

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

GLÍNIA KELLE FERNANDES COELHO DE CARVALHO

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES EM POÇAS DE
MARÉ DE PRAIAS ARENOSAS REGIDAS POR MACROMARÉS
NO LITORAL EQUATORIAL AMAZÔNICO, MARANHÃO -
BRASIL**

SÃO LUÍS, MA
2013

GLÍNIA KELLE FERNANDES COELHO DE CARVALHO

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES EM POÇAS DE
MARÉ DE PRAIAS ARENOSAS REGIDAS POR MACROMARÉS
NO LITORAL EQUATORIAL AMAZÔNICO, MARANHÃO -
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes

Área de Concentração: Biodiversidade

Linha de Pesquisa: Diversidade Animal e Vegetal de Áreas de Transição

SÃO LUÍS, MA
2013

GLÍNIA KELLE FERNANDES COELHO DE CARVALHO

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES EM POÇAS DE MARÉ
DE PRAIAS ARENOSAS REGIDAS POR MACROMARÉS NO
LITORAL EQUATORIAL AMAZÔNICO, MARANHÃO - BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Biodiversidade e Conservação, cuja banca examinadora foi constituída pelos professores listados abaixo, tendo obtido o conceito_____.

Dissertação apresentada em 28 de fevereiro de 2013.

Banca examinadora:

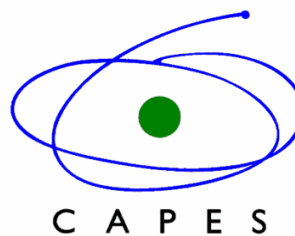
Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes – Orientador
Universidade Federal do Maranhão (GEEM/UFMA, Maranhão)

Prof. Dr. Tommaso Giarrizzo – Membro titular
Universidade Federal do Pará (PPGEAP/UFPA, Belém)

Prof. Dr. Nivaldo Magalhães Piorsky – Membro titular
Universidade Federal do Maranhão (UFMA, Maranhão)

Prof^a. Dr^a. Zafira da Silva de Almeida – Membro titular
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA, Maranhão)

APOIO



FONTE FINANCIADORA



Ao meu filho:
Otávio Augusto

“... ali onde eu chorei qualquer um chorava, dar a volta por cima que eu dei, quero ver quem dava...”

(Volta por cima – Noite Ilustrada)

“Eu tenho uma palavra liberada sobre mim / Promessa de um Deus vivo que se inclina pra me ouvir / Deus não se arrepende do que prometeu / todo homem falha, mas não meu Deus.”

(Aliança com Deus – Adilson Silva)

"Se é para criticar (os outros), cale-se.
Se é para reclamar, dê sugestão.
Se é para buscar culpados, busque solução.
Se é para se fazer de vítima, faça-se vencedor.
Se é para justificar seus erros, aprenda com eles.
Se é para julgar as pessoas, julgue suas atitudes."

(Paulo Vieira - Auto-Responsabilidade: a chave para uma vida de realizações e conquistas)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me permitiu o cumprimento deste processo de aprendizagem, pelo sentimento constante de Sua presença, que me deu força, saúde e vontade de aprender cada vez mais, e mais tarde poder repassar a outros profissionais esses novos conhecimentos. Obrigada meu Deus por essa graça concedida a mim, pela serenidade de aceitar cada momento na certeza de que Sua vontade está sendo seguida e Sua promessa não foi e nunca será quebrada.

À pessoa mais importante da minha vida, meu filho, Otávio Augusto, que no auge dos seus três anos de idade, parecia compreender a importância dessa conquista para mim. Ele foi o meu maior incentivador. Obrigada filhote, tua presença no meu mundo faz com que eu queira ser sempre melhor. Te amo, minha vida!

Ao meu marido, minha companhia, meu melhor amigo, minhas pernas, meus braços,... Aquele que entende meus pensamentos sem eu precisar verbalizar. Aquele que entendeu as incoerências das minhas atitudes. Aquele que enfrentou o chefe para poder me ajudar nas coletas. Aquele que por várias vezes abriu mão de se divertir porque entendia que eu não podia lhe acompanhar. Aquele que foi, sozinho, em alguns momentos, pai, mãe e babá do nosso filho. Obrigada meu amor pela força, pelo apoio, pela indispensável ajuda. Esse título é extensivo a você. Te amo!

Aos meus pais, irmãos, cunhados e sobrinhos pela compreensão, na minha ausência do convívio familiar e pelo apoio e incentivo dedicados. Em especial ao meu pai e meus sobrinhos Luiz Gabriel e Luiz Gustavo pela imensa ajuda nas coletas. À minha mãe por dispensar atenção ao meu filho quando precisei me ausentar. MUITO OBRIGADA!

Ao Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes, pela valiosa orientação, estímulo na caminhada científica e por aceitar dividir comigo esta responsabilidade em prol da ciência nunca me permitindo dar menos do que o meu máximo. Seus ensinamentos ficarão sempre em minha lembrança. MUITO OBRIGADA!

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, pela acolhida e incentivos recebidos durante o decorrer do Curso de Mestrado.

Ao LabPea da Universidade Estadual do Maranhão na pessoa da professora Dr^a. Zafira da Silva de Almeida pela permissão para uso do laboratório e pelo incentivo dado ao longo da minha vida acadêmica. ZÁ, você sempre será um exemplo para mim. MUITÍSSIMO OBRIGADA!

Ao professor Dr. Tommaso Giarizzo pela valiosa contribuição durante o processo de qualificação e por aceitar participar da banca examinadora, acrescentando conhecimentos adquiridos durante suas experiências no ramo da ictiologia.

Aos professores do PPGB/UFMA, que de forma participativa e sem discriminação repassaram parte de suas experiências adquiridas ao longo de muitos anos de estudos e observações, participando de forma significativa na construção de meus conhecimentos, em especial ao professor Dr. Nivaldo Magalhães Piorsky pela imensíssima ajuda concedida sempre que buscada, meu muuuuuuuuito obrigada!

Ao professor Dr. Luiz Fernando Costa Carvalho pelas contribuições sempre bem-vindas durante os seminários.

À FAPEMA pelo apoio financeiro e à CAPES pela bolsa concedida.

À secretária do PPGBC, Sr^a. Ana Lúcia, pela prontidão e pela satisfação em servir. Por sempre ter se mostrado disposta a resolver qualquer problema que por ventura pudesse ter aparecido. Meus sinceros agradecimentos.

Ao professor Dr. Ivan da UFMA – Chapadinha e ao Rory Sena da UFPA pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos meus estagiários, Tarcísio e Juliana pela ajuda dada nas primeiras campanhas.

À minha amiga Leny Cláudia pelo estímulo, pela companhia, pelas conversas, pelas caronas, pela troca de experiências dentro e fora do mestrado, pelas ligações feitas, pelas saídas NUNCA realizadas, pelos SHOWs perdidos... Fomos, uma para outra, exemplos de superação. Você foi sem dúvida uma companhia valiosíssima para mim durante essa caminhada e espero que assim seja para sempre. Obrigada profundamente minha amiga!

Aos demais colegas de turma (Ana Luísa, Aldiléia, Ubiratan (comumente por mim denominado Biratex), Eduardo, Andrea, Monique, Hugo, Helder, Marcela, Rafael, Iranir e Joherberth) pela amizade e companheirismo, além do incentivo mútuo que sempre prezamos entre nós e pelo apoio emocional nas horas em que cada um precisou. Obrigada!

Ao Instituto Chico Mendes pela autorização para a realização das coletas (SISBIO nº 30346-1).

A todos os pesquisadores que fizeram parte das citações, prestando importantes informações para respaldar dados deste trabalho, e a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação.

RESUMO GERAL

O presente estudo foi realizado em poças de maré presentes em afloramentos de arenito ferruginoso na região do entremarés da praia do Araçagy e em afloramentos rochosos da praia de Panaquatira, ambas na Ilha do Maranhão – nordeste do Brasil. O seu propósito é de compreender os aspectos da estrutura e distribuição espacial-temporal da comunidade de peixes de poças de maré de praias arenosas. A área de estudo fez-se importante no tocante à compreensão da influência das macromarés e dos estuários na comunidade de peixes de poça de maré, possibilitando maior entendimento dos componentes desse sistema através dos padrões da estrutura da comunidade, em uma região mais ao norte do Brasil. Para tanto foi realizado primeiramente a diferenciação do mesolitoral de ambas as praias em três andares distintos onde em cada andar foram selecionadas três poças de maré que não apresentavam conexão com o mar, entre si e com outras poças durante a baixamar. As coletas dos exemplares foram realizadas bimestralmente entre agosto de 2011 e junho de 2012 utilizando solução etélica de mentol na proporção 40g/l como anestésico para os peixes, principalmente os crípticos e espeliofílicos. De cada poça foram mensurados os dados de área, volume, profundidade média, rugosidade e dos parâmetros abióticos como temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH, seguindo metodologia padrão. Um total de 1780 peixes foi coletado, sendo que desses, a praia do Araçagy contribuiu com 39% e a praia de Panaquatira com 61%. A riqueza e a abundância das espécies de peixes de poça de maré das praias estudadas são influenciadas pelos ambientes adjacentes, pela morfometria das poças, onde a área superficial e a profundidade foram os atributos mais importantes na variação dos parâmetros físico-químicos. Há um nítido zoneamento entre as estações e os andares, onde as variáveis ambientais oscilaram ao longo do ano e dos andares traçados. As poças foram dominadas por espécies residentes, de pequeno porte e bem camufladas, entretanto juvenis de espécies transitórias e ocasionais também puderam ser observadas, inclusive aqueles de espécies economicamente importantes como os mugilídeos, lutjanídeos e haemulídeos. Dessa forma sugere-se, que os próximos trabalhos realizados em comunidades ícticas intermareais foquem entre outras coisas análises da biologia reprodutiva, ecologia e biogeografia dessas espécies gerando assim resultados mais robustos a cerca da importância desses ambientes no ciclo de vida desses peixes.

Palavras-chave: ictiofauna, entremarés, distribuição espacial, distribuição sazonal.

GENERAL ABSTRACT

The present study was conducted in tide pools found in ferruginous sandstone outcrops in the intertidal zone of Araçagy Beach and rocky outcrops on Panaquatira Beach, both of which are found on Maranhão Island, northeastern Brazil. The aim was to describe aspects of the structure and spatiotemporal distribution of the fish community in tide pools on sandy beaches in order to contribute to the understanding of the influence of macrotides and estuaries on this community. The intertidal zone of both beaches was divided into three distinct tiers and three tide pools from each tier were selected for sampling. The tide pools were not connected to the ocean or two other tide pools at low tide. Sampling was performed every two months from August 2011 to June 2012, using a menthol ethyl alcohol solution at a proportion of 40 g/L as anesthesia for the fish, especially cryptic and den-dwelling species. At each pool, data were collected on surface area, volume, mean depth, roughness and abiotic variables (temperature, salinity, dissolved oxygen and pH), using a standard methodology. A total of 1780 fish were collected, 39% of which were collected from Araçagy Beach and 61% were collected from Panaquatira Beach. Species richness and abundance were influenced by the adjacent environments and morphometry of the tide pools, for which surface area and depth were the most important aspects to the variation in physicochemical parameters. Clear differences were evidenced between seasons and tiers of the intertidal zone, with environmental variables fluctuating throughout the year and between tiers. The tide pools were dominated by small, well-camouflaged, resident species. However, juveniles of transitory and occasional species were also observed, including economically important species such as mullets (Mugilidae), snappers (Lutjanidae) and grunts (Haemulidae). Future studies on intertidal fish communities should focus on the reproductive biology, ecology and biogeography of these species to contribute more robust findings regarding the importance of tide pools to the lifecycle of these fish.

Keywords: ichthyofauna, intertidal zone, spatial distribution, seasonal distribution

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
2.1 Área de estudo.....	18
2.2 Amostragem.....	20
2.3 Tratamento numérico.....	24
2.4 Tratamento estatístico.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
 CAPÍTULO 2 – ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES EM POÇAS DE MARÉ DE PRAIAS ARENOSAS REGIDAS POR MACROMARÉS NO LITORAL EQUATORIAL AMAZÔNICO, MARANHÃO – BRASIL.....	31
ABSTRACT.....	32
RESUMO.....	33
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
Área de estudo.....	35
Amostragem.....	36
Tratamentos numéricos.....	38
RESULTADOS.....	39
DISCUSSÃO.....	49
AGRADECIMENTOS	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
 CAPÍTULO 3 – ZONAÇÃO DE PEIXES EM POÇAS DE MARÉ DE PRAIAS ARENOSAS COM REGIME DE MACROMARÉS NO LITORAL EQUATORIAL AMAZÔNICO, MARANHÃO – BRASIL.....	60
ABSTRACT.....	61
RESUMO.....	62
INTRODUÇÃO.....	62
MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
Área de estudo.....	64
Amostragem.....	65
Tratamento numérico.....	68
Tratamento estatístico.....	68
RESULTADOS.....	69
Caracterização das poças.....	69
Zonação dos peixes.....	77
DISCUSSÃO.....	82
AGRADECIMENTOS	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
 CAPÍTULO 4 – EFEITO SAZONAL NA ESTRUTURAÇÃO DA ICTIOFAUNA EM POÇAS DE MARÉ DE PRAIAS ARENOSAS REGIDAS POR MACROMARÉS NO LITORAL EQUATORIAL AMAZÔNICO, MARANHÃO – BRASIL.....	93
ABSTRACT.....	94

RESUMO.....	95
INTRODUÇÃO.....	95
MATERIAIS E MÉTODOS.....	97
Área de estudo.....	97
Amostragem.....	98
Tratamento numérico.....	100
Tratamento estatístico.....	100
RESULTADOS.....	101
Caracterização das poças.....	101
Variáveis ambientais.....	101
Distribuição sazonal dos peixes.....	104
DISCUSSÃO.....	108
AGRADECIMENTOS	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO

Zonas costeiras são ambientes dinâmicos e biologicamente diversificados por se tratarem de áreas de transição ecológica onde há trocas genéticas e de biomassa entre ecossistemas marinhos e terrestres (Monteiro-Neto *et al.*, 2008). É um dos ecossistemas mais frágeis e severos do planeta, resultado da interação entre fatores oceanográficos, hidrológicos, climáticos, geológicos e antrópicos (Souza, 1997), consistindo somente de água e areia e à primeira vista podem ser considerados muito hostis. Esse sistema é encontrado em grandes extensões da costa brasileira onde pressões antropogênicas tornam seus habitantes (fauna e flora) particularmente vulneráveis.

Segundo Day (2006), as variações periódicas na amplitude de marés, mesmo àquelas de baixa magnitude, determinam nesses ambientes três faixas distintas: o supralitoral, o infralitoral e o mesolitoral (Figura 1). O mesolitoral, também denominado zona entremarés ou zona intertidal, corresponde à faixa litorânea geralmente encoberta pela água durante a preamar, e emersa durante a baixamar, originando assim inúmeras cavidades ou depressões em rochas onde a água do mar fica represada durante a baixamar, sem que exista ligação direta com o mar, que chamamos de poças de marés (Horn *et al.*, 1999; Davis, 2000). Nesse sentido, Griffiths (2003) define ainda as poças de maré como “habitats ilha” que se encontram irregularmente distribuídas ao longo de uma costa rochosa.

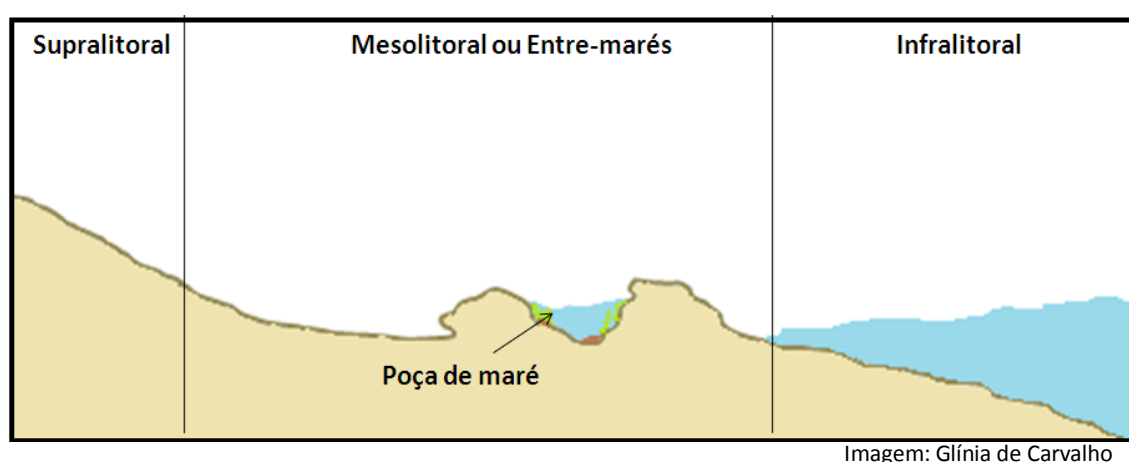


Figura 1: Zonação de uma praia em baixamar com destaque para o supralitoral, mesolitoral e infralitoral.

Essas poças de maré apresentam enorme complexidade estrutural oferecendo à fauna presente vários microhabitats que são utilizados como sítios de reprodução, berçário, proteção, alimentação e/ou moradia (Horn *et al.*, 1999; Gibson & Yoshiyama, 1999; Feitosa *et al.*, 2002; Griffiths *et al.*, 2003; Nunes *et al.*, 2011).

Devido às relações de troca de massa de água periódica influenciada pela dinâmica do ciclo de marés, os peixes desses ambientes apresentam habilidades comportamentais, morfológicas e fisiológicas adaptativas que os permitem sobreviver à grande variedade de condições ambientais como as variações de temperatura, de salinidade, pH, dessecação, condições de apóxia, batimentos de ondas e as próprias interações ecológicas ali existentes (Brow & McLachlan, 1990; Viana *et al.*, 2005).

O padrão de distribuição das espécies ao longo do perfil praiial é designado de zonação e os organismos intermareais apresentam vários padrões que são determinados significativamente por um complexo conjunto de respostas (Veloso *et al.*, 1997). As estratégias utilizadas baseiam-se nas características morfométricas das poças de maré e no tipo de substrato que as compõe, onde a complexidade deste substrato é um fator importante para muitos organismos que passam grande parte do tempo abrigados nas fendas das rochas ou escondidos na areia (Horn *et al.*, 1999).

Outras estratégias estão associadas às relações biológicas de recrutamento, predação, herbivoria, competição e atividades humanas, onde a interação dessas pode variar amplamente de um lugar para outro permitindo aos indivíduos selecionarem aqueles locais que oferecem uma melhor combinação de elevado potencial de crescimento e menor risco de mortalidade (Muñoz & Ojeda, 1997; Gibson e Yoshiyama, 1999; Caceres & Ojeda, 2000; Davis, 2000; Day, 2006; Griffiths *et al.*, 2006; Macieira e Joyeux, 2011).

Estas variações, em particular a de temperatura, dependem da posição das poças de maré ao longo do gradiente topográfico vertical que vai determinar a duração do período em que a poça de maré fica isolada do infralitoral (Horn *et al.*, 1999). Sendo assim, o padrão de distribuição das comunidades ictiofaunísticas de poça de maré é dependente das particularidades de cada local e de cada poça.

As poças de maré são habitadas em sua maioria por peixes residentes, caracterizados por indivíduos de tamanho pequeno, ótima camuflagem, comportamento críptico e bem adaptados às variações bruscas deste ambiente (Rosa *et al.*, 1997; Horn *et*

al., 1999; Griffiths, 2003; Nunes *et al.*, 2011). No entanto, durante a preamar, muitas outras espécies migratórias, principalmente aquelas na fase juvenil, utilizam as poças da zona entremarés em busca de alimento e proteção, interagindo com a comunidade residente (Horn *et al.*, 1999).

Quanto ao uso do habitat, essas espécies são classificadas como oportunistas, por utilizar as poças de maré por um determinado período até atingirem tamanho e maturação suficientes para migrarem para o infralitoral. Enquanto as espécies transitórias são aquelas que ficam presas nas poças acidentalmente após incursões por alimento e/ou proteção durante a preamar (Rosa *et al.*, 1997; Griffiths, 2003).

A grande diversidade biológica do sistema poça de maré tem sido alvo de estudos considerando os mais diversos enfoques experimentais e descritivos da biologia e ecologia dos organismos intermareais, a citar os de Davis (2000) que investigou os padrões de distribuição espacial e sazonal de algumas espécies de peixes de poça de maré rochosa em San Diego (EUA); Caceres e Ojeda (2000) que estudaram, na costa chilena, padrões de forrageamento natural e experimental de *Scartichthys viridis* e *Girella laevis*, levando em consideração a influência da composição química dos alimentos e a eficiência de assimilação de algas na seleção alimentar; Faria e Almada (2001), que avaliaram a importância da competição interespecífica entre três espécies de peixes residentes de poça de maré de Portugal examinando os padrões de uso do microhabitat; Castellanos-Galindo *et al.* (2005) que descreveram a estrutura de comunidade de peixes em poças de maré, na Colômbia, avaliando o efeito das características físicas das poças sobre a riqueza, abundância e diversidade das comunidades estudadas e Cox *et al.* (2011) que descreveram as assembleias de peixes de poça de maré da Ilha de O'ahu (EUA) examinando a relação entre o padrão de distribuição e o tipo de substrato dessas poças.

No Brasil, apesar do aumento no número de estudos sobre ictiofauna de poça de maré ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas, e os poucos trabalhos realizados se restringem a análises ecológicas e biológicas de algumas espécies residentes, caracterização das comunidades e sua distribuição ao longo de um perfil praiial e a influência dos fatores abióticos sobre as comunidades intermareais, a exemplo, podemos citar os trabalhos de Fanta (1997) que estudou a influência da salinidade e da temperatura no comportamento de *Bathygobius soporator* no litoral paranaense; Rosa *et al.* (1997) que discutiram sobre a composição, abundância e distribuição das espécies ao longo da Praia

de Cabo Branco na Paraíba; Cunha *et al.* (2007) que descreveram a composição taxonômica das assembléias de peixes de poça de maré de Iparana, no estado do Ceará, além de analisar os padrões de variação temporal e espacial identificando as variáveis ambientais que mais influenciam na sua estrutura das comunidades; Godinho & Lotufo (2010) que analisaram comunidades ictiofaunísticas de poças de maré rochosas em três praias diferentes no Ceará, investigando a relação entre assembléia de peixes e características das poças; e o trabalho de Macieira & Joyeux (2011) que estudaram os efeitos da temperatura, salinidade e características morfométricas das poças sobre a estrutura das comunidades de peixes de poças de maré em uma praia do Espírito Santo.

O status de conhecimento de peixes de poça de maré do Maranhão também é muito incipiente e restringe-se primariamente ao trabalho realizado por Nunes *et al.* (2011) que analisaram a estrutura da comunidade de peixes de poças de maré da Ilha do Maranhão resultando na listagem de 36 espécies e 24 famílias, distribuídas em 12 ordens, dentre as quais algumas em estágio juvenil, corroborando com a importância das poças de maré como berçários naturais, inclusive de espécies economicamente importantes como os mugilídeos, os haemulídeos e os lutjanídeos. O estudo revela ainda que essas comunidades estão ameaçadas por inúmeros problemas tanto de ordem natural, como as modificações das poças pela ação da própria morfodinâmica de praias e descarga de água doce, como de ordem antrópica como o lançamento de resíduos sólidos e areia nesses ambientes, atividades pesqueiras exploratórias e o pisoteamento do público em geral.

Nesse sentido, o presente trabalho é necessário para a compreensão da estrutura das comunidades de peixes de poça de maré da costa do estado do Maranhão, dos fatores que as influenciam, incluindo aí, as características peculiares da região, como: macromarés associadas a estuários e a forte sazonalidade.

Por essa razão o presente estudo trabalha com as hipóteses de que a estrutura das comunidades de peixes de poça de maré das praias do Araçagy e de Panaquatira sofrem influência das variações sazonais dos fatores abióticos e da própria da localização da poça de maré no gradiente topográfico praiar (mesolitoral superior, médio e inferior), além dos ambientes adjacentes à essas praias. Para tanto o nosso objetivo foi compreender aspectos da estrutura da comunidade de peixes de poça de maré localizadas em ambientes de praia arenosa da Ilha do Maranhão, bem como inferir sobre a influência das macromarés e dos estuários adjacentes às áreas estudadas na comunidade de peixes de poça de maré, além de

avaliar os efeitos da sazonalidade sobre as comunidades ícticas de poça de maré do estado do Maranhão.

A realização de capturas em áreas do entremaré permitiu uma melhor caracterização da ictiofauna local, bem como uma melhor compreensão da utilização das mesmas, e para melhor relatar os resultados, o presente trabalho foi elaborado no formato de artigos, organizados em quatro capítulos, conforme formatação proposta pelo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação – UFMA.

O capítulo I, “Introdução Geral” trata de uma exposição ampla dos assuntos abordados nos demais capítulos, bem como a metodologia geral utilizada durante o período de estudo. O capítulo II, “Estrutura da comunidade de peixes de poça em maré de praias arenosas regidas por macromarés no litoral equatorial amazônico, Maranhão – Brasil” aborda uma análise sobre a composição ictiofaunística das poças estudadas; a estrutura da assembleia (com dados sobre guilda trófica, frequência, porte, diversidade e equitabilidade), traçando sempre uma comparação entre os três andares da zona entremarés (mesolitoral superior, médio e inferior).

O capítulo III, “Zonação da comunidade de peixes em poças de maré de praias arenosas com regime de macromarés no litoral equatorial amazônico, Maranhão – Brasil” apresenta uma avaliação dos padrões de distribuição espacial das assembleias de peixes frente às pressões naturais exercidas pelas variáveis ambientais. Para tanto, esse capítulo é norteado por informações sobre dados morfométricos das poças, do substrato e parâmetros físico-químicos, tais como temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido. Por fim o capítulo IV intitulado “Efeito sazonal na estruturação da ictiofauna em poças de maré de praias arenosas regidas por macromarés no Litoral Equatorial Amazônico, Maranhão – Brasil” aborda uma análise dos padrões de distribuição dos peixes em poças de maré ao longo do ano traçando uma comparação da estrutura da comunidade frente às condições de estiagem e chuva.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O presente trabalho foi realizado nas praias do Araçagy e de Panaquatira, ambas pertencentes ao município de São José de Ribamar, Ilha do Maranhão. As áreas em estudo são marcadas por dois períodos bem distintos: um chuvoso, que se caracteriza por apresentar domínio de ventos alísios do nordeste, moderados a grandes excedentes hídricos, baixa evaporação, elevada umidade relativa do ar e temperaturas mais amenas, que se estende de janeiro a junho; e outro, seco, que vai de julho a dezembro, caracterizado por ventos alísios de sudeste, déficits de precipitações, altas taxas de evapotranspiração, baixa umidade relativa do ar e temperaturas mais elevadas. Particularizam-se pela presença de solo bastante arenoso em que predominam as partículas de quartzo (Feitosa & Trovão, 2006; LabMet, 2008).

A praia do Araçagy, localizada a norte da ilha ($02^{\circ}30'03''\text{S}$ e $44^{\circ}07'08''\text{W}$), apresenta afloramentos de arenito ferruginoso onde as poças de maré são formadas nas depressões dessas rochas ou são delimitadas por estas (Nunes *et al.*, 2011). Os perfis transversais da área apresentam inclinação inferior à 5° , com um grau médio de exposição às ondas e um entremarés de 300 a 400 m (Tarouco & Santos, 1997).

A praia de Panaquatira, localizada próxima a boca da Baía de São José na face leste da ilha, caracteriza-se por ser uma praia semi-exposta, protegida da ação direta das ondas possuindo influência oceânica e estuarina, tendo em sua proximidade um exuberante manguezal (Santos *et al.*, 2007). Em toda a sua extensão apresenta afloramentos rochosos onde são formadas inúmeras poças de maré durante a baixa-mar. O entremarés possui grande extensão, chegando a mais de 1500 metros em alguns pontos.

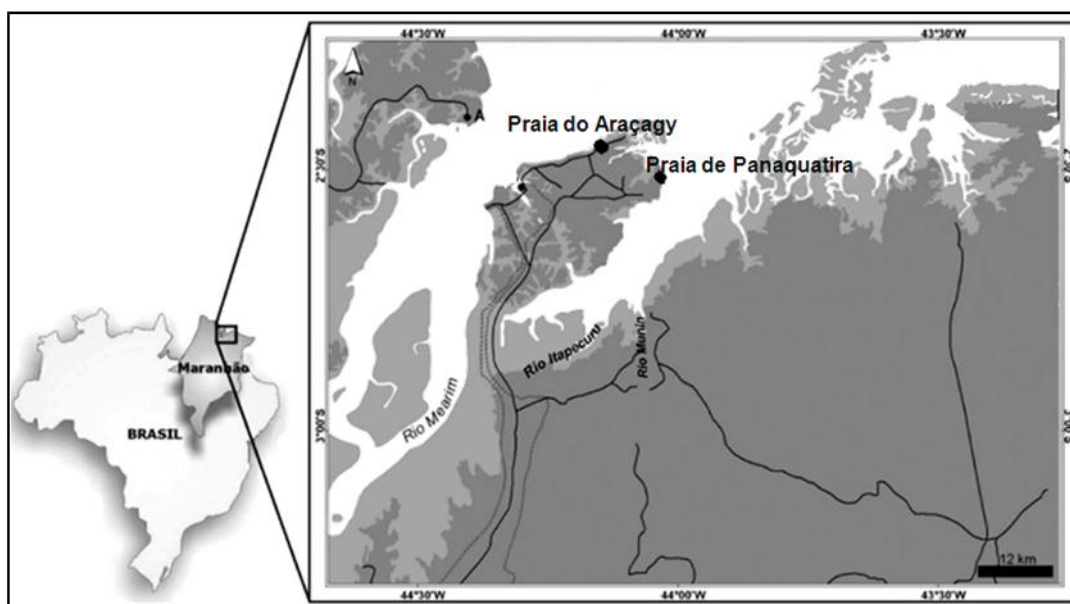


Figura 2: Mapa da localização das praias do Araçagy e Panaquatira, Ilha do Maranhão.

2.2 Amostragem

O trabalho de campo foi executado nas poças de maré formadas nos afloramentos de arenito ferruginoso na praia do Araçagy e nos afloramentos rochosos da praia de Panaquatira no período compreendido entre o isolamento total da poça na baixamar e o instante antes da conexão desta com o mar durante a preamar. As coletas foram realizadas a partir do mês de agosto de 2011 e seguiram-se bimestralmente por um período de um ano totalizando seis campanhas para cada praia.

Para a escolha das poças, foi realizada primariamente a diferenciação de três andares do mesolitoral de ambas as praias onde foi levada em consideração a extensão desta zona e a distância entre os afloramentos e as zonas supralitoral e infralitoral de cada praia. Em cada andar foram selecionadas três poças de maré que não apresentavam conexão com o mar, entre si e com outras poças durante a baixamar. Esse procedimento de diferenciação dos andares foi utilizado somente para os capítulos 2 e 3 (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 1: Extensão dos andares do mesolitoral e localização das poças de maré das praias do Araçagy e Panaquatira.

Mesolitoral	Araçagy		Panaquatira	
	Extensão	Poças	Extensão	Poças
Andar Superior	0 – 100m	Poça (2°27'57,38"S/44°12'7,02"W)	01	Poça 01 (2°30'28,37"S/44°1'24,25"W)
		Poça (2°27'57,67"S/44°12'8,00"W)	02	Poça 02 (2°30'28,66"S/44°1'23,32"W)
		Poça (2°27'57,10"S/44°12'7,79"W)	03	Poça 03 (2°30'27,61"S/44°1'23,91"W)
Andar Médio	101 – 200m	Poça (2°27'54,57"S/44°12'10,52"W)	04	Poça 04 (2°29'56,60"S/44°1'28,22"W)
		Poça (2°27'53,88"S/44°12'10,03"W)	05	Poça 05 (2°29'55,93"S/44°1'28,03"W)
		Poça (2°27'53,55"S/44°12'9,42"W)	06	Poça 06 (2°29'56,28"S/44°1'27,39"W)
Andar Inferior	201- 270m	Poça (2°27'54,61"S/44°12'12,11"W)	07	Poça 07 (2°29'54,28"S/44°1'24,57"W)
		Poça (2°27'54,08"S/44°12'11,78"W)	08	Poça 08 (2°29'54,56"S/44°1'23,42"W)
		Poça (2°27'52,70"S/44°12'9,63"W)	09	Poça 09 (2°29'52,79"S/44°1'25,13"W)



Figura 3: Imagem de satélite mostrando a localização das poças de maré na baixamar das praias do Araçagy (A) e de Panaquatira (B). Imagem: Google Earth.

