



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

JOSÉ CARLOS ALBUQUERQUE ALVES

**INFLUÊNCIA DA COMPLEXIDADE DAS POÇAS DE MARÉ SOBRE A
ICTIOFAUNA NO ESTUÁRIO DO RIO MAMANGUAPE, PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE
2017**

JOSÉ CARLOS ALBUQUERQUE ALVES

**INFLUÊNCIA DA COMPLEXIDADE DAS POÇAS DE MARÉ SOBRE A
ICTIOFAUNA NO ESTUÁRIO DO RIO MAMANGUAPE, PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Biologia.
Área de concentração: Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha.

Coorientador: MSc. Natalice dos Santos Sales.

**CAMPINA GRANDE
2017**

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

A474i Alves, José Carlos Albuquerque.
Influência da complexidade das poças de maré sobre a ictiofauna no estuário do rio Mamanguape, Paraíba [manuscrito] : / Jose Carlos Albuquerque Alves. - 2017.
27 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2017.

"Orientação : Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha, Departamento de Biologia - CCBS."

1. Guildas ecológicas. 2. Peixes recifais. 3. Ictiofauna.

21. ed. CDD 577.64

JOSÉ CARLOS ALBUQUERQUE ALVES

INFLUÊNCIA DA COMPLEXIDADE DAS POÇAS DE MARÉ SOBRE A ICTIOFAUNA
NO ESTUÁRIO DO RIO MAMANGUAPE, PARAÍBA

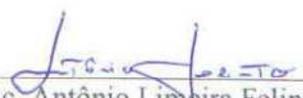
Artigo apresentado ao Curso de Graduação em
Ciências Biológicas da Universidade Estadual
da Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de Licenciado em Biologia.

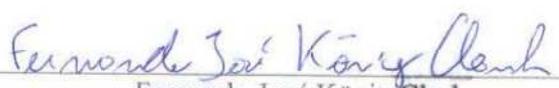
Área de concentração: Ecologia.

Aprovado em: 12 / 12 / 2017.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


MSc. Antônio Limeira Felinto de Araújo
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)


Fernando José König Clark
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À Deus, à minha família, aos meus amigos, ao meu orientador, à minha coorientadora e à todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a construção e conclusão deste trabalho, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho não é fruto de esforço e dedicação apenas, mas sim de toda amizade, carinho e amor que recebi de grandes pessoas que me prestigiaram ao longo da vida. À todos vocês muito obrigado.

A toda minha família com quem compartilhei muitos momentos de amor, carinho, aprendizado, companheirismo e diversão, em especial aos meus pais, Maria do Socorro Albuquerque Alves e Carlos Antônio da Silva Alves, que me passaram muitos valores importantes para a vida, dedicaram ensinamentos, carinho, atenção e amor. Aos meus irmãos, Karla Heloisa, Emanuel Carlos, Antônio Carlos e ela que é (uma peste véa!), mas representa uma segunda irmã pra mim Ionally, vocês são importantíssimos na minha vida e foram com quem compartilhei as melhores travessuras e diversões. Também a ele que me deu o pontapé inicial falando a primeira vez sobre André e assim me encaminhando ao melhor dos laboratórios da UEPB, Ribamar sou muito grato a você.

Ao meu avô José Emídio de Albuquerque (*in memoriam*), que se foi muito cedo mas deixou para nós o exemplo do quão longe se pode chegar, que grandes coisas são possíveis até mesmo ao mais simples dos homens e que devemos persistir nos nossos sonhos mesmo quando somos considerados loucos. É vovô, parece que é como disse Renato Russo, “É tão estranho, os bons morrem jovens. Assim parece ser quando me lembro de você, que acabou indo embora cedo de mais”.

Aos meus amigos que já não vejo frequentemente Jonas Carvalho e Juliana Araújo (garota do pó mágico), vocês estão no meu coração, são companheiros extraordinários, com vocês vivi momentos incríveis, vocês me apoiaram em momentos difíceis e me proporcionaram muitos outros divertidos.

A ela que me deu apoio em muitos momentos difíceis, que me ajuda em praticamente tudo, que tem uma joia rara como vovô, que é uma das personalidades mais fortes que conheço, que esteve comigo nessa caminhada da graduação, que está sempre comigo pra cima e pra baixo naquela motoca, que me ensina tanto, que aguenta toda minha chatice como amigo, que prepara o melhor bolo de abacaxi do mundo, que tem o abraço mais gostoso de todos, que é uma das pessoas mais grandiosas que já conheci, você Elizabeth Amorim (Beth), muito te devo por todas as vezes que escutei você dizer, “Olha, eu não acho isso certo”, saiba que eu aprendo muito contigo e sinto um carinho enorme por essa pernambucana que já tá virando paraibana, tua mãe que me perdoe, mas torço muito por isso kkk, te desejo toda felicidade do mundo.

Agradeço aos amigos e família de laboratório, vocês fazem eu me sentir em casa, todos os momentos felizes e os tristes que passamos, o companheirismo de vocês, a

amizade, o carinho, as broncas, as brincadeiras, o acolhimento, as aventuras na viagem para o EBI, as coletas, o trabalho no LEP, são todos de suma importância porque nosso vínculo com o Laboratório de Ecologia de Peixes acaba, mas nosso vínculo com a família LEP não, por isso agradeço a todos vocês imensamente. Agradeço também a seu Arlindo que é um de nossos melhores integrantes, como ele mesmo disse “aqui na maré, eu é quem sou o professor”, devemos muito a essa figura emblemática de Barra, aprendemos muito e sem falar nas aulas extras de pilotagem de barco.

Quero agradecer a Maria Luísa (Malu), por ter me ajudado tanto nesse trabalho, mesmo com todas as minhas perturbações, chatices e jeito peculiar de organizar as planilhas (kkkkk). Pelas tantas vezes que me cobrou o que André e Nat pediam, por ter acompanhado esse trabalho e me apoiado quando as coisas não iam muito bem. A você Malu desejo grande sucesso no mestrado, no restante da sua carreira acadêmica e na vida, porque dentro dessa menina “onça” existe uma menina bondosa e atenciosa disposta a ajudar.

