceto um que já foi submetido para a revista internacional *Journal of Applied Ichthyology*.

O primeiro capítulo (C1) é um texto integrador, onde se apresenta uma introdução geral sobre o tema abordado nesta dissertação, explanando a importância do conhecimento dos processos de distribuição da ictiofauna em diferentes escalas espaciais e da ocupação dos peixes em poças de maré. Adicionalmente, são elencados os objetivos da dissertação e descritas às metodologias gerais para obtenção dos resultados apresentados nos demais capítulos.

O segundo capítulo (C2), intitulado de **Efeito dos processos ecológicos locais e regionais na estrutura das assembleias de peixes em poças de maré no litoral do Brasil: uma análise latitudinal**, apresenta o padrão de distribuição da fauna de peixes de poças de maré em diferentes escalas espaciais, entre as latitudes 00° e 22°S, assim como avalia os efeitos das variáveis ambientais na distribuição da ictiofauna entre as latitudes. Ao longo dos 4.900 km de costa amostrada é proposta uma divisão da província brasileira em quatro regiões para fauna de peixes de poças de maré.

O terceiro capítulo (C3) intitulado **Ampliação da distribuição geográfica do *Blennius Lupinoblennius paivai* (Pinto, 1958) (Perciformes, Blenniidae), um novo registro para o estuário amazônico**, evidencia a ampliação da distribuição de *L. paivai* em 3.030 km ao longo da costa do Brasil. O registro de ocorrência desta espécie restringia-se ao litoral sul e sudeste do Brasil. Com o presente estudo obteve-se o novo registro na região norte do Brasil. Este capítulo possui uma versão preparada em formato de artigo científico cujo título é **Range extension of the elusive blenny *Lupinoblennius paivai* (Pinto, 1958) (Perciformes, Blenniidae) with new records from the Amazonian estuary** e será submetido para a revista *Journal of Applied Ichthyology*.

O quarto capítulo (C4) intitulado **Length-weight and length-length relationships for Brazilian rockpool fishes along a latitudinal gradient**, apresentou 67 relações de peso-

comprimento (LWR) e comprimento-comprimento (LLR) de 19 espécies de peixes capturados em poças de maré, ao longo de 4.900 km da costa brasileira, entre as latitudes 00° e 22°S. Para seis espécies de peixes é a primeira referência disponível para LLR e LWR. Este artigo foi submetido para *Journal of Applied Ichthyology* no mês de maio de 2013.

No quinto capítulo (C5) são apresentadas às conclusões e perspectivas gerais desta dissertação.

## **2. CAPÍTULO 1**

---

### **INTRODUÇÃO GERAL**

## 2.1. INTRODUÇÃO

A busca pela compreensão dos padrões de distribuição espacial de organismos aquáticos e terrestres em distintas escalas geográficas tem sido discutido em diversas regiões do mundo com objetivo de proporcionar o conhecimento científico e de prever impactos ambientais de origem natural e/ou antrópica (BROWN et al., 2012). Os processos relacionados a distribuição espacial de diferentes táxons, em uma ampla escala geográfica, são bastante complexos e que podem ser determinantes na estrutura das comunidades biológicas (TOMANEK; HELMUTH, 2002; PONDELLA II et al., 2005). Estudos demonstram que a riqueza das espécies tem uma relação inversa com a latitude, apresentando, portanto um maior número de espécies nas baixas latitudes (BEGON et al., 2006; MORRISON; SANDY, 2011; GRAY; ELLIOT, 2009). No entanto, pouco se conhece a cerca dos fatores que influenciam na distribuição das espécies terrestres e aquáticas (WILLIG et al., 2003).

Várias hipóteses buscam explicar a distribuição das espécies em diferentes escalas espaciais, sendo baseadas nas mudanças das variáveis ambientais, área geográfica, entre outros (PIANKA, 1966; ROHDE, 1992; KAUFMAN, 1995). Adicionalmente, os padrões de distribuição também estão relacionados à interação de processos ecológicos regionais (ANGERMEIR; WINSTON, 1998; WITMAN et al., 2004) e locais (SILBERSCHBEIDERA; BOOHA, 2001; PULGAR; BOZINOVIC, 2005). Padrões de distribuição em diferentes escalas espaciais têm sido registrados para diversos táxons: plantas (e.g. TOMASETTO et al., 2013), algas (e.g. SALES et al., 2012), invertebrados (e.g. AZOVXKY et al., 2012), peixes (e.g. FLOETER et al., 2008), aves (e.g. KOLEFF; GASTON, 2002), mamíferos (e.g. WILLIG; SELCE, 1989), e para outros organismos aquáticos e terrestres (CLARLKE; LIDGARD, 2000; RIVADENEIRA et al., 2002; BLACHETTE et al., 2008; TERLIZZI et al., 2007; LAMBSHEAD et al., 2000).

Nos ecossistemas marinhos distintas regiões biogeográficas têm sido identificadas com o intuito de explicar os padrões de distribuição dos organismos aquáticos (SPALDING et al., 2007). Estas regiões biogeográficas distinguem-se através de fatores oceanográficos, padrões de composição das espécies, fatores ambientais, entre outros (SPALDING et al., 2007; FLOETER; GASPARINI, 2000). No Atlântico ocidental a forte influencia da bacia amazônica na zona costeira atua como uma barreira geográfica separando a região do Caribe com a porção do Atlântico sul (SPALDING et al., 2007; SPALDING et al., 2008). Sendo que nesta região do atlântico sul compreende a província brasileira que é delimitada entre o leste do delta amazônico (Norte do Brasil) até o estado de Santa Catarina (sul do Brasil) (BRIGGS;

BOWEN, 2012). Esta ampla extensão de costa com aproximadamente 6.123 km, entre as latitudes 4°N e 29°S, sofre influência de distintos fatores ambientais e abriga uma diversidade de ecossistemas marinhos (e.g. ilhas oceânicas e recifes rochosos) (CIMA, 1991). Por isso, a região tropical do atlântico sul tem despertado o interesse de vários pesquisadores na tentativa de compreender processos de distribuição, principalmente em organismos com elevada mobilidade como os peixes (FLOETER; GASPARINI, 2000; FLOETER et al., 2001; FERREIRA et al., 2004; FLOETER et al., 2008).

Nos diferentes ecossistemas encontrados na província brasileira, padrões de distribuição da ictiofauna têm sido evidenciado para as ilhas oceânicas, recifes e estuários. Nestes ecossistemas, os padrões de distribuição espacial estão relacionados a variáveis ambientais (e.g. temperatura) e a capacidade de dispersão das espécies de peixes (FLOETER; GASPARINI, 2000; FLOETER et al., 2001; VILAR et al., 2013). No entanto, em habitats dinâmicos e produtivos como a zona de entremarés pouco se conhece a cerca da distribuição da ictiofauna numa ampla escala geográfica.

A zona de entremarés compreende a faixa de transição entre o ambiente terrestre e marinho, sendo considerada como um ambiente complexo e estressante uma vez que os organismos devem tolerar variações ambientais (e.g. temperatura e salinidade) diárias conforme os ciclos de maré (GRIFFITHS et al., 2003; DAY, 2006;). Além disso, as áreas de entremarés são sensíveis e fortemente sujeitas a impactos ambientais (THOMPSON et al., 2002; STALLINGS, 2009). No litoral do Brasil, diferentes ecossistemas são encontrados nesta zona de entremarés, como por exemplo: poças de maré, recifes, manguezais, praias arenosas, planície lamosa, manguezal, costão rochoso. As poças de maré são depressões e/ou cavidades formadas durante a maré baixa, onde a água fica represada sem conexão direta com o mar (ZANDER et al., 1999). A sua morfologia pode variar quanto a área, o volume, a profundidade, ao tamanho das rochas, a topografia, o grau de exposição à maré baixa e o tipo de substrato (e.g. consolidado e/ou não consolidado) (GODINHO; LOTUFO, 2010). Adicionalmente, as poças de maré abrigam uma abundante fauna com vários organismos sésseis e/ou não sésseis, podendo ser mencionado os crustáceos, cracas e peixes (GRIFFITHS, 2002).

Diversas espécies de peixes com importância para fins comerciais e/ou ecológicos utilizam as poças de maré em algum estágio do seu ciclo de vida (GRIFFITHS, 2003; CUNHA et al., 2007; ROSA et al., 1997). Em geral, as essas espécies de peixes são residentes, sintópicas, e compartilham os mesmos microhabitats (NIEDER, 1997). A diversidade na ictiofauna poças de maré tem se tornado de grande interesse científico em

diversas regiões do mundo (Tabela 1) (GIBSON, 1972; POLIVKA; CHOTKOWSKI, 1998; DAVIS, 2000; BERRIOS; VARGAS, 2004; COX et al., 2011; CHAGULAF et al., 2011; MACIEIRA; JOYEUX, 2011; GONZÁLEZ-MURCIA et al., 2012).

Na província brasileira (sensu BRIGGS; BOWEN, 2012), apesar de haver registro de estudos sobre a ictiofauna de poças de maré, o conhecimento biológico das assembleias de peixes ainda é considerado insipiente (ROSA et al., 1997; BARREIROS et al., 2004; ARAÚJO et al., 2005; CUNHA et al., 2007; MACIEIRA; JOYEUX, 2011). Devido as diferentes metodologias utilizadas e o limitado número de locais amostrados na costa brasileira torna-se difícil elucidar a: i. a composição da fauna de peixes de poças de maré ao longo do litoral do Brasil, ii. possíveis novos registros de ocorrência e iii. a distribuição das espécies em diferentes escalas espaciais. Além disso, o limitado conhecimento desse ecossistema impossibilita a proposição de medidas para conservação das espécies (MACIEIRA; JOYEUX, 2011). Considerando esta lacuna de conhecimento relacionada aos padrões de distribuição da ictiofauna da zona de entremarés, torna-se necessário a realização de um estudo com uma metodologia padronizada, que seja capaz de detectar quais processos ecológicos (local vs. regional) influenciam a assembleia de peixes em diferentes escalas espaciais.

Tabela 1. Exemplo de estudos realizados com peixes de poças de maré com substrato consolidado.

Região oceânica	Latitude	Local/ País	Amostragem	N° de poças	N° de espécies	N° de indivíduos	Autor
Pacífico	38°N	Califórnia/EUA	Rotenona	24	8	1240	Polivka; Chotkowski, 1998
	32°N	Califórnia/EUA	Sinfonagem	105	5	1693	Davis, 2000
	21°N	Hawaii/EUA	Bomba de sucção	40	19	343	Cox et al., 2011
	13°N	La Libertad/El Salvador	Óleo de Cravo	29	19	106	González-Murcia et al., 2012
	03°N	Palma Island/ Colômbia	Óleo de Cravo	10	14	893	Castellanos-Galindo et al., 2005
	20°S	Iquique/Chile	BZ-20 e rotenona	48	23	1515	Berrios; Vargas, 2004
	27°S	Quesland/Austrália	Óleo de Cravo	10	15	1364	Chargulaf et al., 2011
Atlântico	48°N	Roscoff/França	Rotenona e Quinaldina	68	13	528	Gibson, 1972
	13°N	Martins Bay/Barbados	Rotenona	19	59	2078	Mahon; Mahon, 1994
	00°S	Ilha do Areuá/Brasil	Óleo de Cravo	72	30	769	Oliveira, 2012
	00°S	Pará/Brasil	Óleo de Cravo	40	18	1278	Machado, 2010
	00°S	Pará/Brasil	Puçá de mão	80	21	1311	Begot, 2012
	02°S	Maranhão/Brasil	Mentos	-	34	408	Pascoal, 2006
	02°S	Jericoacoara/Brasil	Óleo de Cravo	29	18	754	Machado et al., 2014 *
	03°S	Fernando de Noronha/Brasil	Óleo de Cravo	55	21	3551	Valentim, 2007
	07°S	João Pessoa/Brasil	Rotenona	3	44	3143	Rosa et al., 1997
	20°S	Espirito Santo/Brasil	Rotenona	6	58	3448	Macieira; Joeux, 2011
	27°S	Florianópolis/Brasil	Quinaldina	2	21	1840	Barreiros et al., 2004
	30°S	Cape St Martin/África do Sul	Rotenona	62	14	2022	Prochazka; Griffiths, 1992

\*Dados não publicados; N°: número.



## 2.2. OBJETIVOS

### 2.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é estudar os padrões de distribuição espacial da ictiofauna de poças de maré com substrato rochoso, entre as latitudes 00° e 22° S, no litoral do Brasil.

### 2.2.2. Objetivos específicos

- Determinar a composição da ictiofauna das poças de maré com substrato rochoso;
- Determinar a riqueza relativa das espécies de peixes em relação à latitude;
- Identificar padrões de variação na assembleia de peixes nas escalas local e regional;
- Determinar quais categorias e variáveis ambientais influenciam na estrutura da ictiofauna de poças de maré com substrato rochoso;
- Relatar novos registros e a ampliação da área de ocorrência de espécies de peixes de poças de maré no litoral do Brasil;
- Determinar as relações peso-comprimento e comprimento-comprimento da ictiofauna com ampla distribuição no litoral do Brasil.

Quatro principais hipóteses foram testadas nesta dissertação:

- ❖ A composição da ictiofauna das poças de maré com substrato rochoso varia significativamente entre as latitudes 00° e 22°S;
- ❖ A riqueza relativa das espécies de peixes muda progressivamente com a latitude;
- ❖ A variação na estrutura da assembleia de peixes é maior na escala regional do que na local;
- ❖ As variáveis ambientais influenciam na estrutura da ictiofauna de poças de maré com substrato rochoso ao longo do litoral brasileiro.

### 2.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGERMEIER, P. L.; WINSTON, M. R. Local vs. regional influences on local diversity in stream fish communities of Virginia. **Ecology**, v. 79, p. 911-927. 1998.

ARAÚJO, M. E.; CARVALHO, A. C.; MAGALHÃES, H. S.; SANTANA, R. F. C. C. A.; SILVA-FALCÃO, E. C.; SARAIVA, A. Á. F.; ALCÂNTARA, R.; NUNES, J. L. S. Distribuição espacial de acanthuridae em uma poça de maré, Serrambi, Pernambuco. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 18, p. 25-31. 2005.

AZOVSKY, A. I.; GARLITSKA, L. A.; CHERTOPRUD, E. S. Broad-scale patterns in local diversity of marine benthic harpacticoid copepods (Crustacea). **Marine Ecology Progress Series**, v. 460, p. 63-77, 2012.

BARREIROS, J. P.; BERTONCINI, A.; MACHADO, L.; HOSTIM-SILVA, M.; SANTOS, R. S. Diversity and seasonal changes in the ichthyofauna of rocky tidal pools from praia Vermelha and São Roque, Santa Catarina. **Brazilian Archives Biology Technical**, v. 47, p. 291-299. 2004.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Pattern in species richness**. In: Ecology from Individuals to Ecosystems. 4. ed. Blackwell Publishing Ltd, 2006. p. 602-632.

BERRIOS, V. C.; VARGAS, M. F. Estructura trófica de la asociación de peces intermareales de la costa rochosa del Norte de Chile. **Revista de Biología Tropical**, v. 52, p. 201-212. 2004.

BLANCHETTE, C. A.; MINER, C. M.; RAIMONDI, P. T.; LOHSE, D.; HEADY, K. E. K.; BROITMAN, B. R. Biogeographical patterns of rocky intertidal communities along the Pacific coast of north America. **Journal of Biogeography**. v. 35, p. 1593-1607. 2008.

BRIGGS; BOWEN. A realignment of marine biogeographic provinces with particular to fish distributions. **Journal of Biogeography**, v.39, p. 12-30. 2012.

BROWN, E. E.; BAUMANN, H. Absence of countergradient and cogradient variation in an oceanic silverside, the California grunion *Leuresthes tenuis*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 467, p. 175-186. 2012.

CATELLANOS-GALINDO, G. A.; GIRALDO, A.; RUBIO, E. A. Community structure of na assemblage of tidalpool fishes on a tropical eastern Pacific rocky shore Colombia. **Environmental Biological of Fishes**, v. 67, p. 392-408. 2005.

CHAGULAF, C. A.; TOWNSED, K. A.; TIBBETTS, I. R. Community structure of soft sediment pool fishes in Moreton Bay, Australia. **Journal of Biology**, v. 78, p. 479-494. 2011.

CIMA. **Subsídios técnicos para elaboração do relatório nacional do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Comissão Interministerial para a preparação da preparação a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Brasília, 1991. 172 p.

CLARKE, A.; LIDGARD, S. Spatial patterns of diversity in the sea: bryozoan species richness in the North Atlantic. **Journal of Animal Ecology**, v. 69, p. 799-814. 2000.

COX, T. E.; BAUMGARTNER, E.; PHILIPPOFF, J.; BOYLE, K. S. Spatial and vertical patterns in the tidepool fish assemblage on the Island of o'ahu. **Environmental Biological of Fishes**, v. 90, p. 329-342. 2011.

CUNHA, F. E. A.; MONTEIRO-NETO, C.; NOTTINGHAM, M. C. Temporal and spatial variations in tidepool fish assemblages of the northeast coast of Brazil. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 95-101. 2007.

DAVIS, J. L. D. Spatial and seasonal patterns of habitat partitioning in a guild of southern California tidepool fishes. **Marine Ecology Progress Series**, v. 196, p. 253-268. 2000.

DAY, T. **Oceans: biomes of the earth**. Chelsea House Publishers, New York, 2006. 252p.

FERREIRA, C. E. L.; FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; FERREIRA, B. P.; JOYEUX, J. C. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 1093-1106. 2004.

FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L. The southwestern Atlantic reef fish fauna: composition and zoogeography patterns. **Journal of Fish Biology**, v. 56, p. 1099-1114. 2000.

FLOETER, S. R.; GUIMARÃES, R. Z. P.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A.; GASPARINI, J. L. Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. **Global Ecology & Biogeography**, v. 10, p. 423-431. 2001.

FLOETER, S. R.; ROCHA, L. A.; ROBERTSON, R.; JOYEUX, J. C.; SMITH-VANIZ, W. F.; WITZ, P.; EDWARDS, A. J.; BARREIROS, J. P.; PEREIRA, C. E. L.; GASPARINI, J. L.; BRITO, A.; FALCÓN, J. M.; BROWEN, B. W.; BERNARDI, G. Atlantic reef biogeographical and evolution. **Journal of Biogeography**, v. 35, p. 22-47. 2008.

GIBSON, R. N. The vertical and feeding relationships of intertidal fish on the Atlantic coast of France. **Journal of Animal Ecology**, v. 41, p. 189-207. 1972.

GODINHO, W. O.; LOTUFO, T. M. C. Local v. microhabitat influences on the fish fauna of tidal pools in north-east Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 76, p. 487-501. 2010.

GONZÁLEZ-MURCIA, S.; MARÍN-MARTINEZ, C.; AYALA-BOCOS, A. Intertidal rockpool ichthyofauna of El Pital, la Libertad, El Salvador. **Check List**, v. 6, p. 1216-1219. 2012.

GRAY, J. S.; ELLIOT, M. **Ecology of marine sediments – from science to management**. Oxford, New York, 2009. p. 52-69.

GRIFFITHS, S. P. Rockpool ichthyofaunas of temperate Australia: species composition, residency and biogeographic patterns. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 173-186. 2003.

- GRIFFITHS, S. P. **Structure and dynamics of rockpool fish assemblages in Southeastern Australia**. Tese (Doutorado) - University of Wollongong, Australia, 2002. 347 p.
- GRIFFITHS, S. P.; WEST, R. T.; DAVIS, A. R. Effects of intertidal elevation on the rockpool ichthyofaunas of temperate Australia. **Environmental Biological of Fishes**, v. 68, p. 197-204. 2003.
- KAUFMAN, D. M. Diversity of new world mammals: universality of the latitudinal gradients of species and bauplans. **Journal Mammal**, v. 76, p. 322-34. 1995.
- KOLEFF, P.; GASTON, K. J. The relationships between local and regional species richness and spatial turnover. **Global Ecology & Biogeography**, v. 11, p. 363-375. 2002.
- LAMBSHEAD, P. J. D.; TIETJEN, J.; FERRERO, T.; JENSEN, P. Latitudinal diversity gradients in the deep sea with special reference to North Atlantic nematodes. **Marine Ecology Progress Series**, v. 194, p. 159-167. 2000.
- MACHADO, F. S.; MACIEIRA, R. M.; GÓMES, M. A. Z.; COSTA, A.; MESQUITA, E. M. C. M.; GIARRIZZO, T. Checklist of tidepool fishes from Jericoacoara National Park, southwestern Atlantic, with additional ecological information. In prep. 2014.
- MACHADO, F. S. **Caracterização biológica das poças de maré no litoral paraense, Brasil**. Trabalho de conclusão de curso (em Engenharia de Pesca). Universidade Federal rural da Amazônia, 2010. 47 p.
- MACIEIRA, R. M.; JOYEUX, J. C. Distribution patterns of tidepool fishes on a tropical flat reef. **Fishery Bulletin**, v. 109, p. 305-315. 2011.
- MAHON, R.; MAHON, R. Structure and resilience of a tidepool fish assemblage at Barbados. **Environmental Biological of Fishes**, v. 41, p. 171-190. 1994.
- MORRISON, R. A.; SANDIN, S. A. Biogeography and population connectivity of coral reef fishes. **Changing Diversity in Changing Environment**, p. 299-322. 2011.
- NIEDE, J. Seasonal variation in feeding patterns and food niche overlap in the Mediterranean blennies *Scartella cristata*, *Parablennius pilicornis* and *Lipophrys trigloides* (Pisces: Blenniidae). **Marine Ecology**, v. 18, p. 227-237. 1997.
- OLIVEIRA, R. R. S. **Distribuição espaço-temporal da ictiofauna de poças de maré de um estuário amazônico: interação de fatores**. Dissertação de Mestrado (em Ecologia Aquática e Pesca). Universidade Federal do Pará, 2012. 95 p.
- PASCOAL, N. G. A. **Peixes intertidais da Ilha do Maranhão - Brasil**. Trabalho de conclusão de curso (em Biologia). Faculdade Franssinetti, Recife, 2006. 47 p.
- PIANKA, E. R. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. **The American Naturalist**, v. 100, p. 33-46. 1966.
- POLIVKA, K. M.; CHOTKOWSKI, M. A. Recolonization of experimentally defaunated tidepool by Northeast Pacific intertidal fishes. *Copéia*, v. 2, p. 456-462. 1998.