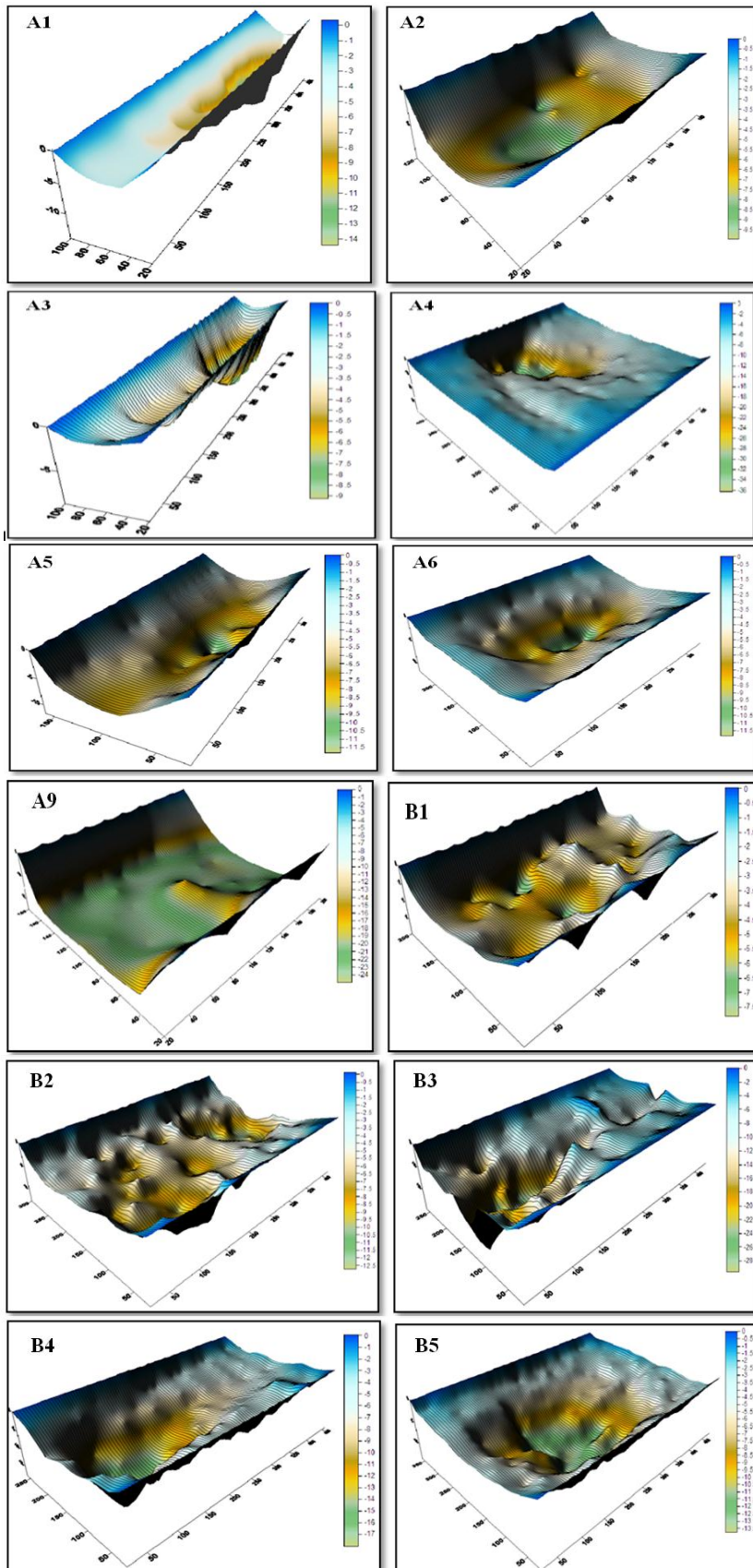
Todas as poças de maré estudadas foram caracterizadas quanto à área superficial, a profundidade e a rugosidade. Para medir a área superficial foi utilizada uma grade de 3x1 metros, subdividida em 300 quadrados de 10x10 cm. Posteriormente, a grade foi colocada sobre a poça onde foram contabilizados todos os quadrados que estiveram completamente inseridos na poça e parcialmente inseridos (50cm²).

A profundidade foi determinada através da média de 10 intercessões escolhidas aleatoriamente na grade e medidas com auxílio de uma trena. A rugosidade foi estimada com o auxílio de uma trena e uma corrente, onde a primeira mediu a maior distância entre as bordas da poça e a segunda foi colocada em linha reta na mesma direção da trena, acompanhado as feições do fundo, onde a rugosidade foi obtida pela razão entre o comprimento da corrente e a distância entre as bordas segundo a fórmula matemática $R_G = L_C / D_B$, onde: R_G é a rugosidade da poça; L_C é o comprimento da corrente e D_B é a distância entre as bordas.

Para a medição do volume das poças, foi realizada a técnica topográfica de batimetria, onde foram utilizados dois canos de PVC marcados com precisão a cada 20 cm que foram dispostos nas bordas da poça de forma perpendicular a fim de se formar um plano cartesiano, onde a cada cruzamento de 20 cm dos eixos foi mensurada a profundidade, produzindo o terceiro eixo. Para a análise dos dados coletados utilizou-se o programa Surfer® 8.0 (Golden Software, Inc. 2002), onde se pôde representar as poças em estudo em 3D (Figura 3).

Foram realizadas ainda as medições de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH da água de cada poça. As medidas foram repetidas em dois momentos: logo após o isolamento das poças e momentos antes de conectar-se ao mar afim de se detectar a variação desses parâmetros. O tipo de substrato foi estimado para as categorias areia (tamanho do grão inferior à 1 mm), cascalho (tamanho do grão superior à 1 mm até 50mm) e rocha (substrato consolidado e rochas com tamanho maior que 50 mm), sendo a soma entre as categorias igual a 100%.

A cobertura algal foi estimada utilizando uma grade de 3x1 metros, subdividida em 300 quadrados de 10x10 cm que foi colocada sobre a poça e os valores estimados em porcentagem de área ocupada. Posteriormente foi feita uma coleta do material algal para identificação em laboratório por um profissional da área.



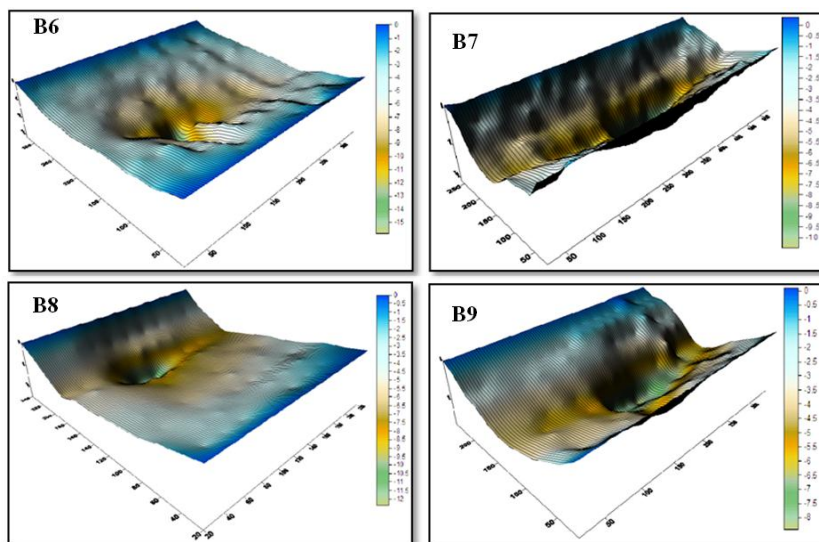


Figura 4: Imagens tridimensionais das poças de maré das praias do Araçagy (A) e de Panaquatira (B), no período de agosto de 2011 a junho de 2012. As unidades de medidas são em cm.

Foi utilizado um método não-destrutivo, com aplicação de um anestésico a base de mentol na proporção 40g/l de álcool, administrada nas poças a fim de capturar toda a ictiofauna, principalmente a espeliofílica e críptica. Os exemplares coletados foram recolhidos com o auxílio de uma rede manual e fixados em uma solução de formol 10% e posteriormente preservados em solução etílica a 70%. As amostras foram enumeradas, pesadas e identificadas com base em literatura especializada e atualizada (Carpenter, 2002 a, b, c). Após a confirmação, os exemplares foram depositados na Coleção de Peixes do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão.

2.3 Tratamento numérico

A comunidade de peixes presente em cada poça foi descrita através de parâmetros numéricos e ecológicos, bem como foram categorizadas segundo ao grau de associação ao ecossistema poças de maré utilizando para tanto a frequência de ocorrência através da equação matemática: $Fo = NA \times 100 / NAT$, onde Fo é a frequência de ocorrência (%), NA é o número de amostras onde cada espécie ocorre e NAT é o número total de amostras.

Os dados de frequência permitiram classificar as espécies em grupos segundo intervalos preconizados por Griffiths (2003), sendo estes: residentes permanentes (50-100%), temporais ou visitantes cíclicos (25-49%) e os ocasionais (<25%).

Para precisar o peso em gramas das populações pelo volume da poça foi calculada a biomassa através da fórmula matemática: $B = P / V$, onde B é a biomassa da espécie, P é o peso total por poça de maré em gramas e V é o volume da poça em metros cúbicos.

Para determinar o tamanho da população de cada espécie encontrada foi calculada a abundância relativa através da fórmula matemática: $Ar = NIT \times 100 / Nt$, onde Ar é a abundância relativa, NIT é o número de indivíduos de cada táxon na amostra e Nt é o somatório de todos os indivíduos capturados.

A fim de se mensurar a quantidade de indivíduos pela área da poça foi realizado o calcula da densidade seguindo a fórmula: $D = N / A$, onde D é a densidade, N é o número total de indivíduos coletados de cada espécie e A é o perímetro da poça amostrada em m².

O cálculo das abundâncias proporcionais das espécies foi realizado através do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') a partir da fórmula matemática: $H' = - \sum (ni/N) \times \log_2 (ni/N)$, onde: Ni é o número de indivíduos na i-ésima espécie e N é o número total de indivíduos.

Para fins comparativos da diversidade entre os andares e as estações foram consideradas as seguintes categorias segundo Cavalcanti & Larrazábal (2004), como: alta quando está acima de 3, média entre 2 e 3, baixa entre 1 e 2 e muito baixa quando menor que 1.

Para expressar de que forma os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies foi medida a equitabilidade de Pielou através da fórmula: $J' = H' (\text{observado}) / H' \text{ máximo}$, onde: $H' \text{ máximo}$ é o log do número total de espécies. De acordo com Cavalcanti & Larrazábal (2004), a equitabilidade varia entre 0 e 1, e é considerada alta quando maior que 0,5.

2.4 Tratamento estatístico

Com o objetivo de sintetizar o conjunto das informações coletadas, numéricas ou não, foram realizadas Análises Descritivas onde os resultados das médias foram expostos em forma de tabelas e/ou gráficos a fim de que se tenha uma visão global das variações desses valores ao longo das campanhas.

Nos capítulos 3 e 4 foram realizadas análises discriminantes para cada uma das praias analisadas com o intuito de estabelecer combinações entre as variáveis independentes de cada poça de maré que melhor caracterizam os diferentes andares do mesolitoral e estações da região segundo as características morfométricas das poças, cobertura algal, biomassa e parâmetros físico-químicos da água (capítulo 3) e parâmetros ambientais e abundância dos peixes (capítulo 4).

Foram realizadas ainda análises estatísticas multivariadas, através das técnicas de projeções em Componentes Principais de modo a determinar as relações entre os fatores que influenciam a estrutura da comunidade ictiológica de cada praia. Para tanto as análises do capítulo 3 foram realizadas através do pacote estatístico InfoStat (2011), onde os resultados foram apresentados na forma de gráficos bidimensionais. Para o capítulo 4 as análises discriminantes para formação de agrupamentos quanto às estações seca e chuvosa foram realizadas através do Pacote estatístico PRIMER v. 6.

Com o objetivo de avaliar a relevância dos contrastes entre os grupos pré-formados a partir da análise de agrupamento pelos diferentes andares no capítulo 3 e pelas estações no capítulo 4, foi empregado o teste de permutação ANOSIM (*one way*) com base em 999 permutações das matrizes de distâncias calculadas com o índice de similaridade de Bray-Curtis. Para identificar os principais fatores que contribuíram para uma dissimilaridade/similaridade foi empregado o SIMPER através do programa PAST.

REFERÊNCIAS

- Brown, A. C. & McLachlan, A. 1990. **Ecology of Sandy Shores**. Amsterdam, Elsevier, 327p.
- Caceres, C. W. & Ojeda, F. P. 2000. Patrones de forrajeo en dos especies de peces intermareales herbívoros de las costas de Chile: Efecto de la abundancia y composición química del alimento. **Rev. chil. hist. nat.** v.73, n.2
- Carpenter, K. E (ed). 2002a. **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras**. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. Nº 5. Rome, FAO. 599p.
- Carpenter, K. E (ed). 2002b. **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)** FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. Nº 5. Rome, FAO. 1373p.
- Carpenter, K. E (ed). 2002c. **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals**. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. Nº 5. Rome, FAO. 2127p.
- Castellanos-Galindo, G. A., A. Giraldo, and E. A. Rubio. 2005. Community structure of an assemblage of tidepool fishes on a tropical eastern Pacific rocky shore, Colombia. *J. Fish. Biol.* 67:392–408.
- Cavalcanti, E. A. H.; Larrazábal, M. E. L. de. Macrozooplâncton da zona econômica exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica - REVIZEE/NE II) com ênfase em *Copepoda* (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, p.467-475, 2004.

Cox, T. E.; Baumgartner, E.; Philippoff, J. & Boyle, K. S. 2011. Spatial and vertical patterns in the tidepool fish assemblage on the island of O`ahu. **Environ Biol Fish** (2011) 90:329–342.

Cunha, F. E. A.; Monteiro-Neto, C. & Nottingham, M. C. 2007. Temporal and spatial variations in tidepool fish assemblages of the northeast coast of Brazil. **Biota Neotropica**, vol. 7, nº 1.

Davis, J. L. D. 2000. Spatial and seasonal patterns of habitat partitioning in a guild of southern California tidepool fishes. **Mar Ecol Prog Ser**, Vol 196: 253-268.

Day, T. **Oceans: Biomes of the Earth**. Chelsea House – Publishers, New York, 2006, 252 p.

Fanta, E. 1997. Behaviour and circadian rhythm of the fish *Bathygobius soporator* Valenciennes (Gobiidae) under the influence of environmental salinity and temperature. **Revta bras. Zool.** 14 (1): 221 – 244.

Faria, C. & Almada, V. C. 2001. Microhabitat segregation in three rocky intertidal fish species in Portugal: Does it reflect interspecific competition? **Journal of Fish Biology** 58:145–159.

Feitosa, A. C. & J. R. Trovão. 2006. **Elementos naturais da paisagem**, p. 61–88. : A. C. Feitosa; J. R. Trovão (Eds). Atlas Escolar do Maranhão: João Pessoa, Ed. Grafset, 207 p.

Feitosa, C. V.; Pimenta, D. A. S.; Araújo, M. E. 2002. Hábito alimentar e morfologia do trato digestivo de alguns peixes de poças de maré, no estado do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar.** v.35, p.97-105.

Gibson, R. N & Yoshiyama, R. M. 1999. Intertidal fishes communities. In: Horn, M. H.; Martin, K. L. M. & Chotkowski, M. A. (Eds.) **Intertidal fishes: Life in two worlds**. Academic Press, San Diego, 264-296.

Godinho, W. O. & Lotufo, T. M. C. 2010. Local v. microhabitat influences on the fish fauna of tidal pools in north-east Brazil. **Journal of Fish Biology** 76,487–501.

- Griffiths, S. P. 2003. Rockpool ichthyofauna of temperate Australia: species composition, residency and biogeographic. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 173– 186,
- Griffiths, S. P.; West, R. J.; Davis, A. R. 2003. Effects of intertidal elevation on the rockpool ichthyofaunas of temperate Australia. **Environmental Biology of Fishes**, v. 68, p. 197-204.
- Griffiths, S. P., A. R. Davis, and R. J. West. 2006. Role of habitat complexity in structuring temperate rockpool ichthyofaunas. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 313:227–239.
- Horn, M. H.; Martin, K. L. M.; Chotkowski, M. A. Introduction. 1999. In: **Intertidal Fishes: life in two worlds**. HORN, M. H.; MARTIN, K. L. M.; CHOTKOWSKI, M. A. Academic Press, p. 1-6.
- Macieira R. M & Joyeux, J. C. 2011. Distribution patterns of tidepool fishes on a tropical flat reef. **Fishery Bulletin** **109(3)**. National Marine Fisheries Service. p. 305 – 315.
- Muñoz, A. A. & Ojeda, F. P. 1997. Feeding guild structure of a rocky intertidal fish assemblage in central Chile. **Environmental Biology of Fishes** **49**: 471–479.
- Nunes, J. L. S.; Pascoal, N. G. A.; Piorski, N. M. 2011. Peixes intertidais do Maranhão. In: **Peixes marinhos e estuarinos do Maranhão**. Nunes, J. L. S. Coletânea de artigos (ensaios), p. 105-124.
- Rosa, R. S.; Rosa, I. L. & Rocha, L. A. 1997. Diversidade da ictiofauna de poças de maré da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** **14** (1): 201-212.
- Santos, L. A.; Feres, S. J. C.; Lopes, A. T. L. 2007. Fauna de bivalves da praia de Panaquatira, Ilha de São Luís - MA. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.
- Tarouco, J. E. F. e Santos, J. H. S. dos. Morfodinâmica da praia do Araçagi - Paço do Lumiar/MA In: VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Forum Latino-Americano de Geografia Física Aplicada, 1997, Curitiba. **VII SBGFA/ I FLAGFA**. UFPR, 1997. v.II. p.72 - 79. (CD-ROM).

Veloso, V. G., Cardoso, R. S. & Fonseca, D. B. Adaptações e biologia da macrofauna de praias arenosas expostas com ênfase nas espécies da região entre-marés do litoral fluminense. **O ecologia brasiliensis**. vol. III: Ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro. Absalão, R. S & Esteves, A. M. (editores), 1997, p. 135-154.

Viana, M. G.; Rocha-Barreira, C. A. & Grossi Hijo, C. A. 2005. Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracurú (Ceará-Brasil). **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.** 9(1):75-82.

CAPÍTULO II

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES EM POÇA DE MARÉ DE PRAIAS
ARENOSAS REGIDAS POR MACROMARÉS NO LITORAL EQUATORIAL
AMAZÔNICO, MARANHÃO – BRASIL.**

Artigo a ser submetido à Neotropical Ichthyology Journal

Estrutura da comunidade de peixes em poça de maré de praias arenosas regidas por macromarés no litoral equatorial amazônico, Maranhão – Brasil.

Glínia K.F.C. de Carvalho¹; Jorge L.S. Nunes²

¹ Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação, Avenida dos Portugueses s/n, 65080040, São Luís, Maranhão, Brasil. gliniakelle@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Maranhão, Laboratório de Organismos Aquáticos, BR 222, Km 04, s/n, Boa Vista, 65500000, Chapadinha, Maranhão, Brasil. Autor para correspondência [silvanunes@yahoo.com]

ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the structure of the fish community in tide pools on Araçagy Beach and Panaquatira Beach on Maranhão Island, northeastern Brazil. Sampling was performed every two months from August 2011 to June 2012, using a menthol ethyl alcohol solution at a proportion of 40 g/L as anesthesia for the fish, especially cryptic and den-dwelling species. The intertidal zone of both beaches was divided into three distinct tiers (upper, middle and lower) and three tide pools from each tier were selected for sampling. The tide pools were not connected to the ocean or two other tide pools at low tide. On Araçagy Beach, 705 individuals were collected, belonging to three orders, seven families and 11 species. On Panaquatira Beach, 1075 individuals were collected, belonging to four orders, 10 families and 15 species. Seven species were common to both beaches: *T. natereri*, *L. alexandrei*, *L. jocu*, *G. luteus*, *M. Liza*, *O. punctatus* and *B. soporator*. On Araçagy Beach, the greatest number of individuals was collected from the lower tier (43%), where *M. curema* was the most abundant species, accounting for 80% of the catches. Regarding the degree of residence, occasional species were the most representative on all tiers, with resident species equaling occasional species in number only on the lower tier. The tide pools on this beach were dominated by herbivorous scrapers represented by the families Mugilidae and Bleniidae. On Panaquatira Beach, the upper and middle tiers were the richest in number of individuals, represented by 10 species and accounting for 32% and 42% of the individuals collected, respectively. All tide pools were dominated by *B. soporator*, which accounted for 85% of catches. Regarding the degree of residence, occasional species were the most representative on all tiers. The tide pools on this beach were dominated by carnivores, represented by the families Gobiidae, Lutjanidae, Muraenidae and Tetraodontidae.

Keywords: assemblage, ichthyofauna, intertidal zone, Araçagy Beach, Panaquatira Beach

RESUMO

Foi analisada a estrutura de comunidade de peixes de poças de maré das praias do Araçagy e Panaquatira, Ilha do Maranhão, nordeste do Brasil. As coletas foram bimestrais, entre agosto de 2011 e junho de 2012, utilizando solução etílica de mentol na proporção 40g/l como anestésico para os peixes, principalmente os crípticos e espeliofílicos. Para a escolha das poças, foi realizada primariamente a diferenciação de três andares do mesolitoral de ambas as praias, onde em cada andar foram selecionadas três poças de maré que não apresentavam conexão com o mar, entre si e com outras poças durante a baixamar. Na praia do Araçagy foram coletados 705 indivíduos pertencentes a 3 ordens, 7 famílias e 11 espécies e na praia de Panaquatira foram capturados 1075 indivíduos distribuídos em 4 ordens, 10 famílias e 15 espécies. Das espécies coletadas em ambas as praias, sete espécies foram comuns para ambas, sendo elas: *T. natereri*, *L. alexandrei*, *L. jocu*, *G. luteus*, *M. Liza*, *O. punctatus* e *B. soporator*. Na praia do Araçagy o andar mesolitoral inferior foi aquele que mais contribuiu em números de indivíduos coletados (43%), onde *M. curema* foi a espécie mais abundante nesse andar representando 80% das capturas. Quanto ao grau de residência em número de espécies, a categoria ocasional foi a mais representativa em todos os andares, se equivalendo somente aos residentes no andar mesolitoral inferior. As poças dessa praia foram dominadas por espécies herbívoras raspadoras, representadas pelas famílias Mugilidae e Bleniidae. Na praia de Panaquatira o mesolitoral superior e mesolitoral médio foram os mais ricos em número de espécies, sendo estes andares representados por 10 espécies e responsáveis por 32% e 42% dos indivíduos coletados, respectivamente. Todas as poças foram dominadas por *B. soporator*, onde essa espécie chegou a contribuir com 85% do total de peixes coletados. Quanto ao grau de residência em número de espécies, a categoria ocasional foi a mais representativa em todos os andares. As poças dessa praia foram dominadas por espécies carnívoros, representadas pela família Gobiidae, Lutjanidae, Muraenidae e Tetraodontidae.

Palavras-chaves: assembleia, ictiofauna, entremarés, Araçagy, Panaquatira

INTRODUÇÃO

A zona entremarés constitui a região litorânea geralmente encoberta pela água do mar durante a preamar, e emersa durante a baixamar, originando assim inúmeras covas rasas de fundo arenoso e/ou rochoso onde a água do mar fica represada. A essas covas dá-se o nome de poças de maré (Griffiths *et al.*, 2006; Nunes *et al.*, 2011).

As poças de maré podem apresentar enorme complexidade estrutural dependendo da natureza do substrato, oferecendo à fauna presente, inúmeros microhabitats que são utilizados como sítios de reprodução, berçário, forrageio, moradia e/ou refúgio por muitas espécies de peixes que compartilham os mesmos habitats costeiros (Horn *et al.*, 1999).

Em consequência da alternância entre preamar e baixamar, essas poças de maré apresentam condições extremas de temperatura, salinidade, pH, dessecação, apóxia e batimentos de ondas. Por essa razão, somente peixes residentes da zona entremarés e/ou espécies de peixes adaptadas às variações bruscas do ambiente físico sobrevivem nesses ambientes (Horn *et al.*, 1999; Griffiths, 2003; Viana *et al.*, 2005).

As comunidades das poças de maré geralmente são representadas por um número reduzido de famílias, caracterizadas por indivíduos de pequeno porte e/ou com adaptações morfológicas, comportamentais e fisiológicas que os permitem sobreviver frente às adversidades desse ambiente (Horn *et al.*, 1999; Davis, 2000; Griffiths, 2003; Griffiths *et al.*, 2006; Nunes *et al.*, 2011).

A zona entremarés do estado do Maranhão ainda é negligenciada pelas investigações científicas que abordam questões biológicas e ecológicas. Porém, estes ambientes marinhos continuam sofrendo agressões ambientais com influências naturais, tais como: variações sazonais, ações da morfodinâmica de praias e descarga de água doce. A interferência humana também contribui, em grande magnitude de transformação, a exemplo do lançamento de resíduos sólidos, atividade pesqueira e a própria ação dos frequentadores locais.

Um estudo sobre estrutura de comunidade é imprescindível uma vez que o litoral maranhense apresenta características oceanográficas muito peculiares, pois a composição, a distribuição e o uso do espaço pelas espécies de peixes em poças de maré são fortemente influenciados pelas macromarés e pelos estuários adjacentes (Tessler & Goya, 2005). As correntes de marés são um eficiente meio de transporte sedimentar costeiro, especialmente onde a variação da maré é expressiva.

A maior parte do litoral brasileiro apresenta amplitudes de maré menores que 2 metros, que caracterizam micromarés ou mesomarés. Quando as amplitudes de maré atingem valores superiores a 4 metros são denominadas de macromarés. Estes fenômenos

oceanográficos ocorrem apenas no estado do Maranhão, Pará e Amapá. Nestes locais as correntes de marés possuem grande capacidade para modificar a morfologia da linha de costa e da plataforma continental interna (Tessler & Goya, 2005). Além da amplitude de maré, a Ilha do Maranhão sofre grande influência do aporte dulcícola de vários rios na região do Golfão Maranhense. Essas características oceanográficas atuam, sobretudo, na dinâmica, composição e na morfologia das poças de maré, feições comuns em suas praias.

Conhecer a estrutura de uma comunidade fornece informações relevantes que permitem o manejo sustentado de populações e o monitoramento de atividades humanas para fins de conservação de qualquer sistema. Há muito para se conhecer sobre a dinâmica ecológica e biológica do sistema poça de maré do Maranhão uma vez que os trabalhos realizados ainda são incipientes.

Estudos realizados sobre estrutura de comunidade de peixes de poças de maré em ambientes regidos por macromarés com influência de estuários são raros e de significância peculiar uma vez sendo a amplitude das marés um elemento modelador da linha de costa, modificando constantemente esse sistema e os estuários um selecionador das espécies mais adaptadas para suportar as variações dos parâmetros ambientais.

Nesse sentido o presente trabalho teve como objetivo compreender aspectos da composição e estrutura da comunidade de peixes de poças de maré localizadas em ambientes de praia arenosa da Ilha do Maranhão, porque (1) descreve sua composição taxonômica, (2) classifica o tipo de associação das espécies de peixes com o ambiente poça de maré de cada praia analisada, (3) avalia qualitativamente e quantitativamente a distribuição dessas espécies em cada andar estudado (superior, médio e inferior) e (4) avalia a importância das poças de maré como áreas de berçário para peixes marinhos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O presente trabalho foi realizado nas praias do Araçagy e de Panaquatira, ambas pertencentes ao município de São José de Ribamar na Ilha do Maranhão (Fig. 1). A praia do Araçagy está localizada a norte da ilha de São Luís (02°30'03''S e 44°07'08''W)

caracterizando-se por apresentar locais ricos em arenito ferruginoso, nas quais suas poças são formadas nas depressões dessas rochas ou são delimitadas por estas (Nunes e Machado, 2001; Nunes *et al.*, 2011).

A praia de Panaquatira é uma praia semi-exposta e protegida da ação direta das ondas. Por estar situada próxima a boca da Baía de São José possui influência oceânica e estuarina, tendo em sua proximidade um exuberante manguezal (Santos *et al.*, 2007). Ambas possuem clima quente e semi-úmido, regime de chuvas seguindo o padrão tropical com um período chuvoso que se inicia em dezembro prolongando-se até junho e um período seco de julho a novembro (Feitosa & Trovão, 2006).

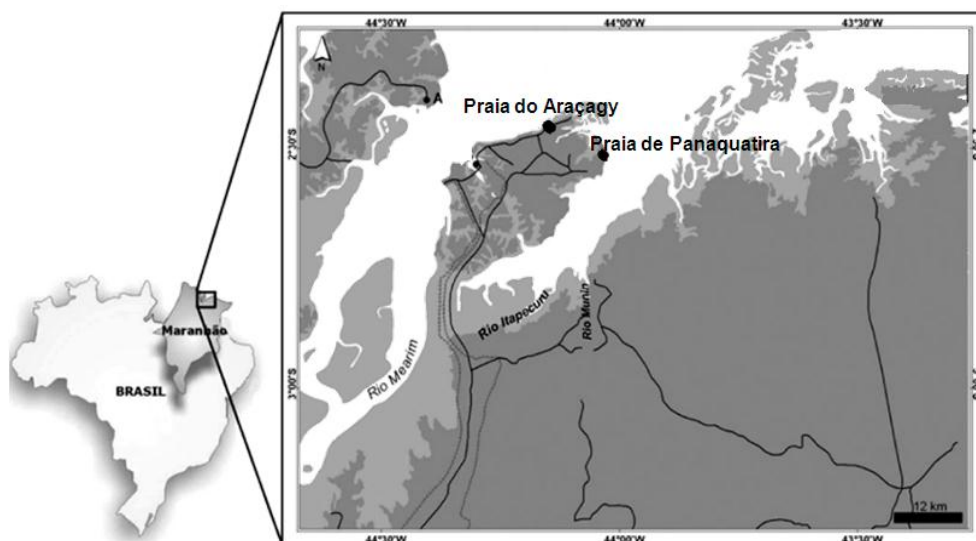


Figura 1: Mapa da localização das Praias do Araçagy e Panaquatira no Golfão Maranhense.

Amostragem

O trabalho de campo foi efetuado no período compreendido entre o isolamento total da poça na baixamar e o instante antes da conexão desta com o mar durante a preamar. As coletas foram realizadas a partir do mês de agosto de 2011 e seguiram-se bimestralmente por um período de um ano, computando um total de 6 coletas em cada praia estudada.

Para a escolha das poças, foi realizada primariamente a diferenciação de três andares do mesolitoral de ambas as praias, onde foi considerada a extensão desta zona e a distância entre os afloramentos e as zonas supralitoral e infralitoral de cada praia. Em cada andar foram selecionadas três poças de maré que não apresentavam conexão entre si, com o mar e com outras poças durante a baixamar (Tabela 1).

Tabela 1: Extensão dos andares bênticos do mesolitoral e localização das poças de maré das praias do Araçagy e Panaquatira.

Mesolitoral	Araçagy		Panaquatira	
	Extensão	Poças	Extensão	Poças
Andar Superior	0 – 100m	Poça 01 (2°27'57,38"S/44°12'7,02"W)	0 - 200m	Poça 01 (2°30'28,37"S/44°1'24,25"W)
		Poça 02 (2°27'57,67"S/44°12'8,00"W)		Poça 02 (2°30'28,66"S/44°1'23,32"W)
		Poça 03 (2°27'57,10"S/44°12'7,79"W)		Poça 03 (2°30'27,61"S/44°1'23,91"W)
Andar Médio	101 – 200m	Poça 04 (2°27'54,57"S/44°12'10,52"W)	201- 500m	Poça 04 (2°29'56,60"S/44°1'28,22"W)
		Poça 05 (2°27'53,88"S/44°12'10,03"W)		Poça 05 (2°29'55,93"S/44°1'28,03"W)
		Poça 06 (2°27'53,55"S/44°12'9,42"W)		Poça 06 (2°29'56,28"S/44°1'27,39"W)
Andar Inferior	201- 270m	Poça 07 (2°27'54,61"S/44°12'12,11"W)	501 - 1974m	Poça 07 (2°29'54,28"S/44°1'24,57"W)
		Poça 08 (2°27'54,08"S/44°12'11,78"W)		Poça 08 (2°29'54,56"S/44°1'23,42"W)
		Poça 09 (2°27'52,70"S/44°12'9,63"W)		Poça 09 (2°29'52,79"S/44°1'25,13"W)

Um método não-destrutivo baseado na aplicação de anestésico a base de mentol e álcool na proporção 40g/l foi administrada nas poças a fim de capturar toda a ictiofauna, inclusive a espeliofílica e críptica. Os exemplares coletados foram recolhidos com o auxílio de uma rede manual e fixados em uma solução de formol 10% e posteriormente preservados em solução etílica a 70%.

As amostras foram enumeradas, pesadas, medidas e identificadas até o menor nível taxonômico possível, com base em literatura especializada e atualizada (Carpenter, 2002 a, b, c). Após a identificação e sua confirmação os espécimes de peixes foram depositados na Coleção de Peixes do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão.

Tratamentos numéricos

A comunidade de peixes presente em cada poça foi descrita através de parâmetros numéricos e ecológicos. Os dados de frequência de captura e a fase de vida permitiram classificar as espécies em grupos segundo intervalos preconizados por Griffiths (2003), sendo estes: residentes permanentes, temporários e oportunista.

Para expressar a relação de dominância entre os indivíduos utilizou-se a fórmula matemática: $D_A = N_A \times 100 / (N_A + N_B + N_C + \dots + N_n)$, onde D_A é a dominância da espécie A, $N_A, N_B, N_C, \dots, N_n$ é o número de indivíduos das espécies A, B, C... N.

Para determinar o tamanho da população de cada espécie encontrada foi calculada a abundância relativa através da fórmula matemática: $Ar = NIT \times 100 / Nt$, onde Ar é a abundância relativa, NIT é o número de indivíduos de cada táxon na amostra e Nt é o somatório de todos os indivíduos capturados.