Agradeço imensamente a uma pessoa que foi fundamental pra esse trabalho, se não fosse por ela eu provavelmente não teria conhecido um dos ambientes mais interessantes daquele estuário e realizado esse trabalho, ela que é referência pra mim, que desperta o desejo de ir mais longe, que é admirável não só na academia mas também na vida, que mostra garra e força em tudo, que tem o dom de aconselhar, que sempre ajuda a organizar nosso trabalho e nossas festas, que é prestativa e generosa, que é dona de uma bondade excepcional mas que sabe dar broncas como ninguém se necessário, Natalice (Nat), só tenho a te agradecer por tudo.

E em especial agradeço a esse verdadeiro pai científico e grandioso ser humano, André Luiz Machado Pessanha, por essa dedicação não só intelectual, mas principalmente afetiva, não é a toa quando dizem “André é o cara”, com o senhor aprendemos lições científicas e para a vida também, nos sentimos realmente acolhidos quando chegamos, o senhor é uma inspiração para nós e nos mostra a cada dia que, essa faze de “alevino” é só uma parte do percurso, um dia podemos nos tornar “peixões” e ganhar os mares. Quando escutamos de ti que somos a base da cadeia científica da UEPB, nos damos conta de que aquele laboratório do subsolo das Três Marias gera muitos frutos valiosos e que não somos só mais um na multidão. Ao senhor desejo todas as felicidades, conquistas, bons “cardumes” para o LEP, muita saúde e longevidade para continuar realizando esse trabalho tão bonito e importante nas vidas destes “peixes” que chegam a ti e são acolhidos com tanto carinho.

Consagre ao Senhor tudo o que você faz,
e os seus planos serão bem-sucedidos.
Provérbios 16:3.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
2	METODOLOGIA	09
2.1	Área de estudo	09
2.2	Amostragem e procedimento em laboratório	10
2.3	Categorias ecológicas	11
2.4	Análise dos dados	11
3	RESULTADOS	12
3.1	Fatores ambientais	12
3.2	Composição e estrutura da ictiofauna	14
3.3	Influências dos fatores ambientais sobre a ictiofauna	18
3	DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	20
	REFERÊNCIAS	23

INFLUÊNCIA DA COMPLEXIDADE DAS POÇAS DE MARÉ SOBRE A ICTIOFAUNA NO ESTUÁRIO DO RIO MAMANGUAPE, PARAÍBA

José Carlos Albuquerque Alves¹

RESUMO

As poças de maré são consideradas habitats com alta complexidade estrutural, isso tem sido apontado como fator que favorece a ocorrência de diferentes guildas ecológicas nesses habitats, mesmo sendo um dos ambientes mais estressantes, devido às condições físicas e químicas as quais estão sujeitas na área intertidal, atraindo diversas espécies de peixes principalmente recifais. Dada à importância destas espécies, este estudo objetivou avaliar a influência da complexidade do habitat na ictiofauna das poças de maré do costão arenítico do Rio Mamanguape. Os peixes foram anestesiados com uso do óleo de cravo nas poças de maré e coletados com rede de aquário em três diferentes pontos ao longo do costão arenítico estudado, com três repetições para cada ponto. As amostragens foram distribuídas em cinco excursões ao longo dos anos de 2015 e 2016 sendo três na estação seca e duas na chuvosa. Foram registradas 16 espécies de peixes, destacando-se as famílias Blenniidae e Gobiidae que tiveram o maior número de espécies registradas. As espécies mais abundantes durante o estudo foram *Scartella cristata* e *Bathygobius geminatus*. Os resultados apontaram que a complexidade influenciou a composição e estrutura da ictiofauna das poças de maré amostradas, com destaque para as poças de alta e média complexidade que apresentaram as maiores médias de riqueza e abundância, devido ao maior número de recursos disponíveis para tais espécies intertidais.

Palavras-Chave: Guildas ecológicas, Peixes recifais, Ictiofauna.

1 INTRODUÇÃO

Entre o continente e o mar há uma faixa de transição que periodicamente encontra-se emersa e submersa pelo efeito das marés, sendo definida como área entremarés ou zona intertidal (CLARK, 1996; DAY, 2006). Estas áreas dispõem habitats altamente produtivos, dinâmicos e ecologicamente importantes para muitos organismos marinhos (CONNELL, 1972; KNOX, 2001; AMARAL, 2008). Além disso, as zonas intertidais constituem um ambiente muito estressante (GRIFFITHS; DAVIS; WEST, 2006), exigindo dos peixes que usam estes habitats, adaptações morfológicas,

¹ Aluno de Graduação em Ciências Biológicas na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.
Email: jcarlos584@gmail.com

fisiológicas, como euritermia, e/ou comportamentais, como a tigmotaxia, que consiste no comportamento de se fixar ao substrato, apresentado por peixes que vivem em habitats estressantes (GRIFFITHS; WEST; DAVIS, 2003).

Na zona intertidal é possível encontrar as poças de maré, que representam corpos de água que se formam em depressões ou cavidades do substrato durante a maré baixa. São ambientes, portanto, intermitentes, permanecendo isolados do oceano até a próxima maré alta (METAXAS & SCHEIBLING, 1993; HORN *et al.*, 1999). Normalmente durante a maré baixa os peixes desse ambiente ficam concentrados nesse espaço, sofrendo a ação das variáveis físicas e químicas, como a temperatura e salinidade. Esses fatores ambientais são preditores para a estrutura das assembleias de peixes e estão inerentemente relacionadas com o tempo de duração do isolamento da poça (GIBSON, 1986). Assim, o isolamento tem sido sugerido como sendo um fator determinante para o estabelecimento e a manutenção de uma comunidade de peixes de poças de maré (GIBSON, 1972).