- PONDELLA II, D. J.; GINTERT, B. E.; COBB, J. R.; ALLEN, L. G. Biogeography of nearshore rocky-reef fishes at the Southern and Baja California islands. **Journal of Biogeography**, v. 32, p. 187-201. 2005.
- PROCHAZA, K; GRIFFITHS, C. L. The intertidal fish fauna of the west coast of South Africa-species, community and biogeographic patterns. **Zoological Society of Southern Africa**, v. 27, p. 115-120. 1992.
- PULGAR, J. M.; BOZINOVIC, F.; OJEDA, F. P. Local distribution and thermal ecology of two intertidal fishes. **Oecologia**, v. 142, p. 511–520. 2005.
- RIVADENEIRA, M.M.; FERNÁNDEZ, M.; NAVARRETE, S. A. Latitudinal trends os species diversity in rocky intertidal herbivore assemblages: spatial scale and the relationship between local and regional species richness. **Marine Eology Progress Series**, v. 245 p. 123-131. 2002.
- ROHDE, K. Latitudinal gradients in species diversity: the searh for primary cause. **Oikos**, v. 65, p. 514-27. 1992.
- ROSA, R. S.; ROSA, I. L.; ROCHA, L. A. Diversidade da ictiofauna de poças de maré da praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, p. 201-212. 1997.
- SALES, M.; BALLESTEROS, E.; ANDERSON, M. J.; IVESA, L.; CARDONE, E. Biogeographical patterns of algal communities in the Mediterranean Sea: *Cystoseira crinita*-dominated assemblages as a case study. **Journal of Biogeography**, v. 39, p 140-152. 2012.
- SILBERSCHNEIDERA, V.; BOOHA, D. J. Resource use by enneapterygius rufopileus and other rockpool fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 61, p. 195–204. 2001.
- SPALDING, M. D.; FISH, L.; WOOD, L. J. Toward representative protection of the world's coasts and oceans-progress, graps and opportunities. **Conservation Letters**, v. 1, p. 217-266. 2008.
- SPALDING, M. D.; FOX, H. E.; ALLEN, G. R.; DAVIDSON, N.; FERDAÑA, Z. A.; FINLAYSON, M.; HALPERN, B. S.; JORGE, M. A., LOURIE, S. A.; MARTIN, K. D. MCMANUS, E.; MOLNAR, J.; RECHIA, C. A.; ROBERTSON, J. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. **BioScience**, v. 57, p. 573-583. 2007.
- STALLING, C. D. Fishery-independent data reveal negative effect of human population density on Caribbean predatory fish communities. **Plos One** 4, v. 4, p. 1-9. 2009.
- TERLIZZI, A.; ANDERSON, M. J.; FRANCHESTTIL, S.; BENEDETTI-CECCHI, S. Scales os spatial variation in Mediterranean subtidal sessile assemblages at different depths. **Marine Eology Progress Series**, v. 332, p. 25-39. 2007.
- THOMPSON, R. C.; CROWE, T. P.; HAWKINS, S, J. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. **Environmental Conservation**, v.29, p. 168-191. 2002.

TOMANEK, L.; HELMUTH, B. Physiological ecology of rocky intertidal organisms: a synergy of concepts. **Interactive Comparative Biology**, v. 42, p. 771-775. 2002.

TOMASETTO, F.; DUNCAN, R. P.; HULME, P. E. Environmental gradients shift the direction of the relationship between native and alien plant species richness. **Diversity Distribution**, v. 19, p. 49-59. 2013.

VALENTIM, L. P. F. **Estrutura da Assembleia de peixes de poças de mare do Arquipelago de Fernando de Noronha- Pe, Brasil, a partir de métodos não destrutivos**. Dissertação de Mestrado (em Ciências Biológica) . Universidade Federal da Paraíba, 2008. 60 p.

VILAR, C. C.; JOYEUX, J. C.; GIARRIZZO, T.; SPACH, H. L.; VIEIRA, J. P.; VASKE-JUNIOR, T. Local and regional ecological drivers of fish assemblages in Brazilian estuaries. **Marine Ecology Progress Serie**, v. 481, p. 181-197. 2013.

WILLIG, M. R.; KAUFMAN, D. M.; STEVENS, R. D. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. **Review of Ecology Evolution Systematics**, v. 34, p. 273-309. 2003.

WILLIG, M.; SELCER, K. W. Bat species density gradients in the new world: a statistical assessment. **Journal of Biogeographical**, v. 16, 189-195. 1989.

WILLIS, T. J.; ANDERSON, M. J. Structure of cryptic reef fish assemblages relationships with habitat characteristics and predator density. **Marine Ecology Progress Series**. v. 257, p 209-221. 2003.

WITMAN, J. D.; ETTER, R. J.; SMITHS, F. The relationship between regional and local species diversity in marine benthic communities: a global perspective. **PNAS**, v. 101,p. 15664-15669. 2004.

ZANDER, C. D.; NIEDER, J.; MARTIN, K. L. Vertical distribution patterns. In: HORN, M. H.; MARTIN, K. L.; CHOTKOWSKI, M. A -Intertidal Fishes – Life In two Worlds. **Academic Press**, San Diego, 1999. p. 26-53.

### **3. CAPÍTULO 2**

---

**EFEITO DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS LOCAIS E REGIONAIS NA  
ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES EM POÇAS DE MARÉ NO  
LITORAL DO BRASIL: UMA ANÁLISE LATITUDINAL**

## **EFEITO DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS LOCAIS E REGIONAIS NA ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES EM POÇAS DE MARÉ NO LITORAL DO BRASIL: UMA ANÁLISE LATITUDINAL**

### 3.1. RESUMO

Os padrões de distribuição espacial da biodiversidade podem ser determinantes na estrutura das comunidades biológicas. Atualmente, estes padrões de distribuição são considerados como fatores bastante complexos, onde há evidências de uma relação inversa entre a riqueza e a latitude de diferentes táxons. Por isso, este estudo objetivou investigar os processos de distribuição da ictiofauna de poças de maré com substrato rochoso, entre as latitudes 00° e 22°S, em um trecho de 4.900 km do litoral do Brasil. Com um protocolo de coleta padronizado, foram amostrados 21 locais em uma única expedição. Em cada local, durante o período de maré baixa, foram escolhidos, aleatoriamente, oito poças de maré, totalizando 168 amostras. O trecho do litoral amostrado foi dividido em quatro regiões, sendo estas: Estuário Amazônico (EA), Manguezal do Norte (MN), Nordeste Semiárido (NS) e Atlântico Tropical (AT). Esta divisão foi realizada com base em características ambientais. Um total de 74 espécies foi capturado, sendo representada por 30 famílias e 5.113 espécimes de peixes. A composição da ictiofauna variou entre as regiões e os locais amostrados, com maior variabilidade detectada entre os locais. As categorias ambientais paisagem e substrato melhor explicaram (44% da variação da composição da fauna explicada) a distribuição da ictiofauna. Ao longo do litoral, a riqueza relativa da ictiofauna ( $n^{\circ}$  de espécies/m<sup>3</sup>) apresentou uma relação positiva somente com o tamanho da plataforma continental. Dezenove variáveis ambientais influenciaram na distribuição da ictiofauna, sendo que as variáveis: tamanho da plataforma continental, % cobertura algal, a orientação do afloramento rochoso e a amplitude de maré foram as que mais contribuíram na distribuição da fauna de peixes. Este estudo mostrou que os padrões de distribuição observados na assembleia de peixes são simultaneamente determinados por fatores ambientais locais e regionais e pela capacidade de adaptação e de dispersão da ictiofauna.

Palavras-chave: ictiofauna, latitude, entremrés.



### 3.2. INTRODUÇÃO

Os padrões de distribuição espacial da biodiversidade, normalmente, estão relacionados com a variação da latitude, com fatores ambientais e/ou com processos ecológicos regionais e locais (RIVADENEIRA et al., 2002; KRAFT et al., 2011; TRAVES et al., 2012). Em geral, independente do táxon, há um aumento significativo da diversidade e da riqueza das espécies no sentido dos polos à linha do equador (BEGON et al., 2006; GRAY; ELLIOT, 2009; MORRISON; SANDY, 2011). Apesar desta tendência, existem exceções que mostram um padrão de distribuição ausente ou inverso (e.g. macroalgas e moluscos) (SANTELICES; MARQUET, 1998; VALDOVINOS et al., 2003; KINDLMANN et al., 2007). Em grandes escalas geográficas processos ecológicos regionais e locais podem definir variados padrões de distribuição espacial (RIVADENEIRA et al., 2002; TRAVES et al., 2012). Desta forma, análises empíricas demonstram que os padrões de distribuição espacial devem ser analisados em conjunto com a compilação dos fatores latitudinais, ambientais e biológicos (WILLIG et al., 2003).

Em diversas regiões do mundo, elucidar padrões de distribuição espacial tem sido um desafio para muitos pesquisadores devido às tentativas de relacionar quais variáveis ambientais influenciam direta e/ou indiretamente na estruturação da comunidade ou se há uma interação entre as variáveis que atuam nesses processos de distribuição (MORRISON; SANDIN, 2011). Para tal, algumas hipóteses têm sido propostas para explicar a distribuição espacial de diversos táxons, como por exemplo, através dos fatores abióticos e bióticos, área geográfica, heterogeneidade espacial, dinâmica populacional, produtividade (PIANKA, 1966; ROHDE, 1992; KAUFMAN, 1995; WILLIG et al., 2003). No entanto, ainda não são claros os reais fatores que podem influenciar na distribuição das espécies ao longo do gradiente latitudinal (WILLIG et al., 2003).

A plasticidade ambiental de táxons com alta mobilidade e ampla capacidade de dispersão (e.g. peixes) permite que estes organismos tolerem variações ambientais (NELSON, 2006). Em uma ampla escala geográfica (regional), a distribuição da ictiofauna pode ser modulada por fatores ambientais, tais como as condições oceanográficas, eventos geológicos, correntes marítimas (ANGERMEIER; WINSTON, 1998; WILLIG et al., 2003; WITMAN et al., 2004). Por outro lado, em uma escala local, a ictiofauna pode ser influenciada pela heterogeneidade e complexidade do habitat e variações ambientais locais (SILBERSCHBEIDERA; BOOHA, 2001; PULGAR; BOZINOVIC, 2005; GRAY; ELLIOT, 2009). Neste sentido, padrões de distribuição da ictiofauna em diferentes escalas

espaciais são determinadas através de relações como a riqueza *vs.* latitudes (BELLWOOD; HUGHES, 2001), fauna de peixes *vs.* variáveis ambientais (HARDING et al., 2011) e a interação entre processos ecológicos locais e regionais (FERNANDES et al., 2012).

No mundo, padrões de distribuição espacial dos organismos aquáticos, em ecossistemas marinhos, têm sido identificados através de distintas regiões biogeográficas (SPALDING et al., 2007). Estas regiões biogeográficas são definidas através de fatores oceanográficos, padrões de composição de espécies de peixes, fatores ambientais, entre outros (FLOETER; GASPARINI, 2000; SPALDING et al., 2007). Adicionalmente, algumas condições ambientais podem determinar barreiras e/ou limites de regiões biogeográficas. Como exemplo, no Atlântico ocidental, a foz do rio Amazonas e as correntes oceanográficas, separam em duas regiões biogeográficas o Caribe e a porção do Atlântico sul (SPALDING et al., 2007; 2008). A costa brasileira, entre as latitudes 4°N e 29°S é considerada como uma única província biogeográfica (FLOETER et al., 2008; BRIGGS; BOWEN, 2012), cujo litoral, com uma extensão de aproximadamente 6.200 km, apresenta uma diversidade de ecossistemas associados às áreas de entremarés, tais como, manguezais, estuários, substratos consolidados, entre outros (BRIGGS; BOWEN, 2012). As formações rochosas afloram nas planícies de maré do litoral do Brasil em forma descontínua se diferenciando pela sua origem geológica e características ambientais (TOMAZELLI; VILLWOCK 1996; CASTRO; MIRANDA, 1998).

A variabilidade espacial na composição da ictiofauna na costa do Brasil vem sendo reportada para os sistemas estuarinos (VILLAR et al., 2013), ilhas oceânicas (FLOETER; GASPARINI, 2000) e recifes (FLOETER et al., 2001; JOYEUX et al., 2001; FERREIRA et al., 2004; FLOETER et al., 2008). No entanto, em ecossistemas como as poças de maré, somente estudos pontuais mostraram a importância desse habitat para diversas espécies de peixes com relevância ecológica e/ou de valor para o consumo humano (e.g. CUNHA et al., 2008; MACIEIRA; JOYEUX, 2011).

Em diversas regiões do mundo a ictiofauna de poças de maré vem sendo estudada (POLIVKA; CHOTKOWSKI, 1998; DAVIS, 2000; BERRIOS; VARGAS, 2000; COX et al., 2011; CHARGULAF et al., 2011; MACIEIRA; JOYEUX, 2011; GONZÁLEZ-MURCIA et al., 2012). Em geral, estes estudos analisam a composição e/ou a variação da assembleia de peixes em gradiente topográfico vertical, com ênfase nas características ambientais como as variações físico-químicas e o grau de exposição as onda (e.g. GIBSON, 1972; GRIFFITHS et al., 2003; CASTELLANOS-GALINDO et al., 2005; COX et al., 2011). No entanto, a falta de padronização dos métodos entre estes estudos impossibilita elucidar os padrões de

distribuição espacial em ampla escala geográfica, estimar parâmetros ecológicos (e.g. da densidade e a biomassa), assim como identificar quais variáveis ambientais regionais e locais interferem nas assembleias de peixes. Neste sentido, é de fundamental importância compreender os processos ecológicos e as características ambientais que atuam na distribuição em diferentes escalas espaciais da ictiofauna de poças de maré, com o intuito de prever efeito de impactos ambientais naturais e antrópicos sobre a fauna (CHAPIN et al., 2000; BELLWOOD; HUGHES, 2001; TRAVES et al., 2010).

O litoral do Brasil, por possuir uma extensa faixa contínua, proporciona uma oportunidade ideal para delimitar uma ampla área geográfica (e.g. entre as latitudes 00° e 22°S), com diferentes características ambientais. Considerando a lacuna existente a cerca dos padrões de distribuição espacial da ictiofauna de poças de maré, neste estudo, realizado com uma metodologia padronizada, foi possível testar através de análises multivariadas as seguintes hipóteses. i. A composição da ictiofauna das poças de maré com substrato rochoso varia entre as latitudes 00° e 22°S. ii. A riqueza muda progressivamente com a latitude. iii. A variação na estrutura da assembleia de peixes é maior na escala regional do que na local. iv. As variáveis ambientais influenciam na estrutura da ictiofauna de poças de maré com substrato rochoso ao longo do litoral brasileiro.

### 3.3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.3.1. Área de estudo

A costa brasileira, com uma área geográfica de aproximadamente 7.500 km entre as latitudes 04°N a 34°S (CIMA, 1991), tem como característica a diversidade de condições ambientais, tais como climáticas, oceanográficas e geomorfológicas (CASTRO; MIRANDA, 1998; EKAU; KNOPPERS, 1999; FLOETER et al., 2001). A zona costeira norte equatorial possui clima tropical úmido (Tipo Af-Köppen) com uma ampla descarga de sedimento e de água doce (e.g. estuário amazônico), enquanto a região sul é caracterizada por um clima do tipo subtropical (Cfa). A região nordeste possui clima seco (semiárido) com pequenos rios com regime intermitente (BERNARDES et al., 2012). O tipo de maré predominante é semidiurna com amplitude máxima na região Norte (acima de 4 m) e com um declínio de amplitude para a região Sul (inferior a 1 m). O tamanho da plataforma continental varia com largura máxima de aproximadamente 350 km próximo a foz amazônica (região Norte – 00°S) e mínima de 8 km na Baía de todos os Santos (12°S) (PALACIO, 1982).

Três correntes marinhas atuam na zona costeira brasileira, a Corrente Norte do Brasil (CNB) abrangendo a pluma amazônica na região norte, a oligotrófica corrente Sul Equatorial (CSE) no nordeste (12-15°S) e a Corrente Sul do Brasil (CB) no leste, sudeste e sul até a confluência com a corrente da Malvinas (BERNARDES et al., 2012). Adicionalmente, nesta costa, quatro províncias geomorfológicas podem ser identificadas: i. norte quaternário ou planície amazônica (4°N a 3°S), ii. leste terciário (3°S a 20°S), iii. sudeste granítico (20°S a 29°S) e iv. sul quaternário (29°S a 34° S) (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1996).

### 3.3.2. Desenho amostral

Um total de 21 locais foram amostrados, entre a ilha do Marajó (00°S) e o Rio de Janeiro (22°S), e uma extensão de aproximadamente 4.900 km ao longo da costa do Brasil (Figura 1). A distância média entre cada local amostrado foi de aproximadamente 211,5 km. Para minimizar o efeito das mudanças sazonais em dados ambientais através dos locais, a amostragem foi realizada em uma única expedição de campo durante os meses de Março-Junho e Dezembro/2012, pela mesma equipe de pesquisa. No período diurno da maré baixa, em cada local, foram selecionadas, aleatoriamente, oito poças de maré com substrato rochoso totalizando 168 amostras. As poças não apresentavam conexão com o mar e nem com outras poças.

Para avaliar se existem distintas assembleias ao longo do trecho estudado, o litoral do Brasil foi dividido em quatro regiões com características físicas e ambientais distintas (Figura 1 e 2):

- 1) Região Estuário Amazônico (EA; entre as latitudes 00° - 01°S): possui uma forte influência límnic do rio Amazonas (BEZZERRA, 2009). A zona de entremarés é dominada por florestas inundadas por água doce, extensas planícies lamosas, manguezais, marismas e formações rochosas. A transparência da água nesta região é baixa devido ao elevado volume de sedimento transportado pelo Amazonas. Adicionalmente, possui uma amplitude de maré de 3 - 4 m (regime de mesomarés). Os fatores abiótico em EA têm uma média anual de 5 para a salinidade, de 26°C para temperatura e de 2.800 mm para a pluviosidade (INMET, 2012).
- 2) Região Manguezal do Norte (MN; entre as latitudes 01° - 02°S): abriga 23 estuários e 30 bacias hidrográficas que drenam uma área de 330 mil km<sup>2</sup> ao longo de uma costa, extremamente irregular, com 480 km de extensão. A região MN caracteriza-se pela presença de praias arenosas, planícies lamosas e pequenas formações rochosas. O

regime de maré é do tipo macromaré semidiurna (variando entre 4 a 6 m) inundando 7.600 km<sup>2</sup> de planície de maré cobertos por densos bosques mangue (SOUZA-FILHO, 2005). A média anual dos fatores ambientais como a salinidade, a temperatura e a pluviosidade são de 25 (variando anualmente entre 15 e 35), 27°C e 2.500 mm, respectivamente (INMET, 2012).

- 3) Região do nordeste semiárido (NS; entre as latitudes 02°S - 05°S): caracteriza-se por apresentar 720 km de costa, com uma paisagem composta por dunas de areias elevada mobilidade devido a ação dos ventos alísios de sudeste a leste que podem atingir uma velocidade superior a 15 m/s durante a primavera e verão austral (FREIRE, 2008). O litoral desta região abriga pequenos estuários que estão sujeitos a uma acentuada variabilidade sazonal, praias arenosas, pequenas áreas com florestas de mangue, pequenas barreiras de recifes de coral e formações rochosas (BERNARDES et al., 2012). O NS caracteriza-se com mesomarés (variando entre 2 a 4 m) e águas claras com elevada diversidade e produção de macro algas. Na região do NS durante o ano, a salinidade não apresenta flutuações de grande magnitude (variando entre 32 - 42), a média da temperatura é de 27°C e da pluviosidade média anual é de 989 mm (INMET, 2012).
- 4) Região Atlântico Tropical (AT, entre as latitudes 05°S - 22°S): é o setor costeiro influenciado pela corrente do Brasil (EKAU; KNOPPERS, 1999). Nesta região a amplitudes de maré variam de 4 a 0,4 m. Adicionalmente, AT tem elevada influencia marinha e águas claras, a média de temperatura ao longo do ano é de 24°C, a salinidade média anual é de 34,5 e a pluviosidade média anual é de 1.400 mm (INMET, 2012).

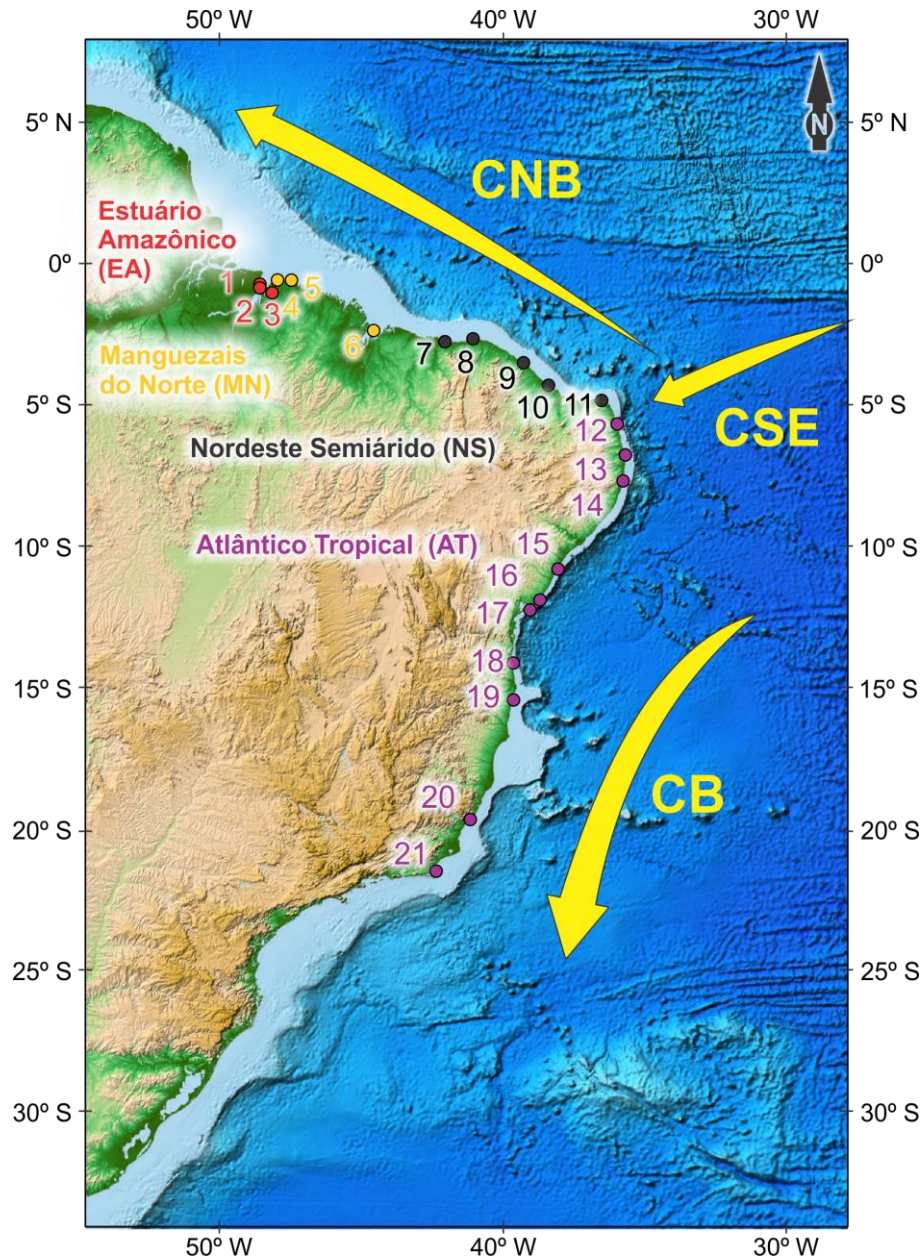


Figura 1. Localização geográfica dos 21 locais amostrados, abrangendo as quatro regiões (Estuário Amazônico – EA; Manguezal do Norte – MN; Nordeste Semiárido – NS e Atlântico Tropical – AT), entre as latitudes 00° a 22°S, litoral do Brasil, 2012. CBN: Corrente Norte do Brasil; CSE: Corrente Sul equatorial; CB: Corrente do Brasil. 1. Praia do Mata Fome/PA; 2. Praia de Joanes/PA; 3. Praia do Paraíso/PA; 4. Praia do Areuá; 5. Praia do Farol Velho/PA; 6. Praia do Calhau/MA; 7. Praia de Barra Grande/PI; 8. Praia de Jericoacoara/CE; 9. Praia de Iparana/CE; 10. Praia de Canoa Quebrada/CE; 11. Praia de São Miguel do Gostoso/RN; 12. Praia de Pirangi do Sul/RN; 13. Praia de Cabo Branco/PR; 14. Praia de Boa Viagem/PE; 15. Praia do Saco/SE; 16. Praia do Forte/BA; 17. Praia de Itapuã/BA; 18. Praia dos Milagres/BA; 19. Praia de Cabralia/BA; 20. Praia do Castelhanos/ES; 21. Praia da Tartaruga/RJ. Fonte: Adaptado do Centro de Hidrografia da Marinha.