O cálculo das abundâncias proporcionais das espécies foi realizado através do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') a partir da fórmula matemática: $H' = - \sum (n_i/N) \times \log_2 (n_i/N)$, onde N_i é o número de indivíduos na i-ésima espécie e N é o número total de indivíduos. Para fins comparativos da diversidade entre os andares e as estações foram consideradas as seguintes categorias segundo Cavalcanti & Larrazábal (2004), como: alta quando está acima de 3, média entre 2 e 3, baixa entre 1 e 2 e muito baixa quando menor que 1.

Para expressar de que forma os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies foi medida através do Índice de Pielou através da fórmula: $J' = H' / (H'_{\text{máximo}})$, onde $H'_{\text{máximo}}$ é o log do número total de espécies. Para a equitabilidade, os valores superiores a 0,5 indicam que os organismos estão bem distribuídos na comunidade (Cavalcanti & Larrazábal, 2004).

Com o objetivo de sintetizar o conjunto das informações coletadas, foram realizadas Análises Descritivas onde os resultados foram expostos em forma de tabelas e/ou gráficos a fim de que se tenha uma visão global das informações ao longo das campanhas. As informações sobre guildas tróficas seguiram dados preconizados por Ferreira *et al.* (2004) e Froese & Pauly (2011). A distribuição das diferentes classes de tamanho e peso corporal foi estabelecida a cada 5 cm e 5 g, respectivamente.

RESULTADOS

O esforço de captura das seis campanhas de coleta na praia do Araçagy resultou em 705 indivíduos da ictiofauna da zona entremarés, sendo estes pertencentes a 4 ordens, 7 famílias e 11 espécies (Tabela 2). A família mais especiosa foi a família Mugilidae com três espécies representantes, seguida pelas famílias Blenniidae e Lutjanidae com duas espécies cada. Na praia de Panaquatira foram capturados 1075 peixes pertencentes a 5 ordens, 10 famílias e 15 espécies (Tabela 2). A família mais especiosa da comunidade estudada foi a família Lutjanidae com quatro espécies representantes, seguida pelas famílias Batrachoididae e Muraenidae com duas espécies cada.

Tabela 2: Lista taxonômica segundo a classificação de Eschemeyer e Fong (2010) dos indivíduos capturados nas praias do Araçagy e Panaquatira, no período de agosto 2011 a junho de 2012. Legenda: 0 = não capturado, X = capturado.

ESPÉCIES	ABREVIATURA	PRAIA DO ARAÇAGY	PRAIA DE PANAQUATIRA
<u>ORDEM ANGUILIFORMES</u>			
FAMÍLIA MURAENIDAE			
<i>Gymnothorax funebris</i> RANZANI, 1839	Gfun	0	X
FAMÍLIA OPHICHTHIDAE			
<i>Ahlia egmontis</i> (JORDAN, 1884)	Aegm	0	X
<i>Myrichthys ocellatus</i> (LE SUEUR, 1825)	Moce	0	X
<u>ORDEM BATRACHOIDIFORMES</u>			
FAMÍLIA BATRACHOIDIDAE			
<i>Amphichthys cryptocentrus</i> (VALENCIENNES, 1837)	Acry	0	X
<i>Thalassophryne nattereri</i> STEINDACHNER, 1876	Tnat	X	X
<u>ORDEM PERCIFORMES</u>			
FAMÍLIA LUTJANIDAE			
<i>Lutjanus analis</i> (CUVIER, 1828)	Lana	0	X
<i>Lutjanus alexandrei</i> MOURA E LINDEMAN, 2007	Lale	X	X
<i>Lutjanus jocu</i> (BLOCH E SCHNEIDER, 1801)	Ljoc	X	X
<i>Lutjanus purpureus</i> (POEY, 1866)	Lpur	0	X
FAMÍLIA HAEMULIDAE			
<i>Genyatremus luteus</i> (BLOCH, 1790)	Glut	X	X
FAMÍLIA MUGILIDAE			
<i>Mugil curema</i> VALENCIENNES, 1836	Mcur	X	0
<i>Mugil gaimardianus</i> DESMAREST, 1831	Mgai	X	0
<i>Mugil liza</i> VALENCIENNES, 1836	Mliz	X	X
FAMÍLIA BLENNIDAE			
<i>Omobranchus punctatus</i> (VALENCIENNES, 1836)	Opun	X	X
<i>Scartella cristata</i> (LINNAEUS, 1758)	Scri	X	0
FAMÍLIA ELEOTRIDAE			
<i>Dormitator maculatus</i> (BLOCH, 1792)	Dmac	0	X
FAMÍLIA GOBIIDAE			
<i>Bathygobius soporator</i> (VALENCIENNES, 1837)	Bsop	X	X
<u>ORDEM TETRAODONTIFORMES</u>			
FAMÍLIA TETRAODONTIDAE			
<i>Colomesus psittacus</i> (BLOCH E SCHNEIDER, 1801)	Cpsi	0	X
<i>Sphoeroides testudineus</i> (LINNAEUS, 1758)	Stes	X	0

A composição dos organismos por andar bêntico na praia do Araçagy mostrou que a região do mesolitoral superior contribuiu com 30% da captura total das espécies, sendo representado por sete espécies. Dentre estas espécies representantes do mesolitoral superior *Omobranchus punctatus* e *Bathygobius soporator* que representaram 35% e 34%, respectivamente. O mesolitoral médio apresentou 27% do total de peixes coletados nesta praia e para esse andar identificou-se 11 espécies, sendo que *Mugil curema* (29%) e *O. punctatus* (13%) foram as mais representativas. Por fim, o mesolitoral inferior apresentou o maior percentual de indivíduos capturados (43%), sendo estes representados por 7 espécies, onde a espécie *M. curema* foi a mais abundante com 80% das coletas (Figs. 2A e 3).

Na praia de Panaquatira o mesolitoral superior e mesolitoral médio corresponderam respectivamente com 32% e 42% do total de peixes capturados, sendo ambos representados por dez espécies. O mesolitoral inferior representou 26% da totalidade de peixes coletados, sendo estes representados por cinco espécies. Entre as espécies capturadas em Panaquatira, *B. soporator* dominou todas as poças estudadas, chegando a representar cerca de 85% das capturas (Figs. 2B e 3).

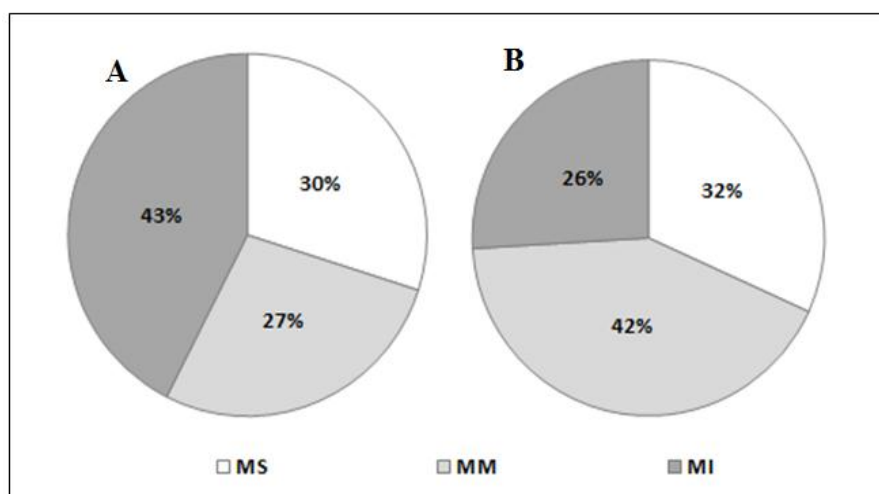


Figura 2: Participação dos andares na totalidade de peixes capturados em poças de maré entre agosto/2011 e junho/2012 nas praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B). *MS (mesolitoral superior); MM (mesolitoral médio) e MI (mesolitoral inferior).

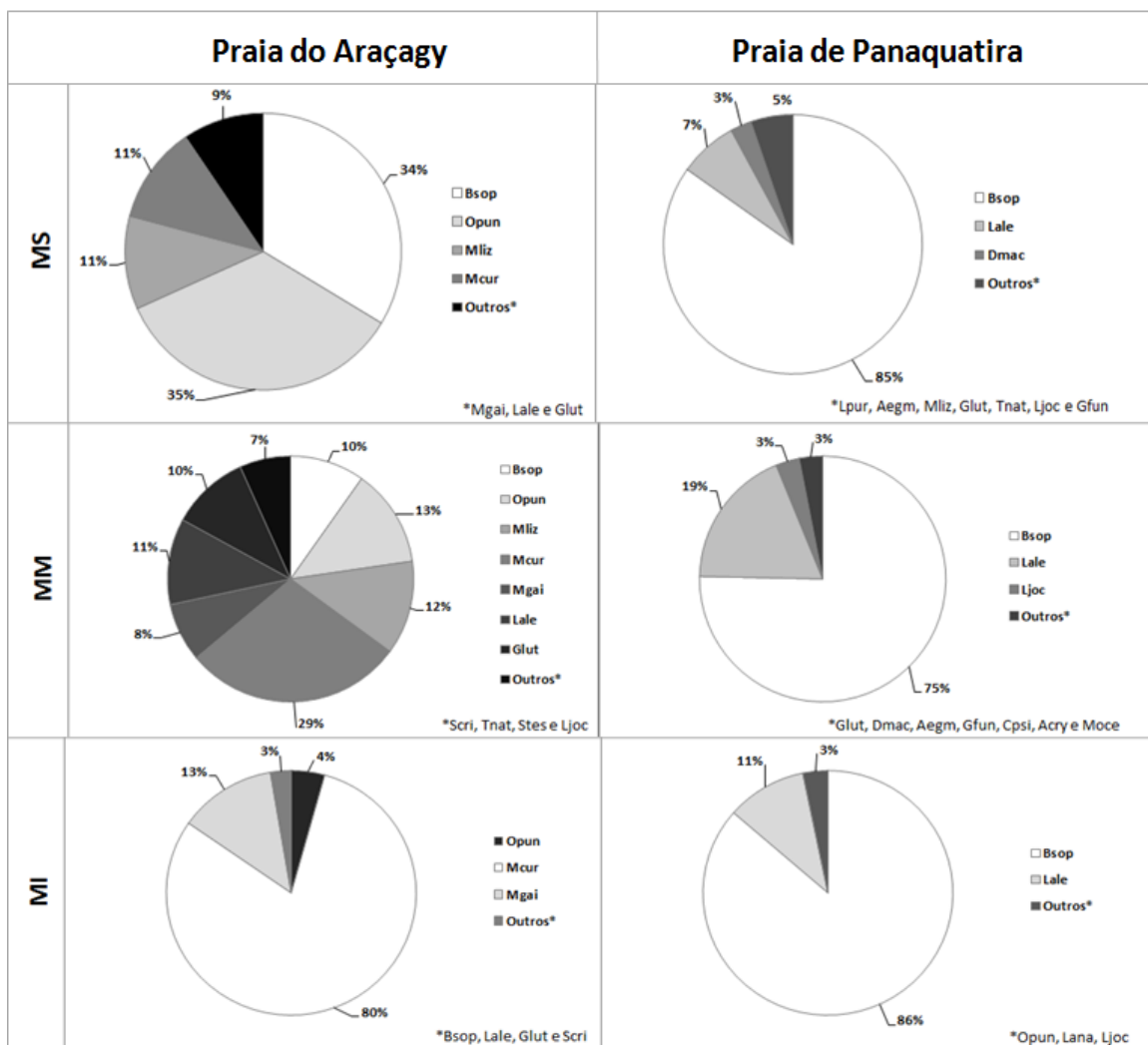


Figura 3: Participação das espécies por andar da Praia do Araçagy e de Panaquatira, entre agosto/2011 e junho/2012. MS (mesolitoral superior); MM (mesolitoral médio) e MI (mesolitoral inferior).

As análises sobre o grau de residência da comunidade de peixes das poças da praia do Araçagy e de Panaquatira demonstraram que estas são compostas por: espécies residentes, ex. *B. saporator*; espécies temporárias, ex: *G. luteus*, e por fim espécies oportunistas, ex: *Lale*.

De acordo com estas categorias as poças de maré da praia do Araçagy demonstraram diferenças entre os andares estudados, onde os três andares apresentaram maior ocorrência em número de espécies na categoria temporário, com 57%, 46% e 43% no mesolitoral superior, mesolitoral médio e mesolitoral inferior, respectivamente, sendo

que neste último a categoria residente se equivale em números (Fig. 4A). Em Panaquatira, os andares mesolitoral superior e mesolitoral médio apresentaram as espécies temporárias com maior representatividade em número de espécies, chegando a 60%, entretanto o andar mesolitoral inferior apresentou maior porcentagem para as espécies oportunistas (Fig. 4B).

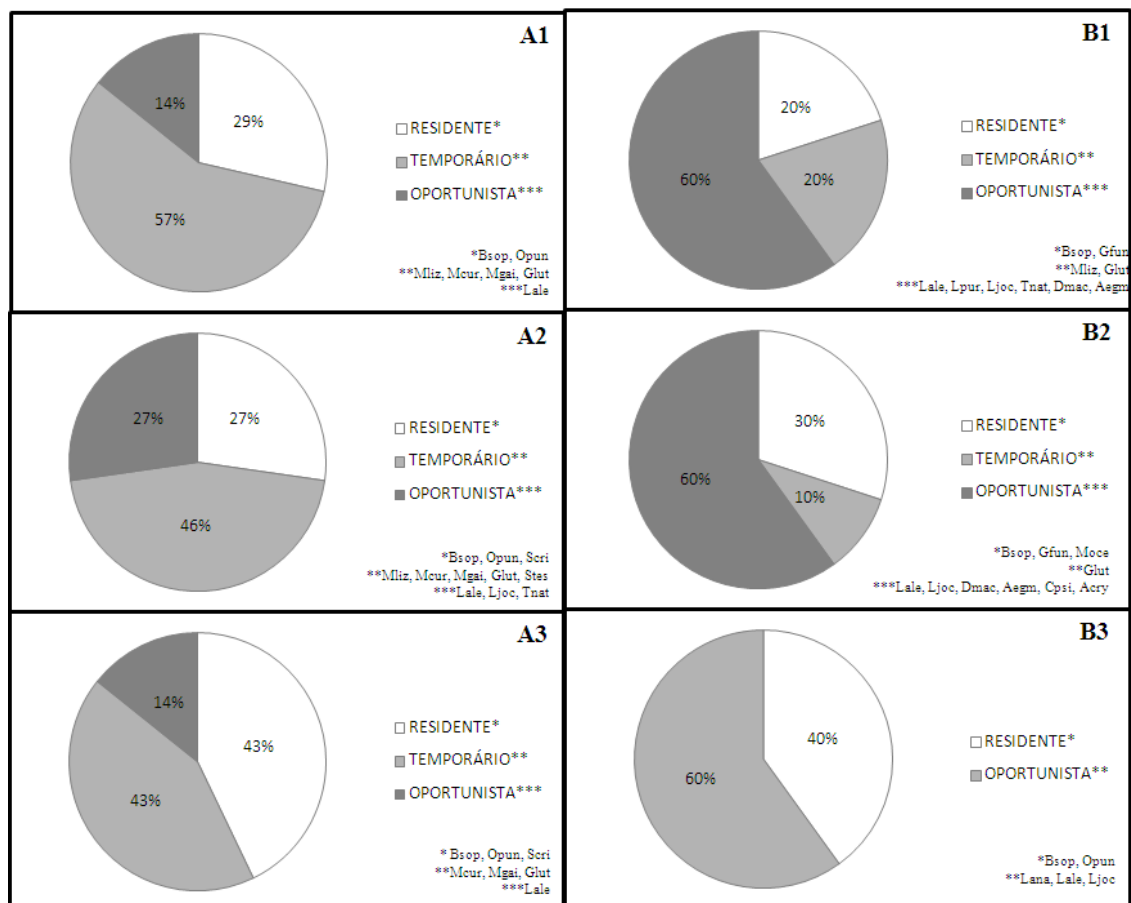


Figura 4: Grau de residência das espécies de peixes do entremarés das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B) por andar bêntico. A1 e B1: mesolitoral superior; A2 e B2: mesolitoral médio e A3 e B3: mesolitoral inferior.

Analisando-se conjuntamente as categorias tróficas das espécies capturadas em ambas as praias, foram estabelecidos quatro grupos tróficos segundo Ferreira *et al.* (2004) e Froese & Pauly (2011) (Tabela 3). Na praia do Araçagy, quatro espécies foram classificadas como onívoras incluindo duas famílias Mugilidae e Batrachoididae. As espécies carnívoras foram representadas por três espécies das famílias Lutjanidae e Gobiidae, assim como as espécies predadoras de invertebrados vágéis, incluídas aí as

famílias Haemulidae, Blennidae e Tetraodontidae. Os herbívoros raspadores foram representados apenas por uma espécie da família Blennidae.

Na praia de Panaquatira, sete espécies foram classificadas como carnívoras incluindo aí indivíduos das famílias Muraenidae, Lutjanidae, Gobiidae e Tetraodontidae. Os predadores de invertebrados vágéis foram representados por quatro espécies das famílias Ophichthidae, Haemulidae e Blennidae, bem como os onívoros representados pelas famílias Batrachoididae, Eleotridae e Mugilidae. Não houve captura de espécies herbívoras para essa praia (Tabela 3).

Tabela 3: Composição total dos peixes capturados em poças de maré da Praia do Araçagy e Panaquatira, entre agosto/2011 e junho/2012 por grupo trófico segundo Ferreira *et al.* (2004) e Froese & Pauly (2011) e número de indivíduos capturados de cada espécie por andar. *CAR - carnívoro; PIV - predador de invertebrados vágéis; ONI – onívoro e HRA - herbívoro raspador; MS – mesolitoral superior; MM – mesolitoral médio e MI – mesolitoral inferior.

ESPÉCIES	GRUPO TRÓFICO	Praia do Araçagy			Praia de Panaquatira		
		MS	MM	MI	MS	MM	MI
<i>Gymnothorax funebris</i>	CAR	-	-	-	04	01	-
<i>Ahlia egmontis</i>	PIV	-	-	-	01	01	-
<i>Myrichthys ocellatus</i>	PIV	-	-	-	-	02	-
<i>Amphichthys cryptocentrus</i>	ONI	-	-	-	-	01	-
<i>Thalassophryne nattereri</i>	ONI	-	02	-	01	-	-
<i>Lutjanus analis</i>	CAR	-	-	-	-	-	01
<i>Lutjanus alexandrei</i>	CAR	03	22	01	25	84	29
<i>Lutjanus jocu</i>	CAR	-	07	-	05	14	04
<i>Lutjanus purpureus</i>	CAR	-	-	-	02	-	-
<i>Genyatremus luteus</i>	PIV	02	20	01	02	07	-
<i>Mugil curema</i>	ONI	24	56	241	-	-	-
<i>Mugil gaimardianus</i>	ONI	15	15	38	-	-	-
<i>Mugil liza</i>	ONI	23	24	-	03	-	-
<i>Omobranchus punctatus</i>	PIV	73	25	13	-	-	04
<i>Scartella cristata</i>	HRA	-	01	01	-	-	-
<i>Dormitator maculatus</i>	ONI	-	-	-	09	01	-
<i>Bathygobius soporator</i>	CAR	71	19	05	290	342	241
<i>Colomesus psittacus</i>	CAR	-	-	-	-	01	-
<i>Sphoeroides testudineus</i>	PIV	-	03	-	-	-	-

Em termos de abundância de peixes por grupo trófico, a praia do Araçagy apresentou maior quantidade de indivíduos onívoros representando 62% do total de peixes capturados. Esse grupo foi seguido pelos predadores de invertebrados vágéis e pelos carnívoros com 20% e 18%, respectivamente (Fig. 5A). A praia de Panaquatira por sua vez apresentou quase a totalidade de peixes capturadas inseridas na categoria carnívora com representatividade de 97% (Fig. 5B).

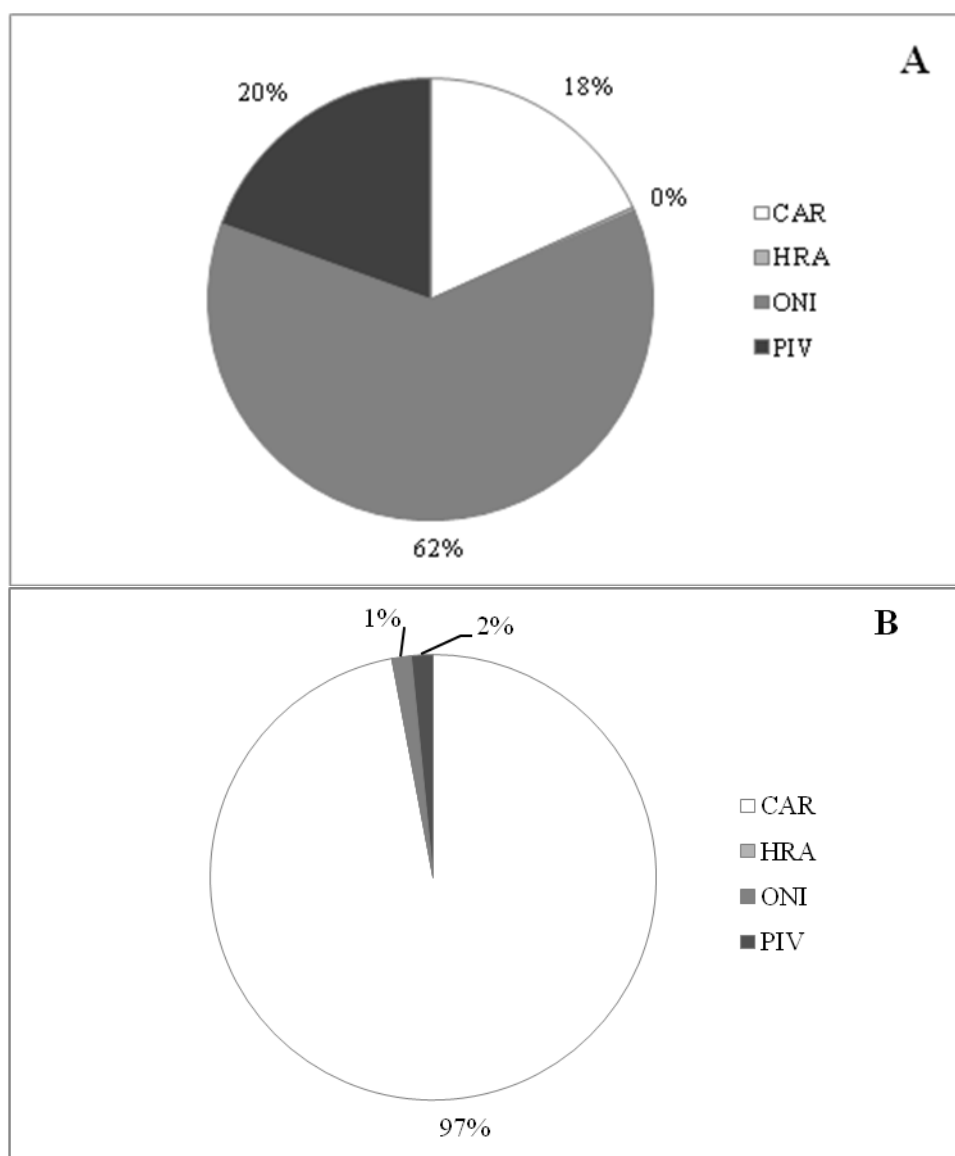


Figura 5: Abundância de peixes dentro das categorias tróficas encontradas nas poças de maré da praia do Araçagy (A) e Panaquatira (B). * ONI: onívoro; CAR: carnívoro; PIV: predador de invertebrados vágéis e HRA: herbívoro raspador.

Em relação à abundância de indivíduos em cada grupo trófico de cada andar bêntico estudado, na praia do Araçagy o andar mesolitoral superior foi representado por três grupos tróficos onde os predadores de invertebrados vágéis e os carnívoros apresentaram abundância de indivíduos em torno de 35% cada. Os andares mesolitoral médio e mesolitoral inferior foram representados por quatro grupos tróficos onde os onívoros dominaram chegando a representar 50% e 93% em relação ao número de indivíduos capturados em cada categoria (Fig. 6A).

Na praia de Panaquatira o número de grupos tróficos por andar decaiu em direção à linha da baixamar, onde o mesolitoral superior e o mesolitoral médio foram representados por quatro grupos tróficos enquanto o mesolitoral inferior foi representado por apenas três categorias. Em todos os andares as espécies carnívoras dominaram chegando a representar 98% da abundância de indivíduos capturados (Fig. 6B).

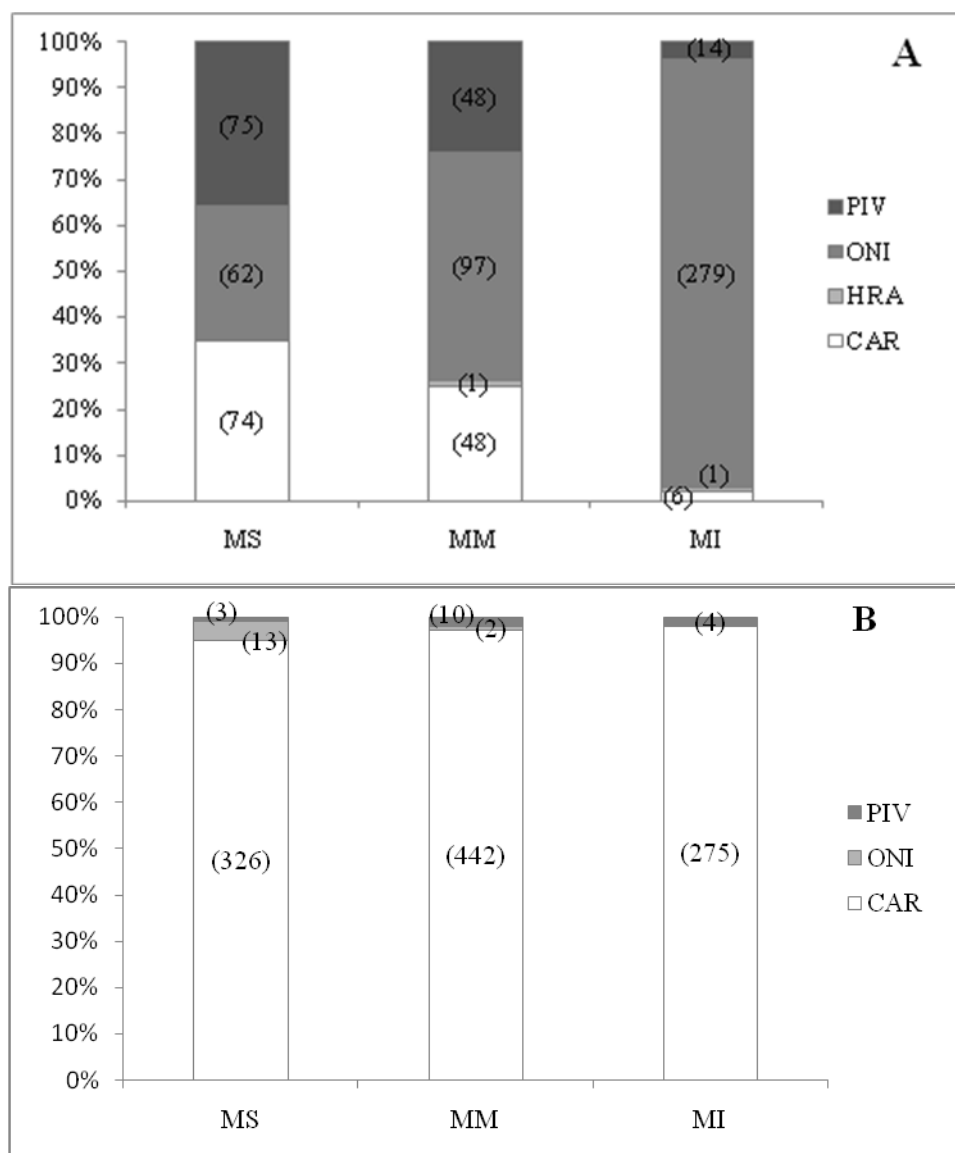


Figura 6: Abundância de peixes dentro das categorias tróficas de peixes capturados nas poças de maré das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B) por andar bêntico. * ONI - onívoro; CAR - carnívoro; PIV - predador de invertebrados vágéis e HRA - herbívoro raspador; MS: mesolitoral superior; MM: mesolitoral médio e MI: mesolitoral inferior. Os números entre parênteses indicam a quantidade de peixes para cada grupo trófico no andar indicado.

A avaliação do peso e do comprimento dos peixes de poças de maré demonstrou que em todos os andares estudados a comunidade da praia do Araçagy é composta por indivíduos pequenos, onde a maioria apresentou valores de peso e tamanho inferiores a 5g e 5cm. Na praia de Panaquatira, a maioria dos espécimes coletados no mesolitoral superior e no mesolitoral médio apresentaram peso corporal menor que 5g, enquanto que o peso da

maioria dos indivíduos capturados no mesolitoral inferior variou entre 5 e 10g. Quanto ao tamanho corporal a maioria dos peixes apresentou o comprimento variando entre 5 e 10cm em todos os andares. Os maiores comprimentos foram encontrados somente em representantes das famílias Muraenidae e Ophichthidae no mesolitoral superior e mesolitoral médio (Fig.s 7 e 8).

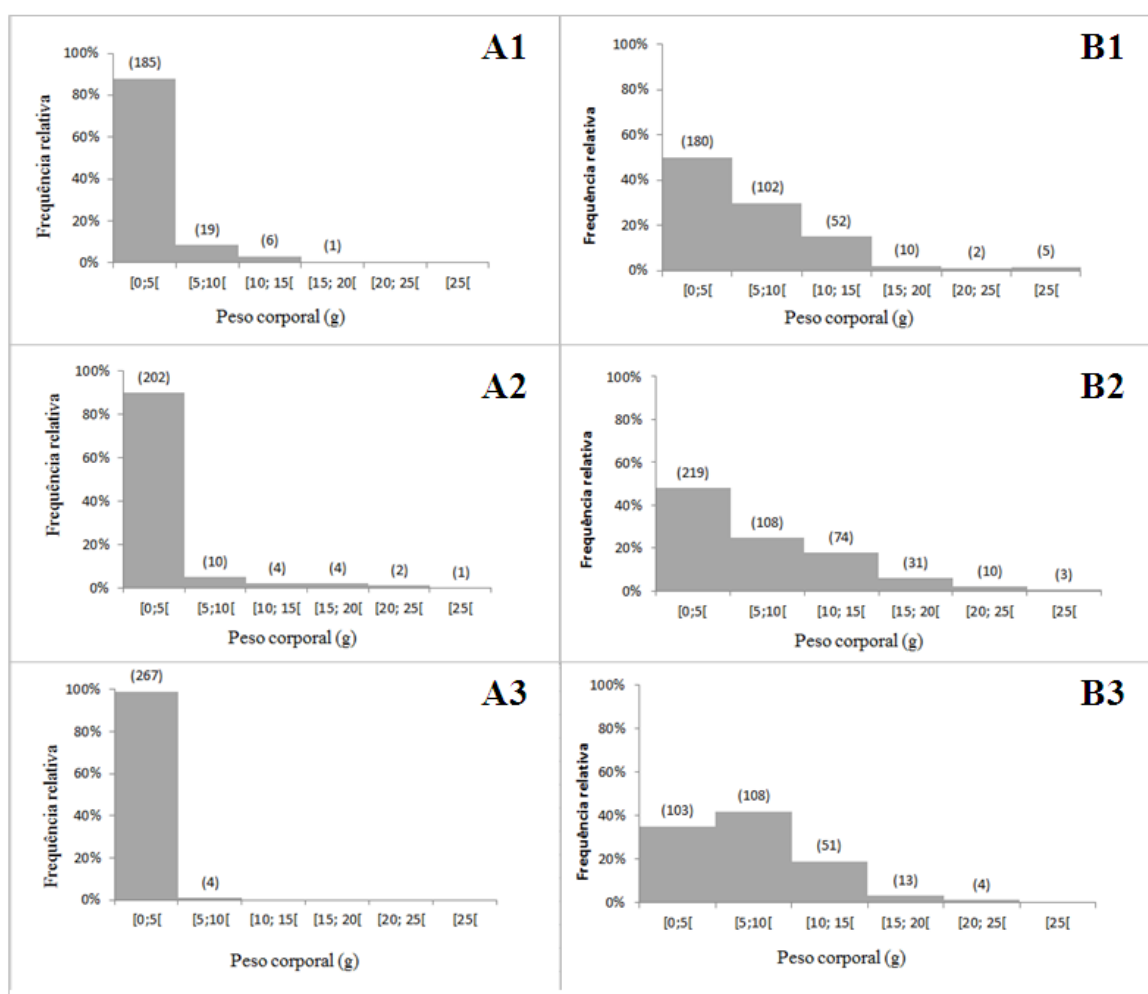


Figura 7: Distribuição das classes de peixes intertidais por peso em gramas das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B) coletados entre os meses de agosto/2011 e junho/2012. *A1 e B1 - mesolitoral superior; A2 e B2 - mesolitoral médio; A3 e B3 - mesolitoral inferior. Números entre parênteses indicam a quantidade de indivíduos em cada faixa de peso.