As poças de maré funcionam como áreas de reprodução, berçário e refúgio (MAHON & MAHON, 1994; GIBSON & YOSHIYAMA, 1999), e atraem diversas espécies de peixes recifais devido à grande disponibilidade de alimento e baixa pressão de predação, além de apresentar características semelhantes aos recifes de corais (PARRISH, 1989; NANJO *et al.*, 2014). As poças têm suas características físico-químicas renovadas a cada ciclo de maré. Além disso, a complexidade e as características das poças, como por exemplo, a área e o volume, são determinantes para a riqueza, biomassa, abundância e distribuição das assembleias de peixes encontradas (MEAGER *et al.*, 2005).

As características ambientais, como a morfologia das poças de maré (DAVIS, 2000; MACIEIRA & JOYEUX, 2011), a cobertura do substrato (DAVIS, 2000; ARAKAKI & TOKESHI, 2011) e a complexidade do habitat (GRIFFITHS *et al.*, 2006; ROJAS & OJEDA, 2010; ARAKAKI & TOKESHI, 2012) modulam no espaço e no tempo a estrutura e composição das assembleias de peixes das poças de maré. Destes, a complexidade do habitat tem sido considerado um dos descritores mais importantes para determinar as diferenças das assembleias de peixes encontradas em cada poça, por promover uma maior proteção contra a predação, maior disponibilidade de microhabitats e abundância de alimento (NANJO *et al.*, 2011). Os peixes juvenis preferem os habitats mais complexos, pois aumentam a disponibilidade de alimento e

minimizam a predação; quando se tornam adultos alguns destes indivíduos tendem a migrar para outras áreas em resposta a mudanças de necessidade alimentar, eficiência de forrageamento e vulnerabilidade a predadores (OLIVEIRA, 2016).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivos: avaliar a influência da complexidade das poças de maré na riqueza e abundância das espécies de peixes presentes em um recife arenítico formado na foz do estuário do rio Mamanguape; analisar a composição biótica e abiótica aliada à influência temporal visando explicar a composição e distribuição das assembleias de peixes encontradas nas poças de maré.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O estuário do rio Mamanguape está localizado no litoral norte do estado da Paraíba, entre 6° 43' 02"S e 35° 67' 46" O (Figura 1). A sua extensão é de cerca de 25 km no sentido Leste-Oeste e de 5 km no sentido norte-sul, constituído por uma área de 16.400 hectares de manguezal que faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Barra de Mamanguape (CERHPB, 2004). Em sua foz encontramos uma formação de recife arenítico com cerca de 13 km de comprimento, que funciona como um “quebra mar”, e que foram formados pela litificação das areias cimentadas por carbonato de cálcio que correspondiam às linhas de praia (CARVALHO, 1983).

O clima da região é do tipo AS' de Köppen, quente e úmido. Segundo dados da AESA (2017), a estação chuvosa tem início em fevereiro, prolongando-se até julho, com precipitações máximas nos meses de abril, maio e junho; a estação seca ocorre na primavera-verão, com estiagem mais rigorosa nos meses de outubro a dezembro. A precipitação anual normal situa-se entre 1750 e 2000 mm anuais e a temperatura média de 24-26 °C.

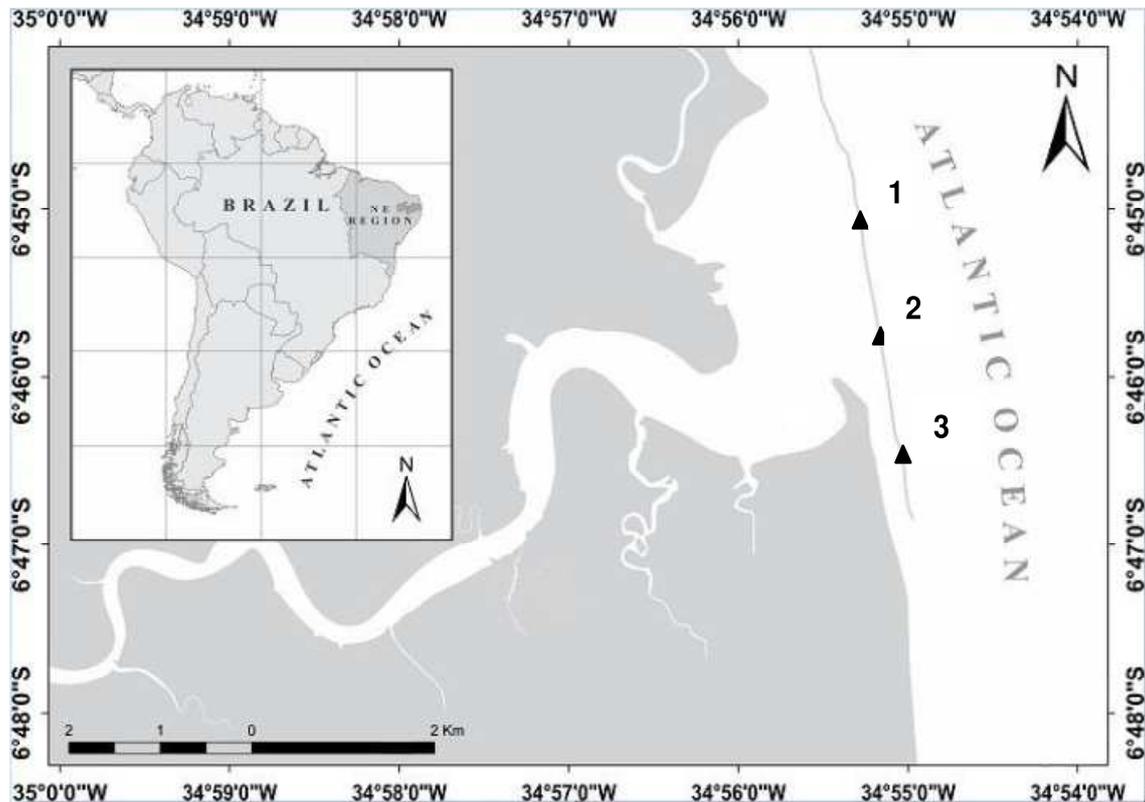


Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo – Costão arenítico no estuário do rio Mamanguape, PB. Em destaque os três pontos amostrais.