### 3.3.3. Métodos de amostragem

### 3.3.3.1. Dados ambientais

Um total de 32 variáveis descritoras foi determinado para cada amostra, sendo distribuídas entre quatro categorias: ambiental, geográfica, paisagem e substrato. As variáveis da categoria ambiental, temperatura da água ( $\pm 0$  °C; termômetro de mercúrio), salinidade ( $\pm 0,1$ ; refratômetro optical - Modelo: Q767) e o pH ( $\pm 1$  fitas tipo ClolorpHast) foram mensuradas, durante a maré baixa, em cada poça de maré. Adicionalmente, em cada local a amplitude de maré foi obtida através da diferença entre os valores máximos e mínimos do dia de coleta conforme o Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO, 2012). A pluviosidade de cada local foi obtida através de dados médios dos últimos 10 anos, conforme dados do INMET (2012).

Para categoria geográfica, cada uma das poças de maré amostradas foi georreferenciada com dados de latitude e longitude, com o auxílio de um GPS (modelo GARMIN).

Na categoria paisagem, para avaliar a orientação da formação do afloramento rochoso, em cada local, o comprimento de dois eixos (ortogonal à linha de costa -  $L_1$  e paralelo à linha de costa -  $L_2$ ) foram mensurados através de imagens de satélites e posteriormente foi determinada a razão  $L_1/L_2$ . Valores mais elevados desta razão indicam uma disposição mais ortogonal do afloramento rochoso em respeito à linha de costa. A área e o perímetro do afloramento rochoso também foram obtidos através de imagem de satélite que possibilitaram a criação de *shapes* para calcular estes valores. Além disso, considerado que os afloramentos rochosos não são contínuos no litoral, foi avaliada a complexidade da forma do afloramento (BURROUGH, 1981; MILNE, 1988; KENKEL; WALKER, 1996) através da Dimensão fractal (Frac):  $\text{Frac} = 2 * \ln [(P/4) / \ln (A)]$  onde P é o perímetro e A é a área do afloramento. Valores menores de Frac indicam um formato quadrado ou mais estruturado, enquanto valores maiores indicam uma forma complexa. Em cada poça de maré a topografia e a batimetria foram obtidas usando um *grid* delimitado em 20 cm  $\times$  20 cm, onde em cada marcação do *grid* uma régua (50 cm) era imersa na poça para medir a sua profundidade. Com esta informação, a área e volume das poças foram calculados pelo método de “kriging” das medidas de profundidade de cada ponto. Para obter os valores da razão  $L_1/L_2$ , da área e do perímetro do substrato, e área de superfície, área plana e o volume de cada poça de maré foi utilizado software ArcGis. A altura das poças de maré em relação ao nível do mar foi mensurada com um laser nivelado para evitar desvio na medida da poça de maré a uma régua de marcação

disposta no infralitoral. A distância entre cada poça de maré para as áreas supralitoral e infralitoral foi obtida com o auxílio de uma trena. O tamanho da plataforma continental, em cada local amostrado foi obtido através de imagens de satélite.

Para a categoria de substrato, a cobertura algal e o tipo de substrato foram obtidos através de três fotografias de um *grid* 50 cm x 50 cm, subdividido internamente em 5 cm x 5 cm lançado aleatoriamente três vezes em cada poça de maré. Sendo que o tipo de substrato foi classificado visualmente em quatro categorias: i. lama (substrato lodoso), ii. areia (grão <1 mm), iii. cascalho (grãos  $\leq$  50 mm), e iv. rocha (substrato consolidado > 50mm). Para estas categorias foram atribuídas uma percentagem total de área, variando entre 0% e 100%. Os afloramentos rochosos foram identificados de acordo com a classificação litológica em arenito, carbonato, laterita, granito e basalto. O índice de rugosidade foi obtido através da razão entre a área da superfície e a área plana de cada poça. A profundidade máxima de cada poça foi medida conforme o método descrito na categoria paisagem.

#### 3.3.3.2. Captura da ictiofauna

A ictiofauna foi capturada com a utilização do método de anestésico a base de óleo de cravo (40 ml de anestésico dissolvido em 1000 ml de álcool) (Griffiths, 2003) e puçá de mão de diferentes tamanhos. Os espécimes foram fixados em solução de formol a 10%, e preservados em solução de álcool 70%, posteriormente identificados ao menor nível taxonômico possível. A densidade e biomassa foram calculadas através da razão entre o número de indivíduos (ind.) pelo peso (g) e volume ( $m^3$ ), respectivamente. As espécies foram classificadas de acordo com o grau de residência nas poças de maré, em três categorias: residente permanente, transitório e oportunista (GRIFFITHS et al., 2003).

#### 3.3.3.3. Análises estatísticas

Testes estatísticos multivariados foram utilizados para detectar padrões locais e regionais nos dados abióticos e bióticos das poças de maré ao longo do litoral. As rotinas multivariadas foram realizadas no Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research (PRIMER v. 6; CLARKE; WARWICK, 2001) e o aplicativo PERMANOVA+ for PRIMER (ANDERSON et al., 2008).

Após análise dos dados ambientais de acordo com gráficos de dispersão por pares de variáveis (draftsman' plots), foi avaliada a colinearidade entre as variáveis, e transformações



individuais foram realizadas no caso de se apresentar assimetria e curvilinearidade (CLARKE; AINSWORTH, 1993). Uma transformação raiz quadrada foi realizada para as variáveis: volume, % de areia e % de cobertura algal; uma transformação  $\text{LOG}(x+1)$  foi aplicada para a distância da poça amostrada até a área supra e infralitoral, e para o tamanho da formação rochosa; para salinidade da água e a forma da formação rochosa foram realizadas as transformações  $\text{LOG}(41-x)$  e  $\text{LOG}(x+0,9)$ , respectivamente. Após estas transformações, a matriz de dados abióticos foi normalizada e as amostras foram ordenadas com uma análise de componentes principais (PCA) com o intuito de avaliar graficamente as diferenças nas quatro biorregiões.

Os dados bióticos organizados em uma matriz de densidade ( $\text{ind.m}^{-3}$ ) de espécies de peixes coletados em cada poça foram transformados pela raiz quarta para minimizar o peso das espécies mais abundantes e da alta frequência de valores nulos de espécies raras e ou restritas geograficamente (MOORE et al., 2010). Para avaliar o efeito regional (Biorregiões: 4 níveis fixos) e local (locais aninhado a biorregiões: 21 níveis de tipo randômico) na variabilidade na composição das assembleias de peixes e nas características ambientais foi realizado um teste multivariado permutacional de análise de variância (PERMANOVA) tipo III com soma parcial dos quadrados, 9999 permutações randômicas dos resíduos em um modelo reduzido. Para realizar esta análise para os dados bióticos e abióticos foi criada uma matriz de similaridade usando a distância de Bray-Curtis e Euclidiana, respectivamente (ANDERSON, 2001; MCARDLE; ANDERSON 2001).

A distância entre os centróides de cada biorregião e local foi determinada, e a distância média de cada amostra para o centróide de cada grupo (biorregião e local) (e.g. dispersão multivariada) foi considerada como uma medida do *turnover* de espécies, ou  $\beta$ -diversidade (ANDERSON et al., 2006). Portanto foi usado PERMDISP para avaliar se a  $\beta$ -diversidade difere entre as biorregiões e locais (e.g. diferenças em dispersão multivariada).

O escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) (KRUSKAL; WISH, 1978) foi usado para ordenar padrões multivariados entre as amostras bióticas e a identificação das espécies de peixes que tipificaram as biorregiões foi realizada através da análise de SIMPER (CLARKE; WARWICK, 2001). Análise canônica de coordenadas principais (CAP) foi usada para evidenciar relações na variação das assembleias de peixes nas amostras considerando as biorregiões como preditor (ANDERSON; ROBINSON, 2003; WILLIS; ANDERSON, 2003). Foi calculada a correlação de Spearman dos eixos da ordenação canônica com a densidade das espécies de peixes. Aquelas espécies com fortes correlações (definidas como  $\geq 0,7$  neste estudo) foram apresentadas na representação gráfica da CAP.

Para investigar a associação da composição da ictiofauna em cada amostra com as variáveis preditivas (ambientais) foi usada uma modelagem linear com base na distância (DISTLM), e seus resultados visualizados através da análise de redundância (db-RDA) (ANDERSON et al., 2008). Esta técnica é robusta em matrizes com freqüentes valores nulos e não necessita de suposições (e.g. normalidade) sobre a distribuição da variável resposta (densidade de espécies de peixes). Foram realizadas duas DISTLM, sendo uma considerando as variáveis preditivas organizadas em quatro categorias (paisagem, substrato, geográfico e ambiental), e uma segunda considerando todas as variáveis independentemente do tipo de categoria. Ambos os modelos foram construídos utilizando o processo de seleção gradativo e o  $R^2$  ajustado como critério de seleção para permitir a combinação das melhores variáveis ambientais explicativas no modelo (ANDERSON et al., 2008).

### 3.4. RESULTADOS

#### 3.4.1. Variáveis ambientais

Trinta e duas variáveis ambientais foram mensuradas nos 21 locais amostrados, entre as latitudes 00° a 22°S (Tabela 2). A análise de componentes principais (PCA) com base nas variáveis ambientais de cada amostra mostrou uma clara separação das quatro regiões (Figura 2). Somente entre as regiões do NS e AT foi observada uma parcial sobreposição entre as amostras. Cinco componentes principais da PCA, com autovalores superiores a 1, explicaram 62,60% da variação total. A região EA foi representada pelos elevados valores precipitações, maiores tamanho da plataforma continental, as elevadas amplitudes de maré, a longitude e ao substrato do tipo laterita. A região MN foi caracterizada pelos maiores valores da distância para o supralitoral. A região do NS foi representada pelo maior tamanho do perímetro da formação rochosa e os elevados valores da dimensão fractal e salinidade. Enquanto que AT foi caracterizada pela maior distância para a área sublitoral, os substratos do tipo arenito e basalto, os maiores valores de salinidade e o maior tamanho da área da formação rochosa.

As variáveis ambientais apresentaram diferenças significativas entre os locais amostrados (PERMANOVA: Pseudo-F = 15,04 e  $p = 0,0001$ ) e entre as quatro regiões (PERMANOVA: Pseudo-F = 3,60 e  $p = 0,0001$ ). O fator que apresentou maior variabilidade foi “os locais amostrados” (46,52% total do valor estimado) seguido pelas “biorregiões” (27,44 % total do valor estimado). As comparações pareadas indicaram que todas as biorregiões diferiram significativamente entre si.

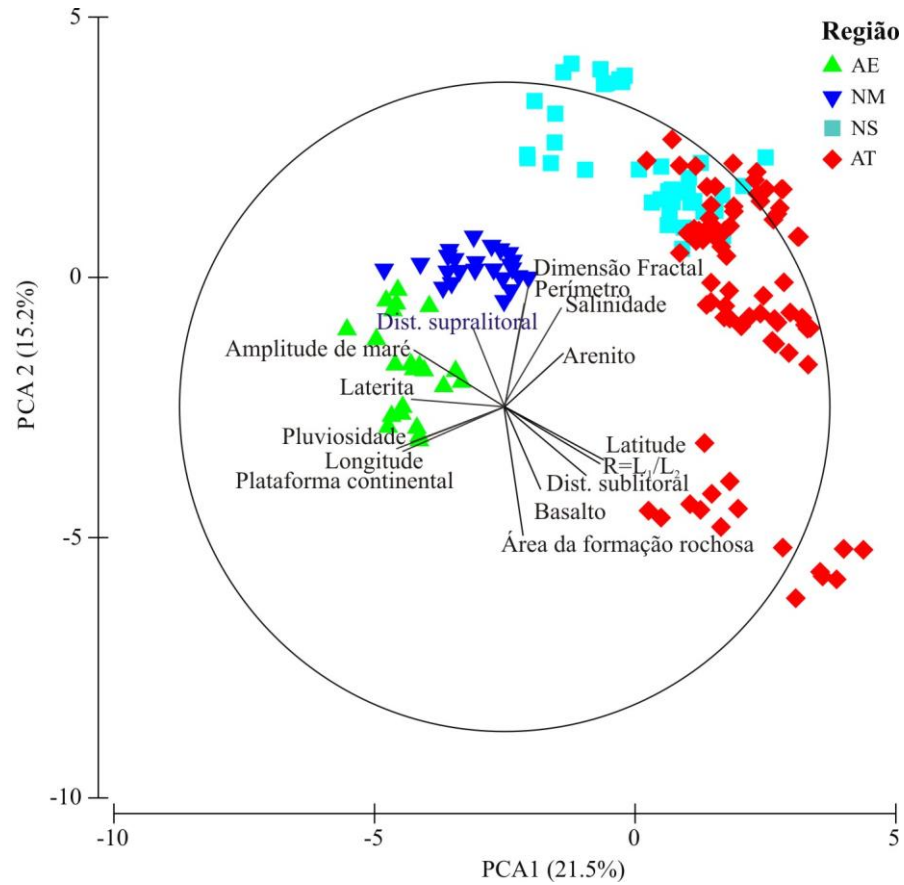


Figura 2. Análise de componente principal (PCA) baseada nas variáveis ambientais das 168 amostras coletadas em 21 locais, distribuídos nas quatro regiões ao longo do litoral do Brasil, entre as latitudes 00° e 22°S. Regiões - EA: Estuário Amazônico; MN: Manguezal do Norte; NS: Nordeste Semiárido; AT: Tropical Atlântico.

Tabela 2. Variáveis dos 21 locais, nas quatro regiões: Estuário Amazônico (EA), Manguezal do Norte (MN), Nordeste Semiárido (NS) e Atlântico Tropical (AT), entre as latitudes 00° e 22°S, litoral do Brasil.

Variáveis Ambientais	Estuário Amazônico						Nordeste Semiárido					Atlântico Tropical									
	(EA)			Manguezal do Norte (MN)			(NS)					(AT)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temperatura (°C)	28,96	30,26	29,70	29,04	29,91	26,92	31,07	28,37	30,75	30,08	27,61	27,32	28,04	27,44	35,03	29,94	29,91	30,50	27,90	27,79	27,08
Salinidade	9,79	0,00	2,27	23,06	31,82	24,78	35,65	35,29	35,65	36,58	36,07	36,75	30,91	34,58	32,56	34,83	33,16	33,32	35,48	33,40	31,29
pH	8,43	8,00	8,54	8,93	8,77	8,37	9,15	8,74	9,75	9,03	9,00	9,00	8,43	9,00	9,12	8,59	8,95	9,33	8,95	9,00	8,08
Amplitude de Maré (m)	3,24	2,65	2,20	3,90	3,82	4,70	3,07	2,54	2,70	3,00	2,30	2,00	1,76	1,20	1,33	2,39	1,80	1,70	1,60	0,69	0,52
Pluviosidade (mm)	2800	2900	2800	2600	2800	2000	1100	1000	1147	1000	700	1500	1500	1900	1600	1700	1800	1500	1400	1200	800
Latitude	-0,74	-0,88	-1,06	-0,55	-0,59	-2,48	-2,90	-2,79	-3,69	-4,53	-5,10	-5,99	-7,14	-8,12	-11,43	-12,58	-12,96	-14,95	-16,33	-20,83	-22,75
Longitude	-48,50	-48,51	-48,04	-47,84	-47,32	-44,24	-41,57	-40,52	-38,63	-37,69	-35,70	-35,11	-34,81	-34,89	-37,33	-38,01	-38,38	-39,01	-39,00	-40,62	-41,90
Razão L <sub>1</sub> /L <sub>2</sub>	0,29	1,42	0,95	1,10	2,66	2,07	0,95	51,62	24,13	70,41	6,60	11,08	7,68	119,35	11,04	0,31	1,53	4,76	1,70	9,08	0,16
Área do A. Rochoso (km <sup>2</sup> )	0,019	0,0005	0,004	0,280	0,021	0,050	0,132	0,300	0,240	0,010	0,022	0,017	0,090	0,020	0,0003	0,249	0,020	0,010	0,819	0,058	0,001
Perímetro A. Roch. (km)	1,07	0,24	0,63	1,58	1,02	0,50	4,99	10,64	2,05	2,31	1,01	1,51	2,48	5,29	0,26	4,91	0,83	0,96	6,07	1,77	0,21
Dimensão fractal (Frac)	6,59	4,48	5,84	7,31	6,49	5,37	9,32	10,70	7,85	8,18	6,44	7,30	7,99	9,72	4,80	9,18	6,05	6,51	9,43	7,39	4,05
Área da superfície (m <sup>2</sup> )	3,99	3,22	4,48	6,48	4,41	3,06	5,62	7,27	2,43	1,80	2,54	2,36	2,90	1,63	5,89	4,30	2,06	2,19	2,74	2,37	8,45
Área plana (m <sup>2</sup> )	3,56	3,19	4,35	6,44	3,99	2,83	4,96	6,81	2,26	1,69	1,94	2,26	2,77	1,61	5,82	3,78	1,88	2,06	2,66	2,21	7,27
Volume (m <sup>3</sup> )	0,39	0,07	0,15	0,08	0,35	0,16	0,15	0,44	0,14	0,08	0,25	0,11	0,05	0,03	0,26	0,32	0,12	0,11	0,12	0,13	1,01
Desnível (m)	0,15	0,27	0,89	0,18	0,20	0,24	0,34	0,27	0,23	0,95	0,63	0,42	0,29	0,56	0,49	0,20	0,17	0,19	0,44	0,30	0,26
Dist. Sublitoral (m)	72,83	17,91	15,74	99,13	40,49	41,93	288,41	42,79	31,63	23,36	28,90	21,48	17,91	4,02	2,69	50,28	12,89	15,56	101,40	16,73	6,01
Dist. Infralitoral (m)	40,99	30,11	40,60	219,56	45,17	116,02	327,95	61,54	26,95	154,33	47,62	23,10	24,62	23,75	5,16	110,56	37,54	22,16	286,86	16,53	28,89
Plataforma Cont. (km)	335,8	346,5	348,2	261,6	234,3	157,5	83,7	74,3	66,4	57,2	46,9	24,2	34,9	36,6	19,8	12,7	14,1	18,1	67,1	50,17	105,8
% Cobertura Algal	20,30	0,00	10,25	11,96	25,05	7,99	20,00	22,99	25,35	50,69	39,21	15,42	0,50	59,99	18,64	28,96	43,30	66,73	9,72	39,07	18,04
% Lama	23,77	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,58	0,00	0,95	2,14	0,00	0,00	0,00
% Areia	9,22	16,23	28,41	4,80	20,61	25,58	13,79	42,75	15,86	31,30	27,47	24,98	17,43	1,85	0,72	13,37	2,32	17,30	6,63	32,34	0,00
% Cascalho	33,15	28,33	30,21	31,92	28,34	42,47	62,08	23,30	11,06	15,86	44,84	15,54	32,96	22,81	8,38	46,31	40,75	15,49	21,89	21,24	15,66
% Rocha	33,86	55,44	41,38	62,58	51,04	23,77	24,12	33,67	73,08	52,85	27,69	59,48	49,61	75,34	35,32	40,32	55,98	65,07	71,48	46,42	84,34
Tipo de Substrato	Lat.	Lat.	Lat.	Lat.	Carb.	Arenito	Lat.	Lat.	Aren.	Aren.	Carb.	Aren.	Aren.	Aren.	Gran.	Aren.	Aren.	Aren.	Aren.	Carb.	Bas.
Índice de Rugosidade	1,14	1,01	1,03	1,01	1,10	1,08	1,14	1,07	1,07	1,06	1,31	1,04	1,07	1,01	1,01	1,13	1,10	1,07	1,03	1,08	1,13
Prof. Máxima (cm)	29,36	7,41	14,88	7,86	24,38	21,75	9,18	28,30	20,80	15,13	42,03	14,23	6,91	5,02	12,95	34,37	22,80	17,57	13,22	19,01	31,17

Onde: Razão L<sub>1</sub>/L<sub>2</sub>: Orientação do Afloramento rochoso, sendo L<sub>1</sub> (ortogonal) e L<sub>2</sub> (paralelo); Área do A. Rochoso (km<sup>2</sup>): Área do Afloramento Rochoso (km<sup>2</sup>); Perímetro A. Roch. (km): Perímetro do Afloramento Rochoso (km); Área da superfície (m<sup>2</sup>): Área da superfície da poça de maré (m<sup>2</sup>); Área plana (m<sup>2</sup>): Área plana da poça de maré (m<sup>2</sup>); Dist. Sublitoral (m): Distância para o Sublitoral (m); Dist. Infralitoral (m): Distância para o Infralitoral (m); Plataforma Cont. (km): Tamanho da Plataforma Continental (km); Prof. Máxima (cm): Profundidade Máxima da poça de maré (cm). O código das localidades ver legenda do mapa.

### 3.4.2. Composição de espécies

Foi capturado um total de 5.113 espécimes de peixes, representados por 30 famílias e 74 espécies (Tabela 3). As famílias com maior número de espécies foram Gobiidae, Blenniidae e Haemulidae com 8, 7 e 5 espécies, respectivamente. Do total de famílias capturadas, 13 (43,33%) foram representadas por uma única espécie.

As espécies mais abundantes foram *Scartella cristata* 25,7% (1.316 ind.), *Bathygobius saporator* 19,7% (1.008 ind.), *Bathygobius geminatus* 8% (433 ind.), *Ctenogobius boleosoma* 7% (391 ind.) e *Abudefduf saxatilis* 6% (312), representando uma biomassa de 4.274,20 g. Em contraste, 15 espécies apresentaram somente um indivíduo, totalizando uma biomassa de 255,90 g. A densidade e biomassa média dos peixes foi 498,06 (min-max: 6.895,28 - 2,40) ind. m<sup>-3</sup> e 588,25 (min-max: 9.834,58 - 0,57) g. m<sup>-3</sup>, respectivamente.