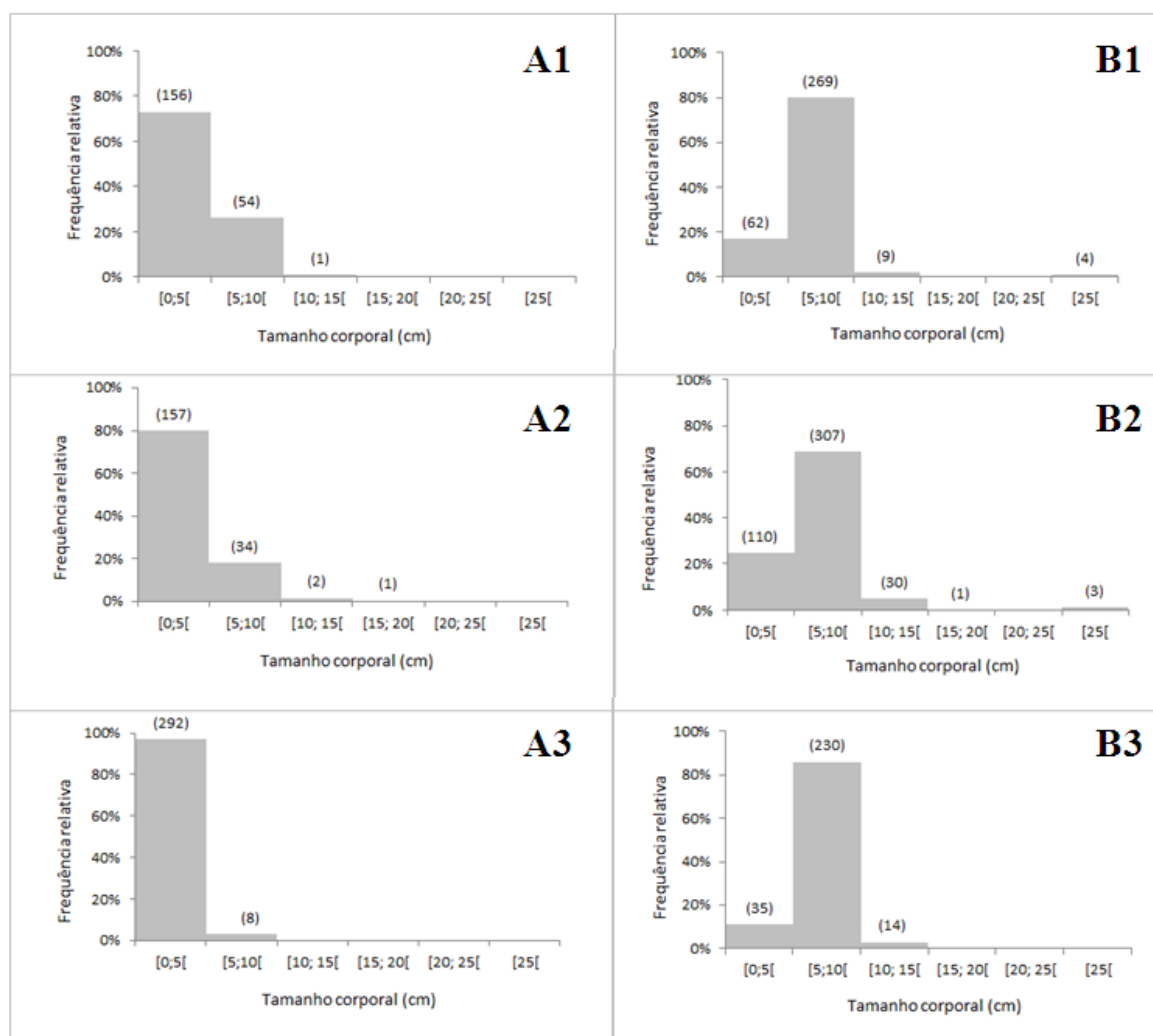


Figura 8: Distribuição das classes de peixes intertidais por tamanho corporal em centímetros das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B) coletados entre os meses de agosto/2011 e junho/2012. *A1 e B1 - mesolitoral superior; A2 e B2 - mesolitoral médio; A3 e B3 - mesolitoral inferior. Números entre parênteses indicam a quantidade de indivíduos em cada faixa de tamanho.

A diversidade das poças de maré da praia do Araçagy apresentou variação de muito baixa de 0,7-2,0 bits/org. A equitabilidade apresentou valores altos, 0,8 e 0,9. Estes valores indicam que as espécies estão sendo igualmente representadas nas comunidades do mesolitoral superior e mesolitoral médio (Fig. 9A). No entanto, o mesolitoral inferior apresentou índice de equitabilidade abaixo de 0,5, resultante da dominância de *M. curema* nesse andar. Na praia de Panaquatira, tanto diversidade quanto equitabilidade das suas

espécies foram muito baixa para todos os andares, resultado da dominância de *B. soporator* nessa praia (Fig. 9B).

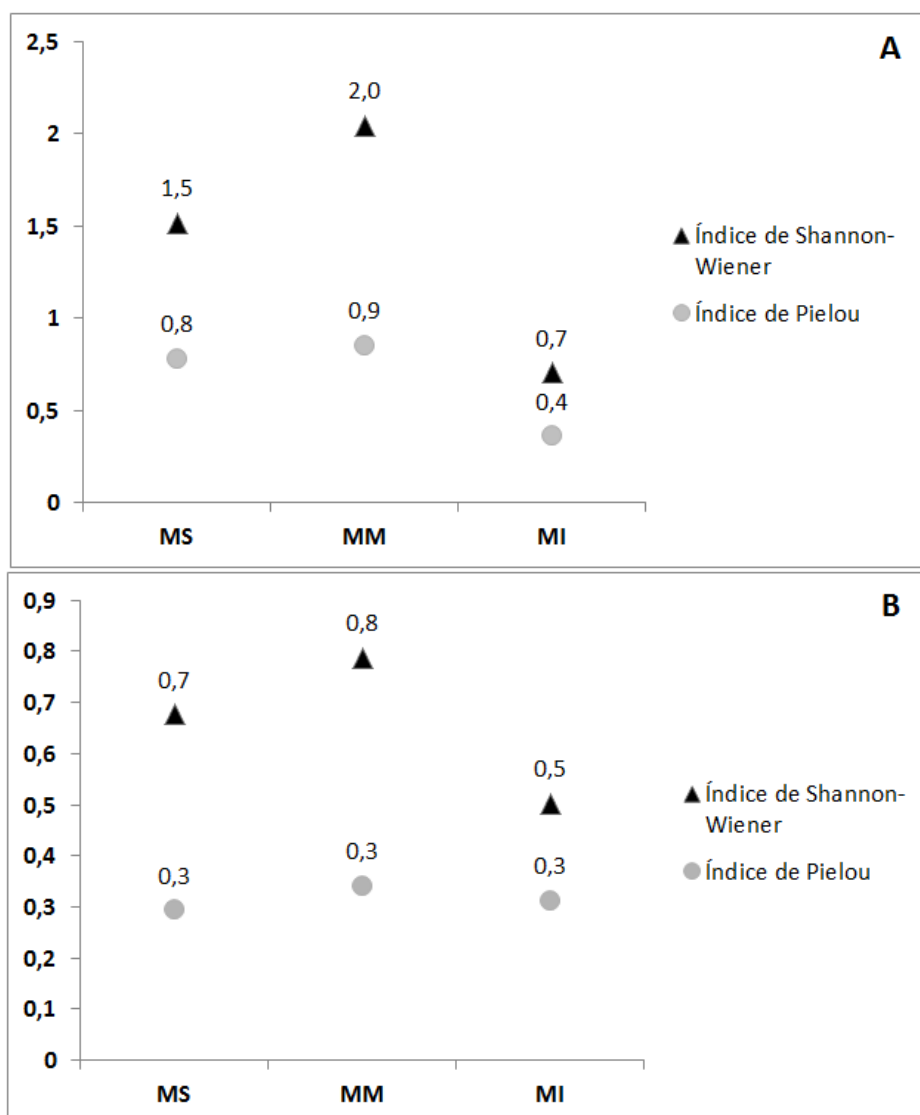


Figura 9: Representação dos índices de diversidade e equitabilidade das poças de maré dos diferentes andares bênticos das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B), MA, no período de agosto/11 a junho/12.*MS (mesolitoral superior); MM (mesolitoral médio) e MI (mesolitoral inferior).

DISCUSSÃO

A composição das assembleias de peixes de poça de maré desse estudo foi semelhante à de alguns trabalhos realizados no nordeste do Brasil (*eg.* Rosa *et al.*, 1997; Feitosa *et al.*, 2002, Cunha *et al.*, 2008 e Godinho & Lotufo, 2010). No entanto, o presente

estudo revelou uma baixa riqueza de espécies frente aos trabalhos supracitados. Uma explicação pode está relacionada ao fato de que a maioria dos trabalhos realizados no nordeste foi feita em áreas de influência recifal.

A baixa riqueza de espécies encontrada na praia do Araçagy pode ser explicada pelo morfodinamismo característico da área que atua significativamente sobre as poças de maré influenciando na estrutura das comunidades ictiofaunísticas dessas poças. As macromarés associadas aos ventos fortes acarretam remobilização do sedimento de um lugar a outro, retirando e depositando areia através do processo de erosão e acreção onde, de uma maneira geral, as marés, ondas, correntes de marés e correntes litorâneas associadas aos ventos constituem nos principais agentes responsáveis pela morfodinâmica costeira da área em questão (Tarouco e Santos, 1997; Santos *et al.*, 2004).

Durante o estudo observou-se um acréscimo de areia nas poças da praia do Araçagy, intensificado no início do período de estiagem, ocasionando desde a diminuição da profundidade até o soterramento total das poças, como foi observado nas poças A7 e A8 dessa praia. Essa acreção de sedimento nas poças de maré, ao mesmo tempo que diminui a oferta de microhabitats pelo soterramento de tocas e galerias utilizadas por espécies crípticas e espeliofílicas, propicia o estabelecimento de espécies que tenham afinidade com o substrato arenoso. Horn & Martin (2006) expuseram que um grande número de microhabitats é constantemente modelado e alterado tanto pelo efeito das marés como pelo grau de hidrodinamismo, inerente a cada plataforma.

A maior riqueza específica encontrada na praia de Panaquatira pode ter como uma das explicações a conectividade dessa praia a um frondoso manguezal presente em sua proximidade o que maximiza a oferta de alimento, abrigo e proteção para muitas espécies de peixes. Nesse sentido Sato *et al.* (2008) ressaltam que a água advinda dos rios podem contribuir para a agregação de larvas e juvenis na zona de arrebentação de praias contíguas a estuários. Complementando a possibilidade anterior, Fernández *et al.* (2008) afirmaram que a conectividade de habitats exerce um efeito significativo sobre a estrutura de comunidades biológicas contribuindo para que as espécies se movimentem entre esses ambientes em busca de alimento e proteção.

Outra razão para a maior riqueza de espécies encontrada na praia de Panaquatira pode está ligada ao fato dessa praia apresentar um mesolitoral muito extenso, o que

minimiza a ação das ondas sobre as poças. Associado a isso, há uma maior estabilidade do substrato arenoso se comparado àquele formador da praia do Araçagy (Coelho, G. K., observação pessoal), o que dificulta o processo de carregamento natural de areia de um local a outro, impedindo ou dificultando o assoreamento das poças. A predominância de substrato rochoso nas poças dessa praia e a presença de uma boa cobertura algal também maximizam a oferta de abrigo a muitas espécies de peixes. Sobre isso, Gibson & Yoshiyama (1999) e Raedemaeker *et al.* (2010) afirmam que poças rochosas disponibilizam maior número de abrigo aos peixes e a sua heterogeneidade favorece os indivíduos juvenis de muitas espécies que utilizam esse ambiente devido sua complexidade.

Apesar da diferença na riqueza e na abundância de determinadas espécies, ambas as praias apresentaram a mesma composição, sendo elas *B. soporator*, *O. punctatus*, *G. luteus*, *L. alexandrei*, *L. jocu*, *M. liza* e *T. nattereri*.

Dentre as espécies capturadas nas praias do Araçagy e Panaquatira, *B. soporator* foi frequente e abundante durante todo o período estudado para ambas as praias, principalmente na praia de Panaquatira onde esta espécie foi capturada em todas as poças durante as seis campanhas realizadas. Nossos resultados são corroborados com os resultados de Rosa *et al.* (1997). Entretanto, Godinho e Lotufo (2010) para praias cearenses com influência recifal apontaram *Haemulon parra* e *Acanthurus chirurgus* como as espécies mais representativas.

O índice de diversidade de Shanon-Wiener e a equitabilidade da praia do Araçagy estiveram próximo daqueles registrados por Rosa *et al.* (1997), Araújo *et al.* (2000) e Godinho & Lotufo (2010). Por outro lado, os menores valores atribuídos à praia de Panaquatira parecem ser explicados pela dominância de *B. soporator* nas poças dessa praia onde essa espécie foi capturada em todas as coletas, o que sugere um grau de residência permanente dessa espécie no sistema. Este panorama é concordante com os resultados de Nunes *et al.*, (2011), que citam as famílias Gobiidae e Blenniidae como uma das mais representativas da fauna de pequenos peixes litorâneos residentes de poças de maré do litoral maranhense.

Nesse estudo observou-se uma marcada dominância das espécies residentes em termos de número de indivíduos, resultado compatível com outros estudos realizados (*e.g.*

Griffiths, 2003; Castellanos-Galindo *et al.*, 2005 e Macieira e Joyeux, 2011). Os peixes residentes foram representados nesse estudo principalmente pelas famílias Blenniidae e Gobiidae e os transitórios foram raramente capturados, resultados comparáveis ao trabalho realizado por Crabtree e Dean (1982) em poças de maré com influência estuarina na Carolina do Sul.

Entretanto em termo de número de espécies, a categoria temporária foi a mais representativa, ressaltando a importância dessas áreas para fins de forrageio e proteção para espécies do sistema sublitoral inclusive aquelas de interesse econômico. Esse padrão encontrado pode ser explicado pelo tempo dado para recolonização das poças entre as coletas, o que pode ter dificultado a fixação de espécies residentes possibilitando a vinda de outras espécies em busca de alimento ou refúgio, figurando assim um número crescente de espécies temporárias.

Considerando que as espécies residentes possuem várias adaptações que os permitem sobreviver frente ao constante estresse desses ambientes e por essa razão ocupam uma variedade maior de microhabitats competindo melhor por recursos com as espécies de outras categorias, a ausência dessas favorece o aparecimento de outras espécies que passam a utilizar o ambiente com mais frequência.

Quanto aos grupos tróficos encontrados, no geral, as poças de maré da praia do Araçagy foram dominadas em número de espécies pelos onívoros, representados principalmente pela família Mugilidae. Em Panaquatira as espécies carnívoras representaram quase a metade das espécies capturadas. Godinho & Lotufo (2010) afirmaram que diferenças no número de indivíduos entre espécies de mesma categoria trófica insinuam uma forte correlação entre a competição interespecífica e a estruturação da comunidade. Assim, enquanto entre os onívoros da praia do Araçagy, representados pelas espécies *M. gaimardianus*, *M. Liza*, *S. cristata* e *M. curema*, esta última dominou nessa categoria, na praia de Panaquatira, entre os carnívoros, *B. soporator* foi a espécie mais abundante nesse grupo trófico representado ainda pelas espécies *G. funebris*, *L. analis*, *L. alexandrei*, *L. jocu*, *L. purpureus* e *C. psittacus*.

Os resultados relacionados à distribuição de tamanhos entre as espécies corroboram com aqueles obtidos por Rosa *et al.*, (1997), Godinho & Lotufo (2010), Macieira & Joyeux (2011), pois a maioria dos peixes capturados foi de exemplares juvenis,

incluindo espécies de interesse econômico. Estes resultados também foram encontrados por Horn *et al.* (1999) que afirmaram que a presença de espécies no estágio juvenil é uma característica da região entremarés, pois representam um berçário com sítios de reprodução, alimentação e proteção contra predadores.

Os resultados obtidos corroboram com a hipótese de que a riqueza e a abundância de espécies de peixes de poça de maré das praias estudadas são influenciadas pelos ambientes adjacentes bem como pela morfodinâmica de cada local, onde o vento e as marés são os principais agentes modeladores do ambiente depositando e retirando areia das poças, modelando dessa forma a estrutura das comunidades intermareais das praias em questão, através do oferecimento de microhabitats utilizados pelas espécies como refúgio, moradia e/ou desova.

Como já apontado em outros trabalhos realizados no Brasil e no mundo, as comunidades intermareais estudadas foram dominadas por espécies residentes, de pequeno porte e bem camufladas. Entretanto juvenis de espécies transitórias e ocasionais também puderam ser observadas. A presença frequente de indivíduos juvenis nas poças reforça a idéia da utilização desses ambientes como sítios de reprodução e berçário, inclusive para espécies economicamente importantes como os mugilídeos, lutjanídeos e haemulídeos. Dessa forma sugere-se, que os próximos trabalhos realizados em comunidades ícticas intermareais foquem entre outras coisas análises da biologia reprodutiva, ecologia, biogeografia das espécies coletadas,..., gerando assim resultados mais robustos a cerca da importância desses ambientes no ciclo de vida dessas espécies.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Chico Mendes pela autorização para a realização das coletas (SISBIO nº 30346-1). Ao Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática - LabPea da UEMA pela permissão de uso do espaço para as análises laboratoriais. À FAPEMA pelo suporte financeiro concedido ao projeto. A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado cedida pelo Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da UFMA.

REFERÊNCIAS

- Almada, V. C.; Gonçalves, E. J.; Rui, F. O. & Barata, E. N. 1992. Some Features of the territories in the breeding males of the intertidal blenny *Lipophrys pholis* (Pisces: Blenniidae). *Journal Marine Biology. Ass. U.K.* 72, 187-197.
- Almeida, V. G. 1973. New records of tidepool fishes from Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 26 (14), 187-191.
- Almeida, V. G. 1983. Levantamento da ictiofauna de poças de maré de Salvador e adjacências. Parte I -Osteichthyes - Anguilliformes. *Natura*, 83 (5), 94-109.
- Araújo, M. E.; Cunha, F. E. A.; Carvalho, R. A. A.; Freitas, J. E. P.; Nottingham, M. C & Barros, B. M. N. 2000. Ictiofauna marinha do estado do Ceará, Brasil: II Elasmobranchii e Actinopterygii de arrecifes de arenito da região entre marés. *Arquivos de Ciências do Mar*. 33 (1-2), 133-138.
- Araújo, M. E.; Carvalho, A. C.; Magalhães, H. S.; Santana, R. F. C. C. A.; Silva-Falcão, E. C.; Saraiva, A. A. F.; Alcântara, R. & Nunes, J. L. S. 2005. Distribuição espacial de Acanthuridae em uma poça de maré, Serrambi, Pernambuco. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 18: 25-31.
- Barreiros, J. P.; Bertoncini, A.; Machado, L.; Hostim-Silva, M. & Santos, R. S. 2004. Diversity and seasonal changes in the ichthyofauna of rocky tidal pools from praia Vermelha and São Roque, Santa Catarina. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol.47, n. 2: pp. 291-299.
- Brown, A. C. & McLachlan, A. 1990. *Ecology of Sandy Shores*. Amsterdam, Elsevier, 327p.
- Caceres, C. W. & Ojeda, F. P. 2000. Patrones de forrajeo en dos especies de peces intermareales herbívoros de las costas de Chile: Efecto de la abundancia y composición química del alimento. *Revista Chilena de Historia Natural*. v.73, n.2.
- Carpenter, K. E (ed). 2002a. *The living marine resources of the Western Central Atlantic*. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras.

FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. N° 5. Rome, FAO. 599p.

Carpenter, K. E (ed). 2002b. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 2: Bony fishes part 1 (*Acipenseridae to Grammatidae*) FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. N° 5. Rome, FAO. 1373p.

Carpenter, K. E (ed). 2002c. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 3: Bony fishes part 2 (*Opistognathidae to Molidae*), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. N° 5. Rome, FAO. 2127p.

Castellanos-Galindo, G. A., A. Giraldo, and E. A. Rubio. 2005. Community structure of an assemblage of tidepool fishes on a tropical eastern Pacific rocky shore, Colombia. *Journal of Fish Biology*. 67:392–408.

Cox, T. E; Baumgartner, E.; Philippoff, J. & Boyle, K. S. 2011. Spatial and vertical patterns in the tidepool fish assemblage on the island of O`ahu. *Environmental Biology of Fishes* (2011) 90:329–342.

Crabtree, R. E. & Dean, J. M. 1982. The structure of two South Carolina estuarine tidal pool fish assemblages. *Estuaries*. v.5, n.1, p.2-9.

Cunha, F. E. A.; Monteiro-Neto, C. & Nottingham, M. C. 2007. Temporal and spatial variations in tidepool fish assemblages of the northeast coast of Brazil. *Biota Neotropica*, vol. 7, n° 1.

Cunha, E. A.; Carvalho, R. A. A.; Monteiro-Neto, C.; Moraes, L. E. S. & Araújo, M. E. 2008. Comparative analysis of tidepool fish species composition on tropical coastal rocky reefs at State of Ceará, Brazil. *Iheringia, Sér. Zool.* 98 (3): 379-390.

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

Day, T. *Oceans: Biomes of the Earth*. Chelsea House – Publishers, New York, 2006, 252 p.

- Fanta, E. 1997. Behaviour and circadian rhythm of the fish *Bathygobius soporator* Valenciennes (Gobiidae) under the influence of environmental salinity and temperature. *Revta bras. Zool.* 14 (1): 221 – 244.
- Feitosa, A. C. & J. R. Trovão. 2006. Elementos naturais da paisagem, p. 61–88. : A. C. Feitosa; J. R. Trovão (Eds). *Atlas Escolar do Maranhão*: João Pessoa, Ed. Grafset, 207p.
- Feitosa, C. V.; Pimenta, D. A. S.; Araújo, M. E. 2002. Hábito alimentar e morfologia do trato digestivo de alguns peixes de poças de maré, no estado do Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar.* v.35, p.97-105.
- Fernández, T. V; D’Ana, G; Badalamenti, F; Pérez-Ruzafa, A. 2008. Habitat connectivity as a factor affecting fish assemblages in temperate reefs. *Aquatic Biology*, 1: 239-248.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Vol II. .Teleostei (1). São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 110p.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Vol III. .Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 90p.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. 2000. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Vol VI. .Teleostei (5). São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 116p.
- Gibson, R. N. 1972. The vertical distribution and feeding relationships of intertidal fish on the Atlantic coast of France. *Journal of animal Ecology*, v. 41, p. 189-207.
- Gibson, R. N & Yoshiyama, R. M. 1999. Intertidal fishes communities. In: Horn, M. H.; Martin, K. L. M. & Chotkowski, M. A. (Eds.) *Intertidal fishes: Life in two worlds*. Academic Press, San Diego, 264-296.
- Gibson, R. N, Ansell, A. D, Robb, L. 1993. Seasonal and annual variations in abundance and species composition of fish and macrocrustacean communities on a Scottish sandy beach. *Mar.Ecol. Prog. Ser.*, 98: 89-105.
- Godinho, W. O. & Lotufo, T. M. C. 2010. Local v. microhabit at influences on the fish fauna of tidal pools in north-east Brazil. *Journal of Fish Biology* 76,487–501.

Griffiths, S. P.; West, R. J.; Davis, A. R. 2003. Effects of intertidal elevation on the rockpool ichthyofaunas of temperate Australia. *Environmental Biology of Fishes*, v. 68, p. 197-204.

Griffiths, S. P., A. R. Davis, and R. J. West. 2006. Role of habitat complexity in structuring temperate rockpool ichthyofaunas. *Marine Ecology. Prog. Ser.* 313:227–239.

Grossman, G. D. 1982. Dynamics and organization of a rocky intertidal fish assemblage: the persistence and resilience of taxocene structure. *Am. Nat.* 119(5):611–637.

Horn, M. H.; Martin, K. L. M.; Chotkowski, M. A. Introduction. 1999. In: *Intertidal Fishes: life in two worlds*. Horn, M. H.; Martin, K. L. M.; Chotkowski, M. A. Academic Press, p. 1-6.

Krumme, U. 2004. Patterns in tidal migration of fish in a Brazilian mangrove channel as revealed by a split-beam echosounder. *Fisheries Research* 70 (2004) 1–15.

Lasso-Alcalá, O. M; Lasso, A. C. Pezold, F. & Smith, M. L. 2005. The First record of the naked gobi *Gobiosoma bosc* (Pisces: Gobiidae) from the north coast of South America. *Revista de Biología Tropical* Vol. 53 (1-2): 211.

Macieira R. M & Joyeux, J. C. 2011. Distribution patterns of tidepool fishes on a tropical flat reef. *Fishery Bulletin* 109(3). National Marine Fisheries Service. p. 305 – 315.

McLachlan, A. 1996. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. *Marine Ecology. Progress Series*, 131: p. 205-211.

Menezes, N. A & Figueiredo, J. L. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Vol. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 90p.

Menezes, N. A & Figueiredo, J. L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Vol. IV. Teleostei (4). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 106p.

Monteiro, D. P. Giarrizzo, T. and Isaac, V. 2009. Feeding Ecology of Juvenile Dog Snapper *Lutjanus jocu* (Bloch and Schneider, 1801) (Lutjanidae) in Intertidal Mangrove Creeks in Curuçá Estuary (Northern Brazil). *Brazilian Arch. Biol. Technol.* v.52 n.6: pp. 1421-1430.

Muñoz, A. A. & Ojeda, F. P. 1997. Feeding guild structure of a rocky intertidal fish assemblage in central Chile. *Environmental Biology of Fishes* 49: 471–479.

Nieder, J.; La Mesa, G. & Vacchi, M. 2000. Blenniidae along the Italian coasts of the Ligurian and the Tyrrhenian Sea: community structure and new records of *Scartella cristata* for northern Italy. *Cybium*, 24(4): 359-369.

Nunes, J. L. S. & Machado, M. R. B. 2001. Encalhe de um exemplar de boto – boto cinza *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Mammalia: Cetacea: Delphinidae) na praia do Araçagy, São Luís, Maranhão – Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 13: 109-112.

Nunes, J. L. S.; Pascoal, N. G. A.; Piorski, N. M. 2011. Peixes intertidais do Maranhão. In: Peixes marinhos e estuarinos do Maranhão. Nunes, J. L. S. Coletânea de artigos (ensaios), p. 105-124.

Roman, H. B. 1982. Los peces marinos del Venezuela. Madrid: Melsa Ponte.

Rosa, R. S.; Rosa, I. L. & Rocha, L. A. 1997. Diversidade da ictiofauna de poças de maré da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (1): 201-212.

Ruiz, L. J. 2003. Composición abundancia y diversidad de peces arrecifales em dos localidades del Parque nacional de Mochima, Venezuela. *Ciências Marinas*, 29(2): 185-195.

Santos, L. A.; Feres, S. J. C.; Lopes, A. T. L. 2007. Fauna de bivalves da praia de Panaquatira, Ilha de São Luís - MA. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.

Sato, N., Asahida, T., Terashima, H., Hurbungs, M. D., Ida, H. 2008. Species composition and dynamics of larval and juvenile fishes in the surf zone of Mauritius. *Environment Biology Fishes*, 81: 229-238.

Schafer, L. N; Platell, M. E; Valesini, F. J; Potter, I. C. 2002. Comparisons between the influence of habitat type, season and body size on the dietary compositions of fish species in nearshore marine waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 278 p-67– 92.

Tessler, M. G. & Goya, S. C. 2005. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*, 17: 11-23.

Valentin, J. L.; Macedo-Saidah, f. E.; Tenenbaum, D. R.; Silva, N. L. A. 1991. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao ecossistema da ressurgência de Cabo Frio (Rio de Janeiro – Brasil). *Nerítica*, n. 6 (1/2): 7-26p.

Viana, M. G.; Rocha-Barreira, C. A. & Grossi Hijo, C. A. 2005. Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracurú (Ceará-Brasil). *Brazilian Journal Aquatic Science Technology*. 9(1):75-82.

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

CAPÍTULO III

**ZONAÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES EM POÇAS DE MARÉ DE PRAIAS
ARENOSAS COM REGIME DE MACROMARÉS NO LITORAL EQUATORIAL
AMAZÔNICO, MARANHÃO – BRASIL.**

Artigo a ser submetido à Neotropical Ichthyology Journal

Zonação da comunidade de peixes em poças de maré de praias arenosas com regime de macromarés no litoral equatorial amazônico, Maranhão – Brasil.

Glínia K.F.C. de Carvalho¹; Jorge L.S. Nunes²

¹ Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação, Avenida dos Portugueses s/n, 65080040, São Luís, Maranhão, Brasil. gliniakelle@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Maranhão, Laboratório de Organismos Aquáticos, BR 222, Km 04, s/n, Boa Vista, 65500000, Chapadinha, Maranhão, Brasil. Autor para correspondência [silvanunes@yahoo.com]

ABSTRACT

The present study preformed an analysis of the spatial distribution of the fish community in tide pools on the sandy beaches (Araçagy and Panaquatira) on Maranhão Island, northeastern Brazil. Bi-monthly sampling was carried out between August 2011 and June 2012, using a menthol ethyl alcohol solution at a proportion of 40 g/L as anesthesia for the fish, especially cryptic and den-dwelling species. The differentiation of three levels of the mesolittoral zone on both beaches was determined for the selection of tide pools; on each level, three tide pools were selected with no connections to the ocean, each other or other pools at low tide. On Araçagy Beach, 705 individuals belonging to three orders, seven families and 11 species were collected. The middle mesolittoral zone had the greatest species richness. Moreover, *Lutjanus jocu*, *Thalassophryne nattereri* and *Sphoeroides testudineus* were exclusive to this level. However, the upper mesolittoral zone had the greatest biomass. *Omobranchus punctatus* and *Bathygobius soporator* dominated the tide pools of the upper mesolittoral zone, whereas *Mugil curema* was abundant on the other levels. On Panaquatira Beach, 1075 individuals belonging to four orders, 10 families and 15 species were collected. The upper and middle mesolittoral zones had the greatest richness, each with 10 species. Three species only occurred in the upper level (*Lutjanus purpureus*, *Mugil liza* and *Thalassophryne nattereri*), three species only occurred in the middle level (*Colomesus psittacus*, *Amphichthys cryptocentrus* and *Myrichthys ocellatus*) and two were exclusive to the lower level (*L. analis* and *O. punctatus*). Differences in biomass were significant between the upper zone and other levels, whereas the middle and lower levels had similar biomasses. *Bathygobius soporator* dominated all tide pools on this beach, accounting for 80% of all fish captured.

Keywords: spatial distribution, benthic zone, ichthyofauna, intertidal zone

RESUMO

Foi analisada a distribuição espacial de comunidades de peixes em poça de maré das praias do Araçagy e Panaquatira, Ilha do Maranhão, Nordeste do Brasil. As coletas foram bimestrais, entre agosto de 2011 e junho de 2012, utilizando solução etílica de mentol na proporção 40g/l como anestésico para os peixes, principalmente os crípticos e espeliofílicos. Para a escolha das poças, foi realizada primariamente a diferenciação de três andares do mesolitoral de ambas as praias, onde em cada andar foram selecionadas três poças de maré que não apresentavam conexão com o mar, entre si e com outras poças durante a baixamar. Na praia do Araçagy foram coletados 705 indivíduos pertencentes a 3 ordens, 7 famílias e 11 espécies. O mesolitoral médio foi aquele que apresentou maior riqueza específica, onde as espécies *Lutjanus jocu*, *Thalassophryne nattereri* e *Sphoeroides testudineus* foram exclusivas deste andar. Entretanto o mesolitoral superior apresentou a maior biomassa. As espécies *Omobranchus punctatus* e *Bathygobius soporator* dominaram as poças do mesolitoral superior enquanto *Mugil curema* foi abundante nos demais andares. Na praia de Panaquatira foram capturados 1075 indivíduos distribuídos em 4 ordens, 10 famílias e 15 espécies, onde o mesolitoral superior e mesolitoral médio foram os mais ricos em espécies sendo ambos representados por dez espécies. Das espécies capturadas, três ocorreram somente no mesolitoral superior (*Lutjanus purpureus*, *Mugil liza* e *Thalassophryne nattereri*), três espécies foram coletadas somente no mesolitoral médio (*Colomesus psittacus*, *Amphichthys cryptocentrus* e *Myrichthys ocellatus*) e duas foram exclusivas do mesolitoral inferior (*L. analis* e *O. punctatus*). As diferenças na biomassa foram notórias apenas entre a mesolitoral superior e os demais andares, uma vez que o mesolitoral médio e o inferior apresentaram biomassas semelhantes. *Bathygobius soporator* dominou em todas as poças dessa praia chegando a contribuir com 80% do total de peixes capturados.

Palavras-chave: distribuição espacial, andares bênticos, ictiofauna, entremarés.

INTRODUÇÃO

Poças de maré, feições comuns na zona entremarés, são formadas a partir de depressões em rochas ou na areia, em que a água do mar fica represada durante a baixamar. O tamanho dessas poças, bem como a profundidade, a natureza do substrato e o tempo de exposição ao ar são determinados pela estrutura da rocha e também pelo ciclo de marés (Godinho e Lotufo, 2010).