2.2 Amostragem e procedimento em laboratório

O programa de amostragem foi realizado durante cinco excursões no costão arenítico do estuário do rio Mamanguape, sendo duas na estação chuvosa (julho e agosto de 2015) e três na estação seca (outubro e novembro de 2015 e janeiro de 2016). Um total de 9 poças de maré foram amostradas, distribuídas em 3 pontos de coleta ao longo do recife arenítico, sempre durante a maré baixa de sizígia. Os peixes foram capturados com rede de aquário utilizando óleo de cravo que foi administrado em cada poça, para anestésiar os indivíduos que estivessem em cada uma delas. Os peixes coletados foram imediatamente congelados e levados ao laboratório, onde foram identificados e posteriormente mensurados os comprimentos totais em mm. Além disso, foram aferidos os parâmetros ambientais de temperatura, pH, condutividade elétrica (EC), salinidade, clorofila e sólidos totais dissolvidos (TDS), com a utilização de sonda multiparamétrica, em cada poça amostrada.

Os níveis de complexidade das poças foram estimados visualmente (SILVEIRA, 2010), levando-se em conta a cobertura do substrato de cada uma delas, sendo estabelecido como:

- Complexidade baixa – poças com 0-30% do substrato coberto por algas, poucas tocas ≤ 2 ou ausentes, composta por no máximo, 2 componentes que influenciam na estrutura.
- Complexidade média – poças com 30-60% do substrato coberto por algas, número de tocas ≤ 5 ou ausente, composta por 3-4 componentes que influenciam na estrutura.
- Complexidade alta – poças com $\geq 60\%$ do substrato coberto por algas, número de tocas ≤ 11 , composta por ≥ 3 componentes que influenciam na estrutura.

Objetivando ainda caracterizar o habitat de cada poça de maré, foram coletados dados sobre o volume de cada poça, biomassa das algas frondosas e algas filamentosas, biomassa da macrofauna e também a biomassa do zooplâncton.

2.3 Categorias ecológicas

As espécies capturadas foram classificadas em três categorias ecológicas de acordo com Arakaki & Tokeshi (2005) e Macieira & Joyeux (2011): Permanentes Residentes (PR), as espécies de peixes mais adaptadas a vida intertidal e que passam todo o ciclo de vida nas poças; Oportunistas (O), peixes que usam as poças apenas durante parte do seu ciclo de vida, geralmente quando juvenis ou em excursões para alimentação e Transitórios (T), as espécies de peixes que ficam presas nas poças acidentalmente ou são encontradas ocasionalmente.

2.4 Análise dos dados

A fim de testar diferenças dos fatores ambientais e a abundância das espécies entre o fator tempo e espaço foi utilizado o teste de PERMANOVA (com 9999 permutações). A posteriori, foi aplicado o pair-wise teste (ANDERSON *et. al.*, 2008). As espécies que contribuíram dentro do grupo que compõe as poças de maré foram identificadas usando a sub-rotina SIMPER. A fim de determinar quais variáveis ambientais foram preditoras para a estrutura da ictiofauna dentro de cada hábitat foi

utilizado o Bio-Env. A partir do resultado do Bio-Env, as variáveis preditoras foram utilizadas a fim de observar sua influência sobre as espécies nos habitats a partir da análise de ordenação redundante baseada na distância (dbRDA). Os procedimentos foram realizados no pacote de software PRIMER 6.0.

3 RESULTADOS

3.1 Fatores ambientais

Os fatores ambientais apresentaram diferenças significativas entre as poças de acordo com a complexidade (Pseudo-F= 3,847; P= 0,011) mas não foram observadas diferenças entre as fases do ciclo hidrológico (Pseudo-F= 0,973; P= 0,366). Para o período estudado foi observada temperatura mínima da água de 26,8°C e máxima de 36,3°C ambas registradas durante o período chuvoso nos meses de julho e agosto de 2015. A menor média de temperatura foi de 29,5°C ($\pm 2,84$) e a maior de 31,8°C ($\pm 1,29$) ambas registradas nas poças de complexidade baixa (Tabela I).

A menor média de salinidade foi encontrada durante o período chuvoso 32,39($\pm 2,89$), durante o período seco foi registrada a maior média 42,83($\pm 9,35$). Quando comparadas as poças com complexidade baixa apresentaram média de salinidade menor dentro de cada período, enquanto aquelas de complexidade alta apresentaram as maiores médias (Tabela I).

A menor média de sólidos totais dissolvidos (TDS) foi de 31,25mg/L ($\pm 2,57$) encontrada para o período chuvoso, a maior média foi de 52,44mg/L ($\pm 19,85$) encontrada para o período de seca. Quando comparadas dentro de cada período isoladamente as poças com baixa complexidade apresentaram as menores médias de TDS enquanto as poças com alta complexidade apresentaram as maiores médias (Tabela I).

O pH da água apresentou a menor média para poças de baixa complexidade durante o período chuvoso 9,45($\pm 1,75$), e a maior média foi encontrada para poças de alta complexidade durante o período seco 11,52($\pm 1,58$). Enquanto a condutividade elétrica (EC) da água apresentou média menor para poças de alta complexidade durante o período seco 37,32mS/cm ($\pm 22,02$) e maior média para as poças de complexidade

baixa durante o mesmo período 55,00mS/cm ($\pm 0,92$). A clorofila apresentou maior média para poças de complexidade baixa da seca 65,83 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ($\pm 61,86$) e menor média para poças de complexidade média da chuva 0,99 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ($\pm 1,40$) (Tabela I).

Tabela I – Variação das médias dos fatores ambientais das poças de maré registradas no recife arenítico de acordo com os níveis de complexidade entre os períodos estudados no estuário do rio Mamanguape, Brasil.