As regiões com maior e menor riqueza média foram AT e EA com 25 (desvio padrão: ± 14,2) e 6 espécies (± 3,3), respectivamente. As demais regiões, SN e MN obtiveram valores médios de riqueza intermediários com 17,5 (± 9,9) e 10,5 espécies (± 5,9), respectivamente.

Quatro espécies de peixes, *B. saporator*, *B. geminatus*, *Labrisomus nuchipinnis* e *S. cristata* apresentaram uma ampla distribuição geográfica ocorrendo em 19, 13, 12 e 11 locais, respectivamente. Entretanto, 29 espécies ocorreram somente em um local. Quando comparadas as regiões, 26 espécies foram exclusivas da AT e 10, 4 e 7 espécies exclusivas da NS, MN e EA, respectivamente.

A riqueza relativa (s/m<sup>3</sup>) das espécies apresentou correlação significativa com o tamanho da plataforma continental ( $F = 9,88$ ;  $R^2 = 0,34$ ;  $p = 0,005$ ) (Figura 3). As outras variáveis preditivas não obtiveram correlação significativa com a riqueza relativa ( $p > 0,05$ ).

Vinte e nove espécies foram classificadas como residente permanente, representando 75,69% do total de espécimes. Um total de 26 e 21 espécies foram classificadas como oportunistas e transitórias, o que correspondeu a 12,24% e 12,07% do total de indivíduos.

Tabela 3. Lista taxonômica dos peixes capturados nas poças de maré nas quatro biorregiões: Estuário Amazônico (EA), Manguezal do Norte (MN), Nordeste Semiárido (NS) e Atlântico Tropical (TW), entre as latitudes 00° e 22°S, litoral do Brasil, 2012.

Família e Espécies	S.R.	Estuário Amazônico		Manguezal do Norte		Nordeste Semiárido		Atlântico Tropical	
		(EA)		(MN)		(NS)		(AT)	
		Dens.(m <sup>3</sup> )	Biom.(m <sup>3</sup> )	Dens.(m <sup>3</sup> )	Biom.(m <sup>3</sup> )	Dens.(m <sup>3</sup> )	Biom.(m <sup>3</sup> )	Dens.(m <sup>3</sup> )	Biom.(m <sup>3</sup> )
<b>Muraenidae</b>									
<i>Enchelycore nigricans</i> (Bonnaterre, 1788)	RP							0,59	5,73
<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839	RP			0,07	0,91	0,03	5,10	2,53	15,85
<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier, 1829)	RP							0,20	9,78
<i>Gymnothorax vicinus</i> (Castelhau, 1855)	RP							0,07	8,10
<b>Ophichthidae</b>									
<i>Ahlia egmontis</i> (Jordan, 1884)	RP					2,31	0,23	0,63	1,45
<i>Ichthyapus ophioneus</i> (Evermann & Marsh, 1900)	RP	0,69	2,13						
<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)	O							0,38	10,15
<b>Batrachoididae</b>									
<i>Batrachoides surinamensis</i> (Bloch & Schneider, 1801)	O	1,32	25,59	0,45	0,24	1,06	5,64		
<i>Thalassophryne nattereri</i> Steindachner, 1876	O			8,99	316,39	1,23	8,27	0,20	1,21
<b>Mugilidae</b>									
<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	T			10,57	3,12	1,72	0,24	13,29	6,35
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	T			12,64	2,73	0,59	1,10		
<i>Mugil hospes</i> Jordan & Culver, 1895	T			3,35	0,91			0,37	0,18
<b>Atherinopsidae</b>									
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	T	6,33	0,10					0,57	0,10
<b>Holocentridae</b>									
<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	T							0,04	1,01

**Syngnathidae**

<i>Anarchopterus tectus</i> (Dawson, 1971)	O				1,20	0,04		
<i>Bryx</i> cf. <i>dunckeri</i> (Metzelaar, 1919)	O	0,22	0,03					
<i>Micrognathus crinitus</i> (Jenyns, 1842)	T						0,02	0,01

**Scorpaenidae**

<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789	O						0,10	3,09
---------------------------------------	---	--	--	--	--	--	------	------

**Epinephelidae**

<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	T						0,12	0,25
<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	T						0,55	3,37
<i>Rypticus subbifrenatus</i> Gill, 1861	O						0,02	0,08
<i>Rypticus bistrispinus</i> (Mitchill, 1818)	O						0,01	0,01

**Apogonidae**

<i>Apogon americanus</i> Catelnau, 1855	RP						0,29	0,93
---	----	--	--	--	--	--	------	------

**Carangidae**

<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	T						0,77	2,81
-----------------------------------	---	--	--	--	--	--	------	------

**Lutjanidae**

<i>Lutjanus alexandrei</i> Moura & Lindeman, 2007	O		0,73	3,39	2,97	7,43	0,11	0,03
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	O		2,04	0,29	2,37	0,78		
<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	O		0,59	0,24	2,72	0,70		

**Gerreidae**

<i>Eucinostomus lefroy</i> (Goode, 1874)	T						1,86	0,07
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	T						16,79	1,01
<i>Eucinostomus harengulus</i> (Goode & Bean, 1879)	T						0,05	0,08

**Haemulidae**

<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	O				0,08	0,01		
<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	O				12,70	5,32		

<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1790)	T	5,85	5,13				
<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	T					0,43	0,09
<i>Pomadasys corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	O	0,59	0,01				
<b>Sparidae</b>							
<i>Diplodus argenteus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	T					1,44	2,96
<b>Kyphosidae</b>							
<i>Kyphosus</i> sp.	O					1,34	0,16
<b>Pomacentridae</b>							
<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	O					9,03	34,58
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	RP					11,37	48,97
<i>Chromis</i> sp.	O					0,20	0,01
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	O			16,08	24,63	9,93	2,73
<b>Labridae</b>							
<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	O					0,32	0,01
<i>Sparisoma frondosum</i> (Agassiz, 1831)	O			0,59	15,42		
<b>Dactyloscopidae</b>							
<i>Dactyloscopus tridigitatus</i> Gill, 1859	T					0,06	0,03
<b>Labrisomidae</b>							
<i>Paraclinus</i> sp.	RP			1,21	0,16		
<i>Paraclinus arcanus</i> Guimaraes and Barcellar, 2002	RP			0,34	0,03		
<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy and Gaimard, 1824)	RP			0,72	4,05	11,87	35,89
<i>Malacoctenus delalandii</i> (Valenciennes, 1836)	RP			7,36	2,65	4,69	1,04
<b>Chaenopsidae</b>							
<i>Emblemariopsis signifer</i> (Ginburg, 1942)	RP			0,50	0,01	0,26	0,01
<b>Blenniidae</b>							
<i>Omobranchus punctatus</i> (Valenciennes, 1836)	RP	11,64	5,83	2,24	1,55	1,02	0,23



<i>Ophioblennius trinitatis</i> Miranda Ribeiro, 1919	RP					0,11	0,07	0,07	0,54
<i>Entomacrodus vomerinus</i> (Valenciennes, 1836)	RP							32,62	45,77
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)	RP					702,29	899,82	200,18	69,64
<i>Parablennius</i> sp.	RP					0,09	0,01		
<i>Lupinoblennius paivai</i> (Pinto, 1958)	O	3,40	1,94						
<i>Hyleurochilus fissicornis</i> (Quoy and Gaimard, 1824)	RP					1,54	1,20	0,08	0,01
<b>Gobiesocidae</b>									
<i>Gobiesox barbatulus</i> Starks, 1913	O			23,87	27,82	0,20	0,21	0,93	0,96
<i>Tomicodon</i> sp.	O					0,15	0,01	1,40	0,07
<b>Eleotridae</b>									
<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	RP	1,30	7,56						
<b>Gobiidae</b>									
<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	RP	225,87	340,69	13,59	43,33	17,18	55,64	96,82	101,88
<i>Bathygobius geminatus</i> Tornabene, Baldwin and Pezold, 2010	RP					7,09	6,57	82,62	55,19
<i>Barbulifer</i> sp.	RP			11,96	1,54	2,12	0,14		
<i>Barbulifer ceuthoecus</i> (Jordan and Gilbert, 1884)	RP							0,06	0,01
<i>Gobiosoma</i> sp.	RP	5,13	2,03						
<i>Gobiosoma hemigymnum</i> (Eigenmann and Eigenmann, 1888)	RP			2,83	0,18	8,71	0,37	0,22	0,01
<i>Evorthodus lyricus</i> (Girard, 1858)	RP	0,13	0,17						
<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan and Gilbert, 1882)	RP	0,50	0,02	0,29	0,03			36,89	4,23
<b>Microdesmidae</b>									
<i>Microdesmus bahianus</i> Dawson, 1973	RP			0,76	0,57			0,35	0,07
<b>Ephippidae</b>									
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	O			0,45	0,02				
<b>Acanthuridae</b>									
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	O					0,13	0,47		

<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	O			0,10	0,08	0,13	0,14
<b>Paralichthyidae</b>							
<i>Citharichthys arenaceus</i> Evermann and Marsh, 1900	T		0,54	0,01			
Tetraodontidae							
<i>Colomesus psittacus</i> (Bloch and Schneider, 1801)	T	0,22	0,16				
<i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900	T			0,19	1,29		

---

Onde: S.R.: Status residencial (Griffiths, 2003); RP: Residente permanente; O: Oportunista, T: Transitório. Dens. (m<sup>3</sup>): Densidade ind.m<sup>-3</sup>; Biom. (m<sup>3</sup>): Biomassa g. m<sup>-3</sup>.

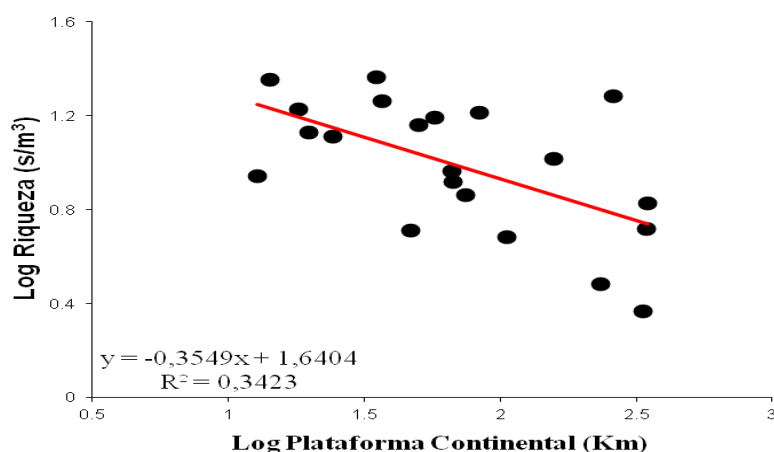


Figura 3. Relação entre a riqueza relativa ( $s/m^3$ ) de peixes e o tamanho da plataforma continental dos 21 locais amostrados, no longo do litoral do Brasil, entre as latitudes  $00^\circ$  e  $22^\circ S$ .

A ordenação de nMDS evidenciou padrões espaciais das amostras de acordo com a composição da ictiofauna ( $ind.m^{-3}$ ). No lado direito do plot foi reconhecido o agrupamento das amostras da biorregião AT, ao lado esquerdo as amostras da MN e na parte central as amostras das biorregiões EA (superior) e NS (inferior) (Figura 4). A fauna de peixes variou entre os locais amostrados (PERMANOVA: Pseudo-F = 6,20;  $p = 0,0001$ ) e entre as biorregiões (PERMANOVA: Pseudo-F = 3,53 e  $p = 0,0001$ ). A variabilidade da composição das espécies foi maior entre os locais amostrados (31,77% do total do valor estimado) seguido das biorregiões (20,27% do total do valor estimado). As comparações pareadas indicaram que todas as biorregiões diferiram significativamente entre si, exceto entre os pares NS e AT. A distância média para o centróide do grupo baseada na dissimilaridade das assembleias (i.e.  $\beta$ -diversidade) também diferiu entre as biorregiões (PERMDISP,  $F = 31,30$ ,  $p = 0,0001$ ) e entre os locais (PERMDISP,  $F = 4,65$ ,  $p = 0,0002$ ) (Figura 5).

A análise SIMPER demonstrou que *B. saporator* tipificou todas as biorregiões, tendo maior contribuição para EA (94,79%). As espécies *Gobiesox barbatulus*, *Omobranchus punctatus*, *Barbulifer* sp., *Mugil curema*, *Genyatremus luteus* e *Thalassophryne nattereri* tiveram as maiores contribuições para caracterização da fauna do MN. Além de *B. saporator*, quatro espécies, *S. cristata*, *A. saxatilis*, *Lutjanus alexandrei* e *B. geminatus* foram as que melhor tipificaram a NS. Na biorregião de AT, a composição da fauna foi melhor explicada por *B. geminatus*, *L. nuchipinnis*, *Ctenogobius boleosoma*, *Stegastes fuscus* e *S. cristata* (Figura 6).

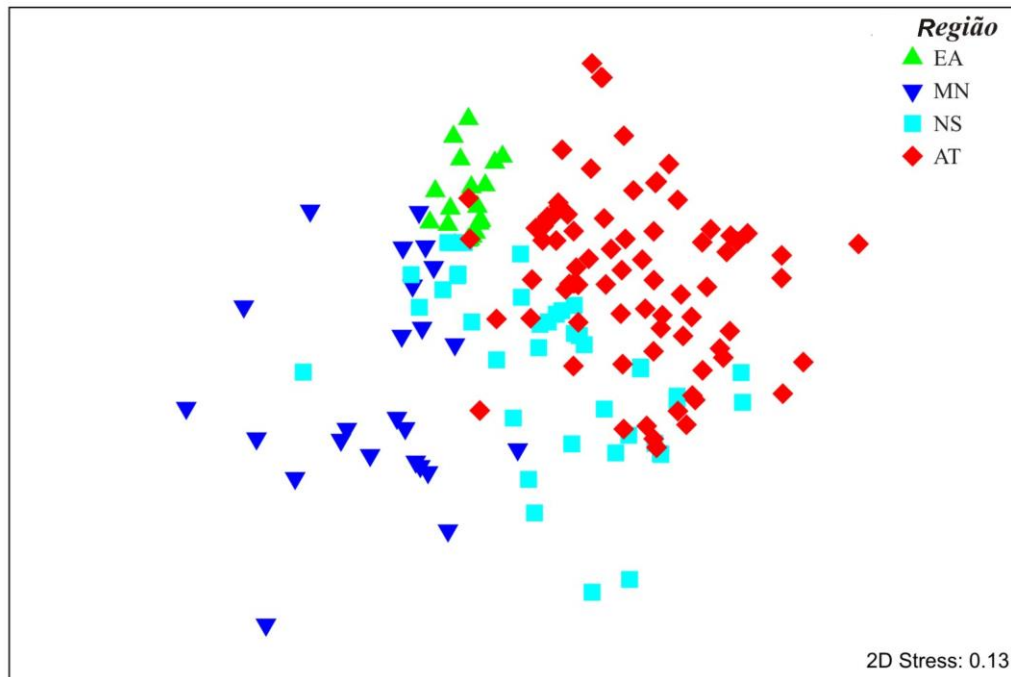


Figura 4. Escalonamento multidimensional não métrico (MDS) a partir da densidade (ind. m<sup>-3</sup>) das espécies de peixes de poças de maré com substrato rochoso, entre as latitudes 00° e 22°S, no litoral do Brasil. Biorregiões - EA: Estuário Amazônico; MN: Manguezal do Norte; NS: Nordeste Semiárido; AT: Atlântico Tropical.

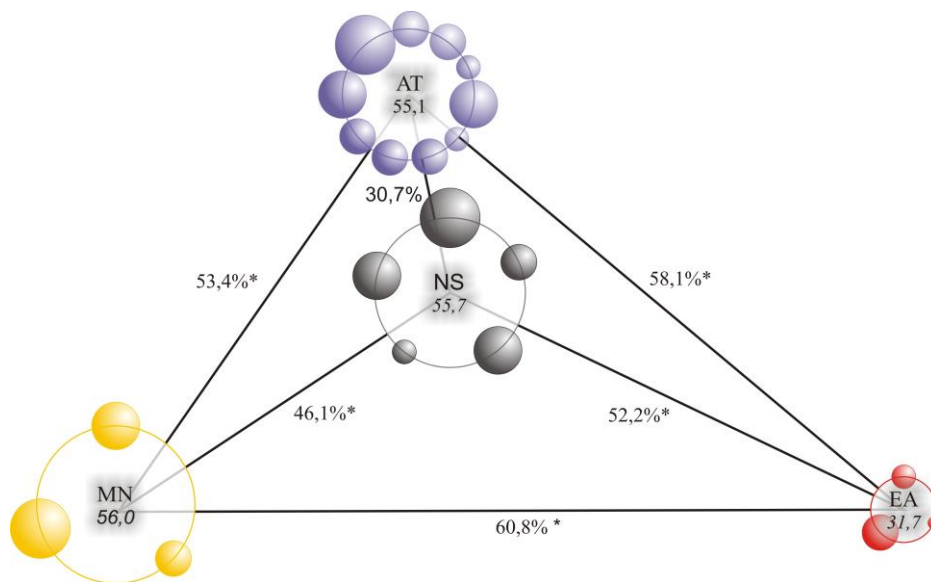


Figura 5. Distância entre os centróides de cada biorregião a partir da matriz de composição das espécies de peixes (ind. m<sup>-3</sup>) de poças de maré com substrato rochoso, entre as latitudes 00° e 22°S, no litoral do Brasil. O valor em % indica a dissimilaridade entre as biorregiões; a significância da comparação por pares entre as biorregiões de acordo com o teste PERMANOVA é representada pelo símbolo “\*”. O tamanho do círculo das biorregiões (círculo colorido com fundo vazio) e locais (bolas coloridas) é proporcional à dispersão multivariada. Para as biorregiões é indicado no centro do círculo o valor da dispersão. Biorregiões - EA: Estuário Amazônico; MN: Manguezal do Norte; NS: Nordeste Semiárido; AT: Atlântico Tropical.

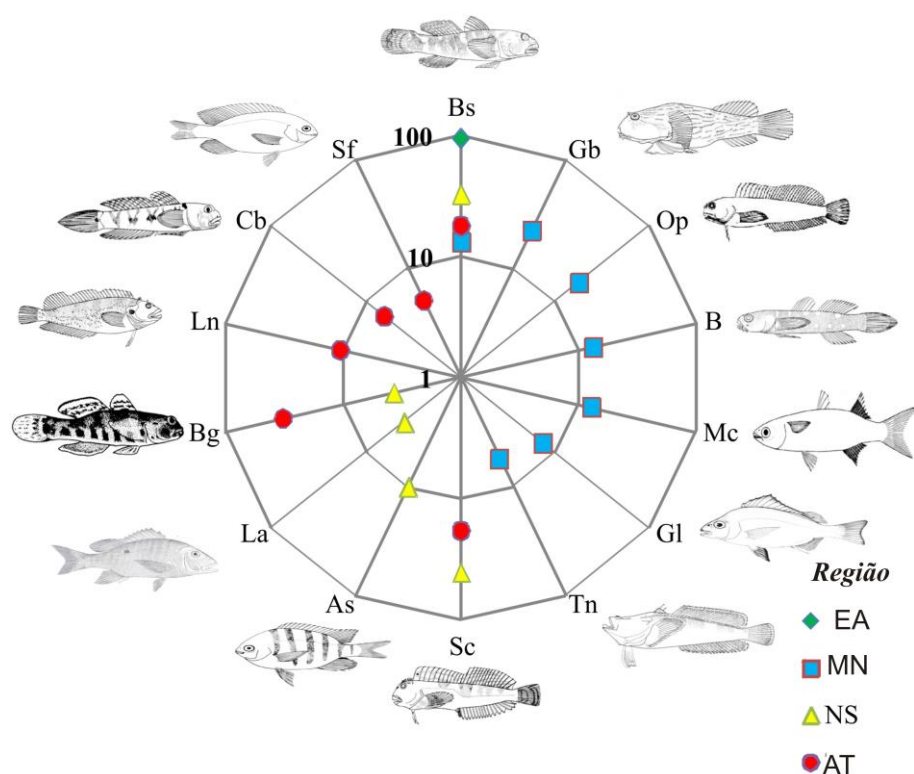


Figura 6. Análise de SIMPER com a contribuição percentual das espécies de peixes de poças de maré com substrato rochoso nas quatro biorregiões, entre as latitudes 00° e 22°S. Biorregiões - EA: Estuário Amazônico; MN: Manguezal do Norte; NS: Nordeste Semiárido; AT: Atlântico Tropical. Bs: *Bathygobius soporator*; Gb: *Gobiosox barbatulus*; Op: *Omobranchus punctatus*; B: *Barbulifer* sp.; Mc: *Mugil curema*; Gl: *Genyatremus luteus*; Tn: *Thalassophryne nattereri*; Sc: *Scartella cristata*; As: *Abudefduf saxatilis*; La: *Lutjanus alexandrei*; Bg: *Bathygobius geminatus*; Ln: *Labrisomus nuchipinnis*; Cb: *Ctenogobius boleosoma*; Sf: *Stegastes fuscus*.

A análise canônica de coordenadas principais (CAP) baseada na composição das espécies das amostras de cada local e nas regiões como preditor obteve diferenças significativas da ictiofauna entre as biorregiões ( $\delta^2_1 = 0,76$  e  $p = 0,0001$ ). A CAP alcançou um elevado sucesso de alocação (96,1%), usando  $m = 15$  eixos de coordenadas principais, explicando 83,63% de variação na matriz de dissimilaridade (Tabela 4). As biorregiões foram claramente separadas nos dois eixos canônicos, sendo que a assembleia de peixes na biorregião MN foi a mais distinta.

Os eixos canônicos obtiveram uma alta correlação canônica com a assembleia de peixes. Cinco espécies caracterizaram a biorregião AT (*L. nuchipinnis*, *B. geminatus*, *Epinephelus adscensionis*, *S. fuscus* e *C. boleosoma*) e a biorregião MN (*O. punctatus*, *G. barbatulus*, *T. nattereri*, *Lutjanus synagris* e *G. luteus*). As espécies *Gobiosoma* sp. e *Eleotris pisonis* foram associadas a biorregião EA (Figura 7).