Poças de maré apresentam enorme complexidade estrutural oferecendo à fauna presente, inúmeros microhabitats que são utilizados como sítios de reprodução, berçário, refúgio, forrageio e moradia, mesmo que temporárias (Crabtree & Dean, 1982; Horn *et al.*, 1999; Gibson & Yoshiyama, 1999; Feitosa *et al.*, 2002; Griffiths *et al.*, 2003).

Somente peixes residentes da zona entremarés e/ou espécies de peixes adaptadas às variações bruscas do ambiente físico sobrevivem nesses ambientes, pois apresentam habilidades que os permitem sobreviver frente à grande variedade de condições ambientais provocadas pelo regime de marés, variações dos parâmetros abióticos, dessecação e pelas próprias relações ecológicas ali existentes (Brow & McLachlan, 1990; Horn *et al.*, 1999; Viana *et al.*, 2005).

A distribuição da ictiofauna em poças de marés é determinada por vários caracteres físico-químicos e biológicos que permitem aos indivíduos selecionarem locais que lhes oferecem melhores condições de elevar o potencial de crescimento, além de minimizar o risco de mortalidade (Gibson *et al.*, 1996). Dentre os fatores abióticos que influenciam diretamente na estruturação e distribuição das espécies estão principalmente a influência dos fatores ambientais, as características morfométricas das poças e o tipo de substrato na qual elas se formam (Davis, 2000; Griffiths *et al.*, 2006; Day, 2006; Macieira e Joyeux, 2011).

As relações biológicas de recrutamento, de predação, de herbivoria, de competição e as atividades humanas também regulam significativamente os vários padrões de distribuição da ictiocenose nas poças de maré onde a integração desses fatores pode variar amplamente de um lugar a outro (Caceres & Ojeda, 2000; Mariana, 2001; Willis & Anderson, 2003).

O estudo sobre peixes de poça de maré é de fundamental importância, pois são organismos que utilizam um ambiente de condições oscilantes extremas e sujeito a alterações não só de ordem natural, mas também antropogênica, tornando seus habitantes vulneráveis às adversidades desse sistema, como a própria perda de habitats. Sobre isso, Horn *et al.* (1999) afirmaram que peixes de poças de maré podem ser utilizados como bioindicadores da qualidade das zonas costeiras, contribuindo com informações para programas de conservação desses ambientes e consequentemente das comunidades que ali residem.

Muitos trabalhos em poças de maré têm sido amplamente documentados na literatura através da descrição da composição e estrutura de comunidade. No entanto poucos foram direcionados a detectar padrões espaciais de distribuição da ictiofauna desse ambiente (Griffiths, 2003), podendo ser citado os trabalhos de Davis (2000), que objetivou investigar a distribuição sazonal e temporal de cinco espécies de peixes de poças de maré rochosas em San Diego na Califórnia, Faria e Almada (2006) sobre padrões de distribuição espacial e comportamento de peixes em uma plataforma rochosa em Portugal e Cunha *et al.* (2007) que analisaram as variações espaciais e temporais de peixes em poças de maré de uma praia do litoral cearense.

Apesar de sua importância para a manutenção dos estoques costeiros, não existem estudos sobre padrões de distribuição desses organismos em praias arenosas do Maranhão o que torna o presente trabalho imprescindível no tocante à compreensão da influência das macromarés e dos estuários adjacentes às áreas estudadas na comunidade de peixes intertidais. Para tanto o presente estudo trabalha com a hipótese de que a variação dos fatores abióticos condiciona a distribuição espacial da ictiocenose de poças de maré em um gradiente vertical topográfico das praias do Araçagy e Panaquatira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O presente trabalho foi realizado em poças de maré formadas em afloramentos de arenito ferruginoso da praia do Araçagy e em afloramentos rochosos da praia de Panaquatira, ambas pertencentes ao município de São José de Ribamar, Ilha do Maranhão (Fig. 1). As áreas em estudo são marcadas por dois períodos bem distintos: um chuvoso, que se caracteriza por apresentar domínio de ventos alísios do Nordeste, moderados a grandes excedentes hídricos, baixa evaporação, elevada umidade relativa do ar e temperaturas mais amenas, que se estende de janeiro a junho; e outro, seco, que vai de julho a dezembro, caracterizado por ventos alísios do Sudeste, déficits de precipitações, altas taxas de evapotranspiração, baixa umidade relativa do ar e temperaturas mais elevadas. São praias que se particularizam pela presença de solo bastante arenoso em que predominam as partículas de quartzo (Feitosa & Trovão, 2006), com sistema de marés

semi-diurnas com intervalos proporcionais de cerca de 6h e amplitude de maré com média de 4,6m, podendo atingir 7,2m quando das grandes sizígias (Santos *et al.*, 2004).

A praia do Araçagy, localizada a Norte da ilha ($02^{\circ}30'03''\text{S}$ e $44^{\circ}07'08''\text{W}$), apresenta afloramentos de arenito ferruginoso, onde as poças de maré são formadas nas depressões dessas rochas ou são delimitadas por estas (Nunes *et al.*, 2011). Os perfis transversais da área apresentam um grau médio de exposição às ondas e um entremarés de 300 a 400 m (Tarouco & Santos, 1997).

A praia de Panaquatira, localizada próxima a boca da Baía de São José na face Leste da ilha, caracteriza-se por ser uma praia semi-exposta, protegida da ação direta das ondas possuindo influência oceânica e estuarina, tendo em sua proximidade um exuberante manguezal (Santos *et al.*, 2007). Em toda a sua extensão apresenta afloramentos rochosos onde são formadas inúmeras poças de maré durante a baixa-mar. O entremarés possui grande extensão, chegando a mais de 1500 metros em alguns pontos.

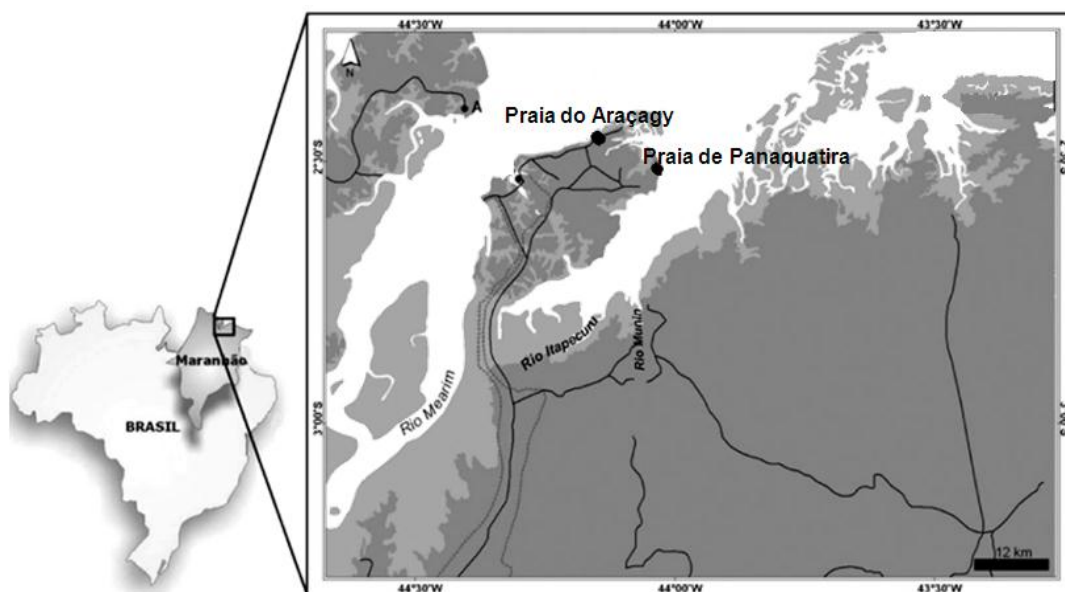


Figura 1: Mapa da localização das praias do Araçagy e Panaquatira, Ilha do Maranhão.

Amostragem

O trabalho de campo foi efetuado no período compreendido entre o isolamento total da poça na baixamar e o instante antes da conexão desta com o mar durante a

preamar. As coletas foram realizadas a partir do mês de agosto de 2011 e seguiram-se bimestralmente por um período de um ano, computando um total de 6 coletas em cada praia estudada.

Para a escolha das poças, foi realizada primariamente a diferenciação de três andares do mesolitoral de ambas as praias, onde foi considerada a extensão desta zona e a distância entre os afloramentos e as zonas supralitoral e infralitoral de cada praia. Em cada andar foram selecionadas três poças de maré que não apresentavam conexão entre si, com o mar e com outras poças durante a baixamar (Tabela 1).

Tabela 1: Extensão dos andares do mesolitoral e localização das poças de maré das praias do Araçagy e Panaquatira.

Mesolitoral	Araçagy		Panaquatira	
	Extensão	Poças	Extensão	Poças
Andar Superior	0 – 100m	Poça 01 (2°27'57,38"S/44°12'7,02"W)	0 - 200m	Poça 01 (2°30'28,37"S/44°1'24,25"W)
		Poça 02 (2°27'57,67"S/44°12'8,00"W)		Poça 02 (2°30'28,66"S/44°1'23,32"W)
		Poça 03 (2°27'57,10"S/44°12'7,79"W)		Poça 03 (2°30'27,61"S/44°1'23,91"W)
Andar Médio	101 – 200m	Poça 04 (2°27'54,57"S/44°12'10,52"W)	201- 500m	Poça 04 (2°29'56,60"S/44°1'28,22"W)
		Poça 05 (2°27'53,88"S/44°12'10,03"W)		Poça 05 (2°29'55,93"S/44°1'28,03"W)
		Poça 06 (2°27'53,55"S/44°12'9,42"W)		Poça 06 (2°29'56,28"S/44°1'27,39"W)
Andar Inferior	201- 270m	Poça 07 (2°27'54,61"S/44°12'12,11"W)	501 - 1974m	Poça 07 (2°29'54,28"S/44°1'24,57"W)
		Poça 08 (2°27'54,08"S/44°12'11,78"W)		Poça 08 (2°29'54,56"S/44°1'23,42"W)
		Poça 09 (2°27'52,70"S/44°12'9,63"W)		Poça 09 (2°29'52,79"S/44°1'25,13"W)

Todas as poças de maré estudadas foram caracterizadas quanto à área superficial, a profundidade, a rugosidade e volume. Para medir a área superficial foi utilizada uma grade de 3x1 metros, subdividida em 300 quadrados de 10x10 cm. Posteriormente, a grade foi colocada sobre a poça onde foram contabilizados todos os quadrados que estiveram completamente inseridos na poça e parcialmente inseridos (50cm²). A área da poça que não foi abrangida pela grade, esta foi transposta para que toda área fosse medida.

A profundidade foi determinada através da média de 10 intercessões escolhidas aleatoriamente na grade e medidas com auxílio de uma fita métrica. A rugosidade foi estimada com o auxílio de uma trena e uma corrente, onde a primeira mediu a maior distância entre as bordas da poça e a segunda foi colocada em linha reta na mesma direção da trena, acompanhando as feições do fundo, onde a rugosidade foi obtida pela razão entre o comprimento da corrente e a distância entre as bordas segundo a fórmula matemática $R_G = L_C / D_B$, onde: R_G é a rugosidade da poça; L_C é o comprimento da corrente e D_B é a distância entre as bordas.

Para a medição do volume das poças, foi realizada a técnica topográfica de batimetria, onde foram utilizados dois canos de PVC marcados com precisão a cada 20 cm que foram dispostos nas bordas da poça de forma perpendicular a fim de se formar um plano cartesiano, onde a cada cruzamento de 20 cm dos eixos foi mensurada a profundidade, produzindo o terceiro eixo. Os dados dimensionais das poças de maré foram utilizados no programa Surfer® 8.0 (Golden Software, Inc. 2002).

Também foram realizadas medições de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH da água de cada poça. As medidas foram repetidas em dois momentos: logo após o isolamento das poças e momentos antes de conectar-se ao mar a fim de se detectar a variação desses parâmetros. O tipo de substrato foi estimado para as categorias areia (tamanho do grão inferior a 1 mm), cascalho (tamanho do grão entre 1 mm e 50mm) e rocha (substrato consolidado e rochas com tamanho maior que 50 mm), sendo a soma entre as categorias igual a 100%.

A cobertura algal foi estimada utilizando uma grade de 3x1 metros, subdividida em 300 quadrados de 10x10 cm que foi colocada sobre a poça e os valores estimados em porcentagem de área ocupada. Posteriormente foi feita uma coleta do material algal para identificação em laboratório por um profissional da área.

Para a coleta dos peixes foi utilizado um método não-destrutivo com a aplicação de um anestésico a base de mentol na proporção 40g/l de álcool etílico, administrada nas poças a fim de capturar toda a ictiofauna, principalmente a espeliofílica e críptica. Os exemplares coletados foram recolhidos com o auxílio de uma rede manual e fixados em uma solução de formol 10% e posteriormente preservados em solução etílica a 70%. As amostras foram enumeradas, pesadas, medidas e identificadas com base em literatura

especializada e atualizada (Carpenter, 2002a, b, c). Após a confirmação, os exemplares foram depositados na Coleção de Peixes do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão.

Tratamento numérico

A comunidade de peixes presente em cada poça foi descrita através dos parâmetros ecológicos de: a) Biomassa ($B = PT / V$, onde B é biomassa da espécie, PT é o peso total por poça de maré em gramas e V representa o volume da poça em metros cúbicos); b) Abundância relativa ($Ar = NIT \times 100 / Nt$, onde Ar é abundância relativa, NIT é número de indivíduos de cada táxon na amostra e Nt é o somatório de todos os indivíduos capturados); c) Densidade ($D = N / A$, onde D é a densidade, N é o número total de indivíduos coletados de cada espécie e A é o perímetro da poça amostrada); d) Diversidade de Shannon-Wiener ($H' = - \sum (ni/N) \times \log_2 (ni/N)$, onde Ni – número de indivíduos na i -ésima espécie; N – número total de indivíduos) e e) Índice de Pielou ($J' = H' (observado) / H' \text{ máximo}$, onde $H' \text{ máximo} = \log$ do número total de espécies).

Para fins comparativos da diversidade, foram consideradas as seguintes categorias: alta quando está acima de 3, média entre 2 e 3, baixa entre 1 e 2 e muito baixa quando menor que 1. A equitabilidade é considerada alta quando maior que 0,5 (Cavalcanti & Larrazábal, 2004).

Tratamento estatístico

Com o objetivo de sintetizar o conjunto das informações coletadas foram realizadas Análises Descritivas onde os resultados das médias foram expostos em forma de tabelas e/ou gráficos a fim de que se tenha uma visão global das variações desses valores ao longo das campanhas.

Para estabelecer combinações entre as variáveis de cada poça de maré que melhor caracterizam os diferentes andares do mesolitoral efetuaram-se as Análises Discriminantes para cada uma das praias analisadas segundo as características morfométricas das poças,

cobertura algal, biomassa e parâmetros físico-químicos da água. Foi empregado ainda o teste de permutação ANOSIM (*one way*) com base em 999 permutações das matrizes utilizando-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis a fim de avaliar a significância das diferenças entre os grupos pré-definidos a partir da análise de agrupamento representadas no método de ordenamento MDS. Posteriormente foi calculado o procedimento de porcentagem de similaridades (SIMPER) para definir o percentual de contribuição dos fatores das matrizes entre os grupos evidenciados pela análise de agrupamento.

Foram realizadas ainda análises estatísticas multivariadas, através das técnicas de projeções em Componentes Principais para verificar a ocorrência de similaridades/dissimilaridades entre os andares no que diz respeito à estrutura da comunidade ictiológica. Para tanto as análises foram realizadas através do pacote estatístico InfoStat (2011), onde os resultados foram apresentados na forma de gráficos bidimensionais.

RESULTADOS

Caracterização das poças de maré

Durante as campanhas verificou-se que o tempo de emersão das poças de maré amostradas de ambas as praias variou de acordo com o andar onde estão localizadas, sendo que as poças do andar mesolitoral superior ficaram expostas por cerca de 8,5 horas, as poças do andar mesolitoral médio ficaram expostas cerca de 6,5 horas e aquelas do andar mesolitoral inferior ficaram descobertas por 2 horas. Vale ressaltar que as poças 7 e 8 da praia do Araçagy tiveram apenas uma amostragem, pois as mesmas soterraram a partir da segunda campanha, resultado da própria morfodinâmica dessa praia.

De forma geral os valores médios de área, volume, profundidade e rugosidade das poças de maré amostradas em cada praia foram determinados e são apresentados na tabela 2. Na praia do Araçagy todas as poças do mesolitoral superior apresentaram área superficial com valores inferiores a 4m^2 , volume não ultrapassando os $0,20\text{m}^3$, profundidade de até 13,4cm e rugosidade máxima de 1,6. O mesolitoral médio apresentou

poças com variadas dimensões como área superficial de 1,7 a 8,4m², volume máximo de 1,89m³, profundidades menores que 22,1cm e rugosidade inferior a 1,2. O mesolitoral inferior apresentou poças de maré de pequenas dimensões, exceto a poça A7 que apresentou valor de 9,7m² de área superficial, profundidade de até 28,2cm e rugosidade inferior a 1,0. O volume das poças A7 e A8 não puderam ser amostrados devido ao soterramento das mesmas a partir da segunda campanha, sendo que nesse ponto esse andar foi representado apenas pela poça A9 que obteve volume de 0,50m³.

Na praia de Panaquatira praticamente todas as poças amostradas apresentaram área superficial acima de 5m², exceto as poças B4 e B8 com valores de 4,2 e 2,1m², respectivamente. Quanto aos volumes registrados para cada andar observou-se que as poças amostradas no mesolitoral superior obtiveram 0,83m³ de volume máximo, o mesolitoral médio apresentou 0,89m³ e o mesolitoral inferior registrou 0,55m³. Quanto à profundidade os valores gerais não ultrapassaram os 12,3cm da poça B4, sendo o menor valor registrado para a B1 com 8,7 cm. Os valores de rugosidade média das poças amostradas para essa praia foram inferiores a 1,1 com mínima de 0,9 para as poças do andar mesolitoral inferior.

A classificação visual do substrato indicou que as poças da praia do Araçagy apresentaram fundo arenoso, exceto as poças A2 e A3 que apresentaram rocha como substrato predominante. A cobertura algal registrada foi mais significativa na poça A4 com 70% da área, onde a principal espécie de alga foi *Chaetomorpha aérea* (Tabela 2).

A praia de Panaquatira apresentou todas as poças estudadas constituídas basicamente de rocha com pouca quantidade de areia e cascalho. Esse último substrato pode ser observado em maior quantidade nas poças do andar mesolitoral superior. Quanto à cobertura algal, as poças que apresentaram maior representatividade foram aquelas do andar mesolitoral médio chegando a cobrir cerca de 80% da superfície da poça onde as principais espécies de algas observadas foram *Cladophoropsis membranacea*, *Enteromorpha lingulata*, *Ulva fasciata* e *Rhizoclonium sp.* (Tabela 2).

Tabela 2: Características das poças de maré das praias do Araçagy (A) e de Panaquatira (B), MA: características morfométricas, grau de cobertura do substrato e algal e parâmetros físico-químicos. * = média (máxima - mínima). Área = área superficial (m²); Vol. = volume (m³); Prof. = profundidade (cm); Rug. = rugosidade; Casc. = cascalho; Temp. = temperatura (°C); OD. = oxigênio dissolvido (mg/l).

Poça	Características Morfométricas				Cobertura (%)			Algal	Parâmetros Físico-químicos (mín-máx)			
	Área	Vol.	Prof.	Rug.	Areia	Casc.	Rocha		Temp.*	Salinidade*	pH*	OD.*
A1	3,5	0,20	13,4	1,1	80	0	20	20	28,3 (32,2 - 25)	29,3 (39-21)	8,2 (8,6-7,7)	8,5 (12,1-5,1)
A2	1,6	0,07	10,7	1,6	35	5	60	40	29,0 (32,0-25,8)	28,6 (39-19)	8,2 (8,7-7,8)	10,5 (13,4-6,7)
A3	3,8	0,13	11,8	1,3	10	10	80	60	28,2 (31,7-25,6)	30,3 (40-19)	8,2 (8,8-7,9)	9,3 (13,3-5,6)
A4	8,4	1,89	22,1	1,2	80	0	20	70	29,1 (31,6-26,1)	33,5 (40-21)	8,1 (8,5-7,9)	8,5 (10,3-5,5)
A5	4,2	0,21	12,7	1,2	70	0	30	40	28,8 (31,3-26,0)	33,3 (40-22)	8,0 (8,6-7,9)	8,7 (12,1-5,0)
A6	1,7	0,30	11,8	1,0	45	25	30	25	29,2 (31,2-26,3)	33,3 (40-21)	8,0 (8,3-7,7)	9,7 (12,6-7,0)
A7	9,7	-	16,1	1,0	60	10	30	30	34,7 (34,7-34,7)	35,0 (35-35)	8,3 (8,3-8,3)	6,1 (6,1-6,1)
A8	4,9	-	11,4	1,1	60	5	35	25	34,0 (34,0-34,0)	35,0 (35-35)	8,4 (8,4-8,4)	6,8 (6,8-6,8)
A9	2,8	0,50	28,2	1,0	70	0	30	20	28,1 (31,1-26,3)	32,8 (40-25)	7,9 (8,1-7,7)	9,1 (10,3-8,4)
B1	6,5	0,17	8,7	1,1	5	20	75	50	29,9 (33,8-23,0)	30,8 (38-18)	8,3 (8,8-8,0)	6,5 (7,3-5,8)
B2	7,2	0,59	10,1	1,0	15	35	50	60	30,3 (34,5-22,8)	31,6 (40-20)	8,1 (8,5-7,8)	7,7 (10,2-6,1)
B3	11,8	0,83	11,8	1,0	10	20	70	40	29,3 (33,2-22,6)	31,6 (39-21)	8,1 (8,5-7,9)	7,3 (8,9-5,9)
B4	4,2	0,70	12,3	1,1	10	10	80	80	30,3 (34,2-24,2)	30,8 (39-17)	8,2 (8,7-7,9)	9,1 (11,9-6,9)
B5	5,7	0,89	10,9	1,0	10	05	85	60	30,5 (34,2-24,2)	29,5 (40-13)	8,1 (8,8-7,7)	9,8 (13,1-6,9)
B6	5,9	0,43	9,7	1,1	15	05	80	40	30,6 (33,8-24,3)	31,1 (39-17)	8,1 (8,6-7,7)	9,8 (13,1-6,4)
B7	6,2	0,55	9,1	0,9	10	05	85	30	30,9 (33,9-26,0)	30,5 (40-16)	8,3 (8,6-7,9)	10,8 (14,6-7,0)
B8	2,1	0,20	9,2	0,9	15	10	75	30	30,7 (33,8-25,4)	30,6 (40-15)	8,2 (8,6-8,0)	8,5 (12,1-5,2)
B9	6,3	0,23	9,1	1,0	05	10	85	40	30,9 (34,4-25,2)	30,6 (40-19)	8,3 (8,6-8,0)	11,0 (14,3-6,8)

Durante as seis campanhas realizadas na praia do Araçagy verificou-se que a temperatura média das poças analisadas ultrapassou 30°C nas primeiras campanhas, não superando esse valor nas três últimas campanhas. Foi observada ainda uma elevação da temperatura nas poças do mesolitoral superior em direção às poças do mesolitoral inferior, nas campanhas 1 e 6, período de transição entre as estações (Fig. 2A1). A salinidade elevou-se ligeiramente do mesolitoral superior em direção ao mesolitoral inferior nas primeiras três campanhas, tornando-se irregular entre os andares nas campanhas realizadas no período chuvoso, onde o mesolitoral superior apresentou as menores médias (Fig. 2A2). No geral o pH manteve-se equilibrado com ligeira variação entre os andares durante todas as campanhas realizadas (Fig. 2A3). A taxa de oxigênio dissolvido na água das poças flutuou consideravelmente entre os andares, onde se observou as maiores médias para o mesolitoral médio na primeira e na quarta campanha, seguida pelo mesolitoral inferior na segunda e na terceira campanha e o mesolitoral superior nas campanhas restantes (Fig. 2A4).

A temperatura e a salinidade registradas para a praia de Panaquatira revelaram uma estabilidade dos valores nos diferentes andares nas primeiras quatro campanhas, decaindo grandemente nas duas últimas campanhas, quando o mesolitoral inferior apresentou as maiores temperatura e o mesolitoral superior registrou as maiores taxas de salinidade (Figs. 2B1e 2B2). O pH manteve-se equilibrado durante todas as coletas sofrendo leve variação entre os andares analisados (Fig. 2B3). A taxa de oxigênio dissolvido na água sofreu variações consideráveis ao longo do ano, notando-se um aumento dos valores médios durante o período chuvoso com o mesolitoral inferior obtendo as maiores taxas (Fig. 2B4).

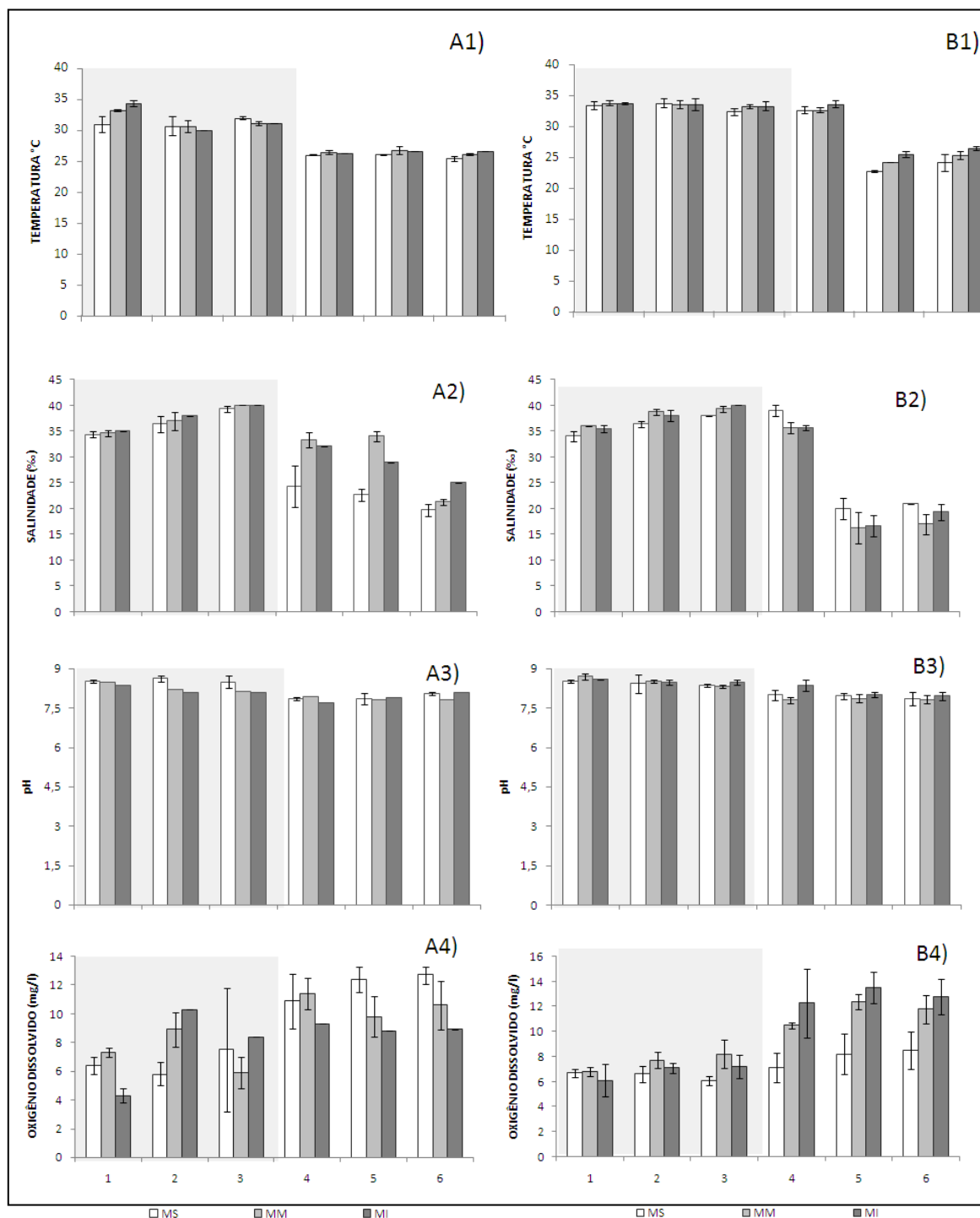


Figura 2: Variáveis ambientais (média e desvio padrão) entre as campanhas e os andares do mesolitoral nas praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B), MA. A área sombreada representa a estação seca.

A aplicação da Análise de Componentes Principais numa matriz combinada de fatores abióticos, medidas morfométricas das poças e biomassa de peixes das poças de

maré da praia do Araçagy indicou uma forte associação entre rugosidade e biomassa, assim como profundidade, volume, área e cobertura algal estão associados em menor grau com a densidade de peixes das poças de maré. Esta análise ainda demonstrou uma relação inversa entre salinidade e oxigênio dissolvido (Fig. 3A). A Análise Discriminante realizada sobre uma matriz com os mesmos fatores demonstrou uma notória separação entre os andares (Fig. 4A), concordando com o teste de ANOSIM (*one way*) que detectou diferenças significativas entre os andares mesolitoral superior e mesolitoral médio ($p=0,0003$ e $R=0,2593$) e entre o mesolitoral superior e mesolitoral inferior ($p=0,0123$ e $R=0,3455$). O teste não apresentou dissimilaridades significativas entre os andares mesolitoral médio e mesolitoral inferior ($p=0,2831$ e $R=0,0505$).

O SIMPER demonstrou que a biomassa foi o fator que mais contribuiu para a dissimilaridade entre os andares, apresentando percentual de 49,4% de contribuição entre os andares mesolitoral superior e mesolitoral médio, e 37,4% entre os andares mesolitoral superior e mesolitoral inferior. Entre os parâmetros ambientais a diferença entre as taxas de oxigênio dissolvido foi a mais significativa para dissimilaridade entre os andares mesolitoral superior e mesolitoral médio com contribuição de 6,08% e a salinidade foi o fator ambiental que mais contribuiu para a diferença entre os andares mesolitoral superior e mesolitoral inferior com contribuição de 5,53% (Tabela 3).

Para a praia de Panaquatira, a Análise dos Componentes Principais mostrou uma associação positiva entre biomassa e oxigênio dissolvido. Além disso, houve uma forte correlação entre salinidade e temperatura e, em menor escala a aproximação destas variáveis com o pH. O volume e área superficial apresentaram uma fraca associação entre si, enquanto cobertura algal demonstrou estar bem associada à rugosidade (Fig. 3B). A Análise Discriminante das poças de maré desta praia demonstrou uma segregação nítida entre os andares, onde é possível observar, à esquerda da figura, o agrupamento formado pelas réplicas do mesolitoral superior, à direita, na parte superior o agrupamento do mesolitoral médio e abaixo o grupo formado pelas amostras do mesolitoral inferior (Fig. 4B).

A dissimilaridade entre os andares foram comprovadas pelo teste de ANOSIM (*one way*) que detectou diferenças significativas entre todos os andares do mesolitoral ($p=0,0001$ e $R=0,2745$). O SIMPER demonstrou que a biomassa foi o fator que mais

contribuiu para essa dissimilaridade apresentando percentual de 39,1% de contribuição entre os andares mesolitoral superior e mesolitoral médio, 31,5% entre os andares mesolitoral superior e mesolitoral inferior, e 39,5% entre os andares mesolitoral médio e mesolitoral inferior. Entre os parâmetros ambientais a diferença entre a salinidade foi a mais significativa para dissimilaridade entre os andares mesolitoral superior e mesolitoral médio e entre o mesolitoral médio e o mesolitoral inferior com contribuição de 10,3% e 9,5%, respectivamente, enquanto que a taxa de oxigênio dissolvido foi o fator ambiental que mais contribuiu para a diferença entre os andares mesolitoral superior e mesolitoral inferior com contribuição de 9,9% (Tabela 3).

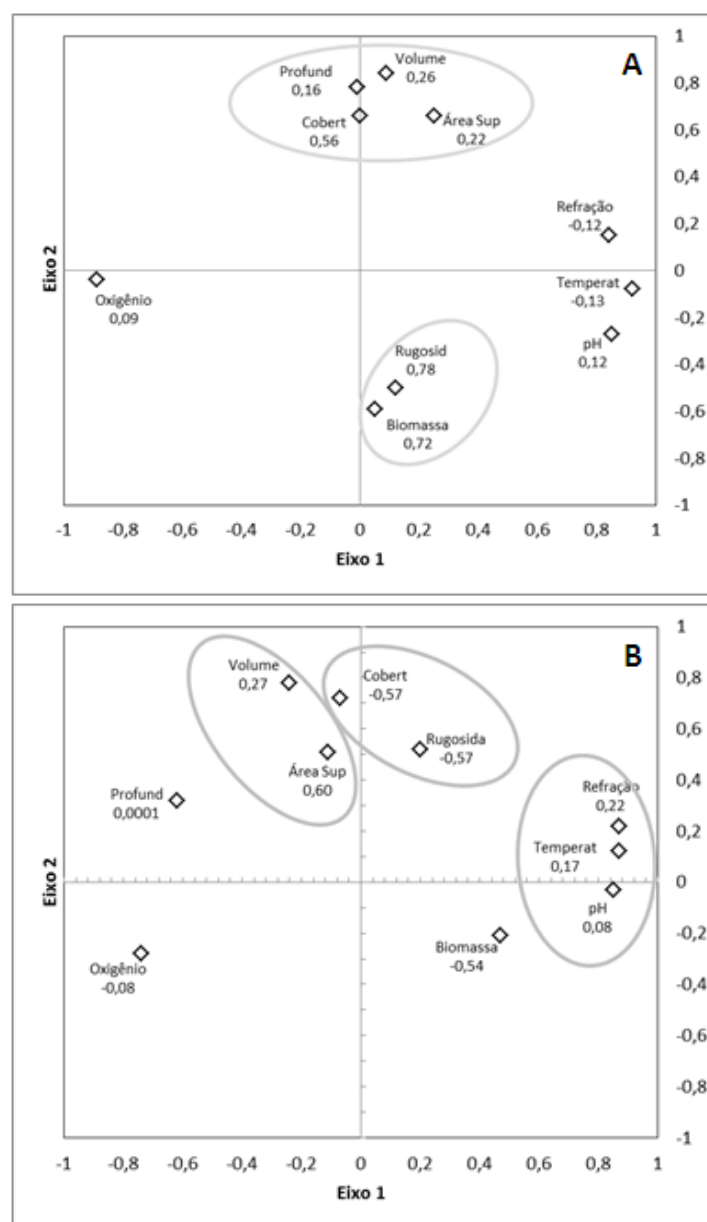


Figura 3: Análise de Componentes Principais das poças de maré das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B), MA, no período de agosto de 2011 a junho de 2012.