Fatores ambientais	CHUVA						SECA					
	BAIXA		MÉDIA		ALTA		BAIXA		MÉDIA		ALTA	
Temperatura (°C)	29,56	$\pm 2,84$	30,80	$\pm 0,57$	-	-	31,82	$\pm 1,30$	31,70	$\pm 1,25$	31,37	$\pm 1,13$
pH	9,45	$\pm 1,76$	11,04	$\pm 1,57$	-	-	9,68	$\pm 0,53$	10,02	$\pm 0,89$	11,52	$\pm 1,49$
EC (mS/cm)	43,47	$\pm 12,41$	50,96	$\pm 2,40$	-	-	55,00	$\pm 0,93$	54,04	$\pm 1,90$	37,32	$\pm 22,03$
TDS (mg/L)	31,26	$\pm 2,58$	33,63	$\pm 1,32$	-	-	38,46	$\pm 5,51$	40,85	$\pm 6,20$	52,45	$\pm 19,85$
Salinidade	32,40	$\pm 2,90$	33,91	$\pm 2,98$	-	-	40,67	$\pm 9,05$	41,67	$\pm 9,18$	42,83	$\pm 9,36$
Clorofila a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	14,98	$\pm 13,77$	0,99	$\pm 1,40$	-	-	65,83	$\pm 61,86$	50,53	$\pm 81,94$	9,82	$\pm 23,64$

Com relação à caracterização do habitat, foi observado que a maioria dos parâmetros analisados apresentaram maiores valores nas poças de maior complexidade, com exceção do zooplâncton e da macrofauna durante o período da seca (Figura 2).

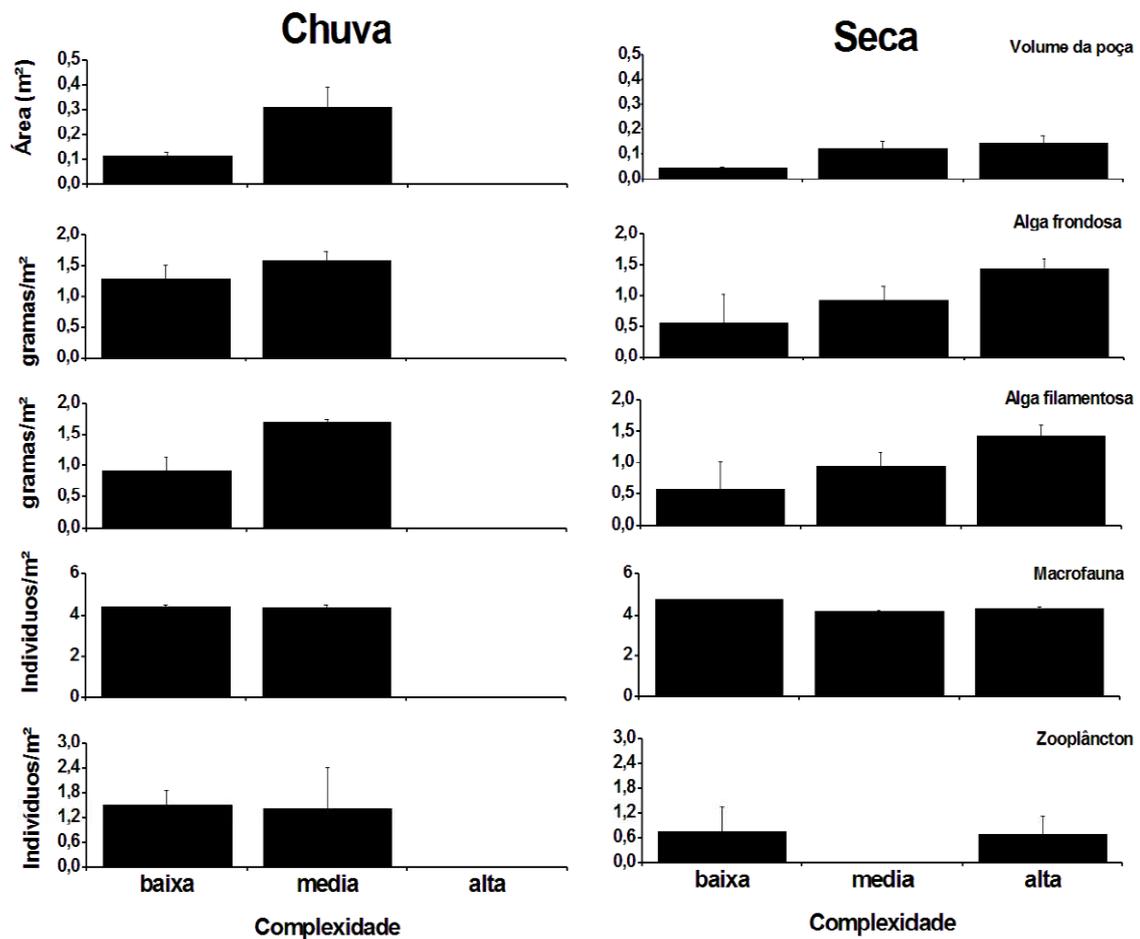


Figura 2 - Características do habitat das poças de maré do recife arenítico de acordo com os níveis de complexidade entre os períodos estudados no estuário do rio Mamanguape, Brasil.

3.2 Composição e estrutura da ictiofauna

Um total 762 indivíduos foi coletado, correspondentes a 16 espécies, 11 gêneros e 6 famílias, totalizando uma biomassa de 987,57g. As famílias Blenniidae e Gobiidae tiveram o maior número de espécies registradas. As espécies mais abundantes durante o estudo foram *Scartella cristata* e *Bathygobius geminatus* (Tabela II). A guilda ecológica com maior número de indivíduos foi a Permanentes Residentes (PR) com um total de 729 peixes, seguida de Oportunistas (O) com 20 e Transitórios (T) com 12 indivíduos (Tabela II).