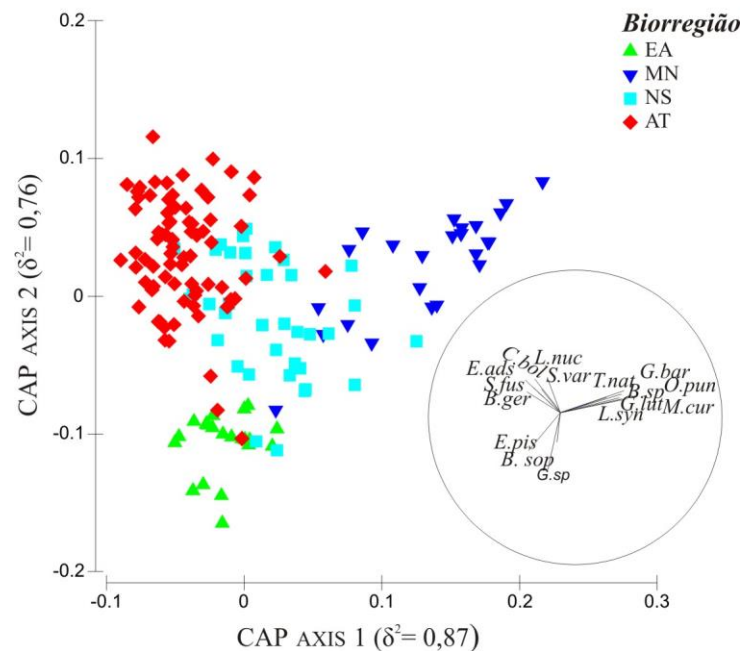


Figura 7. Análise canônica de coordenadas principais (CAP) baseada na composição de espécies e na categoria trófica de peixes nas quatro regiões, entre as latitudes 00° e 22°S, litoral do Brasil. Regiões - EA: Estuário Amazônico; MN: Manguezal do Norte; NS: Nordeste Semiárido; AT: Atlântico Tropical. *L. nuc*: *Labrisomus nuchipinnis*; *S. var*: *Stegastes variabilis*; *T. nat*: *Thalassophryne nattereri*; *G. bar*: *Gobiesox barbatulus*; *O. pun*: *Omobranchus punctatus*; *B. sp*: *Barbulifer sp.*; *G. lut*: *Genyatremus luteus*; *M. cur*: *Mugil curema*; *L. Syn*: *Lutjanus synagris*; *G. sp*: *Gobiosoma sp.*; *B. sop*: *Bathygobius soporator*; *E. pis*: *Eleotris pisonis*; *B. ger*: *B. geminatus*; *S. fus*: *S. fuscus*; *E. ads*: *Epinephelus adscensionis*; *C. bol*: *Ctenogobius boleosoma*.

Tabela 4. Análise canônica de coordenadas principais (CAP), examinando a assembleia de peixes de poças de maré nas quatro Regiões (EA, MN, NS e AT), entre as latitudes 00° e 22°S, litoral do Brasil.

REGIÕES	Classificada como:				% sucesso de alocação	m	$\delta^2$	P
	AE	NM	NS	TW				
Estuário Amazônico (EA)	23	0	0	0	100			
Manguezal do Norte (MN)	1	18	4	1	75	15	0.76	0.0001
Nordeste Semiárido (NS)	3	3	31	2	79,48			
Atlântico Tropical (AT)	3	0	10	66	83,54			
					Total = 83,63			

Onde: % Sucesso alocação = percentagem de pontos corretamente alocados em cada grupo.  $\delta^2$  = correlação canônica ao quadrado. Regiões EA: Estuário Amazonico; MN: Manguezal do Norte; NS: Nordeste Semiárido; AT: Atlântico Tropical.

### 3.4.3. Relação entre a assembleia de peixes e variáveis ambientais

De acordo com o primeiro modelo de DISTLM, ao longo do gradiente latitudinal, as quatro categorias das variáveis preditivas (paisagem, substrato, geográfica e ambiental) explicaram significativamente os padrões espaciais das assembleias de peixes (88% da variação da ictiofauna;  $p = 0,0001$ ) (Tabela 5). Quando comparadas às categorias, 45,22% da variação da composição da fauna foi explicada pela paisagem (25,56%) e pelo substrato (19,66%).

O segundo modelo de DISTLM realizado sem agrupar as variáveis de acordo com as quatro categorias, identificou 19 variáveis preditivas que influenciaram significativamente ( $p = 0,0001$ ) na composição da ictiofauna (ind.  $m^{-3}$ ) (Tabela 6). Quatro variáveis: plataforma continental, % cobertura algal, a razão  $L_1/L_2$  e a amplitude de maré foram as mais influentes explicando 25% da variabilidade na estrutura da ictiofauna.

A ordenação de RDA, com base na ictiofauna, mostrou claramente a separação das quatro regiões conforme as variáveis ambientais. Os eixos  $dbRDA_1$  e  $dbRDA_2$  apresentaram uma variação total de 27%. A composição da ictiofauna na região EA foi explicada através do desnível e do tamanho da plataforma continental. As variáveis ambientais longitude, amplitude de maré, pluviosidade, distância para o supralitoral, salinidade e a % cobertura algal caracterizaram a ictiofauna na biorregião MN. Adicionalmente, três variáveis explicaram a fauna de peixes nas biorregiões SN e AT: latitude, a razão  $L_1/L_2$  e o desnível (Figura 8).

Tabela 5. Resultado da modelagem linear com base na distância (DISTLM) das quatro categorias de variáveis preditivas (substrato, paisagem, ambiental e geográfico) para descrever a variação a composição das espécies de peixes ao longo do gradiente latitudinal, no litoral do Brasil.

Categorias	$R^2$	SS	Pseudo-F	p	% Proporção
Paisagem	0,21241	155000	5,9144	0,0001	25,56
Substrato	0,36095	116000	3,7713	0,0001	19,66
Ambiental	0,44275	511670	6,2113	0,0001	8,44
Geográfica	0,46230	199080	2,0036	0,0001	3,28

Tabela 6. Resultado da modelagem linear com base na distância (DISTLM) das variáveis preditivas para descrever a variação a composição das espécies de peixes ao longo do gradiente latitudinal, entre as latitudes 00° e 22°S, litoral do Brasil.

Variáveis Ambientais	R <sup>2</sup>	SS	Pseudo-F	p	% Proporção
Plataforma Continental	0,111	67359	20,38	0,0001	11,11
% Cobertura Algal	0,166	33470	10,731	0,0001	5,52
Razão L1/L2	0,208	25532	8,5688	0,0001	4,21
Amplitude de Maré	0,247	23481	8,2344	0,0001	3,87
Granito	0,275	16998	6,1528	0,0001	2,80
Carbonato	0,301	15743	5,8732	0,0001	2,60
Pluviosidade (mm)	0,328	16734	6,4585	0,0001	2,76
Latitude	0,350	12838	5,0837	0,0001	2,12
Área da Formação Rochosa (m <sup>2</sup> )	0,370	12617	5,1284	0,0001	2,08
Basalto	0,389	11567	4,8174	0,0001	1,91
Profundidade Máxima (cm)	0,408	11312	4,8283	0,0001	1,87
Longitude	0,422	8135,4	3,53	0,0006	1,34
Arenito	0,441	11510	5,13	0,0001	1,88
Dimensão Fractal	0,452	6719,2	3,035	0,0009	1,11
Perímetro da Formação rochosa	0,463	7004,3	3,2104	0,0008	1,16
Salinidade	0,472	5362,4	2,4823	0,0077	0,88
Distancia para área sublitoral (m)	0,480	4680,2	2,1839	0,018	0,77
% Cascalho	0,488	4906,7	2,31	0,0123	0,81
Volume (m <sup>3</sup> )	0,495	4423,6	2,0982	0,0211	0,73



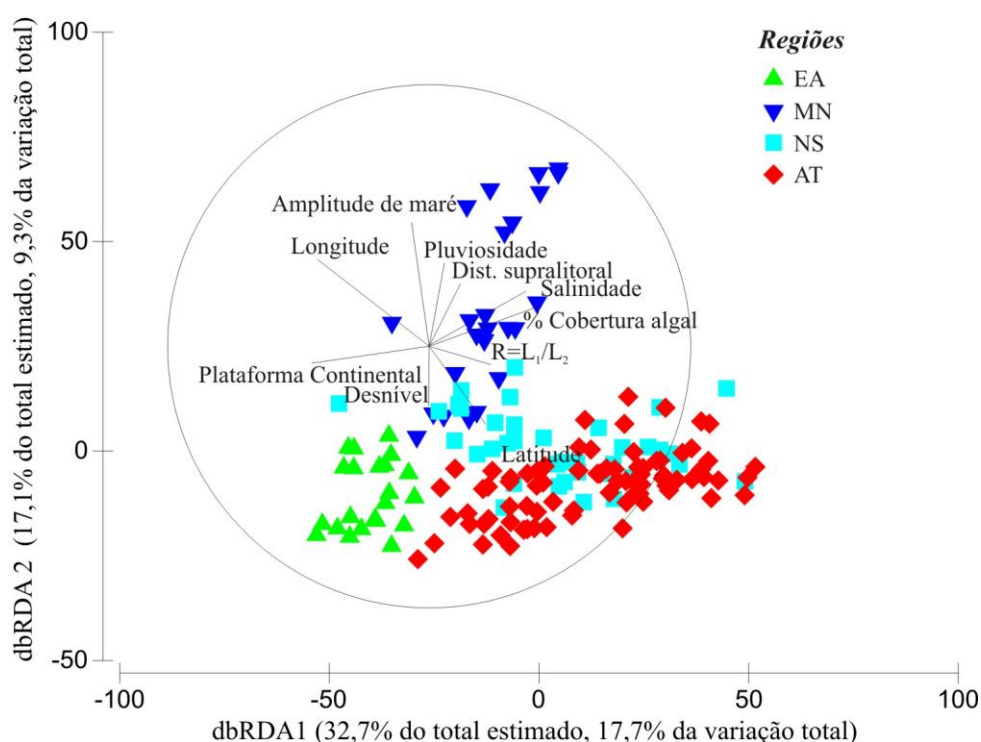


Figura 8. Análise de redundância (db-RDA) das quatro regiões amostradas baseada nas variáveis preditivas conforme a composição de espécies de peixes (ind. m<sup>-3</sup>), entre as latitudes 00° e 22° S, no litoral do Brasil. Regiões - EA: Estuário Amazônico; MN: Manguezal do Norte; NS: Nordeste Semiárido; AT: Atlântico Tropical.

### 3.5. DISCUSSÃO

#### 3.5.1. Padrões biogeográficos

A mudança na composição da ictiofauna observada no trecho de 4.900 km, mostra que a província brasileira, anteriormente definida para fauna de peixes recifais por uma extensão que vai do rio Amazonas até Santa Catarina (FLOETER et al., 2008; BRIGGS et al., 2012), não demonstra ser uma unidade biogeográfica válida para o ecossistema de poças maré. Apesar deste estudo não ter compreendido a região sul do País, a mudança na composição da ictiofauna na porção sul do Brasil é claramente definida através vários estudos abordados em habitats estuarinos e marinhos (BRIGGS, 2012). Por estas razões, há uma necessidade de rever a área que compõe a província brasileira baseada em fatores ambientais e em diferentes ecossistemas que abrigam a ictiofauna.

Ao longo da costa brasileira, entre as latitudes 00° e 22°S, foi possível detectar a segregação da ictiofauna de poças de maré entre as quatro biorregiões (EA, MN, NS e AT). A biorregião EA, compreende a região norte do país (00°S), onde há um grande depósito de

sedimento e influência límnic da pluma amazônica. O que exige das espécies de EA uma capacidade de tolerar baixos valores de salinidade, podendo ser igual zero (MEADE et al., 1985). Por isso, a fauna de peixe que tipificou essa biorregião foi restrita as espécies capazes de suportar estas condições ambientais, e.g. *B. soporator*, *Evorthodus lyricus*, *Eleotris pisonis*, *Lupinoblennius paivai*, *Gobiosoma* sp., entre outros.

Na biorregião MN (00° - 02°S), assim como em EA, as espécies de peixes também apresentam tolerância a flutuações na salinidade (intervalo de 15 a 34). Nesta biorregião, por ser dominada por manguezais, planícies lodosas e algumas áreas de marismas, a assembleia de peixes foi composta por espécies típicas de ecossistemas estuarinos, como *G. luteus*, *T. nattereri*, *M. curema* (VILLAR et al., 2013; GIARRIZZO; KRUMME, 2007) e residentes de poças de maré, e.g. *G. barbatulus*, *O. punctatus* e *Barbullifer* sp. Este resultado evidência uma clara conectividade biológica entre os diferentes ambientes estuarinos e quanto às poças de maré sejam capazes de abrigar uma rica fauna de peixes composta de espécies residentes e que habitam outros ecossistemas.

As espécies de peixes da biorregião NS (02° - 05°S) ocorrem em pelo menos uma das demais biorregiões amostradas, e.g. *B. soporator*, *G. hemigymnum*, *G. funebris*, *A. bahianus*, entre outras. Nesta biorregião a presença de ambientes estuarinos ao norte e recifes ao sul justifica a presença de espécies típicas de outras biorregiões e sugere que a biorregião NS seja uma região de transição da ictiofauna no litoral do Brasil. Adicionalmente, neste trecho da costa do Brasil há uma mudança da corrente oceanográfica, onde a corrente do norte do Brasil interage para a porção norte e a equatorial para a porção sul do Brasil.

A biorregião AT compreende a porção tropical do Brasil, entre as latitudes 05°S e 22°S, e foi composta por espécies recifais, marinhas e de poças de maré, e.g. *Dactyloscopus tridigitatus*, *Cephalopholis fulva*, *E. adscensionis*, *S. fuscus*, *L. nuchipinnis*, *C. boleosoma*, entre outras. A presença de outros ecossistemas marinhos adjacentes, tais como recife rochosos e de ilhas oceânicas (e.g. Fernando de Noronha e Atol da Rocas) próximos à costa podem estar influenciando na estrutura da ictiofauna em AT. Para esta conectividade entre os ecossistemas de AT, sugere-se que a circulação oceânica possa ser responsável pela dispersão de várias espécies através do giro oceânico proporcionando uma interação das espécies em zonas convergentes, onde juntamente com a presença de espécies marinhas eleva-se a riqueza nesta biorregião (PALACIO, 1982). Fatores ambientais também podem contribuir para este resultado, por exemplo, a amplitude maré do regime de tipo meso e micromarés pode reduzir o grau de exposição das espécies de peixes às ondas proporcionando um habitat menos estressante.

### 3.5.2. Relação entre a riqueza e a latitude

Ao longo de um amplo intervalo de latitude diversos fatores regionais e locais podem influenciar na estrutura da fauna de peixes. Por exemplo, a temperatura e a latitude, ambas têm sido relatadas como variáveis que interferem na estrutura da ictiofauna em outras regiões do mundo (TRAVES et al., 2010; 2012, FLOETER et al., 2008; FLOETER et al., 2001). No entanto, nas poças de maré da costa brasileira estas variáveis não apresentaram correlações significativas na riqueza relativa da ictiofauna. As flutuações nos valores de temperatura durante o tempo de exposição no período de maré baixa podem influenciar na estrutura da ictiofauna somente na escala local.

A única variável que obteve correlações significativamente negativa com a riqueza relativa entre as latitudes 00°S e 22°S foi o tamanho da plataforma continental. Isto pode estar relacionado à sua variabilidade de tamanho no litoral do Brasil, evidenciando um padrão de riqueza independente da latitude. Essa relação encontrada indica uma dispersão da ictiofauna conforme a disponibilidade habitats, ou seja, a porção da costa com a menor tamanho da plataforma há uma menor disponibilidade de habitats e conseqüentemente maior concentração de espécies.

### 3.5.3. Variabilidade regional vs. local

A heterogeneidade da assembleia de peixes de poças de maré, de acordo com a análise da PERMANOVA e PERMDISP, demonstrou ser maior entre os locais seguida pelas biorregiões. Isso pode ser um reflexo do fato que cada poça de maré é considerada como um ecossistema único diferindo estruturalmente com qualquer outra poça. Portanto, sugere-se que para ecossistemas de poças de maré a ictiofauna sofre influência de processos ecológicos locais e regionais.

Até o presente estudo, padrões de distribuição da ictiofauna de poças de maré em diferentes escalas (regional vs local) não haviam sido analisados. Em outros ecossistemas tem sido encontrado um padrão análogo ao encontrado neste estudo, e.g. estuários da costa brasileira (VILAR et al., 2013) e ambientes costeiros com diferentes tipos de substrato (consolidado vs não consolidado) na Austrália (TRAVERS et al., 2010). Isto sugere que na composição da fauna de peixes há uma variabilidade em diferentes escalas espaciais independente do ecossistema analisado, e essa mudança da fauna está relacionada a fatores ambientais, tais como a paisagem, o clima, entre outros (VILAR et al., 2013).

### 3.5.4. Efeito das variáveis ambientais na estruturação da ictiofauna

Os padrões espaciais da assembleia de peixes de poças de maré foram melhor explicados por quatro variáveis preditivas: tamanho da plataforma continental, % de cobertura algal, razão  $R=L_1/L_2$  e a amplitude de maré. Este resultado indica que a estrutura e a forma do ambiente são os principais modeladores da ictiofauna de poças de maré em diferentes escalas espaciais. De fato, estas variáveis proporcionaram quatro condições ambientais fundamentais para a estruturação da fauna de peixes. O tamanho da plataforma continental foi reflexo da disponibilidade de habitat, portanto se pode supor que exista uma relação direta entre tamanho da plataforma e quantidade de ambientes disponíveis para os peixes. O outro fator que pode influenciar na composição da ictiofauna é a disponibilidade de recursos alimentares, sendo proporcionado pela % de cobertura algal que é uma fonte de alimento para muitas espécies que usam as poças de maré (ATEWEBERHAN et al., 2013). A razão  $R=L_1/L_2$  que indica qual é a posição do afloramento também contribui para a estruturação da fauna de peixes, demonstrando que a diferente posição pode estar associado à dinâmica do ambiente. Neste sentido em afloramentos ortogonais à linha de costa, as diversas variáveis ambientais, e.g. energia de onda, corrente de marés e ventos, atuam de uma forma mais gradual reduzindo a sua intensidade ao longo do afloramento. Já em afloramentos paralelos à linha de costa, onde os fatores ambientais atuam de forma mais abrupta tornando o ambiente mais dinâmico. A quarta condição ambiental reconhecida pela análise do presente estudo foi a amplitude de maré que determina o tempo de exposição das poças durante a maré baixa, e com isso pode tornar um ambiente estressante e limitante para a ictiofauna devido às flutuações das variáveis físico-químicas neste período de exposição (ROSA et al., 1997; GRIFFITHS, 2003; CUNHA, 2007).

Nos ecossistemas de poças de maré o as variáveis preditivas associadas às categorias de substrato e paisagem foram as que melhor explicaram o padrão de distribuição da fauna de peixe. Este resultado mostra que diferentemente a outros ecossistemas (e.g. estuários BARLETTA et al., 2003) a estrutura das assembleias de peixes de poças de maré não é associada às características físico-químicas locais dado que as espécies são altamente tolerantes e plásticas às mudanças destas variáveis. Até o presente estudo o padrão de distribuição da ictiofauna foi relacionado a variáveis físico-químicas. Numerosos trabalhos indicaram a temperatura como uma das principais variáveis preditivas na distribuição da fauna de peixes em amplas escalas espaciais (TRAVES et al., 2010; 2012; VILLAR et al., 2013, FLOERTER et al., 2001). No entanto, a maioria destes estudos não considerou outras

categorias de variáveis como tipo de substrato e complexidade de habitat que, como comprovado na presente análise, podem ser responsáveis pela real estruturação das assembleias.

De acordo com a ordenação de RDA, as biorregiões foram separadas conforme variáveis preditivas locais (e.g. % de cobertura algal) e regionais (e.g. tamanho da plataforma continental) correlacionadas com a composição da ictiofauna. É evidente que aspectos biológicos da ictiofauna devem ser considerados nos processos de distribuição encontrados no presente estudo, tais como a capacidade de dispersão, estratégia reprodutiva, capacidade de tolerar variações ambientais, pois podem restringir ou contribuir com a ampla distribuição das espécies.

### 3.6. CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que os padrões de distribuição observados na assembleia de peixes são simultaneamente determinados por fatores ambientais locais e regionais e pela capacidade de adaptação e de dispersão da ictiofauna. Além disso, os fatores relacionados à paisagem e ao substrato atuam conjuntamente no processo de distribuição da assembleia de peixes em diferentes escalas geográficas. Ao longo do trecho de costa estudado, a composição da ictiofauna de poça de maré diferiu entre as biorregiões se opondo aos estudos anteriores que identificaram para outros ecossistemas marinhos uma única província biogeográfica. Outros fatores como fenômenos El niño, corrente marítimas, entre outros, não mensurados neste estudo, precisam ser avaliados em outras pesquisas para melhor compreender estes processos de distribuição. Adicionalmente, a ampliação deste estudo para toda costa brasileira, assim como a adição de uma escala temporal permitirão testar novas hipóteses e propor medidas de conservação para ambientes dinâmicos como as poças de maré.

### 3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, p. 32-46. 2001.

ANDERSON, M. J.; ELLINGSEN, K. E. MCARDLE, K. E. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. **Ecology**, v. 9, p. 683-693. 2006.

ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. **PERMANOVA + for PRIME: guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth, U.K.** 2008. 214 p.

ANDERSON, M. J.; ROBINSON, J. Generalized discriminant analyses based on distances. **Australian N. Z. J. Statistical**, v. 45, p. 301-318. 2003.

ANGERMEIER, P. L.; WINSTON, M. R. Local vs. regional influences on local diversity in stream fish communities of Virginia. **Ecology**, v. 79, p. 911-927. 1998.

BANCO NACIONAL DE DADOS OCEANOGRÁFICOS. BNDO, World Wide Web Electronic Publication. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/tabuas> (acessado em 20 de março 2013), 2013.

BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in the tidal mangroves creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). **Marine Ecology Progress Series**, v. 256, p. 217-228. 2003.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Pattern in species richness**. In: Ecology from Individuals to Ecosystems. 4. ed. Blackwell Publishing Ltd, 2006. p. 602-632.

BELLWOOD, D. R. Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reef. **Science**, v. 292, p. 1532-1534. 2001.

BERNARDES, M. C.; KNOPPERS, B. A.; REZENDE, C. E.; SOUZA, W. F. L.; OVALLE, A. R. C. Land-sea interface features of four estuaries on the South America Atlantic coast. **Brazilian Journal Biology**, v. 72, p. 761-774. 2012.

BERRIOS, V. C.; VARGAS, M. F. Estructura trófica de la asociación de peces intermareales de la costa rochosa del Norte de Chile. **Revista de Biología Tropical**, v. 52, p. 201-212. 2004.

BEZERRA, M. O. Current characterization at the Amazon Estuary. **Geophysical Research**, v. 11, p. 133363. 2009.

BRIGGS, J. C.; BOWEN, B. W. A realignment of marine biogeographic provinces with particular reference to fish distributions. **Journal of Biogeography**, v. 39, p. 12-30. 2012.

BURROUGH, P. A. Fractal dimension of landscapes and other environmental data. **Nature**, v. 294, p. 240-242. 1981.

CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B. **Physical oceanography of Western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S**. In: ROBINSON, A. R.; BRINK, K. H. *The Sea*, New York, 1998. p. 209-251.

CATELLANOS-GALINDO, G. A.; GIRALDO, A.; RUBIO, E. A. Community structure of na assemblage of tidalpool fishes on a tropical eastern Pacific rocky shore Colombia. **Environmental Biological of Fishes**, v. 67, p. 392-408. 2005.

CENTRO DE HIDROGRAFIA MARINHA. World Wide Web Electronic Publication. Disponível em: <http://www.mar.mil.br> (acessado de 10 Abril 2013), 2013.

CHAGULAF, C. A.; TOWNSED, K. A.; TIBBETTS, I. R. Community structure of soft sediment pool fishes in Moreton Bay, Australia. **Journal of Biology**, v. 78, p. 479-494. 2011.