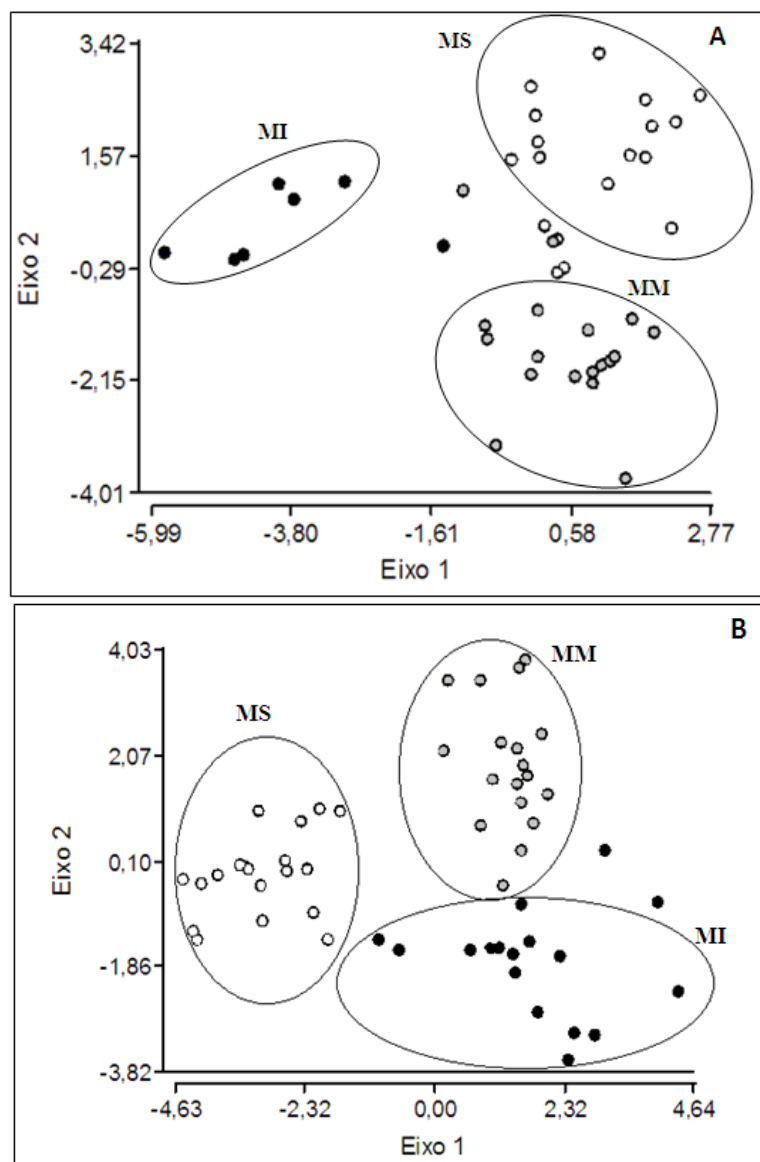


Figura 4: Análise Discriminante das poças de maré das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B), MA, segundo as características morfométricas, cobertura algal, biomassa e parâmetros físico-químicos da água. MS (Mesolitoral superior); MM (Mesolitoral médio) e MI (Mesolitoral inferior).

Tabela 3: Porcentagem de similaridades/dissimilaridades (SIMPER) entre os andares das praias do Araçagy e Panaquatira, entre agosto de 2011 a junho de 2012.

	ARAÇAGY		PANAQUATIRA		
	Superior vs. Médio	Superior vs. Inferior	Superior vs. Médio	Superior vs. Inferior	Médio vs. Inferior
Biomassa	49,46%	37,46%	39,11%	31,52%	39,59%
Cobertura algal	9,95%	15,78%	8,56%	11,46%	13,97%
Oxigênio dissolvido	6,08%	5,51%	8,63%	9,90%	7,73%
Salinidade	5,48%	5,53%	10,38%	9,44%	9,51%
Temperatura	2,07%	1,88%	4,58%	4,31%	3,38%
pH	0,82%	0,82%	1,27%	1,05%	1,07%
Área superficial	10,05%	8,09%	11,59%	15,37%	8,59%
Volume	7,25%	5,62%	5,76%	5,94%	6,19%
Profundidade	6,67%	16,52%	9,12%	9,46%	8,20%
Rugosidade	2,14%	2,75%	0,97%	1,53%	1,74%

Zonação dos peixes

Durante as seis campanhas realizadas na praia do Araçagy foram coletados e identificados 705 indivíduos da ictiofauna de poça de maré, sendo estes pertencentes de 3 ordens, 7 famílias e 11 espécies (Tabela 4). No mesolitoral superior foram coletadas 7 espécies que contribuíram com 30% do total de indivíduos capturados, enquanto o mesolitoral médio (11 espécies) e o inferior (7 espécies) participaram com 27% e 43% das coletas, respectivamente. Todas as espécies capturadas no mesolitoral superior e no mesolitoral inferior também foram coletadas no mesolitoral médio, enquanto algumas espécies foram exclusivas deste último andar, a exemplo de *L. jocu*, *T. nattereri* e *S. testudineus*.

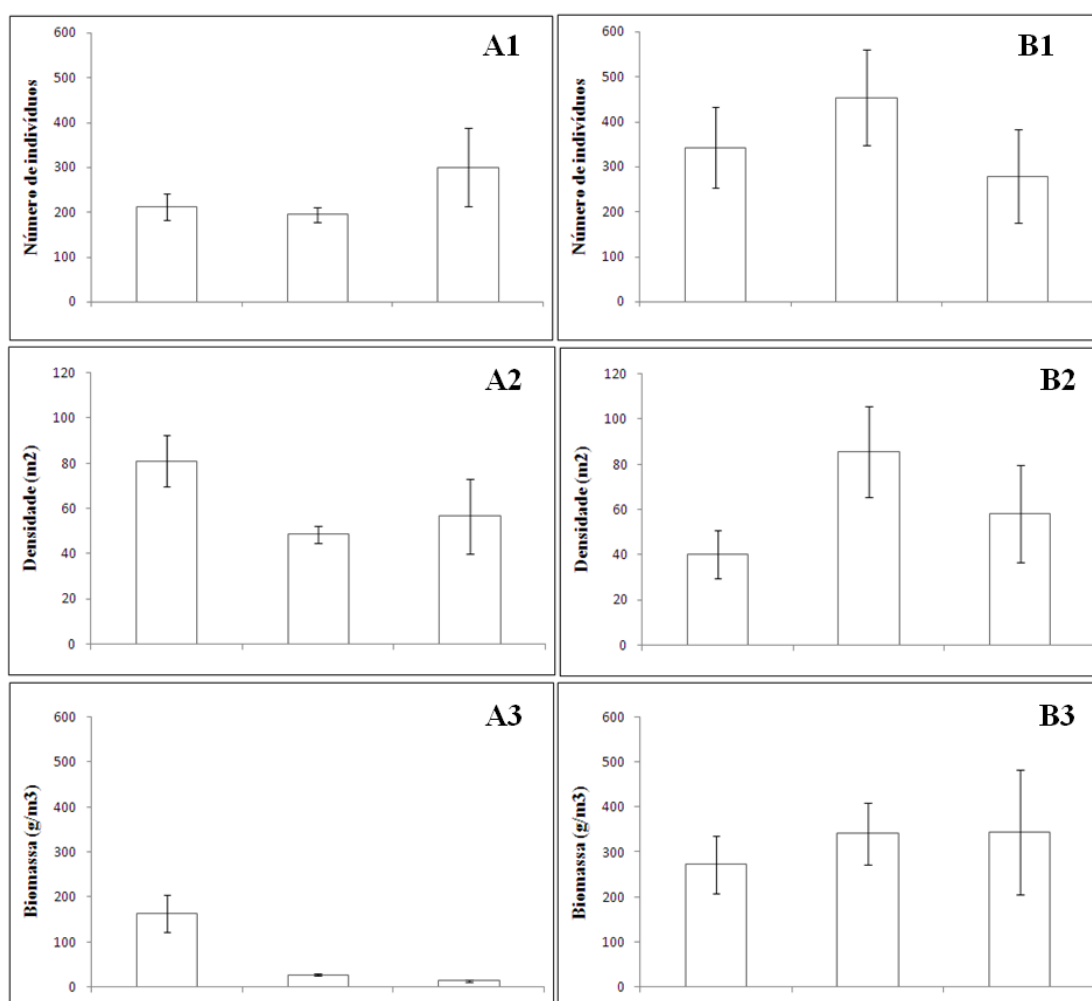
Na praia de Panaquatira foram capturados 1075 indivíduos distribuídos em 4 ordens, 10 famílias e 15 espécies, onde o mesolitoral superior e mesolitoral médio contribuíram respectivamente com 32% e 42% da captura total, sendo ambos representados por dez espécies. Enquanto o mesolitoral inferior foi representado por cinco espécies que participaram com 26% da totalidade de peixes coletados. Das espécies capturadas, três ocorreram somente no mesolitoral superior (*L. purpureus*, *M. liza* e *T. nattereri*), três espécies foram coletadas somente no mesolitoral médio (*C. psittacus*, *A. cryptocentrus* e *M. ocellatus*) e duas foram exclusivas do mesolitoral inferior (*L. analis* e *O. punctatus*), conforme tabela 4.

Tabela 4: Lista taxonômica segundo a classificação de Eschemeyer e Fong (2010) e número de indivíduos capturados por andar nas praias do Araçagy e Panaquatira, no período de agosto 2011 a junho de 2012. MS (Mesolitoral superior), MM (Mesolitoral médio) e MI (Mesolitoral inferior).

Espécies	Praia do Araçagy				Praia de Panaquatira			
	MS	MM	MI	Total	MS	MM	MI	Total
ORDEM ANGUILIFORMES								
FAMÍLIA MURAENIDAE								
<i>Gymnothorax funebris</i> RANZANI, 1839	-	-	-	-	04	01	-	05
FAMÍLIA OPHICHTHIDAE								
<i>Ahlia egmontis</i> (JORDAN, 1884)	-	-	-	-	01	01	-	02
<i>Myrichthys ocellatus</i> (LE SUEUR, 1825)	-	-	-	-	-	02	-	02
ORDEM BATRACHOIDIFORMES								
FAMÍLIA BATRACHOIDIDAE								
<i>Amphichthys cryptocentrus</i> (VALENCIENNES, 1837)	-	-	-	-	-	01	-	01
<i>Thalassophryne nattereri</i> STEINDACHNER, 1876	-	02	-	02	01	-	-	01
ORDEM PERCIFORMES								
FAMÍLIA LUTJANIDAE								
<i>Lutjanus analis</i> (CUVIER, 1828)	-	-	-	-	-	-	01	01
<i>Lutjanus alexandrei</i> MOURA E LINDEMAN, 2007	03	22	01	26	25	84	29	13
<i>Lutjanus jocu</i> (BLOCH E SCHNEIDER, 1801)	-	07	-	07	05	14	04	8
<i>Lutjanus purpureus</i> (POEY, 1866)	-	-	-	-	02	-	-	23
								02
FAMÍLIA HAEMULIDAE								
<i>Genyatremus luteus</i> (BLOCH, 1790)	02	20	01	23	02	07	-	09
FAMÍLIA MUGILIDAE								
<i>Mugil curema</i> VALENCIENNES, 1836	24	56	241	321	-	-	-	-
<i>Mugil gaimardianus</i> DESMAREST, 1831	15	15	38	68	-	-	-	-
<i>Mugil liza</i> VALENCIENNES, 1836	23	24	-	47	03	-	-	03
FAMÍLIA BLENNIDAE								
<i>Omobranchus punctatus</i> (VALENCIENNES, 1836)	73	25	13	111	-	-	04	04
<i>Scartella cristata</i> (LINNAEUS, 1758)	-	01	01	02	-	-	-	-
FAMÍLIA ELEOTRIDAE								
<i>Dormitator maculatus</i> (BLOCH, 1792)	-	-	-	-	09	01	-	10
FAMÍLIA GOBIIDAE								
<i>Bathygobius soporator</i> (VALENCIENNES, 1837)	71	19	05	95	290	342	241	873
ORDEM TETRAODONTIFORMES								
FAMÍLIA TETRAODONTIDAE								
<i>Colomesus psittacus</i> (BLOCH E SCHNEIDER, 1801)	-	-	-	-	-	01	-	01
<i>Sphoeroides testudineus</i> (LINNAEUS, 1758)	-	03	-	03	-	-	-	-

Na praia do Araçagy os andares apresentaram diferenças significativas na densidade, na biomassa, na diversidade e na equitabilidade. O mesolitoral superior apresentou as maiores densidade e biomassa, enquanto o mesolitoral médio e mesolitoral inferior apresentaram os menores valores respectivamente. O mesolitoral médio foi o mais diverso e o mais equitativo, enquanto o mesolitoral inferior foi o menos diverso, demonstrando baixa equitabilidade entre as espécies (Fig. 5).

Na praia de Panaquatira os andares apresentaram diferenças na densidade e na biomassa, não demonstrando diferenças evidentes na diversidade e equitabilidade das poças estudadas. O mesolitoral médio apresentou a maior densidade diferenciando-se ao mesolitoral superior. As diferenças na biomassa foram notórias apenas entre a mesolitoral superior e os demais andares, uma vez que o mesolitoral médio e o inferior apresentaram biomassas semelhantes. A diversidade e a equitabilidade foi equivalente para todos os andares (Fig. 5).



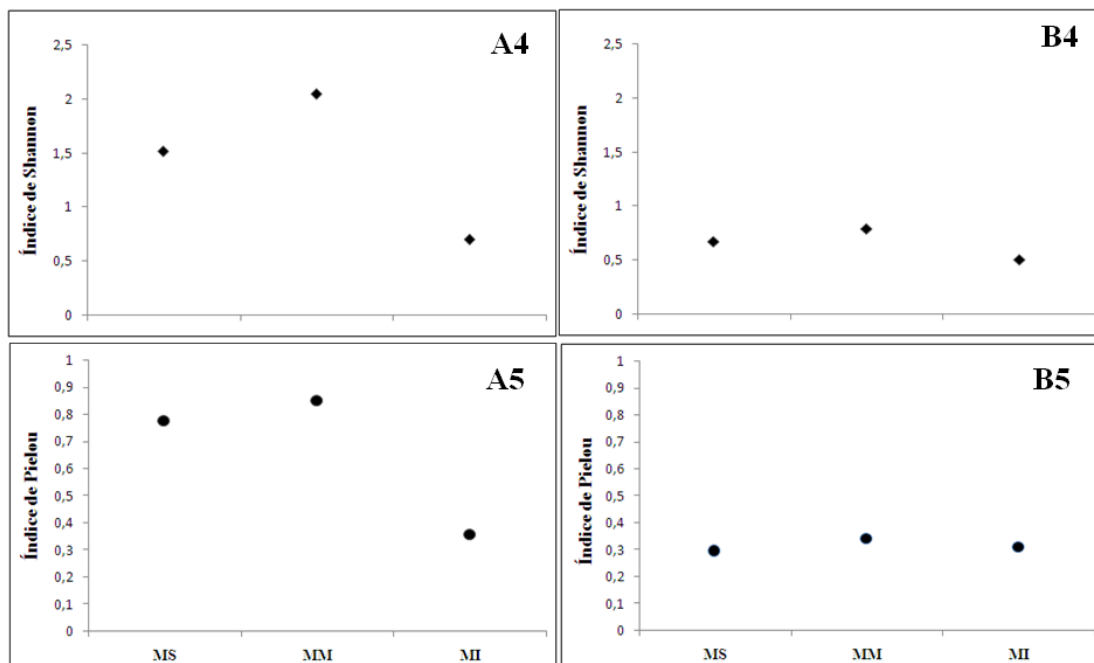


Figura 5: Média ($\pm$ desvio padrão) do número de indivíduos, densidade, biomassa, índice de diversidade de Shannon-Wiener e de Pielou por andar nas praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B). MS (mesolitoral superior), MM (mesolitoral médio) e MI (mesolitoral inferior).

As espécies capturadas apresentaram padrões distintos de distribuição espacial e também tiveram diferenças na abundância dos indivíduos entre os andares das praias analisadas (Fig. 6). No Araçagy, o bleniidae *O. punctatus* foi o mais abundante no mesolitoral superior enquanto *M. curema* foi a espécie que mais se destacou nos demais andares. As espécies *B. soporator* e *O. punctatus* apresentaram padrão de distribuição bastantes semelhantes decaindo em número em direção à linha da baixamar, enquanto *M. curema* aumenta nessa mesma direção. Em Panaquatira a espécie *B. soporator* dominou todos os andares, seguido por *L. alexandrei*. Os demais taxa não tiveram boa representatividade devido ao baixo número de indivíduos capturados.

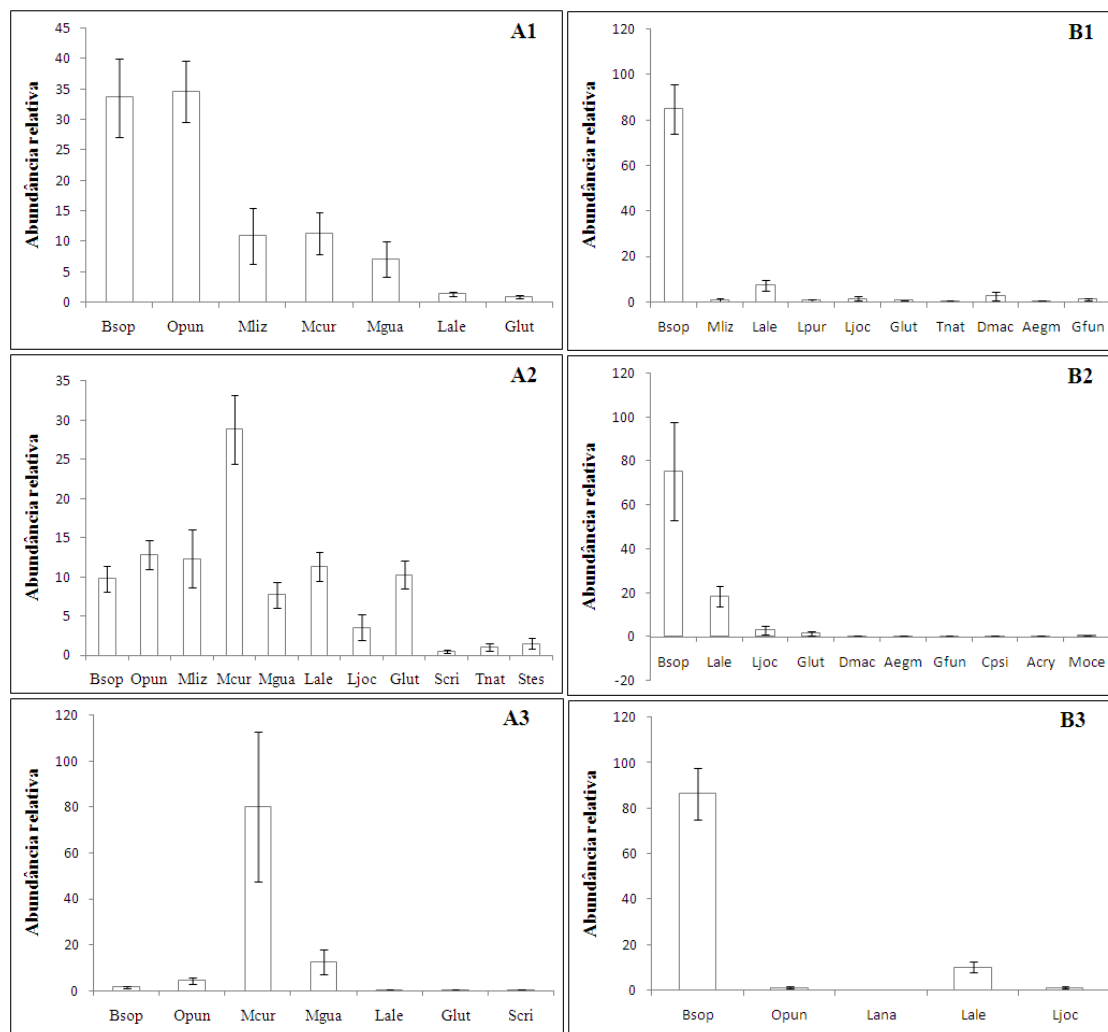


Figura 6: Média ($\pm$ desvio padrão) da abundância de indivíduos por andar das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B). A1 e B1 = Mesolitoral superior; A2 e B2 = Mesolitoral médio; A3 e B3 = Mesolitoral inferior.

A comunidade de peixes de poça de maré de todos os andares da praia do Araçagy foi composta basicamente por indivíduos com tamanho corporal inferior a 5 cm. Panaquatira, por sua vez demonstrou que a maioria dos espécimes coletados apresentaram comprimento variando entre 5 e 10 centímetros em todos os andares. Os maiores exemplares foram encontrados somente no mesolitoral superior e mesolitoral médio, sendo representantes das famílias Muraenidae e Ophichthidae (Fig. 7).

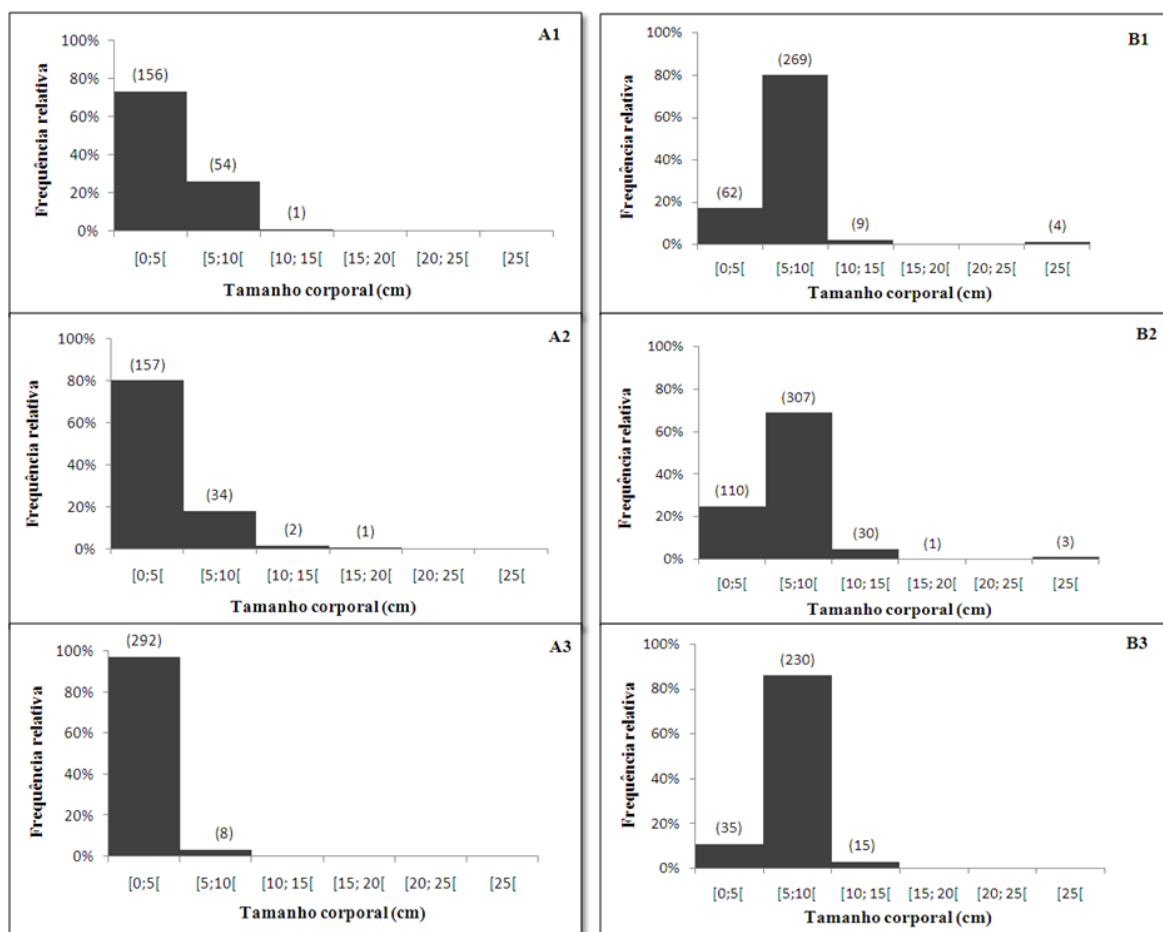


Figura 7: Distribuição das classes de peixes intertidais por tamanho corporal em centímetros das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B) coletados entre os meses de agosto/2011 e junho/2012. A1 e B1: Médiolitoral superior; A2 e B2: Médiolitoral médio e A3 e B3: Médiolitoral inferior. Números entre parênteses indicam a quantidade de indivíduos em cada faixa de tamanho.

DISCUSSÃO

Durante o estudo observou-se que as poças analisadas em ambas as praias apresentaram características semelhantes àquelas apresentadas por ROSA *et al.* (1997) na Paraíba e por Godinho & Lotufo (2010) no Ceará. No geral as diferenças nas características morfométricas observadas foram mais acentuadas entre as praias do que entre os andares bênticos, pois as poças do Araçagy foram tipicamente arenosas,

pequenas e profundas em relação às aquelas estudadas em Panaquatira, formadas basicamente por rochas rasas e com área superficial maior.

A oscilação dos parâmetros físico-químicos da água das poças foi discreta entre os andares e as diferenças mais significativas foram observadas entre as campanhas, resultando numa marcante sazonalidade na região. Entretanto, apesar das pequenas variações dos parâmetros ambientais, os andares bênticos de cada praia apresentaram estrutura e distribuição ictiofaunísticas bem diferenciadas.

A praia do Araçagy apresentou baixa riqueza de espécies e esse fato pode ser explicado primariamente pelo morfodinamismo característico dessa praia, que atua significativamente sobre as poças de maré influenciando a estrutura da comunidade ictiofaunística das poças. As macromarés associadas aos ventos fortes acarretam remobilização do sedimento de um lugar a outro, retirando e depositando areia através do processo de erosão e acreção. Essas características oceanográficas da praia do Araçagy foram observadas por Santos *et al.* (2004), onde afirmaram que de uma maneira geral as marés, ondas, correntes de marés e correntes litorâneas associadas aos ventos constituem nos principais agentes responsáveis pela morfodinâmica costeira da área em questão.

Ao longo do ano de estudo observou-se uma deposição de areia nas poças de maré da praia do Araçagy, que ocasionou desde a diminuição da profundidade até o soterramento total de poças, como foi observado nas poças A7 e A8, ocorrendo nos meses que iniciaram o período de estiagem. Sobre isso, Tarouco e Santos (1997) concluíram que durante os meses de estiagem há alternância do processo de erosão e acreção na área entremarés e uma deposição de sedimento no pós-praia com pequena progradação das dunas, sendo intensificada nos períodos de maiores ventos.

Essa deposição de sedimento ao passo que diminui a oferta de microhabitats para espécies crípticas e espeliofílicas, como *O. punctatus* e *S. cristata*, pelo soterramento de fendas e tocas, favorece o aparecimento de outras espécies que tenham afinidade com o substrato arenoso, como *M. ocellatus* e *T. nattereri*. Sobre isso, Horn & Martin (2006) expuseram que um grande número de microhabitats são constantemente modelados e alterados tanto pelo efeito das marés como pelo grau de hidrodinamismo, inerente a cada plataforma.

A depleção na riqueza de espécies encontradas na praia do Araçagy para esse estudo pode estar relacionada primariamente ao alto dinamismo desse local que exige dos peixes especializações morfológicas, fisiológicas e comportamentais que os possibilitem sobreviver ao estresse constante desses ambientes. Situação já observada anteriormente Horn *et al.* (1999) onde afirmaram que nas poças de maré apenas sobrevivem peixes residentes desse ambiente e/ou espécies adaptadas às variações bruscas do ambiente físico em que se encontram.

Ainda nessa praia, as poças do mesolitoral médio apresentaram a maior riqueza de espécies (11 espécies) e uma das explicações para esses valores pode estar ligada ao fato de ser representado por poças grandes e profundas, que minimizam as variações dos parâmetros ambientais contribuindo com a instalação de espécies menos adaptadas a esses ambientes. Estas características maximizam a sobrevivência e a instalação de um maior número de espécies, aumentando a probabilidade de aí se encontrarem espécies não residentes desse ambiente (Ibanez, 1989; Gibson & Yoshiyama, 1999).

A praia de Panaquatira apresentou um maior número de *taxa* e as explicações podem está ligadas ao fato dessa praia ter como característica marcante um mesolitoral muito extenso, com quase dois quilômetros de extensão o que diminui o hidrodinamismo e ação das ondas sobre as poças. Associado a isso, o substrato apresenta maior estabilidade se comparado àquele formador da praia do Araçagy (Coelho, G. K., observação pessoal), o que dificulta o processo de carreamento natural de areia de um local a outro, impedindo ou dificultando o assoreamento das poças. A presença de um manguezal nas proximidades aumenta a oferta de alimentos nesses ambientes servindo de atrativo para muitas espécies que buscam nas poças de maré, além disso, abrigo e proteção. Outra razão para maior riqueza específica dessa praia está ligada à predominância do substrato rochoso nas poças dessa praia e à presença de uma boa cobertura algal, o que maximiza a oferta de abrigo a muitas espécies de peixes. Gibson & Yoshiyama (1999) e Raedemaeker *et al.* (2010) afirmam que poças com grande quantidade de rochas proporcionam maior disponibilidade de abrigo aos peixes e a sua heterogeneidade favorecem os indivíduos juvenis de muitas espécies que utilizam esse ambiente devido sua complexidade.

Em relação à densidade, na praia do Araçagy observou-se que as maiores médias foram descritas para as poças do mesolitoral superior, divergindo dos trabalhos realizados por Griffiths *et al.* (2003) na Austrália e Castellanos-Galindo *et al.* (2005) na Colômbia. Estes autores encontraram as maiores densidades para poças próximas à linha da baixamar. O resultado do presente estudo pode ter suas explicações baseadas mais na morfometria das poças do que na localização das mesmas ao longo da zona entremarés, uma vez que a densidade é uma relação inversa a área superficial e as poças desses andares são pequenas em comparação àquelas do mesolitoral inferior.

Já na praia de Panaquatira as maiores densidades foram encontradas nas poças do mesolitoral médio e as explicações para isso podem está associadas às maiores rugosidades e maior cobertura algal dessas poças, fornecendo inúmeros microhabitats para várias espécies de peixes. Faria e Almada (2001) e Horn & Martin (2006) afirmaram que a estrutura das comunidades de peixes de poça de maré também é determinada pela variabilidade e pelo tipo de microhabitats possíveis existentes em cada poça como: pedras, cobertura algal e existência de refúgios, como tocas ou sob rochas.

Nesse estudo observou-se uma marcada dominância em termos de biomassa pelas espécies residentes, como observado por Griffiths (2003), Castellanos-Galindo *et al.* (2005) e Macieira e Joyeux (2011). A praia do Araçagy apresentou uma marcada distribuição entre as espécies onde a maior biomassa ficou a cargo do mesolitoral superior representado especificamente por *B. soporator* e *O. punctatus*. Os andares restantes foram melhores representados pelos mugilídeos, principalmente *M. curema* que dominou as poças do mesolitoral inferior. Panaquatira por sua vez, apesar de apresentar maior riqueza de espécies, apresentou dominância de *B. soporator* em todas as poças analisadas, chegando a representar 80% das capturas. Este panorama é concordante com os resultados de Nunes *et al.*, (2011), que citam as famílias Gobiidae e Blenniidae como uma das mais representativas da fauna de pequenos peixes litorâneos residentes de poças de maré do litoral maranhense.

A capacidade de adaptação dessas espécies residentes pode ser compreendida através da presença de atributos que lhes permitem sobreviver às condições constantes de estresse das poças. Horn *et al.* (1999), Griffiths (2003) e Nunes *et al.* (2011) afirmaram que esses ambientes são geralmente representados por um número reduzido

de famílias, caracterizadas por indivíduos de pequeno porte e com adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais para lidar com as condições variáveis do ambiente.