Quando comparadas de acordo com os graus de complexidade, no período seco as poças de maré com complexidade média apresentaram a maior abundância de

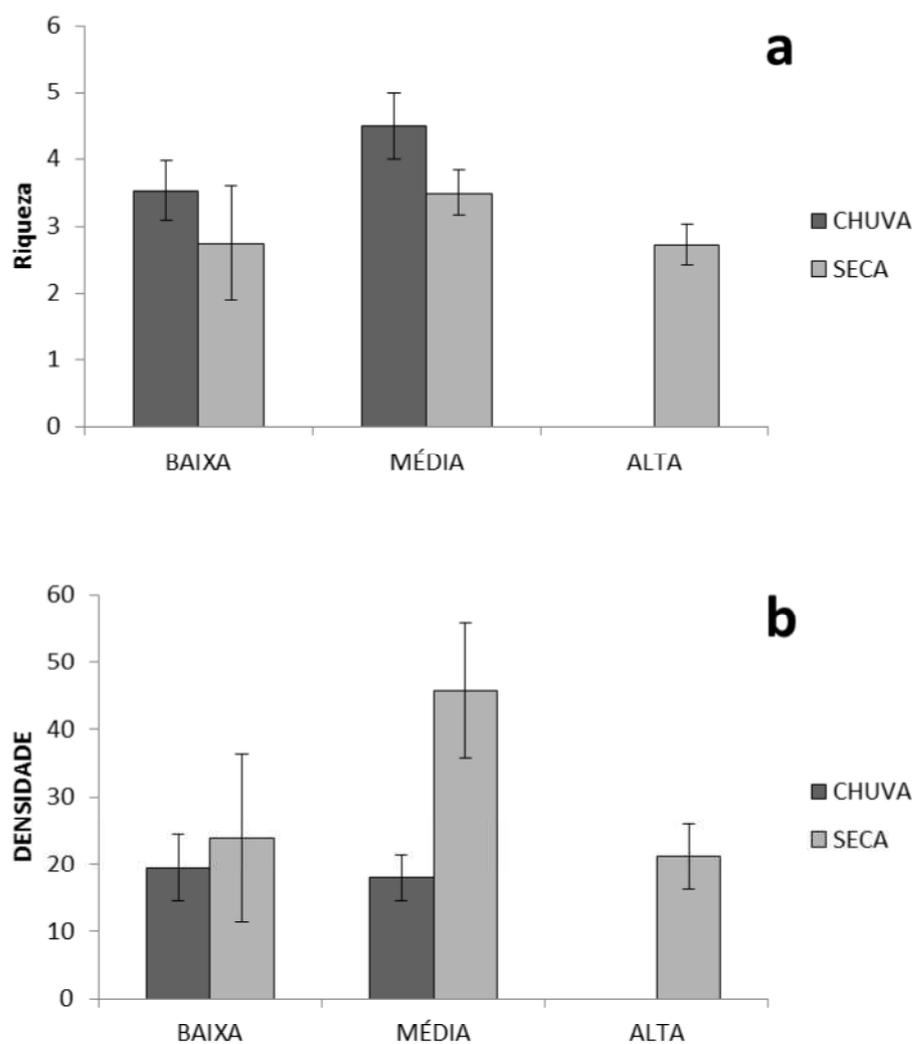
indivíduos com 304 indivíduos do total amostrado, enquanto as poças com complexidade baixa apresentaram a menor abundância com 35 indivíduos. Em ambas as poças de complexidade baixa e média *S. cristata* foi a espécie mais abundante seguida de *B. geminatus* e *A. saxatilis*, para as poças de complexidade alta a espécie mais abundante foi *S. cristata* seguida de *A. saxatilis* e *Labrisomus nuchipinnis* (Tabela II).

No período chuvoso as poças com complexidade baixa apresentaram a maior abundância com 180 indivíduos enquanto as de complexidade média apresentaram a menor abundância com 72 indivíduos (Tabela II). Durante o período seco a espécie com maior abundância foi *Scartella cristata*, seguida de *Bathygobius geminatus* e *Abudefduf saxatilis*, durante o período chuvoso a espécie mais abundante foi *B. geminatus* seguida de *S. cristata* e *A. saxatilis* (Tabela II).

Tabela II – Lista das famílias e espécies amostradas neste estudo, ordenadas de acordo com Nelson (2006), apresentando a abundância por nível de complexidade e período, as guildas para cada espécie e o comprimento mínimo e máximo dessas espécies. Guildas: PR= espécie permanente; T= espécie transitória e O= espécie oportunista.

FAMILIAS/ESPÉCIES	Chuva			Seca			Guilda
	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	
Muraenidae							
<i>Gymnothorax funebris</i> (Ranzani, 1839)	3	-	-	-	1	-	PR
Mugilidae							
<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)	1	3	-	-	1	-	T
<i>Mugil liza</i> (Valenciennes, 1836)	2	-	-	-	-	-	T
<i>Mugil brevisstris</i> (Ribeiro, 1915)	-	-	-	-	1	-	T
Pomacentridae							
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	2	-	-	-	1	-	PR
<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	2	4	-	-	2	5	O
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	9	13	-	-	2	12	O
Blenniidae							
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)	78	5	-	-	22	220	128
<i>Lupinoblennius paivai</i> (Pinto, 1958)	6	-	-	-	-	-	O
<i>Entomacrodus nigricans</i> (Gill, 1859)	3	-	-	-	-	-	O
<i>Entomacrodus vomerinus</i> (Valenciennes, 1836)	4	1	-	-	2	4	PR
Larva de Blenniidae	-	-	-	-	1	-	I
Labrisomidae							
<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	2	2	-	-	2	6	14
Gobiidae							
<i>Bathygobius geninatus</i> (Tornabene <i>et al</i> , 2010)	66	34	-	-	6	47	10
<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	1	-	-	-	-	6	-
<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	-	10	-	-	-	3	-
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> (Gill, 1863)	1	-	-	-	-	-	-
Nº Total de indivíduos	180	72	-	-	35	304	171

Durante o período de chuva a riqueza de espécies foi maior para as poças com nível de complexidade média ($4,5 \pm 0,50$) e menor para aquelas com complexidade baixa ($3,5 \pm 0,44$), nesse mesmo período a densidade foi equivalente entre os níveis de complexidade das poças ($18,00 \pm 3,42$ - $19,05 \pm 4,91$) e a biomassa foi maior para as poças com complexidade média ($271,79 \pm 121,31$) e menor para aquelas com complexidade baixa ($183,25 \pm 4,47$). Durante o período de seca a riqueza de espécies, a densidade e a biomassa foram maiores para as poças de complexidade média ($3,5 \pm 0,33$; $45,93 \pm 9,93$; $339,17 \pm 6,99$ respectivamente), neste mesmo período as menores médias de riqueza e densidade foram encontradas para as poças de complexidade alta ($2,72 \pm 0,30$; $21,16 \pm 4,84$ respectivamente), enquanto a biomassa apresentou menor média para as poças de complexidade baixa ($8,05 \pm 0,96$) (Figura 1.a-b-c).