CHAPIN III, F. S.; ZAVALETA, E. S.; EVINER, V. T. NAYLOR, R. L.; VITOUSEK, P. M. REYNOLDS, H. L.; HOOPER, D. U.; LAVOREL, S.; SALA, O. E.; HOBBIE, S. E.; MACK, M. C.; DIAZ, S. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, v. 405, p. 234-242. 2000.

CIMA. Subsídios técnicos para elaboração do relatório nacional do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Comissão Interministerial para a preparação da preparação a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Brasília, 1991. 172 p.

CLARKE, K. R.; AINSWORTH, M. A. Methos of linking multivariate community structure to environmental variables. **Marine Eology Progress Series**, v. 92, p. 205-219. 1993.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. N. **Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2. ed. PRIMER-E Ltd, Plymouth, 2001. 169 p.

COX, T. E.; BAUMGARTNER, E.; PHILIPPOFF, J.; BOYLE, K. S. Spatial and vertical patterns in the tidepool fish assemblage on the Island of o'ahu. **Environmental Biological of Fishes**, v. 90, p. 329-342. 2011.

CUNHA, F. E. A.; MONTEIRO-NETO, C.; NOTTINGHAM, M. C. Temporal and spatial variations in tidepool fish assemblages of the northeasr coast of Brazil. **Biota Neotropica**, v. 7,p. 95-101. 2007.

DAVIS, J. L. D. Spatial and seasonal patterns of habitat partitioning in a guild of souther California tidepool fishes. **Marine Eology Progress Series**, v. 196, p. 253-268. 2000.

EKAU, W.; KNOPPER, B. An introduction to the pelagic system of North-East and East Brazilian Shel. **Archive of Fishery Marine Reasearch**, v. 47, p. 113-132. 1999.

EVANS, D. L.; SIGNORINI, L.; MIRANDA, B. A note transport of the Brazil current. **Journal of Physical Oceanography**, v. 13, p. 1732-1738. 1985.

FERNANDES, I. M.; LOURENÇO, L. S.; OTA, R. P.; MOREIRA, M. M. M.; ZAWADZKI, C. H. Effects of local and regional factors on the fish assemblage structura in meridional Amazonian strams. **Environmental Biological of Fishes**, v. 96, p. 837-848. 2012.

FLOETER, R. R.; ROCHA, L. A.; ROBERTSON, R.; JOEYEU, J. C.; SMITH-VANIZ, W. F.; WITZ, P.; EDWARDS, A. J.; BARREIROS, J. P.; PEREIRA, C. E. L.; GASPARINI, J. L.; BRITO, A.; FALCÓN, J. M.; BROWEN, B. W.; BERNARDI, G. Atlantic reef biogeographical and evolution. **Journal of Biogeography**, v. 35, p. 22-47. 2008.

FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L. The southwestern Atlantic reef fish fauna: composition and zoogeography patterns. **Journal of Fish Biology**, v. 56, p. 1099-1114. 2000.

FLOETER, S. R.; GUIMARÃES, R. Z. P.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A.; GASPARINI, J. L. Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. **Global Ecology & Biogeography**, v. 10, p. 423-431. 2001.

FREIRE, K. M. F.; CHRISTENSEN, V.; PAULY, D. Description of East Brazil large marine ecosystem using a trophic model. *Scientia Marina*, v. 72, p. 477-491. 2008.

GIARRIZZO, T.; KRUMME, U. Spatial differences and seasonal cyclicity in the intertidal fish fauna from four mangrove creeks in salinity zone of the Curuçá Estuary, North Brazil. **Bulletin of Marine Science**, v. 80, p. 739-754. 2007.

GIBSON, R. N. The vertical and feeding relationships of intertidal fish on the Atlantic coast of France. **Journal of Animal Ecology**, v. 41, p. 189-207. 1972.

GONZÁLEZ-MURCIA, S.; MARÍN-MARTINEZ, C.; AYALA-BOCOS, A. Intertidal rockpool ichthyofauna of El Pital, la Libertad, El Salvador. **Check List**, v. 6, p. 1216-1219. 2012.

GRAY, J. S.; ELLIOT, M. **Ecology of marine sediments – from science to management**. Oxford, New York, 2009. p. 52-69.

GRIFFITHS, S. P. Rockpool ichthyofaunas of temperate Australia: species composition, residency and biogeographic patterns. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 173-186. 2003.

HARDING, J. A.; AMMANN, A. J.; MACFARLANE, R. B. Regional and seasonal patterns of epipelagic fish assemblages from the central California current. **Fishery Bulletin**, v. 109, p. 261-281. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET, World Wide Web Electronic Publication. Disponível em t: <http://www.inmet.gov.br> (acessado em 20 de março 2012), 2012.

JOYEUX, J. C.; FLOETER, S. R.; FERREIRA, C. E. L.; GASPARINI, J. L. Biogeography of tropical reef fishes: the south Atlantic puzzle. **Journal of Biogeography**, v. 28, p. 831-841. 2001.

KAUFMAN, D. M. Diversity of new world mammals: universality of the latitudinal gradients of species and bauplans. **Journal Mammal**, v. 76, p. 322-34. 1995.



KENKEL, N. C.; WALKER, D. J. Fractals in the biological sciences. **Coenoses**, v. 11, p. 77-100. 1996.

KINDLMANN, P.; SCHÖDELBAUEROVÁ, I.; DIXON, A. G. **Inverse latitudinal gradients in species diversity**. Scaling Biodiversity, Published by Cambridge, 2007. p. 246-257.

KRAFT, N. J. B.; COMITA, L. S.; CHASE, J. M.; SANDERS, N. J.; SWENSON, N. G.; CRIST, T. O.; STEGEN, J. C.; VELLEND, M.; BOYLE, B.; ANDERSON, M. J.; CORNELL, H. V.; DAVIES, K. F.; FREESTONE, A. L. INOUYE, B. D.; HARRISON, S. P.; MYERS, J. A. Disentangling the drivers of  $\beta$  diversity along latitudinal and elevation gradients. **Science**, v. 333, p. 1755-1758. 2011.

KRUSKAL, J. B.; WISH, M. **Multidimensional scaling**. Sage Publications, Beverly Hills, 1978. p. 7-11.

MACIEIRA, R. M.; JOYEUX, J. C. Distribution patterns of tidepool fishes on a tropical flat reef. **Fishery Bulletin**, v. 109, p. 305-315. 2011.

MEADE, R. H.; DUNNE, T.; RICHEY, J. E. SANTOS, U. M.; SALATI, E. Storage and remobilization of suspended sediment in the lower Amazon river Brazil. **Science**, v. 228, p. 488-490. 1985.

MILNE, B. T. Measuring the fractal geometry of landscapes. **Applied Mathematics and Computation**, v. 27, p. 67-79. 1988.

MOORE, C. H.; HARVEY, E. S.; NIEL, K. V. The application of predicted habitat models to investigate the spatial ecology of demersal fish assemblages. **Marine Biology**, v. 157, p. 2717-2729. 2010.

MORRISON, R. A.; SANDIN, S. A. Biogeography and population connectivity of coral reef fishes. **Changing Diversity in Changing Environment**, p. 299-322. 2011.

NELSON, J. S. **Fish of the world**. 4 ed., Copyright, 2006. 622 p.

PALACIO, F. J. Revisión zoogeográfica marina del Sur Brasil. **Boletim Instituto Oceanográfico**, v. 31, p. 69-92. 1982.

PIANKA, E. R. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. **The American Naturalist**, v. 100, p. 33-46. 1966.

POLIVKA, K. M.; CHOTKOWSKI, M. A. Recolonization of experimentally defaunated tidepool by Northeast Pacific intertidal fishes. **Copéia**, v. 2, p. 456-462. 1998.

PULGAR, J. M.; BOZINOVIC, F.; OJEDA, F. P. Local distribution and thermal ecology of two intertidal fishes. **Oecologia**, v. 142, p. 511-520. 2005.

RIVADENEIRA, M. M.; FERNÁNDEZ, M.; NAVARRETE, S. A. Latitudinal trends on species diversity in rocky intertidal herbivore assemblages: spatial scale and the relationship

between local and regional species richness. **Marine Ecology Progress Series**, v. 245 p. 123-131. 2012.

ROHDE, K. Latitudinal gradients in species diversity: the search for primary cause. **Oikos**, v. 65, p. 514-27. 1992.

ROSA, R. S.; ROSA, I. L.; ROCHA, L. A. Diversidade da ictiofauna de poças de maré da praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, p. 201-212. 1997.

SANTELICES, B.; MARQUET, P. A. Seaweeds, latitudinal patterns, and Rapoport's rule. **Div. Distribut**, v. 4, p. 71-75. 1998.

SILBERSCHNEIDERA, V.; BOOTHA, D. J. Resource use by enneapterygius rufopileus and other rockpool fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 61, p. 195-204. 2001.

SPALDING, M. D.; FISH, L.; WOOD, L. J. Toward representative protection of the world's coasts and oceans-progress, gaps and opportunities. **Conservation Letters**, v. 1, p. 217-266. 2008.

SPALDING, M. D.; FOX, H. E.; ALLEN, G. R.; DAVIDSON, N.; FERDAÑA, Z. A.; FINLAYSON, M.; HALPERN, B. S.; JORGE, M. A., LOURIE, S. A.; MARTIN, K. D. MCMANUS, E.; MOLNAR, J.; RECHIA, C. A.; ROBERTSON, J. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. **BioScience**, v. 57, p. 573-583. 2007.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK J. A. Quaternary geological evolution of Rio Grande do Sul coastal plain, southern Brazil. **Anais da Academia brasileira de Ciências**, v. 68, p. 373-382. 1996.

SOUZA-FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, p. 427-435. 2005.

TRAVERS, M. J.; POTTER, I. C.; CLAKE, K. R.; NEWMAN, S. J. Relationships between latitude and environmental conditions and the species richness, abundance and composition of tropical fish assemblages over soft substrata. **Marine Ecology Progress Series**, v. 446, p. 221-241. 2012.

TRAVERS, M. J.; POTTER, I. C.; CLAKE, K. R.; NEWMAN, S. J.; HUTCHINS, J. B. The inshore fish fauna over soft substrates and reefs on the tropical west coast of Australia differ and change with latitude and bioregion. **Journal of Biogeography**, v. 37, p. 148-169. 2010.

VALDOVINO, C.; NAVARRETE, S. A.; MARQUET, P. A. Mollusk species diversity in the Southeastern Pacific: why are there more species towards the pole? **Ecography**, v. 26, p. 139-144. 2003.

VILAR, C. C.; JOYEUX, J. C.; GIARRIZZO, T.; SPACH, H. L.; VIEIRA, J. P.; VASKE-JUNIOR, T. Local and regional ecological drivers of fish assemblages in Brazilian estuaries. **Marine Ecology Progress Serie**, v. 481, p. 181-197. 2013.

WILLIG, M. R.; KAUFMAN, D. M.; STEVENS, R. D. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. **Review of Ecology Evolution Systematics**, v. 34, p. 273-309. 2003.

WILLIS, T. J.; ANDERSON, M. J. Structure of cryptic reef fish assemblages relationships with habitat characteristics and predator density. **Marine Ecology Progress Series**. v. 257, p. 209-221. 2003.

WITMAN, J. D.; ETTER, R. J.; SMITHS, F. The relationship between regional and local species diversity in marine benthic communities: a global perspective. **PNAS**, v. 101, p. 15664-15669. 2004.

#### 4. CAPÍTULO 3

---

**AMPLIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO *BLENNIUS  
LUPINOBLENNIUS PAIVAI* (PINTO, 1958) (PERCIFORMES, BLENNIIDAE), UM  
NOVO REGISTRO PARA O ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

**AMPLIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO BLENNIUS  
LUPINOBLENNIUS PAIVAI (PINTO, 1958) (PERCIFORMES, BLENNIIDAE), UM  
NOVO REGISTRO PARA O ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

4.1. RESUMO

A família Blenniidae tem como característica a diversidade de espécies e ampla distribuição geográfica nos mares tropicais e subtropicais, em águas costeiras e nas zonas temperadas. No entanto, poucas espécies residem em habitats com influência límnic (e.g. estuários). O presente estudo reporta a ampliação de distribuição geográfica de *Lupinoblennius paivai* (PINTO, 1958) para a região norte do Brasil. A ampliação da faixa de extensão de *L.paivai* (Pinto, 1958) foi reportada para os estuários amazônicos (ilha do Marajó e Mosqueiro), aumentando sua distribuição em cerca de 3.030 km ao longo da costa. Nesta região os indivíduos de *L. paivai* foram capturados em poças de maré com substrato consolidado, onde compartilhavam este habitat com outras espécies de peixes. Desta forma, novas expedições ictiológicas são necessárias para confirmar a distribuição de *L. paivai*, e avaliar com precisão o real estado de conservação desta espécie.

## 4.2. INTRODUÇÃO

A família Blennidae constitui de grupo de peixes altamente diverso, aproximadamente 56 gêneros e 360 espécies, com uma ampla distribuição geográfica nos marés tropicais e subtropicais, em águas costeiras e nas zonas temperadas (NELSON, 2006). Esta família é composta por espécies de peixes marinhos, encontrados em recifes tropicais, no entanto poucas espécies habitam ambientes estuarinos (NELSON, 2006). O gênero *Lupinoblennius* (HERRE, 1942) possui três espécies válidas de peixes, com pequenos porte e que residem em estuários. Além disso, são distribuídos ao longo das águas tropicais e subtropicais do Atlântico, Pacífico Ocidental e Oriental (HERRE, 1942; TAVOLGA, 1954; PINTO, 1958; DAWSON, 1970; BATH, 1996; SAZIMA; CARVALHO-FILHO, 2003; RANGEL; GUIMARÃES, 2010). A espécie *L. paivai* (PINTO, 1958) é atualmente conhecida no sudoeste do Atlântico, ao longo da costa do Brasil com uma extensão de cerca de 1.800 km desde o Estado da Bahia até o Estado de Santa Catarina (latitudes 18°S e 27°S) (PINTO, 1958; SAZIMA; CARVALHO-FILHO, 2003; RANGEL; GUIMARÃES, 2010). Dado que esta espécie ocorre em uma estreita faixa geográfica e habita rios costeiros e riachos com influência das marés fortemente impactadas pela atividade humana, *L. paivai* foi avaliado na categoria de menor risco de extinção (SAZIMA; CARVALHO-FILHO, 2003).

O objetivo deste trabalho é relatar o primeiro registro de *L. paivai* no estuário amazônico, região Norte do Brasil (00°S a 01°S), ampliando sua distribuição em um trecho de cerca de 3.030 km ao longo da costa e proporcionando a observação de um novo habitat utilizado por esta espécie. Essas novas informações são essenciais para apoiar as políticas de conservação, avaliar o estado de ameaça real das espécies e base de dados para biogeografia.

## 4.3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os espécimes de *Lupinoblennius paivai* (Figura 1) foram coletados em poças de maré nas Ilhas do Marajó (Praia de Joanes – 00° 52'S e 48° 30'W) e na ilha de Mosqueiro (Praia do Paraíso – 01° 03'S e 48° 22'W), nos meses de Junho 2012 e Janeiro 2013, respectivamente (Figura 2). A captura foi realizada usando anestésico de óleo de cravo e com puçás de mão com diferentes malhas. Os espécimes de *L. paivai* foram fixados em formol a 10% e conservados em álcool a 70%, identificados e mensuradas as características morfométricas conforme PINTO (1958), BATH (1996), SAZIMA; CARVALHO-FILHO (2003), e

RANGEL; GUIMARÃES (2010). As medições foram realizadas com o auxílio de um paquímetro com precisão de 0,1 mm.



Figura 1. Indivíduo macho de *Lupinoblennius paivai*, Comprimento padrão (CP) = 42,7 mm, do Estuário Amazônico, Brasil, 2012.

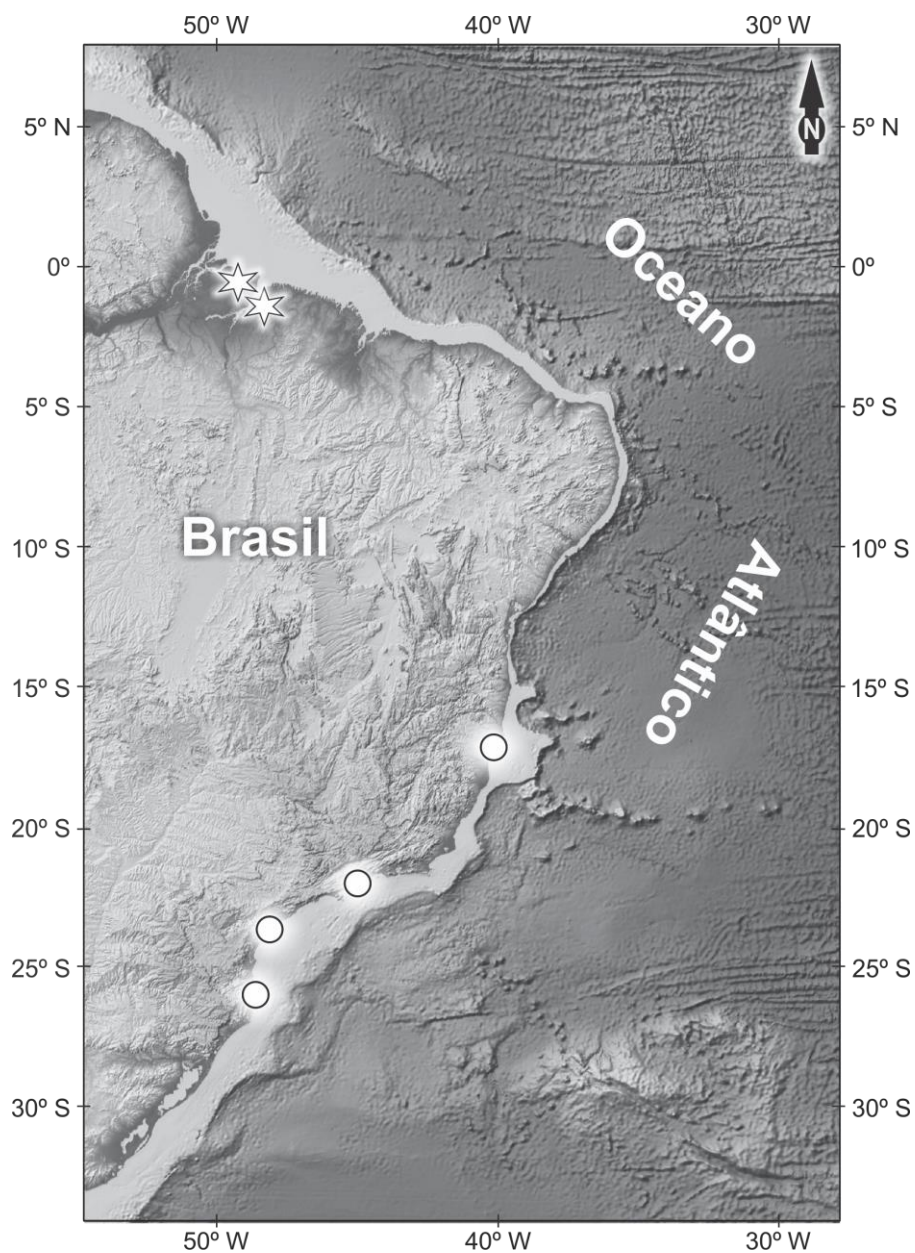


Figura 2. Nova ocorrência de *Lupinoblennius paivai* do estuário Amazônico (estrela) e registros anteriormente confirmados (círculos) ao longo da costa Brasileira, 2012.

#### 4.4. RESULTADOS

Um total de 8 machos e 6 fêmeas foram coletados, sendo 12 e 2 nas ilhas do Marajó e Mosqueiro, respectivamente. O comprimento padrão e o peso dos espécimes variaram entre: 23,0 – 42,7 mm e 0,19 – 0,92 g, respectivamente.

A descrição dos espécimes coletados no estuário amazônico é: nadadeira dorsal com XII-12 ou 13 elementos, nadadeira anal II-14 ou 15 com elementos, nadadeira peitoral com 14 elementos e nadadeira pélvica com I-4 elementos. Outra característica particular da espécie é uma projeção dérmica na porção superior da primeira nadadeira dorsal nos machos, além da coloração do corpo, variando do claro ao marrom escuro (PINTO, 1958). Detalhes morfométricos e merísticos são apresentados na Tabela 1.

No momento da coleta os valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de temperatura da água, pH, salinidade da poças de maré foram de 27,5°C ( $\pm$  2,8), 8,2 ( $\pm$  0,5), e 1,7 ( $\pm$  2,0), respectivamente. As poças de maré onde foi capturado *L. paivai* eram rasas, com uma profundidade máxima de 17 cm, um substrato dominado por rochas sedimentares do tipo laterita. Cracas, moluscos e outras espécies de peixes como *Bathygobius soporator* e *Colomesus psittacus* partilham o mesmo habitat de *L. paivai*.

Tabela 1. Dados morfométricos (mm) e merísticos dos espécimes de *Lupinoblennius paivai* (PINTO, 1958), capturados no Norte do Brasil.

Dados Moformétricos (mm)	Machos (8 ind.)			Fêmeas (6 ind.)		
	Média	Max	Min	Média	Max	Min
Comprimento Padrão	30,88	42,70	24,11	27,06	30,93	23,03
Comprimento Total	37,20	50,47	29,48	33,16	40,79	27,58
Peso (g)	0,53	0,82	0,27	0,43	0,92	0,19
Altura do corpo	7,28	8,54	6,08	6,82	8,60	5,84
Comprimento do focinho	3,69	4,51	3,03	4,01	7,78	2,68
Diâmetro dos Olhos	2,33	3,18	1,85	2,49	3,46	1,82
Distância Interorbital	1,58	2,17	1,04	1,42	2,18	0,97
Distância Pós-orbital	5,66	7,25	4,54	5,52	6,74	4,65
	Comprimento Padrão (%)					
Altura do corpo	0,24	0,26	0,20	0,25	0,28	0,24
Comprimento da Cabeça	0,31	0,33	0,27	0,32	0,35	0,31
	Comprimento da Cabeça (%)					
Comprimento do focinho	0,39	0,43	0,33	0,48	1,09	0,31
Diâmetro dos Olhos	0,24	0,28	0,20	0,29	0,41	0,22
Distância Interorbital	0,16	0,19	0,13	0,16	0,28	0,11
Distância Pós-orbital	0,59	0,67	0,49	0,64	0,69	0,59
	Dados Merísticos					
Raios da primeira nadadeira dorsal	12					



Raios da segunda nadadeira dorsal	12 ou 13
Raios da nadadeira peitoral	14
Raios da nadadeira Anal	14 ou 15

---

Max, valor máximo; Min, valor mínimo.