O sucesso de *B. soporator* nas poças deve-se à presença de nadadeiras pélvicas fundidas em forma de ventosas que se aderem ao substrato evitando que o animal seja carregado pelo batimento de onda, corpo curto e deprimido que aumenta a superfície de contato com o substrato e permite ao animal abrigar-se em fendas nas rochas, agressividade e comportamento territorialista que dificulta o estabelecimento de outras espécies residentes nesses ambientes e uma ótima camuflagem que minimiza a ação de predadores (Carvalho-Filho, 1999; Gibson & Yoshiyama, 1999; Froese & Pauly, 2012).

Enquanto isso a espécie *O. punctatus* apresenta como características importantes para sobrevivência nesses ambientes o corpo alongado e fino que permite que o animal se entere ou entre em fendas e buracos do substrato, nadadeiras pélvicas fortes capazes de sustentar o corpo do animal no substrato e grande capacidade osmorregulatória e termorregulatórias (Gerhardinger *et al.*, 2006; Froese & Pauly, 2012). Lasso-Alcalá *et al.* (2011) e Nunes *et al.* (2011) classificam a espécie como exótica e afirmam que tais características possibilitaram a colonização da costa maranhense através da água de lastro de navios, uma vez que a região possui intensa atividade portuária.

No presente estudo, enquanto *B. soporator* foi capturada com frequência nas poças de maré de ambas as praias, a espécie *O. punctatus* foi pouco representativa nas poças da praia de Panaquatira com apenas quatro exemplares capturados no mesolitoral inferior. Vale ressaltar que o presente estudo cita pela primeira vez a ocorrência da espécie *O. punctatus* para essa praia.

Quanto ao tamanho corporal dos indivíduos coletados, no presente estudo observou-se que a maioria das espécies apresentaram tamanho corporal pequeno, não ultrapassando os 5 cm no Araçagy e 10 cm em Panaquatira. As exceções foram as espécies das famílias Muraenidae e Ophichthidae. O pequeno porte é uma característica importante para os peixes que utilizam as poças de maré pois permite a eles ocuparem desde poças rasas a profundas, explorando melhor os inúmeros microhabitats existentes minimizando o efeito das variações ambientais. Além disso, sugere ainda o uso desse

ambientes por exemplares juvenis de espécies transitórias e oportunistas provenientes do sistema subtidal. Tal realidade reforça o exposto por Rosa *et al*, (1997) e Griffiths *et al*. (2003), quando afirmam que poças de maré oferecem condições excelentes de refúgio, alimentação, proteção e reprodução para espécies de peixes transitórios ou residentes.

Os resultados obtidos nesse estudo permitem concluir que a riqueza e a abundância de espécie de peixes em poças de maré das praias estudadas são diretamente influenciadas pela morfometria das poças, onde a área superficial e a profundidade foram os atributos mais importantes na variação dos parâmetros físico-químicos. Observou-se ainda um nítido zoneamento das praias em três andares bem caracterizados: o mesolitoral superior, mesolitoral médio e mesolitoral inferior, nos quais apresentam como principal agente diferenciador desses andares o aporte de sedimento arenoso nas poças que influencia diretamente na profundidade e consequentemente na variação dos parâmetros ambientais. Igualmente a cobertura algal e a complexidade do substrato foram determinantes na estruturação das comunidades intermareais das praias em questão, através do oferecimento de inúmeros microhabitats utilizados pelas espécies como refúgio, moradia e/ou desova.

Assim como demonstrados em outros estudos em poças de maré no Brasil e no mundo, houve predominância das espécies residentes por apresentarem características que maximizam a sobrevivência nesses ambientes. A ocorrência frequente de indivíduos juvenis durante as coletas reforça a idéia da utilização desses ambientes por espécies do sistema sublitoral como área de reprodução e berçário, inclusive para espécies economicamente importantes como os mugilídeos e haemulídeos.

Entretanto, ao se considerar esse estudo como preliminar para as áreas estudadas, os resultados deixam algumas lacunas a serem preenchidas por estudos mais direcionados como: biologia reprodutiva e ecológica, biogeografia e status de conservação das espécies mencionadas. Estudos sobre esses temas devem ser realizados de forma a complementar os resultados aqui apresentados.

A disponibilização de tais informações será importante para a elaboração e implementação de projetos que objetivem proteção ambiental e biomonitoramento de

regiões costeiras comumente alteradas por ações antrópicas decorrentes do uso de poças de maré por banhistas e/ou pescadores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Chico Mendes pela autorização para a realização das coletas (SISBIO nº 30346-1). Ao Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática - LabPea da UEMA pela permissão de uso do espaço para as análises laboratoriais. À FAPEMA pelo suporte financeiro concedido ao projeto. A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado cedida pelo Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da UFMA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caceres, C. W. & Ojeda, F. P. 2000. Patrones de forrajeo en dos especies de peces intermareales herbívoros de las costas de Chile: Efecto de la abundancia y composición química del alimento. *Revista Chilena de Historia Natural* v.73, n.2

Carpenter, K. E (ed). 2002a. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication*. Nº 5. Rome, FAO. 599p.

Carpenter, K. E (ed). 2002b. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 2: Bony fishes part 1 (*Acipenseridae to Grammatidae*) *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication*. Nº 5. Rome, FAO. 1373p.

Carpenter, K. E (ed). 2002c. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 3: Bony fishes part 2 (*Opistognathidae to Molidae*), sea turtles and marine mammals. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and*

American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. Nº 5. Rome, FAO. 2127p.

Carvalho-Filho, A. 1999. In: Peixes: costa brasileira. São Paulo: Ed. Melro Ltda., 320 p.

Castellanos-Galindo, G. A., A. Giraldo, and E. A. Rubio. 2005. Community structure of an assemblage of tidepool fishes on a tropical eastern Pacific rocky shore, Colombia. *Journal of Fish Biology*. 67:392–408.

Cavalcanti, E. A. H. & Larrazábal, M. E. L. 2004. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (Segunda Expedição Oceanográfica - REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). *Revista Brasileira de Zoologia* 21(3):467-475.

Cunha, F. E. A.; Monteiro-Neto, C. & Nottingham, M. C. 2007. Temporal and spatial variations in tidepool fish assemblages of the northeast coast of Brazil. *Biota Neotropica*, vol. 7, nº 1.

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

Day, T. 2006. *Oceans: Biomes of the Earth*. Chelsea House – Publishers, New York, 252 p.

Faria, C. & Almada, V. C. 2001. Microhabitat segregation in three rocky intertidal fish species in Portugal: Does it reflect interspecific competition? *Journal of Fish Biology* 58:145–159.

Faria, C. & Almada, V. C. 2006. Patterns of spatial distribution and behaviour of fish on a rocky intertidal platform at high tide. *Marine Ecology Progress Series*. 316,155-164

Feitosa, A. C. & J. R. Trovão. 2006. Elementos naturais da paisagem, p. 61–88. : A. C. Feitosa; J. R. Trovão (Eds). *Atlas Escolar do Maranhão*: João Pessoa, Ed. Grafset, 207 p.

Gerhardinger, L. C.; Freitas, M. O.; Bertoncini, A.; Rangel, C. A. 2006. *Omobranchus punctatus* (Teleostei: Blenniidae), an exotic blenny in the Southwestern Atlantic. *Biological Invasions*, v. 00, p. 1-6.

Gibson, R. N & Yoshiyama, R. M. 1999. Intertidal fishes communities. In: Horn, M. H.; Martin, K. L. M. & Chotkowski, M. A. (Eds.) *Intertidal fishes: Life in two worlds*. Academic Press, San Diego, 264-296.

Gibson, R. N.; Robb, L.; Burrows, M. T. & Ansell, A. D. 1996. Tidal, diel and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. *Marine Ecology Progress Series*, 130: 1-17.

Godinho, W. O. & Lotufo, T. M. C. 2010. Local v. microhabitat influences on the fish fauna of tidal pools in north-east Brazil. *Journal of Fish Biology* 76,487–501.

Griffiths, S. P. 2003. Rockpool ichthyofauna of temperate Australia: species composition, residency and biogeographic. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, v. 58, p. 173– 186,

Griffiths, S. P.; West, R. J.; Davis, A. R. 2003. Effects of intertidal elevation on the rockpool ichthyofaunas of temperate Australia. *Environmental Biology of Fishes*, v. 68, p. 197-204.

Griffiths, S. P., A. R. Davis, and R. J. West. 2006. Role of habitat complexity in structuring temperate rockpool ichthyofaunas. *Marine Ecology Progress Series*, 313:227–239.

Horn, M. H. & Martin, K. L. M. 2006. Rocky Intertidal Zone. In: *The Ecology of Marine Fishes: California and Adjacent Waters*. (L.G. Allen, D.J. Pondella, and M. H. Horn, University of California Press, Berkeley), 205-226.

Horn, M. H.; Martin, K. L. M.; Chotkowski, M. A. Introduction. 1999. In: *Intertidal Fishes: life in two worlds*. Horn, M. H.; Martin, K. L. M.; Chotkowski, M. A. Academic Press, p. 1-6.

Ibanez, M., Miguel, I., San Millan, M.D. & Ripa, M.A. 1989. Intertidal ichthyofauna of the Spanish Atlantic coast. *Scientia Marina*, 53 (2-3): 451-455.

Lasso-Alcalá, O.; Nunes, J. L. S.; Lasso, C.; Posada, J.; Robertson, R.; Piorski, N. M.; Tassell, J. V.; Giarizzo, T.; Gondolo, G. 2011. Invasion of the Indo-Pacific blenny *Omobranchus punctatus* (Perciformes: Blenniidae) on the Atlantic Coast of Central and South America. *Neotropical Ichthyology*, v. 9, p. 571- 578.

Macieira R. M & Joyeux, J. C. 2011. Distribution patterns of tidepool fishes on a tropical flat reef. *Fishery Bulletin* 109(3). National Marine Fisheries Service. p. 305 – 315.

Mariana, S. 2011. Can Spatial Distribution of Ichthyofauna Describe marine Influence on Coastal Lagoons? A Central Mediterranean Case Study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.52, p.261–267.

Nunes, J. L. S.; Pascoal, N. G. A.; Piorski, N. M. 2011. Peixes intertidais do Maranhão. In: *Peixes marinhos e estuarinos do Maranhão*. Nunes, J. L. S. Coletânea de artigos (ensaios), p. 105-124.

Raedemaeker, F. D.; Miliou, A.; Perkins, R. 2010. Fish community structure on littoral rocky shores in the eastern Aegean sea: Effects of exposure and substratum. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 90, p. 35–44.

Rosa, R. S.; Rosa, I. L. & Rocha, L. A. 1997. Diversidade da ictiofauna de poças de maré da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (1): 201-212.

Santos, J. H. S.; Tarouco, J .E .F ; Souza, B. B. Q. ; Mochel, F. R. 2004. Características geológicas e geomorfológicas da Baía de São Marcos, Golfão Maranhense - MA.. In: *IV Simpósio Nacional de Geomorfologia*. São Luís - MA. Geomorfologia: interfaces, aplicações e perspectivas, v. 2. p. 1-7.

Santos, L. A.; Feres, S. J. C.; Lopes, A. T. L. 2007. Fauna de bivalves da praia de Panaquatira, Ilha de São Luís - MA. In: *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.

Tarouco, J. E. F.; Santos, J. H. S. 1997. Morfodinâmica da praia do Araçagy, Paço do Lumiar – Maranhão. Anais apresentado no I Fórum latino-americano de geologia física aplicada, Vol. I, Curitiba, PR.

Willis, T. J. & Anderson, M. J. 2003. Structure of cryptic reef fish assemblages: relationships with habitat characteristics and predator density. Marine Ecology Progress Series, Vol. 257: 209–221.

CAPÍTULO IV

EFEITO SAZONAL NA ESTRUTURAÇÃO DA ICTIOFAUNA EM POÇAS DE MARÉ DE PRAIAS ARENOSAS REGIDAS POR MACROMARÉS NO LITORAL EQUATORIAL AMAZÔNICO, MARANHÃO – BRASIL.

Artigo a ser submetido à Neotropical Ichthyology Journal

Efeito sazonal na estruturação da ictiofauna em poças de maré de praias arenosas regidas por macromarés no litoral equatorial amazônico, Maranhão – Brasil.

Glínia K.F.C. de Carvalho¹; Jorge L.S. Nunes²

¹ Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação, Avenida dos Portugueses s/n, 65080040, São Luís, Maranhão, Brasil. gliniakelle@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Maranhão, Laboratório de Organismos Aquáticos, BR 222, Km 04, s/n, Boa Vista, 65500000, Chapadinha, Maranhão, Brasil. Autor para correspondência [silvanunes@yahoo.com]

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the effects of seasonality on the fish community in tide pools formed in rocky and sandstone outcrops on two beaches in the state of Maranhão, northeastern Brazil. For such, nine tide pools in the intertidal zone were selected at both beaches, in which environmental parameters were measured immediately following the disconnection of the ocean at low tide as well as moments before reconnection at high tide. The field campaigns began in August 2011, with sampling performed bi-monthly for one year, totaling six campaigns at each beach. A menthol/ethyl alcohol solution (40 g/L) was administered to the tide pools to allow the capture of all fish. A total of 705 and 1075 fish were captured in the tide pools on the Araçagy and Panaquatira beaches, respectively. Temporal variations in species abundance and richness were associated with differences in salinity due to the seasonality of the rainfall. The large number of juveniles captured lends support to the hypothesis that synchrony between the dry and rainy seasons in the region plays an important role in the reproductive cycle of a number of fish, marking the onset and end of the reproductive period for many species that use these environments as a spawning ground and/or nursery.

Keywords: seasonal distribution, intertidal fish, Araçagy, Panaquatira.

RESUMO

O presente estudo objetivou compreender os efeitos da sazonalidade sobre as comunidades ícticas em poças de maré formadas em afloramentos rochosos e areníticos de duas praias arenosas do estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. Para tanto foram selecionadas nove poças de maré na zona mesolitoral de ambas as praias onde os parâmetros ambientais foram mensurados em dois instantes, logo após a desconexão das poças com o mar durante a baixamar e momentos antes da reconexão, na preamar. As campanhas de campo iniciaram-se em agosto de 2011 e seguiram-se bimestralmente por um ano totalizando seis campanhas para cada praia. A coleta dos peixes foi feita com uso de um anestésico a base de mentol na proporção 40g/l de álcool etílico, administrada nas poças a fim de capturar toda a ictiofauna. Foram capturados um total de 705 e 1075 peixes nas poças das praias do Araçagy e Panaquatira, respectivamente, onde a variação temporal em abundância e riqueza de espécies foi associada com variações de salinidade devido à sazonalidade das chuvas. A captura de um grande número de indivíduos juvenis corrobora a hipótese de que a sincronia entre os períodos seco e chuvoso da região desempenha um papel muito importante no ciclo reprodutivo de vários peixes, marcando o início e o fim do período reprodutivo de muitas espécies que utilizam esses ambiente como área de desova e/ou berçário.

Palavras-chave: distribuição estacional, peixes intermareais, Araçagy, Panaquatira.

INTRODUÇÃO

Poças de maré são consideradas ambientes importantes as quais se constituem em zonas de alimentação, refúgio, moradia, crescimento, reprodução e/ou berçário para inúmeros organismos marinhos e em especial, para diferentes espécies de peixes, inclusive de grande importância econômica (Horn *et al.* 1999; Griffiths *et al.*, 2003; Nunes *et al.*, 2011).

Devido ao próprio regime de marés, essas poças tornam-se expostas durante o período de maré baixa, onde fatores como o grau de insolação, a força dos ventos e o nível de precipitação, afetam a temperatura, salinidade, pH e o teor de oxigênio dissolvido, tornando a ictiofauna do entremarés submissa às condições ambientais de estresse constante que pode variar no tempo e no espaço. As variações nas características ambientais produzem condições que influenciam os padrões de

distribuição espacial dos organismos (Ricklefs, 2003), bem como a riqueza de suas espécies.

Embora a sazonalidade das chuvas seja considerada um fator importante na estruturação de comunidades ícticas intermareais, poucos estudos tem se ocupado na investigação da influência direta desse fator na análise dos padrões de distribuição das assembleias (*e.g.* Smith & Able, 1994; Davis, 2000). Embora na região nordeste do Brasil a sazonalidade possa apresentar efeitos mais significativos uma vez que essa região apresenta uma variação climática bem definida ao longo do ano, a maioria dos trabalhos realizados não objetivou discutir seus efeitos como uma primeira descrição do comportamento das assembleias ícticas no tempo frente às condições de chuva e seca (Almada e Faria, 2004).

Dentre os poucos trabalhos realizados no nordeste, pode-se citar o de Cunha *et al.*, 2007, que objetivou analisar as variações temporais e espaciais na assembleia de peixes em poças de maré da costa do Ceará. Portanto, muitas dimensões essenciais para a compreensão da ação da sazonalidade sobre as comunidades ícticas intermareais têm sido ignoradas nas pesquisas sobre a distribuição dessas espécies.

Os estudos sobre ecologia de peixes de poça de maré do estado do Maranhão também são bastante incipientes e restringe-se primariamente ao trabalho realizado por Nunes *et al.* (2011) que analisaram a estrutura da comunidade de peixes de poças de maré da Ilha do Maranhão, sem contudo levantar as questões sazonais no comportamento dessas comunidades. Nesse sentido, o presente trabalho, inédito para a região, faz-se necessário por objetivar compreender os efeitos da sazonalidade sobre as comunidades ícticas em poça de maré do estado do Maranhão, uma vez que essas poças apresentam condições ambientais peculiares por apresentarem alto dinamismo devido ao regime de macromarés e uma forte estuarização, que atua significativamente na variação dos parâmetros ambientais devido aos padrões sazonais de chuva e seca. Para tanto, trabalha com a hipótese de que a variação sazonal dos fatores abióticos afeta a estrutura de comunidade dos peixes em poças de marés.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O presente trabalho foi realizado nas praias do Araçagy e de Panaquatira, ambas pertencentes ao município de São José de Ribamar, Ilha do Maranhão (Fig. 1). As áreas em estudo são marcadas por dois períodos bem distintos: um chuvoso, que se caracteriza por apresentar domínio de ventos alísios do nordeste, moderados a grandes excedentes hídricos, baixa evaporação, elevada umidade relativa do ar e temperaturas mais amenas, que se estende de janeiro a junho; e outro, seco, que vai de julho a dezembro, caracterizado por ventos alísios de sudeste, déficits de precipitações, altas taxas de evapotranspiração, baixa umidade relativa do ar e temperaturas mais elevadas. São praias que se particularizam pela presença de solo bastante arenoso em que predominam as partículas de quartzo (Feitosa & Trovão, 2006), com sistema de marés semi-diurnas com intervalos proporcionais de cerca de 6h e amplitude de maré com média de 4,6m, podendo atingir 7,2m quando das grandes sizígias (Santos, *et al.*, 2004).

A praia do Araçagy, localizada a norte da ilha (02°30'03''S e 44°07'08''W), apresenta afloramentos de arenito ferruginoso, onde as poças de maré são formadas nas depressões dessas rochas ou são delimitadas por estas (Nunes *et al.*, 2011). Os perfis transversais da área apresentam um grau médio de exposição às ondas e um entremarés de 300 a 400 m (Tarouco & Santos, 1997).

A praia de Panaquatira, localizada próxima a boca da Baía de São José na face leste da ilha, caracteriza-se por ser uma praia semi-exposta, protegida da ação direta das ondas possuindo influência oceânica e estuarina, tendo em sua proximidade um exuberante manguezal (Santos *et al.*, 2007). Em toda a sua extensão apresenta afloramentos rochosos onde são formadas inúmeras poças de maré durante a baixa-mar. O entremarés possui grande extensão, chegando a mais de 1500 metros em alguns pontos.

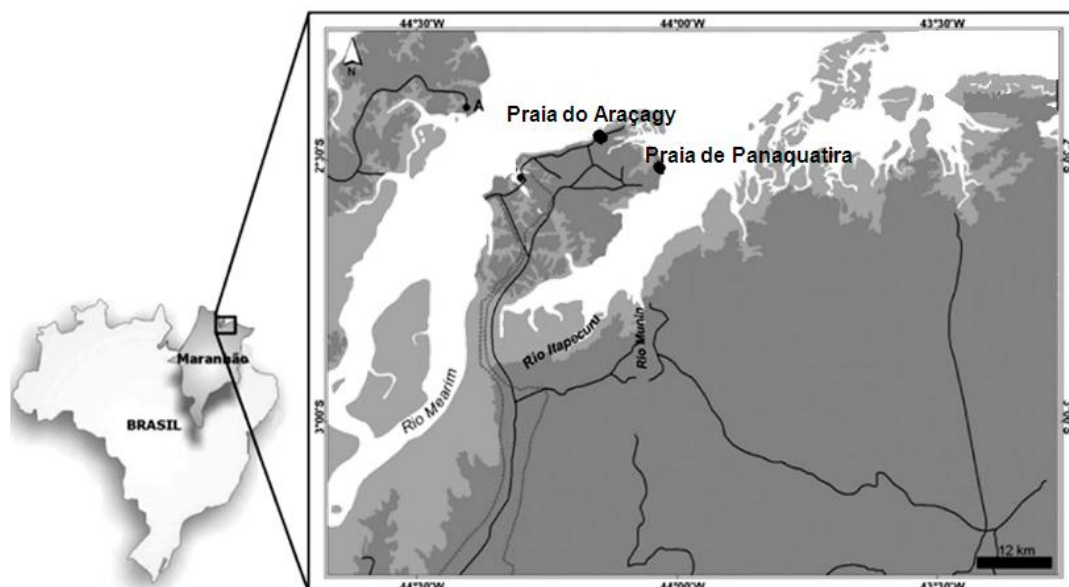


Figura 1: Mapa da localização das praias do Araçagy e Panaquatira, Ilha do Maranhão.

Amostragem

O trabalho de campo foi efetuado no período compreendido entre o isolamento total da poça na baixamar e o instante antes da conexão desta com o mar durante a preamar. As coletas foram realizadas a partir do mês de agosto de 2011 e seguiram-se bimestralmente por um período de um ano, computando um total de 6 coletas em cada praia estudada.

Foram escolhidas na região entremarés um total de nove poças de maré formadas em afloramentos areníticos ferruginosos da praia do Araçagy e rochosos da praia de Panaquatira, onde as mesmas não apresentavam conexão com o mar, entre si e com outras poças durante a baixamar.

Todas as poças de maré estudadas foram caracterizadas quanto ao volume, profundidade e rugosidade. A profundidade foi determinada através da média de 10 intercessões escolhidas aleatoriamente na grade e medidas com auxílio de uma fita métrica. A rugosidade foi estimada com o auxílio de uma trena e uma corrente, onde a primeira mediu a maior distância entre as bordas da poça e a segunda foi colocada em linha reta na mesma direção da trena, acompanhado as feições do fundo, onde a rugosidade foi obtida pela razão entre o comprimento da corrente e a distância entre as

bordas segundo a fórmula matemática $R_G = L_C / D_B$, onde: R_G é a rugosidade da poça; L_C é o comprimento da corrente e D_B é a distância entre as bordas.

Para a medição do volume das poças, foi realizada a técnica topográfica de batimetria, onde foram utilizados dois canos de PVC marcados com precisão a cada 20 cm que foram dispostos nas bordas da poça de forma perpendicular a fim de se formar um plano cartesiano, onde a cada cruzamento de 20 cm dos eixos foi mensurada a profundidade, produzindo o terceiro eixo. Para a análise dos dados coletados utilizou-se o programa Surfer® 8.0 (Golden Software, Inc. 2002).

Foram realizadas ainda as medições de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH da água de cada poça. As medidas foram repetidas em dois momentos: logo após o isolamento das poças e momentos antes de conectar-se ao mar a fim de se detectar a variação desses parâmetros. A cobertura algal foi estimada utilizando uma grade de 3x1 metros, subdividida em 300 quadrados de 10x10 cm que foi colocada sobre a poça e os valores estimados em porcentagem de área ocupada. Posteriormente foi feita uma coleta do material algal para identificação em laboratório por um profissional da área.

Foi utilizado um método não-destrutivo, a aplicação de um anestésico a base de mentol na proporção 40g/l de álcool etílico, administrada nas poças a fim de capturar toda a ictiofauna, principalmente a espeliofílica e críptica. Os exemplares coletados foram recolhidos com o auxílio de uma rede manual e fixados em uma solução de formol 10% e posteriormente preservados em solução etílica a 70%. As amostras foram enumeradas, pesadas, medidas e identificadas com base em literatura especializada e atualizada (Carpenter, 2002a, b, c). Após a confirmação, os exemplares foram depositados na Coleção de Peixes do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão. Foram coletadas ainda amostras de algas presentes nas poças e levadas ao laboratório para posterior identificação por especialistas da área.

Tratamento numérico

A comunidade de peixes presente em cada poça foi descrita através dos parâmetros ecológico de: a) Abundância relativa ($Ar = NIT \times 100 / Nt$, onde Ar é abundância relativa, NIT é número de indivíduos de cada táxon na amostra e Nt é o somatório de todos os indivíduos capturados; b) Diversidade de Shannon-Wiener ($H' = - \sum (ni/N) \times \log_2 (ni/N)$, onde Ni – número de indivíduos na i-ésima espécie; N – número total de indivíduos) e c) Índice de Pielou ($J' = H' (observado) / H' \text{ máximo}$, onde $H' \text{ máximo} = \log$ do número total de espécies).

Para fins comparativos da diversidade, foram consideradas as seguintes categorias: alta quando está acima de 3, média entre 2 e 3, baixa entre 1 e 2 e muito baixa quando menor que 1. A equitabilidade é considerada alta quando maior que 0,5 (Cavalcanti & Larrazábal, 2004).

Tratamento estatístico

Com o objetivo de sintetizar o conjunto das informações coletadas, foram realizadas Análises Descritivas onde os resultados das médias foram expostos em forma de tabelas e/ou gráficos a fim de que se tenha uma visão global das variações desses valores ao longo das campanhas.

Os padrões de similaridade/dissimilaridade entre as estações seca e chuvosa através de combinações entre as variáveis que melhor caracterizam esses períodos efetuaram-se análises discriminantes para cada uma das praias utilizando o pacote estatístico PRIMER v. 6 (Clarke e Warwick, 2001). Para avaliar a relevância dos contrastes entre os grupos pré-formados a partir da análise de agrupamento entre as estações, foi empregado o teste de permutação ANOSIM (*one way*) com base em 999 permutações das matrizes de distâncias calculadas com o índice de similaridade de Bray-Curtis. Para identificar os principais fatores que contribuíram para uma dissimilaridade/similaridade foi empregado o SIMPER através do programa PAST versão 2.11 (Hammer *et al.*, 2001)..

RESULTADOS

Caracterização das poças

De forma geral na praia do Araçagy durante o período de estiagem as poças apresentaram volume médio de $0,47\text{m}^3$, rugosidade de 1,2 e profundidade média de 15,09cm. Durante o período de maior precipitação os valores médios para o volume e rugosidade não se alteraram, entretanto a profundidade média aumentou para 15,9cm. A cobertura algal das poças da praia do Araçagy, representada principalmente pela espécie *Chaetomorpha aerea*, apresentaram médias de 46,2% e 47,8% de cobertura do substrato nos períodos seco e chuvoso, respectivamente (Tabela 1).

Na praia de Panaquatira as poças de maré apresentaram durante a estação seca volume médio de $0,52\text{m}^3$, rugosidade de 1,0 e profundidade média de 8,7cm. No período chuvoso a média do volume e da rugosidade das poças não se alterou, entretanto a profundidade média foi de 11,5cm. Quanto à cobertura algal, representadas principalmente pelas espécies *Cladophoropsis membranacea*, *Enteromorpha lingulata*, *Ulva fasciata* e *Rhizoclonium sp.*, as poças apresentaram valores muito próximos durante as duas estações com chegando a cobrir em média cerca de 48,0% e 47,7% da superfície do substrato nos períodos seco e chuvoso, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1: Características das poças de maré das praias do Araçagy (A) e de Panaquatira (B), MA, nas estações seca e chuvosa entre agosto de 2011 a junho de 2012: características morfométricas e grau de cobertura algal. * = média (mínima - máxima). Volume (m^3); Profundidade (cm); Rugosidade; Cobertura algal (%).

	ARAÇAGY		PANAQUATIRA	
	Seca*	Chuvosa*	Seca*	Chuvosa*
Volume	0,47 (0,07-1,89)	0,47 (0,07-1,89)	0,52 (0,17-0,89)	0,51 (0,17-0,89)
Profundidade	15,09 (7,43-33,9)	15,94 (9,6-26,7)	8,7 (3,3-15,2)	11,55 (8,3-16,9)
Rugosidade	1,27 (1,01- 2,07)	1,22 (1,0-1,53)	1,0 (0,9-1,19)	1,05 (0,83-1,19)
Cobertura Algal	46,25 (20-80)	47,85 (20-80)	48,07 (30-80)	47,7 (30-80)

Variáveis ambientais

Ao comparar os dados da figura 2A que mostra a variação média dos parâmetros ambientais das poças da praia do Araçagy, verifica-se que a temperatura da

água das poças de maré variou de 31,3°C a 26,1 °C, a taxa de oxigênio dissolvido de 7,2 mgL⁻¹ a 11mgL⁻¹, o pH de 8,3 a 7,8 e a salinidade de 37,1 a 26,2, respectivamente entre o período seco e chuvoso.

Os dados dos parâmetros ambientais da praia de Panaquatira, exibidos na figura 2B, demonstram que entre os períodos seco e chuvoso, a temperatura oscilou entre 33,4°C e 27,5 °C, a taxa de oxigênio obteve valores médios de 7,0mgL⁻¹ e 10,8mgL⁻¹, o pH girou em torno de 8,4 e 7,9 e a salinidade variou de 37,3 e 24,5, respectivamente.

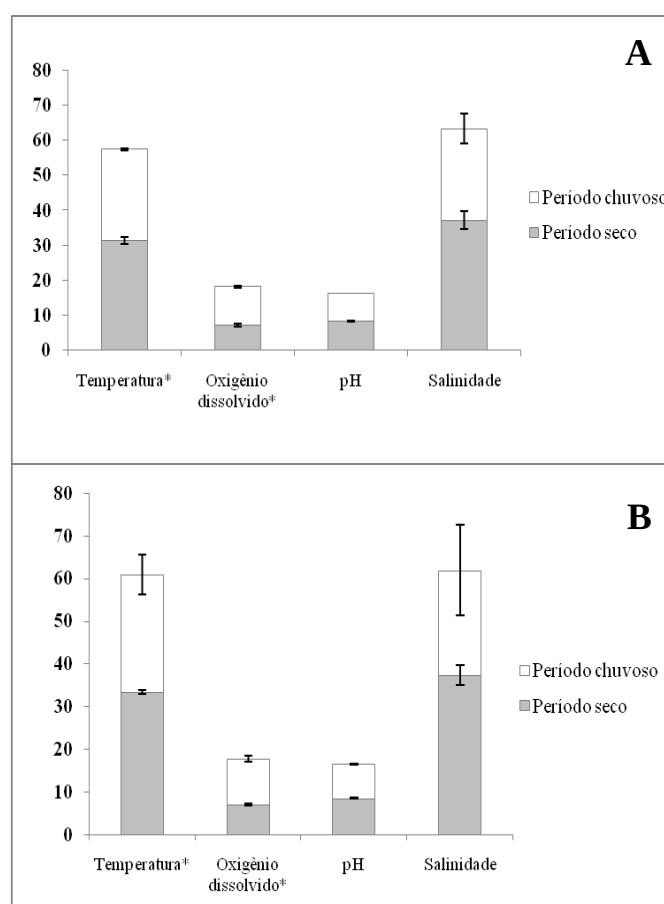


Figura 2: Variáveis ambientais das poças de maré (média ± desvio padrão) das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B), MA, entre os períodos seco e chuvoso. *Temperatura (°C); Oxigênio dissolvido (mgL⁻¹).

A Análise Discriminante realizada sobre uma matriz combinada de parâmetros ambientais e abundância de peixes das poças de maré demonstrou um modelo de segregação das poças de maré entre as estações seca e chuvosa para ambas as praias,

formando um agrupamento a esquerda formado pelas réplicas do período chuvoso e o agrupamento da direita representando as réplicas do período de estiagem (Figura 3).