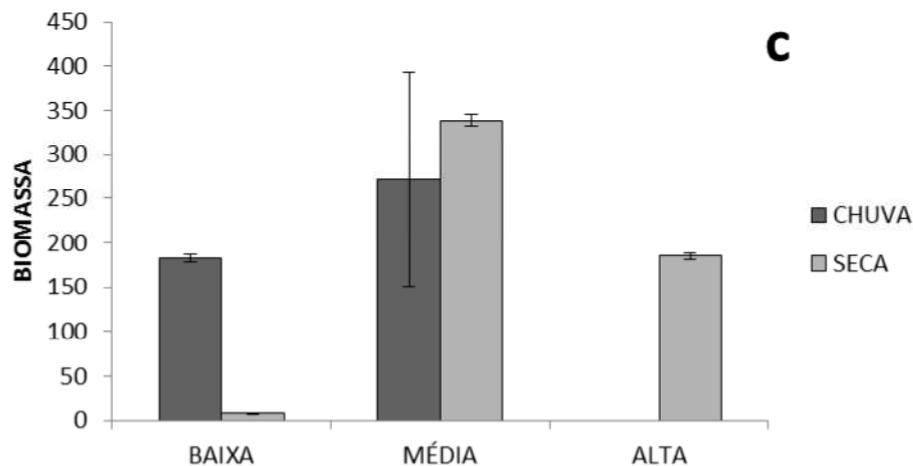


Figura 3 - Variações da ictiofauna no recife arenítico de acordo com os níveis de complexidade entre os períodos estudados no estuário do rio Mamanguape, Brasil. (a) Riqueza de espécies. (b) Densidade. (c) Biomassa.

Na PERMANOVA para os fatores de densidade, biomassa e riqueza, houve diferença significativa das poças com complexidade média para a densidade ($F=4,14$; $p=0,030$) e biomassa ($F=9,00$; $p=0,003$).

3.3 Influências dos fatores ambientais sobre a ictiofauna

A análise do modelo linear baseado na distância (DistLM) indicou 9 variáveis preditoras significativas para os peixes das poças: temperatura, salinidade, pH, TDS, volume da poça, Biomassa de alga frondosa, Biomassa de alga filamentosa, biomassa de macrofauna e biomassa do zooplâncton (r^2 ajustado= 0,360). A dbRDA 1 apresentou 14,6% da variação total e 40,7% da variação ajustada da comunidade com correlação positiva com pH ($r= 0,43$) e TDS ($r= 0,57$) e negativa com salinidade ($r= -0,53$) e volume ($r= -0,31$). A dbRDA 2 foi correlacionada negativamente com o volume ($r= -0,66$) e salinidade ($r= -0,38$), representando uma variação total de 10,1% e 28,0% da variação ajustada (Figura 4). Em relação a influência dessas variáveis na comunidade de peixes das poças de maré, a correlação de Pearson ($r > 0,3$) evidenciou que *Abudefduf saxatilis* e *Stegastes variabilis* foram correlacionadas com poças com maior salinidade, biomassa de macrofauna e volume que correspondem as poças de alta e média complexidade; *Labrisomus nuchipinnis* foi correlacionada com poças com maior Temperatura, TDS e pH que corresponde as poças de alta complexidade, enquanto *Gymnothorax funebris*, *Entomacrodus vomerinus* e *Lupinoblennius paivai* foram correlacionadas com poças de menor volume e temperatura que correspondem as poças

de baixa complexidade. O diagrama onde foram plotadas as amostras indicaram uma separação dessas poças, com as poças de baixa complexidade localizadas na parte superior do diagrama, e as poças de média e alta complexidade que foram localizadas na parte inferior do diagrama.