#### 4.5. DISCUSSÃO

as características morfológicas, merísticas e de coloração dos espécimes do norte do Brasil estão de acordo com os da literatura (PINTO, 1958, SAZIMA; CARVALHO-FILHO, 2003; RANGEL; GUIMARÃES, 2010). A ocorrência de *L. paivai* no norte do Brasil, ampliou sua distribuição a uma distância de cerca de 3.030 km, ao longo da costa, a partir do registro mais ao norte desta espécie (Rio Mucuri, Bahia - 18° 06'S). A ocorrência no estuário amazônico pode estar relacionada às características ambientais ótimas dessa região para a espécie. Os locais apresentam um significativo aporte de água doce ao longo do ano com baixa salinidade (valor máximo de salinidade: 10 na estação seca), reduzida influência antrópica e uma extensa zona de entremarés inundada duas vezes por dia por mesomarés com amplitude de 2-4 m (SZLAFSZTEIN, 2009).

O registro de *L. paivai* em um novo habitat, e.g. poças de maré, demonstra a sua capacidade de tolerar variações ambientais e habitat complexo e estressante. Isso pode ser garantido por desenvolver mecanismos de adaptação, por exemplo, a capacidade de tolerar a exposição terrestre através da respiração aérea (SAZIMA; CARVALHO-FILHO, 2003). As poças de maré com substrato consolidado podem ser favoráveis para esta espécie, devido à disponibilidade de abrigo em fendas presentes na rocha e recursos disponíveis associados a este substrato.

A extensão significativa de sua distribuição previamente conhecida e a nova documentação de ocorrência em habitats poças de maré em água doce sugerem a necessidade de novas expedições ictiológicas em setores límnicos dos estuários do Litoral Sul e Nordeste do Brasil, a fim de determinar a real distribuição das espécies e portanto avaliar com maior rigor o real estado de conservação.

#### 4.6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

BATH, H. Beitrag zur osteologie der arten der Tribus Parablennini die beziehungen der knochen des schadeldaches zun seitenorgan-System und zu den weichteibildungen der befunde nebst bemerkungen zu *Lupinoblennius Dispar* Herre 1942 (Pisces: Blennidae). *Senckenbergiana Biologica*, v. 76, p. 65-92. 1996.

- DAWSON, C. E. The Caribbean Atlantic blenny *Lupinoblenius dispar* (Tribe:Blenniini), with observations on a Pacific population. **Proc. Biol. Soc. Was.**, v. 83, p. 273-286. 1970.
- HERRE, A. W. C. T. Notes on a collection of fishes from Antigua and Barbados, British West Indies. **Univ. Ser. Biol. Sci.**, v. 7, p. 285-305. 1942.
- Nelson, J. S. Fishes of the world. 4. ed., Copyright, Canadá, 2006. 622 p.
- PINTO, S. Y. Um novo blenniidae do litoral de São Paulo, Brasil (Actinopterygii-Perciformes). **Bol. Inst. Ocean**, v.9, p. 39-49. 1958.
- RANGEL, C. A. GUIMARÃES, R. Z. P: Taxonomia e distribuição da família Blennidae (Teleostei: Blenniodei) na costa leste do Brasil. **Ver. Bras. Zooc**, v. 12, p. 17-41. 2010.
- SAZIMA, I; CARVALHO-FILHO, A. Natural history of the elusive blenny *Lupinoblenius paivai* (Perciformes: Blenniidae) in coastal streams of southeast Brazil. **Ichth. Exp. Fres.**, v. 14, p. 174-184. 2003.
- SPRINGER, V. G. Definition of the suborder Blennioidei and its included families (Pisces: Perciformes). **Bull. Mar. Scien.**, v. 52, p. 472-495. 1993.
- SZLAFSZTEIN, C. F. Indefinições e obstáculos no gerenciamento da zona costeira do Estado do Pará, Brasil. **Rev. Gest.Cost. Int.**, v, 9, p. 47-58. 2009.
- TAVOLGA, W. N. A new species of fish of the genus *Blennius* from Florida. **Copéia**, p. 135-139. 1954.

## 5. CAPÍTULO 4

---

### **LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS FOR BRAZILIAN ROCKPOOL FISHES ALONG A LATITUDINAL GRADIENT**

## **LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS FOR BRAZILIAN ROCKPOOL FISHES ALONG A LATITUDINAL GRADIENT**

### **5.1. SUMMARY**

Sixty seven length-weight (LWR) and length-length (LLR) relationships were estimated for 19 fish species belonging to 9 families captured in rockpools of 21 sites along a stretch of 4,900 km of the Brazilian coast, between latitudes 00° and 22°S. This study represents the first reference available for six fish species in LLR and LWR.

## 5.2. INTRODUCTION

In most fishery studies length–weight relationship (LWR) equations have been extensively used to estimate the fish weight from length given the technical difficulties (e.g. bobbing motion of the boat) and the amount of time required to record weight in the field (Morato et al., 2001; Morey et al., 2003). However, the LWR of the same species could vary in space (e.g. habitats and regional stock variation), so the use of a single equation throughout a large geographical area could introduce a bias in the estimates of weight (Morato et al., 2001; Mendes et al., 2004; Joyeux et al., 2008). Therefore, obtaining accurate local LWR parameter estimates is an important factor in the assessment of fish stocks.

In this study we report 67 LWRs for 19 fish species caught in rockpools of 21 sites along a stretch of 4,900 km of the Brazilian coast, between latitudes 00° and 22°S. Length-length relationships for converting size measurements [standard length (SL) to total length (TL)] are also presented for all fish species.

## 5.3. MATERIAL AND METHODS

A Brazilian coastal sector between the Amazon estuary (0°) and Rio de Janeiro (22° S) was sampled between March and December 2012, in 21 rockpool sites spaced in average ~211.5 km apart (Fig. 1). The rockpool fish fauna was caught at low tide using anesthetic clove oil (40 ml from anesthetic dissolved in 1000 ml of ethanol) and small hand-nets (length 150 mm; mouth 101.6 mm and mesh 3 mm). The specimens were fixed in 10% formalin, preserved in 70% alcohol and identified at the lowest taxonomic level possible (Figueiredo

and Menezes, 1978, 1980a, 1980b; Menezes and Figueiredo, 1985; Carvalho-Filho, 1999; Carpenter, 2002a, 2002b). In addition, total length (TL) and standard length (SL) of each fish was measured with a digital caliper to the nearest 0.01 cm, and the individual total weight (TW) recorded to the nearest 0.01 g, using a digital balance.

The length–weight relationships were determined using the equation  $TW = aTL^b$ . Data were log transformed into:  $\log TW = \log a + b \log TL$  where TW is total weight in grams, TL is total length in centimeters,  $a$  is a constant, and  $b$  is the slope of the linear regression that sets the allometric growth (Froese, 2006). The association degree between variables (TW and TL), was measured by the coefficient of Pearson r- squared ( $r^2$ ). In order to verify if  $b$  was significantly different from the isometric value ( $b = 3$ ), the Student's t-test ( $H_0: b = 3$ ) with a confidence level of  $\pm 95\%$  ( $\alpha = 0.05$ ) was employed (Sokal and Rohlf, 1987; Froese et al., 2011). Furthermore, length-length relationships were determined by the method of least squares to fit a simple linear regression model.

#### 5.4. RESULTS AND DISCUSSION

Overall, 4 553 specimens representing 19 different fish species belonging to 9 families were analyzed. The family Gobiidae was the most diverse (four species), followed by Blenniidae and Pomacentridae (three species each one), and Haemulidae and Labrisomidae (two species each one). The five remaining families (Gobiesocidae, Mugilidae, Carangidae, Gerreidae and Lutjanidae) were represented by only one species.

A total of 67 LLR and LWR were computed for all fish species with 12 species caught in two or more sampling sites (Table 1 and 2). All regressions were highly significant ( $P < 0.001$ ), with the coefficient of determination  $r^2$  ranging from 0.911 to 0.999.

The present study provides the first information on LLR and on LWR for six and five native species (Table 1 and Table 2), respectively. It also presents the first LWR information of *Omobranchus punctatus*, an exotic fish species from Indo-Pacific region widely introduced in the Western Atlantic Coast (Lasso-Alcalá et al., 2011).

The parameter  $b$  of LWR ranged from 2.6926 for *Bathygobius geminatus* from Cabrália-BA (site 19), to 3.5061 for *Bathygobius soporator* from Iparana-CE (site 9), thus within the expected range of 2.50–3.50, as suggested by Froese (2006). The calculated mean value of all 67 estimations of  $b$  ( $\pm$  SE) was 3.1169 ( $\pm$  0.0243), thus indicating a tendency towards positive allometry, which is in agreement with the majority of fish species (Froese, 2006). Concerning the type of growth, 36 estimations (53.7% of the overall 67 estimations

species  $\times$  sites) evidenced isometric growth ( $b = 3$ ), 26 estimations (38.8%) showed positive allometry ( $b > 3$ ), and five estimations (7.5%) negative allometry.

Geographical differences in type of growth were observed for nine fish species. Six species presented either isometry or positive allometry, depending on the geographic site sampled (*Mugil liza*, *Scartella cristata*, *Bathygobius soporator*, *Labrisomus nuchipinnis*, *Malacoctenus delalandii* and *Abudefduf saxatilis*). Two species presented isometry or negative allometry (*Omobranchus punctatus* and *Ctenogobius boleosoma*) and one species (*Bathygobius germinatus*) showed isometry and negative and positive allometry. The observed differences among localities could be explained by a number of factors including temperature, salinity, food availability, gonadal development, number of specimens, and the variations in the range of length of the sample populations (Pauly, 1984; Weatherley and Gill, 1987; Giarrizzo et al., 2006; Joyeux et al., 2008).

#### 5.5. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge Alfredo Carvalho Filho for assistance in identification of fish species. T. Giarrizzo receives a productivity grant from CNPq (process: 308278/2012-7). F.S. Machado acknowledges financial support by the CAPES-PPGEAP.

#### 5.6. REFERENCES

- Carpenter, K. E., 2002a: The living marine resources of the western central Atlantic. FAO - Species Identification Guide for Fishery Purposes. **2**, p. 774.
- Carpenter, K. E., 2002b: The living marine resources of the western central Atlantic. FAO - Species Identification Guide for Fishery Purposes. **3**, p. 1852.
- Carvalho Filho, A., 1999: Peixes: costa brasileira. São Paulo: Melro. **1**, p. 340.
- Figueiredo, J. L.; Menezes, N., 1978: Manual dos peixes marinhos do sudeste do Brasil. Museu de Zoologia da USP, São Paulo, II Teleostei. **1**, p. 110.
- Figueiredo, J. L.; Menezes, N., 1980a: Manual dos peixes marinhos do sudeste do Brasil. Museu de Zoologia da USP, São Paulo, III Teleostei. **2**, p. 90.

- Figueiredo, J. L.; Menezes, N., 1980b: Manual dos peixes marinhos do sudeste do Brasil. Museu de Zoologia da USP, São Paulo, IV Teleostei. **3**, p. 96.
- Froese, R., 2006: Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* **22**, 241-253.
- Froese, R.; Tsikliras, A. C.; Stergiou, K. I., 2011: Editorial note on weight-length relations of fishes. *Acta Ichthyol. Piscat.* **41**, 261-263.
- Froese, R.; Pauly, D. (eds), 2013: FishBase, World Wide Web Electronic Publication. Available at: <http://www.fishbase.org> (accessed on April 2013).
- Giarrizzo, T.; Jesus, A. J. S.; Lameira, E. C.; Almeida, J. B. A.; Issac, V. J.; Saint-Paul, U., 2006: Weight-length relationships for intertidal fish fauna in a mangrove estuary in Northern Brazil. *J. Appl. Ichthyol.* **22**, 325-327.
- Joyeux, J. C.; Giarrizzo, T.; Macieira, R. M.; Spach, H. L.; Vaske T., Jr, 2008: Length-weight relationships for Brazilian estuarine fishes along a latitudinal gradient. *J. Appl. Ichthyol.* **24**, 1-6.
- Lasso-Alcalá, O.; Nunes, J. L. S.; Lasso, C.; Posada, J.; Robertson, R.; Piorski, N. M.; Tassell, J.V.; Giarrizzo, T.; Gondolo, G., 2011: Invasion of the indo-pacific blenny *Omobranchus punctatus* (perciformes: blenniidae) on the Atlantic coast of central and south America. *Neot. Ichth.* **9**, 571-578.
- Mendes, B.; Fonseca, P.; Campos, A., 2004: Weight-length relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. *J. Appl. Ichthyol.* **20**, 355-361.
- Menezes, N.; Figueiredo, J. L., 1985: Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Museu de Zoologia da USP, São Paulo, Teleostei. **4**, p. 90.
- Morato. T.; Afonso, P.; Lourinho, P.; Barreiros, J. P.; Santosa, R. S.; Nashc, R. D. M., 2001: Length-weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. *Fish. Res.* **50**, 297-302.



- Morey, G.; Moranta, J.; Massutí, E.; Grau, A.; Linde, M.; Riera, F.; Morales-Nin, N., 2003: Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fish. Res.* **62**, 89-96.
- Pauly, D., 1984: Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud. Rev.* **8**, p. 325.
- Sokal, R. R.; Rohlf, F. J., 1987: *Introduction to Biostatistics*. Freeman, New York, USA. p. 887.
- Weatherley, A. H.; Gill, H. S., 1987: *The biology of fish growth*. Academic Press, London. p. 443.

### **List Figure and tables**

#### **Fig. 1.**

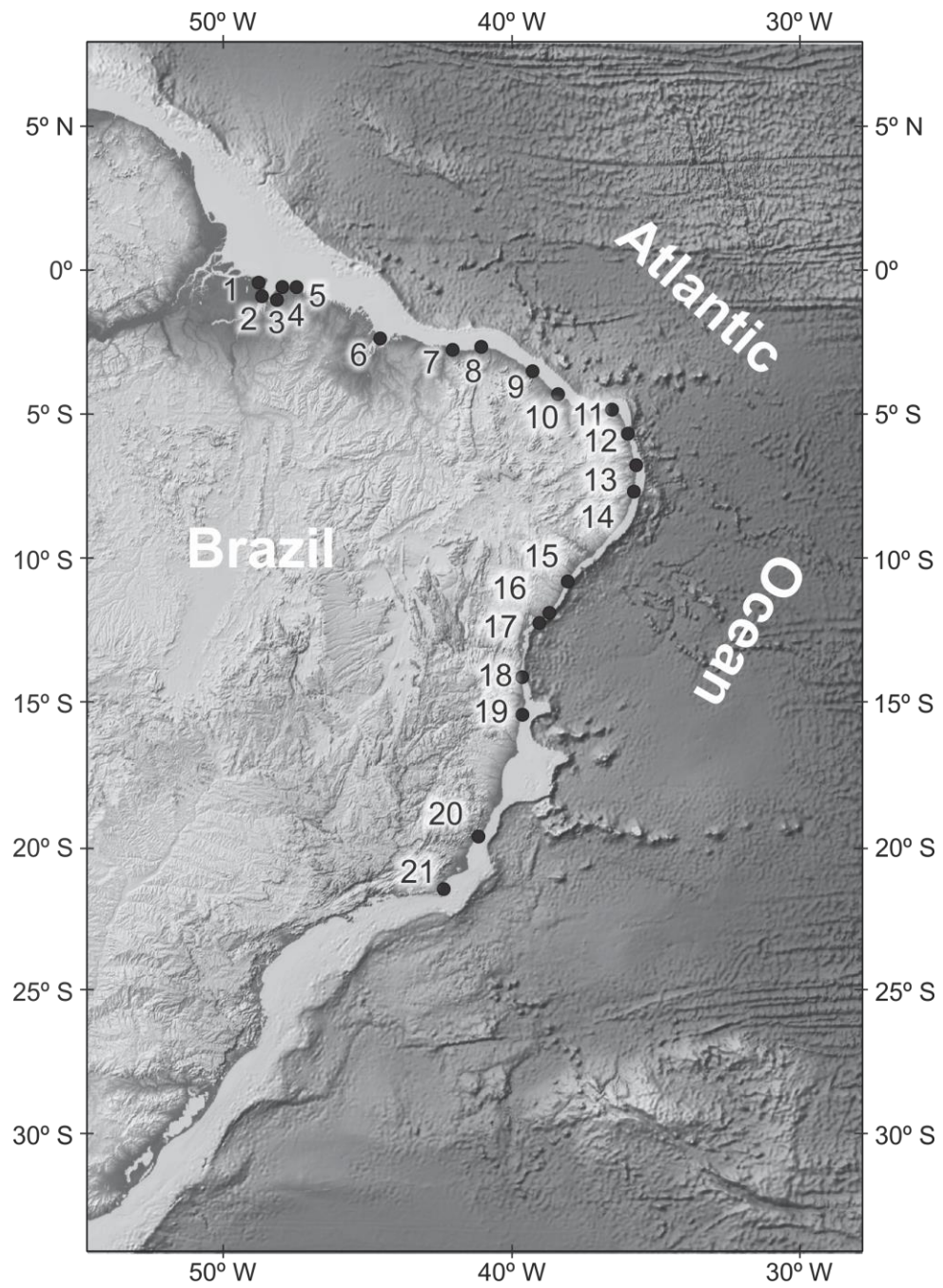
Location of 21 rockpool sites along Brazilian coast. The name of locations and geographic coordinates are available in Table 1.

#### **Table 1**

Estimated parameters of length-length simple linear regression (LLR) to convert standard length (SL) to total length (TL) for 19 rockpool fish species in 21 sites along Brazilian coast.

#### **Table 2**

Estimated parameters of length-weight relationships (LWR) for 19 fish species in 21 rockpool sites along Brazilian coast.

**Fig. 1.**

**Table 1**

Family/Species	Site/State	Site Code	Lat/Long	n	Regression parameters				
					<i>a</i>	<i>b</i>	95% CL of <i>a</i>	95% CL of <i>b</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>
<b>Gobiesocidae</b>									
<i>Gobiesox barbatulus</i> Starks, 1913	Areuá-PA	4	00°44'S/48°30'W	23	0.1579	11.879	-0.0097 to 0.3255	1.1319 to 1.2439	0.989
	Farol Velho-PA	5	00°35'S/47°19'W	31	0.0175	1.243	-0.2068 to 0.2418	1.1733 to 1.3127	0.979
<b>Mugilidae</b>									
<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	Calhau-MA	6	02°25'S/44°14'W	37	-0.1961	13.077	-0.3393 to -0.053	1.2466 to 1.3688	0.982
	Saco-SE	15	11°25'S/37°26'W	185	0.0183	12.257	-0.0471 to 0.0837	1.2022 to 1.2492	0.983
<b>Blenniidae</b>									
<i>Hyleurochilus fissicornis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Jericoacara-CE	8	02°47'S/40°31'W	61	0.0634	11.687	-0.0140 to 0.1409	1.1369 to 1.2006	0.989
	<i>Omobranchus punctatus</i> (Valenciennes, 1836)	Areuá-PA	4	00°30'S/47°50'W	10	0.0058	11.773	-0.1117 to 0.1233	1.1415 to 1.2131
Farol Veho-PA		5	00°35'S/47°19'W	52	-0.0263	11.672	-0.1510 to 0.0985	1.1342 to 1.2002	0.990
Jericoacara-CE		8	02°47'S/40°31'W	10	-0.0462	11.573	-0.4667 to 0.3743	1.0742 to 1.2405	0.992
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus,	Jericoacara-CE	8	02°47'S/40°31'W	171	0.0876	11.749	0.0079 to 0.1674	1.1587 to 1.1911	0.992

1758)

	Canoa Quebrada-CE	10	04°31'S/37°41'W	805	0.0310	11.878	-0.0020 to 0.0640	1.1793 to 1.1962	0.990
	São Miguel do Gostoso- RN	11	05°06'S/35°41'W	39	0.0425	11.651	-0.0855 to 0.1704	1.1262 to 1.2041	0.990
	Pirangi do Sul-RN	12	05°59'S/35°06'W	12	0.9441	0.9789	0.3661 to 1.5220	0.8537 to 1.1040	0.968
	Cabo Branco-PB	13	07°08'S/34°53'W	10	0.0695	11.701	-0.1288 to 0.2677	1.1179 to 1.2222	0.997
	Boa Viagem-PE	14	08°07'S/34°53'W	85	0.1201	11.361	0.0722 to 0.1680	1.1125 to 1.1596	0.991
	Itapoã-BA	17	12°57'S/38°22'W	139	-0.0147	12.017	-0.0524 to 0.0230	1.1855 to 1.2179	0.994
	Milagres-BA	18	14°56'S/39°00'W	106	0.0781	11.622	0.0302 to 0.1261	1.1415 to 1.1829	0.992
Carangidae									
	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831								
	Saco-SE	15	11°25'S/37°26'W	14	-0.5236	1.305	-1.2901 to 0.2428	1.1558 to 1.4541	0.968
Gerreidae									
	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)								
	Saco-SE	15	11°25'S/37°26'W	183	-0.1242	12.958	-0.1529 to -0.0956	1.2764 to 1.3153	0.990
Gobiidae									
	<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)								
	Paraiso-PA	3	01°03'S/48°26'W	55	0.0733	12.232	-0.0563 to 0.2030	1.1922 to 1.2541	0.992
	Joanes-PA	2	00°52'S/48°30'W	223	0.0457	1.217	-0.0354 to 0.1268	1.1947 to 1.2392	0.981
	Mata Fome-PA	1	00°44'S/48°30'W	95	-0.0331	1.267	-0.1524 to 0.0863	1.2388 to 1.2951	0.989

Calhau-MA	6	02°25'S/44°14'W	34	-0.1234	12.619	-0.2023 to -0.0444	1.2452 to 1.2786	0.999
Barra Grande-PI	7	02°53'S/41°38'W	33	0.0014	12.262	-0.1049 to 0.1078	1.1941 to 1.2583	0.995
Jericoacara-CE	8	02°47'S/40°31'W	179	0.0673	12.288	-0.0113 to 0.1458	1.2140 to 1.2436	0.993
Iparana-CE	9	03°41'S/38°37'W	13	-0.0388	12.282	-0.3028 to 0.2253	1.1782 to 1.2782	0.996
Canoa Quebrada-CE	10	04°31'S/37°41'W	9	-0.1041	12.569	-0.8540 to 0.6458	1.1037 to 1.4100	0.982
Cabo Branco-PB	13	07°08'S/34°53'W	148	-0.0583	12.451	-0.1101 to -0.0065	1.2295 to 1.2608	0.994
Pirangi do Sul-RN	12	05°59'S/35°06'W	25	0.0320	11.978	-0.1308 to 0.1949	1.1537 to 1.2420	0.993
Saco-SE	15	11°25'S/37°26'W	121	0.0209	12.295	-0.0612 to 0.1030	1.2105 to 1.2484	0.993
Milagres-BA	18	14°56'S/39°00'W	15	0.0332	1.196	-0.0736 to 0.1401	1.1470 to 1.2450	0.995
Cabralia-BA	19	16°19'S/39°00'W	28	-0.0014	12.016	-0.0636 to 0.0608	1.1695 to 1.2337	0.996
Castelhanos-ES	20	20°49'S/40°37'W	37	-0.0059	12.263	-0.1607 to 0.1490	1.1763 to 1.2764	0.986
Tartaruga-RJ	21	22°45'S/41°54'W	43	0.0114	12.102	-0.2548 to 0.2775	1.1637 to 1.2568	0.985
<i>Bathygobius geminatus</i>								
<i>Tornabene, Baldwin &amp; Pezold, 2010</i>								
Jericoacara-CE	8	02°47'S/40°31'W	72	0.0808	12.268	-0.0094 to 0.1710	1.1984 to 1.2551	0.991
Canoa Quebrada-CE	10	04°31'S/37°41'W	12	0.0001	11.776	-0.8052 to 0.8055	0.9674 to 1.3879	0.940
Pirangi do Sul-RN	12	05°59'S/35°06'W	38	0.0165	12.296	-0.0911 to 0.1240	1.1911 to 1.2681	0.991
Cabo Branco-PB	13	07°08'S/34°53'W	152	0.0750	11.991	0.0058 to 0.1441	1.1713 to 1.2268	0.980
Saco-SE	15	11°25'S/37°26'W	28	0.1518	12.228	-0.1256 to 0.4292	1.1480 to 1.2975	0.977