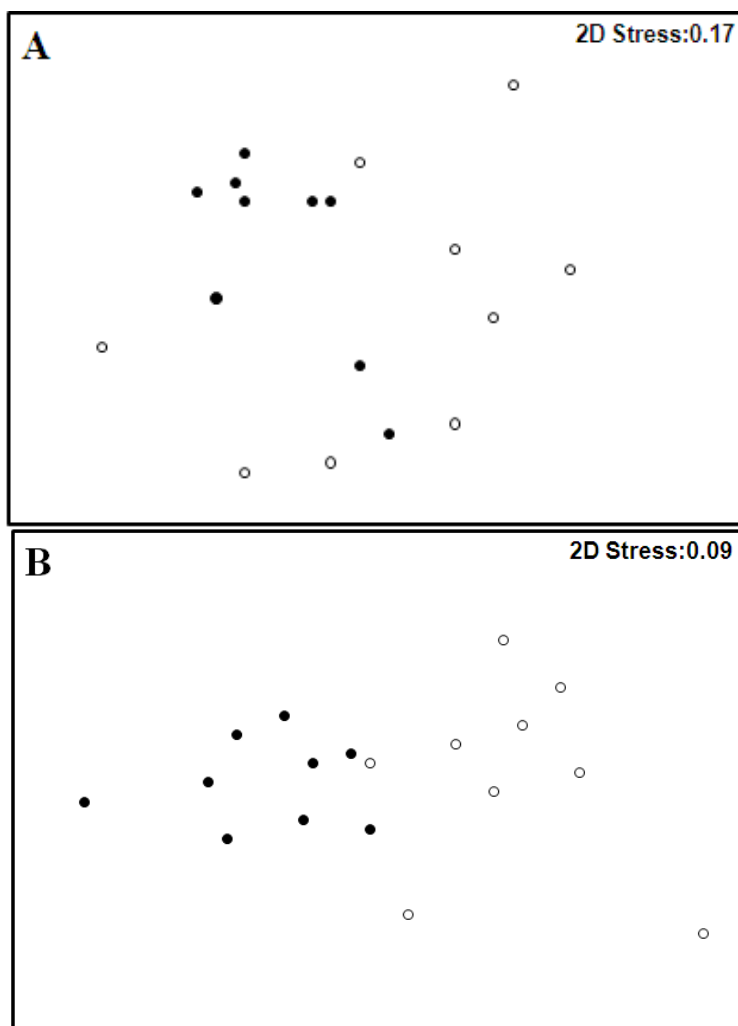


Figura 3: Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) baseado nas variáveis ambientais e abundância de peixes das poças de maré das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B) nos períodos seco e chuvoso, entre agosto/2011 e junho/2012. Legenda: bolinha aberta – estação seca; bolinha fechada – estação chuvosa.

A relevância dos contrastes entre os grupos pré-formados a partir da análise de agrupamento entre as estações foi significativa confirmada pelos dados do teste de permutação ANOSIM (*one way*) para a praia do Araçagy ($p=0,0001$ e $R=0,2672$) e para a praia de Panaquatira ($p=0,0001$ e $R=0,469$).

A análise SIMPER demonstrou que o fator que mais contribuiu para a dissimilaridade entre os grupos formados para as duas estações ambas as praias foi a

abundância de *Bathygobius soporator* com taxa de contribuição de 16,66% na praia do Araçagy e 40,32% em Panaquatira. O segundo fator de contribuição foi a abundância de *Omobranchus punctatus* no Araçagy e *Lutjanus alexandrei* em Panaquatira com taxa de 15,87% e 15,75%, respectivamente. Entre os parâmetros ambientais aqueles que mais colaboraram para dissimilaridade entre as estações em ambas as praias foram a taxa de oxigênio dissolvido e a salinidade, onde o primeiro fator foi o que mais destacou na praia do Araçagy com 6,7% e o segundo na praia de Panaquatira com 9,78% (Tabela 2).

Tabela 2: Porcentagem de similaridades/dissimilaridades (SIMPER) dos períodos seco e chuvoso das praias do Araçagy e Panaquatira, entre agosto de 2011 a junho de 2012.

ARAÇAGY		PANAQUATIRA	
Fator	Contrib. (%)	Fator	Contrib. (%)
Bsop	16,66	Bsop	40,32
Opun	15,87	Lale	15,75
Mcur	14,97	Salinidade	9,787
Mgua	9,234	Oxigênio Dissolvido	7,819
Mliz	8,222	Ljoc	5,159
Lale	7,084	Temperatura	4,112
Glut	6,931	Glut	2,657
Oxigênio Dissolvido	6,707	Dmac	2,523
Salinidade	6,216	Gfun	2,277
Temperatura	2,9	Lbuc	1,774
Ljoc	1,253	Opun	1,33
Stes	1,157	pH	1,18
Scri	1,064	Mliz	1,02
pH	0,8939	Aegm	1,007
Tnat	0,8374	Lpur	0,7668
Lpur	0	Acry	0,5544
Moce	0	Tnat	0,5122
Lbuc	0	Lana	0,5038
Cpsi	0	Moce	0,4969
Gfun	0	Cpsi	0,4541
Aegm	0	Stes	0
Acry	0	Mgua	0
Lana	0	Scri	0
Dmac	0	Mcur	0

Distribuição sazonal dos peixes

Durante as seis campanhas realizadas na praia do Araçagy foram coletados e identificados um total de 705 indivíduos da ictiofauna de poça de maré, sendo estes pertencentes de 3 ordens, 7 famílias e 11 espécies. No período seco compreendido entre os meses de agosto e dezembro, foram capturadas 10 espécies totalizando 303

indivíduos, enquanto no período chuvoso, de janeiro a julho, foram capturados 402 peixes identificados em sete espécies. Dentre os peixes capturados seis espécies foram comuns aos dois períodos, sendo elas *Lutjanus alexandrei*, *Genyatremus luteus*, *Mugil curema*, *Mugil gaimardianus*, *Omobranchus punctatus* e *Bathygobius soporator* (Tabela 3).

Na praia de Panaquatira foram capturados um total de 1075 indivíduos distribuídos em 4 ordens, 10 famílias e 15 espécies. Durante o período seco foram coletados 754 peixes totalizando 12 espécies e no período de chuva foram capturados 321 indivíduos, sendo identificadas oito espécies. Dentre os peixes capturados cinco espécies foram comuns aos dois períodos, sendo elas *Gymnothorax funebris*, *Myrichthys ocellatus*, *Lutjanus alexandrei*, *Omobranchus punctatus* e *Bathygobius soporator* (Tabela 3).

Tabela 2: Lista taxonômica segundo a classificação de Eschemeyer e Fong (2010) e número de peixes capturados por espécie nos períodos seco e chuvoso nas praias do Araçagy e Panaquatira, entre agosto de 2011 e junho de 2012.

Espécie	Praia do Araçagy		Praia de Panaquatira	
	Período Seco	Período Chuvoso	Período Seco	Período Chuvoso
<u>ORDEM ANGUILIFORMES</u>				
FAMÍLIA MURAENIDAE				
<i>Gymnothorax funebris</i> RANZANI, 1839 – (Gfun)*	-	-	3	2
FAMÍLIA OPHICHTHIDAE				
<i>Ahlia egmontis</i> (JORDAN, 1884) – (Aegm)*	-	-	2	-
<i>Myrichthys ocellatus</i> (LE SUEUR, 1825) – (Moce))	-	-	1	1
<u>ORDEM BATRACHOIDIFORMES</u>				
FAMÍLIA BATRACHOIDIDAE				
<i>Amphichthys cryptocentrus</i> (VALENCIENNES, 1837) – (Acry)*	-	-	1	-
<i>Thalassophryne nattereri</i> STEINDACHNER, 1876 – (That)*	2	-	-	1
<u>ORDEM PERCIFORMES</u>				
FAMÍLIA LUTJANIDAE				
<i>Lutjanus analis</i> (CUVIER, 1828) – (Lana)*	-	-	1	-
<i>Lutjanus alexandrei</i> MOURA E LINDEMAN, 2007 – (Lale)*	8	18	31	107
<i>Lutjanus jocu</i> (BLOCH E SCHNEIDER, 1801) – (Ljoc)*	-	7	-	23
<i>Lutjanus purpureus</i> (POEY, 1866) – (Lpur)*	-	-	2	-
FAMÍLIA HAEMULIDAE				
<i>Genyatremus luteus</i> (BLOCH, 1790) – (Glut)*	16	7	-	9
FAMÍLIA MUGILIDAE				
<i>Mugil curema</i> VALENCIENNES, 1836 – (Mcur)*	36	285	-	-
<i>Mugil gaimardianus</i> DESMAREST, 1831 – (Mgai)*	41	27	-	-
<i>Mugil liza</i> VALENCIENNES, 1836 – (Mliz)*	47	-	3	-
FAMÍLIA BLENNIDAE				

<i>Omobranchus punctatus</i> (VALENCIENNES, 1836) – (Opun)*	71	40	3	1
<i>Scartella cristata</i> (LINNAEUS, 1758) – (Scri)*	2	-	-	-
FAMÍLIA ELEOTRIDAE				
<i>Dormitator maculatus</i> (BLOCH, 1792) – (Dmac)*	-	-	10	-
FAMÍLIA GOBIIDAE				
<i>Bathygobius soporator</i> (VALENCIENNES, 1837) – (Bsop)*	77	18	696	177
ORDEM TETRAODONTIFORMES				
FAMÍLIA TETRAODONTIDAE				
<i>Colomesus psittacus</i> (BLOCH E SCHNEIDER, 1801) – (Cpsi)*	-	-	1	-
<i>Sphoeroides testudineus</i> (LINNAEUS, 1758) – (Stes)*	3	-	-	-

*Abreviatura dos nomes científico das espécies

Quanto à abundância das espécies por estação na praia do Araçagy, observou-se que no período seco *B. soporator* e *O. punctatus* foram as espécies mais representativas com 25,4% e 23,4%, respectivamente. No período de maior precipitação *M. curema* foi a mais abundante representando 70,8% da totalidade de peixes coletados nessa estação (Figs. 4A1 e 4A2). Na praia de Panaquatira a espécie mais abundante nos dois períodos foi *B. soporator* representando 92,3% e 55,1% do total de peixes capturados, nos períodos de menor e maior precipitação, respectivamente (Figs. 4B1 e 4B2).

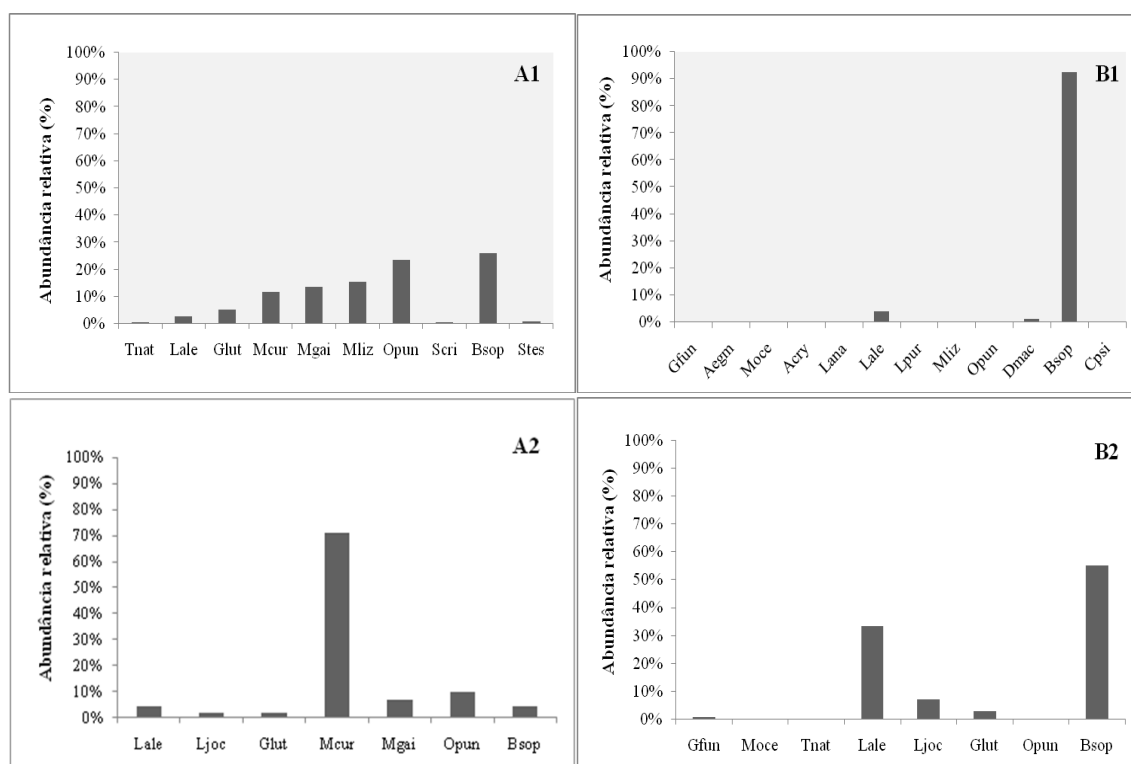


Figura 4: Abundância das espécies de peixes coletados em poças de maré por estação das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B) entre agosto/2011 e junho/2012. A área sombreada representa a estação seca.

A diversidade da praia do Araçagy durante a campanha foi baixa para as duas estações com valores variando entre 1,8 e 1,0 nas estações seca e chuvosa, respectivamente (Fig. 5A1). A equitabilidade foi considerada alta em ambas as estações apresentando valores superiores a 0,5 (Fig. 5A2). Para a praia de Panaquatira o índice de Shannon apresentado demonstra uma diversidade muito baixa para ambas as estações com valores entre 0,3 e 1,0 nos períodos de menor e maior precipitação, respectivamente (Fig. 5B1). Quanto a equidade, ambas as estações apresentaram valores inferiores 0,5 o que demonstra uma baixa uniformidade entre as espécies (Fig. 5B2).

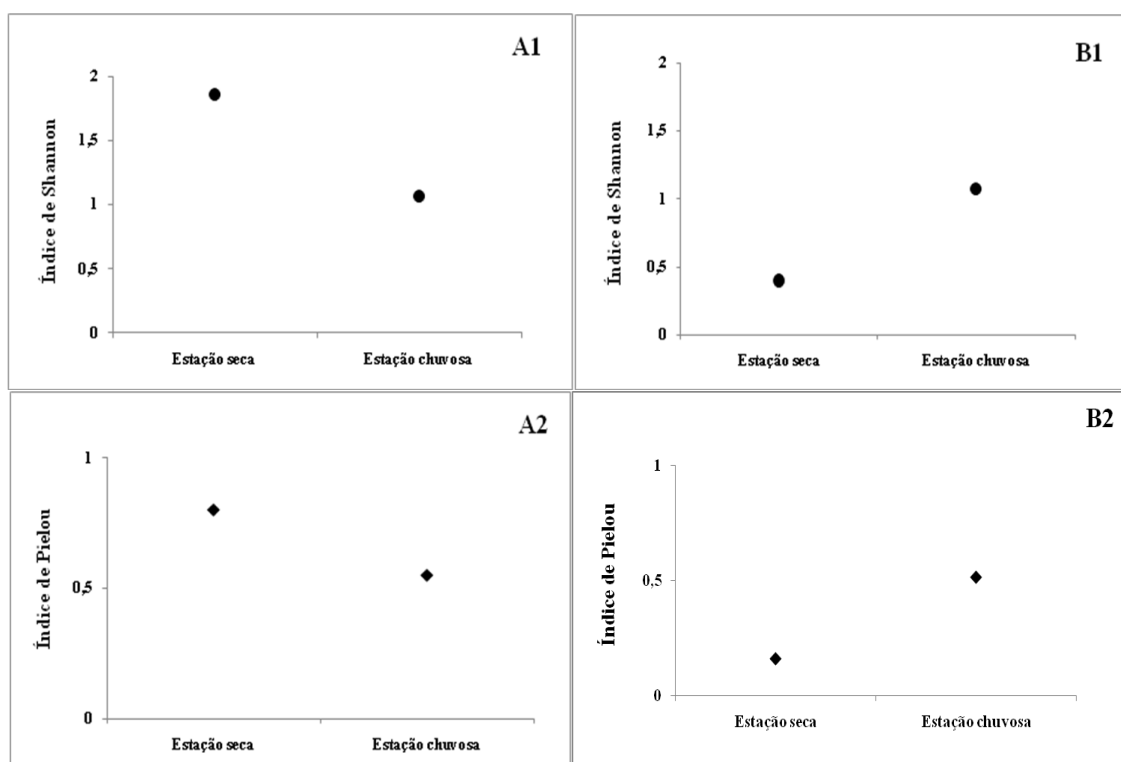


Figura 5: Índice de diversidade de Shannon-Wiener e de equitabilidade de Pielou das poças de maré das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B) por estação, no período de agosto/2011 a junho/2012.

A comunidade de peixes em poça de maré da praia do Araçagy foi composta basicamente por indivíduos com tamanho corporal inferior a 5 cm com representação de 80% e 90% nos períodos seco e chuvoso (Fig. 6A). A praia de Panaquatira, por sua vez demonstrou que a maioria dos espécimes coletados apresentaram comprimento variando entre 5 e 10 centímetros em todos as estações com percentual de 80% no período seco e 57% no período chuvoso (Fig. 6B).

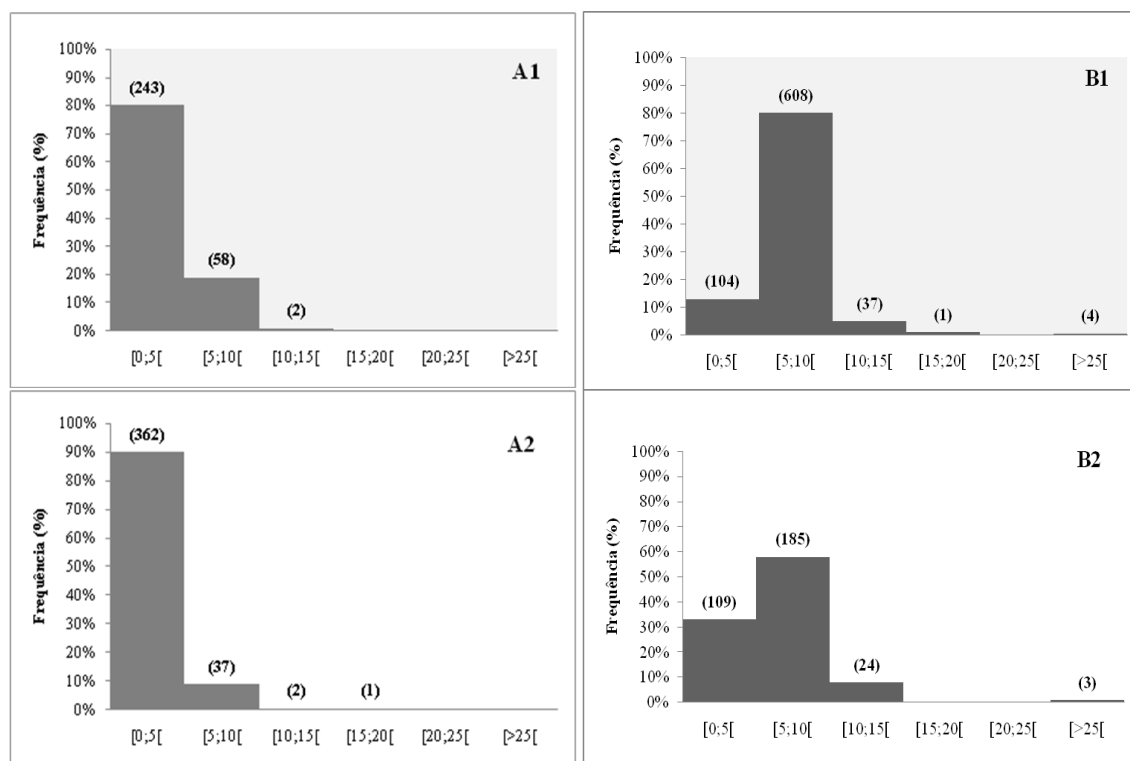


Figura 6: Distribuição das classes de tamanho corporal, em centímetros, de peixes em poças de maré das praias do Araçagy (A) e Panaquatira (B) coletados nos períodos seco e chuvoso entre os meses de agosto/2011 e junho/2012. A área sombreada representa a estação seca.

DISCUSSÃO

Variações marcantes na temperatura da água, na salinidade e nas condições climáticas são consideradas importantes na determinação da sazonalidade das comunidades ictiológicas que utilizam poças de maré em algum momento do ciclo de vida. No presente estudo observou-se uma notória segregação estacional na comunidade de peixes das poças de maré estudadas. Essa sazonalidade foi baseada principalmente na

flutuação dos parâmetros ambientais bem como na abundância das espécies frente às condições de seca e chuva.

Foi observada a existência de um padrão sazonal de temperatura para ambas as praias, onde os valores máximos na estação seca foram 33,3°C na praia do Araçagy e 34,5°C na praia de Panaquatira, enquanto na estação chuvosa esse parâmetro chegou a medir valor mínimo de 25°C na praia do Araçagy e 22,6°C em Panaquatira. A salinidade também apresentou sazonalidade bem definida com valores máximos de 40 na estação seca para ambas as praias e mínimo na estação chuvosa de 19 e 13 nas praias do Araçagy e Panaquatira, respectivamente. Esse comportamento de variação sazonal nos parâmetros ambientais (salinidade e temperatura) em poças de maré também foi observado por Macieira & Joyeux (2011) ao estudar padrões de distribuição de peixes em poças de maré na costa do Espírito Santo.

A temperatura da água é considerada como um importante parâmetro, uma vez que, ela interfere na fisiologia dos organismos, entretanto, nesse estudo a salinidade e o teor de oxigênio dissolvido foram as variáveis físico-químicas que mais influenciaram o padrão de segregação estacional das comunidades ictiológica das poças estudadas concordando com o exposto por Horn *et al* (1999) onde afirmaram que as variações dos parâmetros físico-químicos principalmente a temperatura e a salinidade são fatores ambiental importantes no controle dos processos metabólicos, influenciando também na distribuição e no comportamento de muitas espécies de peixes. Entretanto, os dados discordam de Castellanos-Galindo *et al.* (2005) que afirmaram a inexistência da influência da variação dos fatores ambientais em tal comportamento.

A abundância de *B. saporator* foi o fator mais marcante na formação dos agrupamentos sendo responsável por 40% da taxa de contribuição. Os altos valores de abundância dessa espécie em ambas as praias pode ser explicado pelo fato de as espécies da família Gobiidae serem eutérmicas, eurialinas, resistente à dessecação e a hipóxia, segundo Fanta (1997) ao analisar o comportamento e o ritmo circadiano de *B. saporator* sob a influência ambiental de salinidade e de temperatura.

No presente estudo, a riqueza específica dos peixes variou entre as estações, sendo explicada principalmente pelo teor de oxigênio dissolvido na praia do Araçagy e pela salinidade na praia de Panaquatira. Esses dados corroboram com os resultados de

Davis (2000) e de Griffiths (2003) por afirmar que as variações ambientais que ocorrem entre as estações influenciam e determinam a composição e abundância dos peixes em escalas temporais.

A maior riqueza específica apresentado por ambas as praias durante o período seco pode ser explicado pelo fato de que, em geral, durante o período chuvoso há uma maior disponibilidade de alimento no infralitoral devido ao carreamento de nutrientes advindos de sistemas fluviais e da lixiviação continental provocada pelas chuvas. Assim, durante o período de chuva, a maior disponibilidade de alimento no ambiente infralitoral pode diminuir a probabilidade de captura de espécies transientes nas poças que buscam nesses locais, entre outras coisas, alimentos e acabam ficando aprisionadas. Adicionalmente, o aumento da turbidez da água do mar nesse período dificulta a predação no ambiente infralitoral e minimiza a necessidade dessas espécies de buscarem refúgio nas poças. Sobre isso Wilber *et al.* (2003) afirmaram que fatores físico-químicos, como turbidez, salinidade e tipo da maré influenciam na ocorrência e na abundância de peixes na zona de arrebentação. Além disso, a baixa riqueza específica no período chuvoso pode está ligada à incapacidade de osmorregulação ativa de algumas espécies, característica necessária ao animal que vive sob condições de salinidades variáveis.

Em termos de abundância, a praia do Araçagy apresentou maior percentual na estação chuvosa, com *M. curema* sendo responsável por 70% das capturas. A grande quantidade dessa espécie nesse período pode ser explicada pelo fato de *M. curema* migrar para áreas mais profundas no período seco para se reproduzir e mais tarde, durante o período chuvoso, tendo os alevinos e juvenis buscando locais mais rasos, como as poças de maré para viver e se alimentar até atingirem tamanho corporal suficiente para regressarem ao mar (Froese & Pauly, 2013). Sobre isso, Lowe-McConnell (1987) e Mariani (2001) afirmaram que ciclos de reprodução em áreas tropicais são na maioria das vezes influenciados pelas mudanças sazonais de ventos e chuvas e que as flutuações sazonais na abundância de peixes ao longo do ano geralmente resultam de picos de recrutamento. Complementando esse pensamento, Akin *et al.* (2005), ao analisarem estrutura de comunidade de peixes estuarinos, afirmaram que os padrões de ocorrência temporal de algumas espécies dependem de sua

biologia reprodutiva, principalmente daquelas que utilizam esses ambientes somente durante uma fase do seu ciclo de vida.

A praia de Panaquatira apresentou maior abundância no período de estiagem com captura de 754 indivíduos representados em cerca de 90% pela espécie *B. soporator*. Essa abundância de indivíduos do período seco decaiu grandemente no período chuvoso, e uma das explicações pode consistir no fato de que situações de chuva levam à diminuição considerável da concentração de sais nas poças, o que poderá ultrapassar os limites mínimos de tolerância para este fator, podendo ocasionar a morte de indivíduos que não conseguem regular-se osmoticamente, conforme explica Horn *et al* (1999).

A diversidade biológica para as poças variou de baixa, na praia do Araçagy, a muito baixa, em Panaquatira. Na primeira praia, embora a equitatividade tenha sido superior a 0,5 em ambas as estações, o período seco apresentou maior valor devido à abundância de *M. curema* no período chuvoso.

Em Panaquatira houve uma baixa equitabilidade em ambos os períodos devido à dominância de *B. soporator* em todas as coletas realizadas. Essa conclusão é concordante com os resultados de Rosa *et al.* (1997) e Nunes *et al.*, (2011), onde estes últimos autores citam a família Gobiidae como uma das mais representativas da fauna de pequenos peixes litorâneos residentes de poças de maré do litoral maranhense. Sobre isso, Horn *et al.* (1999) afirmaram que capacidade de adaptação das espécies residentes pode ser compreendida através da presença de atributos que lhes permitem sobreviver às condições constantes de estresse das poças.

A maioria dos peixes coletados em ambas as estações para as duas praias estudadas foram indivíduos juvenis, bem camuflados e de pequeno porte. Essa característica é importante, pois permite aos peixes explorarem melhor os inúmeros microhabitats existentes minimizando o efeito das variações ambientais (Horn *et al.*, 1999), ao longo do tempo.

Os resultados obtidos nesse estudo confirmam a hipótese de que a variação sazonal dos fatores abióticos afeta a estrutura de comunidade dos peixes em poças de marés das praias do Araçagy e Panaquatira onde o fator salinidade, por ter variado em

função das precipitações, consistiu na principal forçante responsáveis pela sazonalidade na composição, riqueza, abundância e distribuição estacional das espécies.

Sugere ainda que padrões de migrações temporais de espécies juvenis do infralitoral também contribuíram para a estruturação das comunidades ictiológicas, onde a sincronia entre os períodos seco e chuvoso desempenha um papel muito importante no ciclo de vida de vários peixes, em particular, de espécies que desovam no mar e migram para as poças quando juvenis utilizando-as como berçário, ou ainda, daquelas espécies que vivem no ambiente infralitoral mas usam esses ambientes para reprodução e/ou desova.

Lapsos existentes no conhecimento causam dificuldades na compreensão biológica e ecológica de qualquer sistema. Nesse sentido espera-se que novos estudos sejam propostos em outras localidades ainda não estudadas e que, ao mesmo tempo, ocorra o controle das áreas abrangidas, uma vez que ainda é desconhecido pela comunidade científica um grande número de espécies, bem como informações sobre a importância das poças de maré em seus ciclos de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Chico Mendes pela autorização para a realização das coletas (SISBIO nº 30346-1). Ao Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática - LabPea da UEMA pela permissão de uso do espaço para as análises laboratoriais. À FAPEMA pelo suporte financeiro concedido ao projeto. A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado cedida pelo Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da UFMA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akin, A.; Buhan, E.; Winemiller, K.O. & Yilmaz, H. 2005. Fish assemblage structure of Koycegiz Lagoon-Estuary, Turkey: Spatial and temporal distribution patterns in relation to environmental variation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64: 671-684p.

Almada V. C. e Faria, C. 2004. Temporal variation of rocky intertidal resident fish assemblages – patterns and possible mechanisms with a note on sampling protocols. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* (2004) 14: 239-250p.

Carpenter, K. E (ed). 2002a. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication*. Nº 5. Rome, FAO. 599p.

Carpenter, K. E (ed). 2002b. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 2: Bony fishes part 1 (*Acipenseridae to Grammatidae*) *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication*. Nº 5. Rome, FAO. 1373p.

Carpenter, K. E (ed). 2002c. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 3: Bony fishes part 2 (*Opistognathidae to Molidae*), sea turtles and marine mammals. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication*. Nº 5. Rome, FAO. 2127p.

Castellanos-Galindo, G. A., A. Giraldo, and E. A. Rubio. 2005. Community structure of an assemblage of tidepool fishes on a tropical eastern Pacific rocky shore, Colombia. *Journal of Fish Biology*. 67:392–408.

Cavalcanti, E. A. H. & Larrazábal, M. E. L. 2004. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (Segunda Expedição Oceanográfica - REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). *Revista Brasileira de Zoologia* 21(3):467-475.

Clarke, K. R.; Warwick, R. M. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, Plymouth, 144 p.

- Cunha, F. E. A.; Monteiro-Neto, C. & Nottingham, M. C. 2007. Temporal and spatial variations in tidepool fish assemblages of the northeast coast of Brazil. *Biota Neotropica*, vol. 7, nº 1.
- Davis, J. L. D. 2000. Spatial and seasonal patterns of habitat partitioning in a guild of southern California tidepool fishes. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 196: 253-268p.
- Fanta, E. 1997. Behaviour and circadian rhythm of the fish *Bathygobius soporator* Valenciennes (Gobiidae) under the influence of environmental salinity and temperature. *Revista brasileira de Zoologia* 14 (1): 221 - 244,1997p.
- Feitosa, A. C. & J. R. Trovão. 2006. Elementos naturais da paisagem, p. 61–88. : A. C. Feitosa; J. R. Trovão (Eds). *Atlas Escolar do Maranhão*: João Pessoa, Ed. Grafset, 207p.
- Feitosa, C. V.; Pimenta, D. A. S.; Araújo, M. E. 2002. Hábito alimentar e morfologia do trato digestivo de alguns peixes de poças de maré, no estado do Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*. v.35, 97-105p.
- Froese, R. & Pauly, D. (Editores). 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. (acesso em janeiro de 2013).
- Griffiths, S. P. 2003. Rockpool ichthyofauna of temperate Australia: species composition, residency and biogeographic. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 58, 173–186p.
- Griffiths, S. P.; West, R. J.; Davis, A. R. 2003. Effects of intertidal elevation on the rockpool ichthyofaunas of temperate Australia. *Environmental Biology of Fishes*, v. 68, 197-204p.
- Hammer, Ø.; Harper, D. A. T.; Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistical software package for education and data analysis. *Palaeontological Electronica*, v. 4, 1–9p.
- Horn, M. H.; Martin, K. L. M.; Chotkowski, M. A. Introduction. 1999. In: *Intertidal Fishes: life in two worlds*. Horn, M. H.; Martin, K. L. M.; Chotkowski, M. A. Academic Press, p. 1-6.

- Lowe-McConnell, R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, Cambridge. Disponível em <http://books.google.com.br/Ecological+studies+in+tropical+fish+communities>. (Acesso em 4 de janeiro de 2013)
- Macieira R. M & Joyeux, J. C. 2011. Distribution patterns of tidepool fishes on a tropical flat reef. Fishery Bulletin 109(3). National Marine Fisheries Service. p. 305 – 315.
- Mariana, S. 2001. Can spatial distribution of ichthyofauna describe marine influence on coastal lagoons? A central Mediterranean case study. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v.52, p.261–267.
- Nunes, J. L. S.; Pascoal, N. G. A.; Piorski, N. M. 2011. Peixes intertidais do Maranhão. In: Peixes marinhos e estuarinos do Maranhão. Nunes, J. L. S. Coletânea de artigos (ensaios), p. 105-124.
- Ricklefs, R. E. 2003. A economia da natureza. 5ª Edição. Guanabara Koogan. 542p.
- Rosa, R. S.; Rosa, I. L. & Rocha, L. A. 1997. Diversidade da ictiofauna de poças de maré da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 14 (1): 201-212.
- Santos, J. H. S.; Tarouco, J .E .F ; Souza, B. B. Q. ; Mochel, F. R. 2004. Características geológicas e geomorfológicas da Baía de São Marcos, Golfão Maranhense - MA.. In: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. São Luís - MA. Geomorfologia: interfaces, aplicações e perspectivas, v. 2. p. 1-7.
- Santos, L. A.; Feres, S. J. C.; Lopes, A. T. L. 2007. Fauna de bivalves da praia de Panaquatira, Ilha de São Luís - MA. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.
- Smith, K. J. & Able, K. W. 1994. Salt-Marsh tide pools as winter refuges for the Mummichog, *Fundulus heteroclitus*, in New Jersey. Estuaries. vol. 17, nº. 18, p.226-234.

Tarouco, J. E. F.; Santos, J. H. S. 1997. Morfodinâmica da praia do Araçagy, Paço do Lumiar – Maranhão. Anais apresentado no I Fórum latino-americano de geologia física aplicada, Vol. I, Curitiba, PR.

Wilber, D. H.; Clarke, D. G.; Burlos, M. H.; Ruben, H. & WILL, R. J. 2003. Spatial and temporal variability in surf zone fish assemblages on the coast of northern New Jersey. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 56:291-304p.