	Cabralia-BA	19	16°19'S/39°00'W	13	-0.0104	12.477	-0.1118 to 0.0911	1.2044 to 1.2911	0.997
	Forte-BA	16	12°34'S/38°00'W	11	-0.0984	0.8422	-0.3424 to 0.1456	0.7586 to 0.9258	0.983
	Itapoã-BA	17	12°57'S/38°22'W	22	0.0255	11.909	-0.2289 to 0.2799	1.0554 to 1.3263	0.944
	Milagres-BA	18	14°56'S/39°00'W	8	-0.0631	12.738	-0.4347 to 0.3085	1.1351 to 1.4125	0.988
	Castelhanos-ES	20	20°49'S/40°37'W	67	0.0719	11.937	-0.0636 to 0.2074	1.1279 to 1.2594	0.953
	Tartaruga-RJ	21	22°45'S/41°54'W	17	0.1035	1.198	-0.1842 to 0.3913	1.1311 to 1.2649	0.990
<b><i>Ctenogobius boleosoma</i></b>									
(Jordan & Gilbert, 1882)	Saco-SE	15	11°25'S/37°26'W	260	-0.1316	13.171	-0.1808 to -0.0824	1.2927 to 1.3414	0.978
	Cabralia-BA	19	16°19'S/39°00'W	20	-0.0399	12.461	-0.1722 to 0.0923	1.1671 to 1.3251	0.984
	Castelhanos-ES	20	20°49'S/40°37'W	22	-0.1217	12.964	-0.2658 to 0.0223	1.2178 to 1.3750	0.983
	Tartaruga-RJ	21	22°45'S/41°54'W	8	-0.1860	12.754	-0.6271 to 0.2550	1.0962 to 1.4547	0.981
<b><i>Gobiosoma hemigymnum</i></b>									
(Eigenmann & Eigenmann, 1888)	Farol Velho-PA	5	00°35'S/47°19'W	15	-0.0507	12.527	-0.1546 to 0.0531	1.1868 to 1.3186	0.992
Haemulidae									
<b><i>Genyatremus luteus</i></b> (Bloch, 1790)									
	Farol Velho-PA	5	00°35'S/47°19'W	16	0.1451	11.666	-0.2294 to 0.5196	1.0671 to 1.2661	0.978
<b><i>Haemulon parra</i></b> (Desmarest, 1823)									
	Barra Grande-PI	7	02°53'S/41°38'W	11	0.3021	10.385	0.0106 to 0.5936	0.8588 to 1.2182	0.950

## Labrisomidae

*Labrisomus nuchipinnis*

(Quoy &amp; Gaimard, 1824)

Itapoã-BA	17	12°57'S/38°22'W	18	0.1161	11.604	0.0299 to 0.2022	1.1463 to 1.1745	0.999
Pirangi do Sul-RN	12	05°59'S/35°06'W	9	0.0246	12.033	-0.3988 to 0.4480	1.1323 to 1.2743	0.996
Forte-BA	16	12°34'S/38°00'W	14	-0.0865	12.047	-0.5042 to 0.3312	1.1540 to 1.2554	0.996
Milagres-BA	18	14°56'S/39°00'W	34	0.0638	11.852	-0.0482 to 0.1758	1.1388 to 1.2316	0.988

*Malacoctenus delalandii*

(Valenciennes, 1836)

Jericoacara-CE	8	02°47'S/40°31'W	71	0.0604	11.997	-0.0508 to 0.1716	1.1699 to 1.2294	0.989
Pirangi do Sul-RN	12	05°59'S/35°06'W	17	-0.0748	12.364	-0.244 to 0.0944	1.1638 to 1.3090	0.989
São Miguel do Gostoso- RN	11	05°06'S/35°41'W	10	-0.0840	12.599	-0.3422 to 0.1743	1.1669 to 1.3529	0.992

## Lutjanidae

*Lutjanus alexandrei* Moura &

Lindeman, 2007

Jericoacara-CE	8	02°47'S/40°31'W	9	0.2292	12.195	-0.2373 to 0.6956	1.1505 to 1.2885	0.996
----------------	---	-----------------	---	--------	--------	-------------------	------------------	-------

## Pomacentridae

*Abudefduf saxatilis*

(Linnaeus, 1758)

Canoa Quebrada-CE	10	04°31'S/37°41'W	64	-0.1487	13.543	-0.2784 to -0.019	1.2934 to 1.4152	0.970
Jericoacara-CE	8	02°47'S/40°31'W	120	-0.1390	13.957	-0.2462 to -0.0317	1.3680 to 1.4235	0.988
Saco-SE	15	11°25'S/37°26'W	161	0.0328	12.875	-0.0483 to 0.114	1.2489 to 1.3261	0.965

<b><i>Stegastes fuscus</i></b> (Cuvier, 1830)	Pirangi do Sul-RN	12	05°59'S/35°06'W	11	-0.2335	13.492	-0.4629 to -0.0041	1.2859 to 1.4124	0.996
	Itapoã-BA	17	12°57'S/38°22'W	51	-0.0525	13.046	-0.1464 to 0.0415	1.2828 to 1.3264	0.997
	Forte-BA	16	12°34'S/38°00'W	33	-0.0640	13.204	-0.1909 to 0.063	1.2926 to 1.3482	0.997
<b><i>Stegastes variabilis</i></b> (Castelnau, 1855)	Itapoã-BA	17	12°57'S/38°22'W	16	0.5157	11.655	0.0500 to 0.9814	1.0396 to 1.2914	0.966
	Forte-BA	16	12°34'S/38°00'W	92	-0.0219	13.244	-0.1246 to 0.0807	1.3020 to 1.3469	0.993

---

n, number of specimens; CL, confidence limits; Species in bold have length-length relationships estimates included in fishBase database (Froese and Pauly, 2013) and literature.



**Table 2**

Family/Species	Site code	n	TL (cm)		W (g)		Regression parameters					T-test	Growth type
			Min	Max	Min	Max	<i>a</i>	<i>b</i>	95% CL of <i>a</i>	95% CL of <i>b</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>		
<b>Gobiesocidae</b>													
<i>Gobiesox barbatulus</i> Starks, 1913	4	23	1.9	6.0	0.08	3.64	0.0128	29.554	0.0102 to 0.0162	2.7668 to 3.1439	0.981	0.3138	isometry
	5	31	1.6	5.9	0.06	2.80	0.0134	29.633	0.0109 to 0.0165	2.8092 to 3.1174	0.982	0.315	isometry
<b>Mugilidae</b>													
<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	6	37	2.1	7.2	0.07	3.41	0.0112	29.034	0.0081 to 0.0153	2.5957 to 3.2111	0.913	0.2641	isometry
	15	185	1.2	8.4	0.01	7.40	0.0065	33.293	0.0054 to 0.0078	3.1777 to 3.4809	0.911	0.0000	+ allometry
<b>Blenniidae</b>													
<i>Hyppleurochilus fissicornis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	8	61	1.5	5.0	0.03	1.31	0.0105	31.288	0.0088 to 0.0125	2.9579 to 3.2996	0.958	0.0685	isometry
	4	10	1.8	5.5	0.03	0.79	0.0056	29.155	0.0033 to 0.0096	2.4950 to 3.3360	0.97	0.3278	isometry
<i>Omobranchus punctatus</i> (Valenciennes, 1836)	5	52	1.8	6.8	0.02	1.61	0.0057	30.354	0.0049 to 0.0067	2.9275 to 3.1433	0.985	0.2565	isometry
	8	10	1.3	7.3	0.02	2.55	0.0094	27.811	0.0075 to 0.0118	2.6473 to 2.9149	0.997	0.0027	- allometry
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)	8	171	2.3	10.0	0.10	13.19	0.0116	30.282	0.0099 to 0.0136	2.9351 to 3.1214	0.961	0.2753	isometry
	10	805	1.4	8.6	0.01	7.49	0.0096	31.549	0.0090 to 0.0102	3.1114 to 3.1984	0.962	0.0000	+ allometry
	11	39	1.2	6.5	0.02	3.42	0.0105	29.979	0.0090 to 0.0122	2.8830 to 3.1128	0.987	0.4853	isometry
	12	12	2.7	6.8	0.18	3.74	0.0109	29.937	0.0062 to 0.0190	2.6582 to 3.3291	0.975	0.4836	isometry
	13	10	2.4	6.3	0.12	2.19	0.0100	29.829	0.0072 to 0.0140	2.7499 to 3.2159	0.991	0.4349	isometry
	14	85	1.0	8.3	0.01	6.64	0.0096	30.118	0.0082 to 0.0113	2.8092 to 3.2143	0.913	0.4542	isometry
	17	139	0.9	7.8	0.01	5.61	0.0067	3.345	0.0059 to 0.0077	3.2037 to 3.4863	0.941	0.0000	+ allometry
	18	106	1.1	6.4	0.02	3.18	0.0086	30.498	0.0075 to 0.0098	2.9059 to 3.1938	0.944	0.2470	isometry
<b>Carangidae</b>													
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	15	14	4.8	8.9	1.53	9.52	0.0145	29.561	0.0074 to 0.0284	2.5798 to 3.3324	0.961	0.4018	isometry

## Gerreidae

***Eucinostomus melanopterus***  
(Bleeker, 1863)

15	183	0.8	3.9	0.01	0.57	0.0084	28.198	0.0079 to 0.0089	2.7114 to 2.9193	0.940	0.0003	- allometry
----	-----	-----	-----	------	------	--------	--------	------------------	------------------	-------	--------	-------------

## Gobiidae

***Bathygobius soporator***  
(Valenciennes, 1837)

3	55	2.0	10.4	0.07	13.93	0.0127	30.014	0.0109 to 0.0147	2.9032 to 3.0996	0.986	0.4886	isometry
2	223	2.4	7.8	0.03	6.62	0.0047	36.167	0.0039 to 0.0057	3.4852 to 3.7482	0.958	0.0000	+ allometry
1	95	1.4	9.3	0.02	9.46	0.0101	30.664	0.0087 to 0.0117	2.9781 to 3.1546	0.981	0.0694	isometry
6	34	0.8	9.9	0.01	13.79	0.0089	31.537	0.0070 to 0.0115	2.9903 to 3.3171	0.98	0.0322	+ allometry
7	33	1.5	7.0	0.03	4.15	0.0071	32.433	0.0056 to 0.0089	3.0645 to 3.4220	0.978	0.0046	+ allometry
8	179	0.8	10.5	0.01	15.8	0.0102	31.019	0.0091 to 0.0115	3.0367 to 3.1670	0.98	0.0012	+ allometry
9	13	2.4	10.1	0.08	14.21	0.0041	35.061	0.0031 to 0.0055	3.3380 to 3.6742	0.995	0.0000	+ allometry
10	9	1.4	7.8	0.03	5.15	0.0107	30.352	0.0084 to 0.0137	2.8917 to 3.1787	0.997	0.2902	isometry
13	148	1.0	7.8	0.01	5.97	0.0078	3.219	0.0071 to 0.0085	3.1551 to 3.2828	0.985	0.0000	+ allometry
12	25	0.8	8.5	0.01	7.06	0.0080	31.603	0.0060 to 0.0106	2.9494 to 3.3711	0.977	0.0647	isometry
15	121	1.0	9.8	0.001	11.03	0.0064	33.264	0.0057 to 0.0072	3.2503 to 3.4025	0.984	0.0000	+ allometry
18	15	1.2	4.4	0.01	0.79	0.0060	32.812	0.0043 to 0.0084	2.9063 to 3.6561	0.965	0.0645	isometry
19	28	1.0	4.5	0.01	0.80	0.0061	31.642	0.0048 to 0.0077	2.8667 to 3.4618	0.948	0.1334	isometry
20	37	0.9	7.3	0.01	3.78	0.0093	30.532	0.0075 to 0.0116	2.8802 to 3.2263	0.973	0.2682	isometry
21	43	1.0	10.9	0.01	13.35	0.0084	31.192	0.0071 to 0.0098	3.0323 to 3.206	0.992	0.0042	+ allometry

***Bathygobius geminatus***  
*Tornabene, Baldwin &*  
*Pezold, 2010*

8	72	1.6	6.9	0.03	4.00	0.0075	32.289	0.0062 to 0.0091	3.0854 to 3.3725	0.966	0.0011	+ allometry
10	12	1.0	6.8	0.01	3.38	0.0119	29.458	0.0072 to 0.0072	2.5993 to 3.2923	0.973	0.3673	isometry
12	38	1.5	6.1	0.02	2.65	0.0060	32.758	0.0045 to 0.008	3.0340 to 3.5176	0.954	0.0133	+ allometry
13	152	0.9	4.7	0.01	1.01	0.0084	31.337	-2.1427 to 0.0097	2.994 to 3.2733	0.929	0.0303	+ allometry
15	28	1.1	8.8	0.01	8.73	0.0054	33.729	0.0042 to 0.0071	3.1795 to 3.5663	0.98	0.0003	+ allometry
19	13	0.8	4.2	0.01	0.55	0.0111	26.926	0.0079 to 0.0155	2.364 to 3.0212	0.967	0.0320	- allometry
16	12	1.6	2.8	0.06	0.30	0.0114	30.766	0.0084 to 0.0155	2.7207 to 3.4324	0.974	0.3210	isometry
17	22	1.2	3.8	0.01	0.44	0.008	29.333	0.0061 to 0.0106	2.5849 to 3.2817	0.939	0.3469	isometry
18	8	2.5	4.1	0.13	0.56	0.0083	30.115	0.0065 to 0.0108	2.7980 to 3.2250	0.995	0.4498	isometry

	20	67	1.1	3.6	0.01	0.40	0.0103	28.368	0.0089 to 0.0119	2.6804 to 2.9931	0.953	0.0205	- allometry
	21	17	2.8	7.5	0.22	4.20	0.0095	2.981	0.0062 to 0.0146	2.717 to 3.2451	0.975	0.4401	isometry
<b><i>Ctenogobius boleosoma</i></b> (Jordan & Gilbert, 1882)	15	260	0.7	3.9	0.007	0.32	0.0066	28.099	0.0061 to 0.0072	2.7191 to 2.9007	0.935	0.4018	isometry
	19	20	0.8	3.0	0.003	0.12	0.0055	28.373	0.0049 to 0.0061	2.6837 to 2.9909	0.988	0.0195	- allometry
	20	22	1.1	4.0	0.01	0.32	0.0061	29.165	0.0049 to 0.0076	2.6284 to 3.2046	0.957	0.2761	isometry
	21	8	1.9	3.8	0.04	0.32	0.0062	29.736	0.0034 to 0.0112	2.4074 to 3.5397	0.965	0.4564	isometry
<b><i>Gobiosoma hemigygnum</i></b> (Eigenmann & Eigenmann, 1888)	5	15	1.1	3.1	0.01	0.24	0.0079	31.462	0.0064 to 0.0097	2.823 to 3.4693	0.971	0.1732	isometry
Haemulidae													
<b><i>Genyatremus luteus</i></b> (Bloch, 1790)	5	16	2.6	6.2	0.15	4.34	0.0083	34.486	0.0048 to 0.0141	3.0883 to 3.8089	0.968	0.0091	+ allometry
<b><i>Haemulon parra</i></b> (Desmarest, 1823)	7	11	1.6	2.5	0.03	0.13	0.0064	34.983	0.0041 to 0.0099	2.8436 to 4.153	0.942	0.0596	isometry
Labrisomidae													
<b><i>Labrisomus nuchipinnis</i></b> (Quoy & Gaimard, 1824)	17	18	2.2	13.0	0.05	33.17	0.0045	34.635	0.0036 to 0.0056	3.339 to 3.588	0.995	0.0000	+ allometry
	12	9	2.3	11.0	0.05	17.09	0.0039	34.736	0.0024 to 0.0062	3.2081 to 3.7391	0.993	0.002	+ allometry
		14	6.2	11.9	2.47	20.66	0.0045	34.186	0.0027 to 0.0074	3.1971 to 3.640	0.99	0.0007	+ allometry
	18	34	0.9	7.3	0.005	4.08	0.0061	31.551	0.0049 to 0.0077	2.9304 to 3.3798	0.962	0.0847	isometry
<b><i>Malacoctenus delalandii</i></b> (Valenciennes, 1836)	8	71	2.3	6.5	0.13	3.60	0.0103	30.286	0.0077 to 0.014	2.826 to 3.2312	0.928	0.3895	isometry
	12	17	1.4	4.2	0.02	0.65	0.0087	29.484	0.0062 to 0.0123	2.6092 to 3.2877	0.958	0.3752	isometry
	11	10	2.0	5.1	0.05	1.32	0.0061	32.578	0.0044 to 0.0084	2.9789 to 3.5366	0.989	0.0328	+ allometry
Lutjanidae													
<b><i>Lutjanus alexandrei</i></b> Moura & Lindeman, 2007	8	9	4.4	11.3	1.25	19.76	0.0156	29.317	0.0064 to 0.0377	2.5106 to 3.3527	0.975	0.3562	isometry
Pomacentridae													
<b><i>Abudefduf saxatilis</i></b> (Linnaeus, 1758)	10	64	1.4	8.0	0.04	9.61	0.0173	29.176	0.0144 to 0.0208	2.7214 to 3.1138	0.934	0.2022	isometry
	8	120	1.6	11.3	0.07	32.64	0.0198	29.733	0.0171 to 0.0230	2.8773 to 3.0694	0.97	0.2917	isometry
	15	161	1.2	4.9	0.01	2.15	0.0126	32.212	0.0113 to 0.0141	3.1076 to 3.3348	0.952	0.0001	+ allometry
<b><i>Stegastes fuscus</i></b> (Cuvier,	12	11	2.3	7.2	0.16	7.16	0.0103	33.575	0.0082 to 0.0129	3.2046 to 3.5105	0.996	0.0003	+ allometry

1830)

	17	51	1.4	12	0.05	41.63	0.0126	32.292	0.0111 to 0.0142	3.1493 to 3.309	0.993	0.0000	+ allometry
	16	33	1.6	9.9	0.05	23.76	0.0114	32.863	0.0097 to 0.0133	3.1901 to 3.3826	0.994	0.0000	+ allometry
<b><i>Stegastes variabilis</i></b> (Castelnau, 1855)	17	16	2.6	6.7	0.21	5.68	0.0089	34.423	0.0066 to 0.0119	3.2543 to 3.6302	0.991	0.0001	+ allometry
	16	92	1.5	10.4	0.05	26.18	0.0131	32.095	0.0119 to 0.0145	3.1502 to 3.2688	0.992	0.0000	+ allometry

n, number of specimens; TL, total length; W, weight; CL, Confidence limits; Species in bold have length-weight relationships estimates included in FishBase database (Froese and Pauly, 2013) and literature.

## **6. CAPÍTULO 5**

---

### **CONCLUSÕES GERAIS**

## CONCLUSÕES GERAIS

Na ecologia, entender o efeito da interação de fatores latitudinais, ambientais e biológicos na estruturação de organismos aquáticos é fundamental para compreender melhor os padrões de distribuição em diferentes escalas geográficas da biota. No presente estudo esta abordagem foi aplicada para investigar a distribuição da ictiofauna de poças de maré ao longo do litoral do Brasil.

Os padrões de distribuição observados na assembleia de peixes de poças de maré são simultaneamente determinados por fatores ambientais locais e regionais e pela capacidade de adaptação e de dispersão da ictiofauna. Além disso, os fatores relacionados em primeiro lugar com a paisagem e substrato, e em segundo lugar com a posição geográfica e as características físico-químicas atuam conjuntamente no processo de distribuição da assembleia de peixes em diferentes escalas geográficas. Este estudo evidenciou, portanto que as variáveis preditivas da categoria de paisagem e substrato explicaram melhor a estruturação da ictiofauna de poças de maré, ressaltando que variáveis ambientais (e.g. temperatura, salinidade) frequentemente usados na literatura nem sempre demonstram ser variáveis preditivas robustas para elucidar padrões de distribuição da ictiofauna. Em ambientes de poças de maré a estrutura da ictiofauna foi composta por espécies crípticas, residentes permanentes e que habitam outros ecossistemas. Adicionalmente, possui uma variabilidade local e a sua riqueza, em uma escala regional, está relacionada conforme a disponibilidade de habitats de cada local.

No ecossistema de poças de maré, a distribuição da ictiofauna amostrada entre as latitudes 00° e 22°S diferiu do modelo biogeográfico da província brasileira até então validado para outros ecossistemas marinhos. Com isto este trabalho propõe uma nova divisão baseada em quatro biorregiões, sendo a do estuário amazônico (AE), manguezal do Norte (NM), Nordeste semiárido (NS) e tropical Atlântico (TW), e possuem áreas delimitadas conforme características ambientais semelhantes.

A ampla escala geográfica amostrada permitiu elucidar um novo registro de ocorrência para a espécie *Lupinoblennius paivai*, que teve uma ampliação de distribuição de 3.030 km do seu registro mais ao norte. Além disso, novas espécies ainda não descritas foram encontradas no presente estudo, e.g. *Gobiosoma* sp. e *Paraclinus* sp. Isto ressalta a importância de estudar a zona de maré por abrigar uma rica fauna de peixes no qual em vários locais ainda são desconhecidos.

A variação geográfica interfere no crescimento das espécies de peixes de poças de maré. Neste estudo, foram relatados seis novos registros de relações peso-comprimento e

comprimento-comprimento. Isto mostra que os fatores ambientais locais e regionais também interferem na fisiologia da ictiofauna de poças de maré, assim como, a disponibilidade de alimentos e a complexidade das poças de maré.

Neste estudo, alguns fatores regionais, tal como fenômenos climáticos (El niño, La Niña) e as corrente marítimas não foram mensurados. Portanto, torna-se necessário que sejam considerados em outros estudos para melhor compreender estes processos de distribuição. Adicionalmente, a ampliação deste estudo para toda costa brasileira, assim como a adição de uma escala temporal e o aumento do número de poças de maré em cada local permitirão testar novas hipóteses e esclarecer algumas lacunas existentes neste trabalho.

O presente trabalho representa um avanço no conhecimento dos padrões de distribuição em diferentes escalas geográficas da ictiofauna de poças de maré e dos fatores ambientais condicionantes na estruturação desta fauna. Estes resultados são importantes para prever impactos ambientais naturais e/ou antrópicos que possam afetar em grande escala as assembleias de peixes. Além disso, ressalta a importância da criação de medidas de conservação e preservação para as poças de maré das biorregiões estudadas.