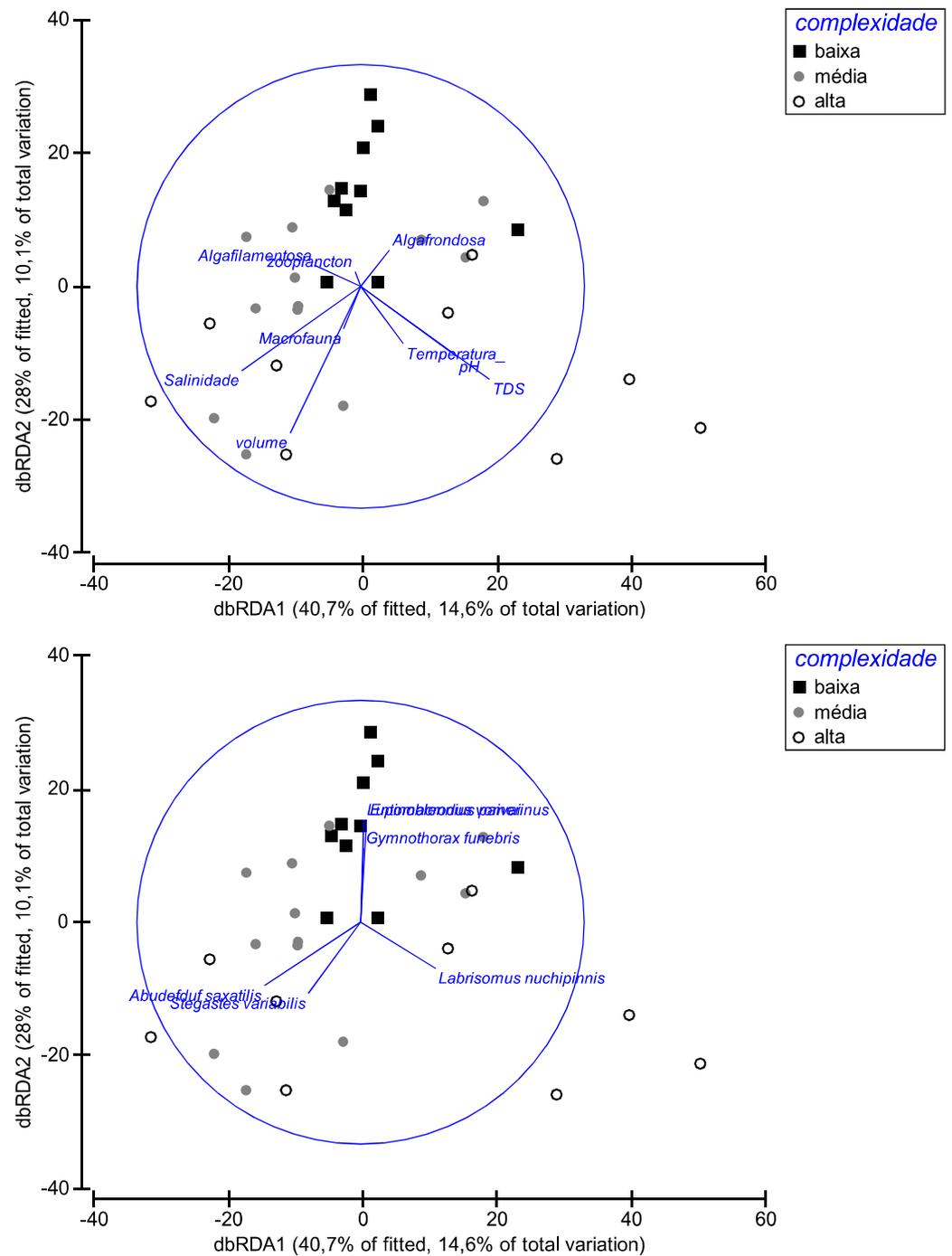


Figura 4 - Análise de ordenação redundante baseada em distância (dbRDA) demonstrando as variáveis ambientais que influenciam na estrutura da ictiofauna das poças de maré do estuário do rio Mamanguape.

O SIMPER indicou que a similaridade da ictiofauna das poças foram assim representadas pelas seguintes espécies: nas de baixa complexidade (media de similaridade= 44,6%) foram representadas por *S. cristata*, *B. geminatus* e *E. vomerinus*; nas de média complexidade (media de similaridade= 58,6%) foram representadas por *S. cristata*, *B. geminatus* e *A. saxatilis*, enquanto nas de alta complexidade (media de similaridade= 54,2%) foram representadas por *S. cristata*, *L. nuchipinnis*, *B. geminatus* e *A. saxatilis*. As maiores dissimilaridades registradas pelo SIMPER ocorreram entre as poças de alta e baixa complexidade (media de dissimilaridade= 57,8%).

4 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os resultados apontaram que a complexidade estrutural do habitat influenciou significativamente a ictiofauna das poças de maré formadas nesse recife arenítico, relacionado principalmente pela maior disponibilidade dos recursos nas poças de maior complexidade, fornecendo assim melhores condições para as espécies de peixes que habitam essa zona intertidal, principalmente para aqueles que estão dentro da guilda dos residentes, como as espécies de Gobiidae e Blenniidae. Os resultados aqui descritos parecem indicar um padrão evidente nesses tipos de ecossistema, sendo corroborados por diversos trabalhos realizados ao longo da costa mundial (GRATWICKE & SPEIGHT, 2005; WILSON *et al.*, 2007; SILVEIRA, 2010; MACIEIRA & JOYEUX, 2011; OLIVEIRA, 2016).

Nesse estudo, as poças de maré de complexidade média apresentaram maior densidade e biomassa dos peixes, relacionados muitas das vezes com características do habitat. Nessas poças de média complexidade houve grande abundância das espécies *S. cristata* e *B. geminatus*, que utilizam a maior complexidade estrutural fornecida pela cobertura algal para captura de recursos alimentares e também para se protegerem dos predadores. Rojas e Ojeda (2010) demonstraram que os peixes de pequeno porte preferem poças onde há menos áreas de emboscada para predadores, onde as interações acabam não sendo tão acirradas. Gibson e Yoshiyama (1999) e Zander *et al.* (1999) demonstraram que a distribuição de peixes nesses ambientes é afetada por interações inter e intraespecíficas, como competição e predação e que portanto levam à segregação de microhabitats (FARIA & ALMADA, 2001).

A alta abundância e dominância daquelas espécies, ligadas a guilda dos residentes permanentes, estão diretamente envolvidas com uma série de adaptações e

estratégias em comportamento, fisiologia e morfologia para conseguirem ter sucesso nesse ambiente (LAM *et al.*, 2006). Dentre o comportamento, destaca-se a questão territorialista, onde essas espécies defendem áreas com melhores recursos disponíveis, tanto a nível coespecífico quanto heteroespecífico (OSÓRIO *et al.*, 2006). No tocante a fisiologia, destaca-se as estratégias para evitar o dessecação durante o período de marés baixas, a euritermia por serem resistentes a uma considerável variação de temperatura, e também serem eurialinos e o hábito de viver junto ao fundo onde o estresse causado pelas ondas nas poças é amenizado (MADEIRA *et al.*, 2017). Em relação a morfologia, o corpo pequeno e alongado facilita a entrada em fendas ou tocas nas poças, dificultando que eles sejam levados desses locais durante a maré alta. Além disso, as nadadeiras pélvicas unidas nos gobídeos, que formam uma espécie de “ventosa”, permitindo essas espécies prenderem-se junto ao substrato durante o momento de maior hidrodinamismo da maré cheia nesses ambientes recifais (MACIEIRA & JOYEUX, 2011).

Outra guilda registrada nesse trabalho é a dos peixes considerados transitórios, formada por espécies que não apresentam adaptações específicas para a vida intertidal. Geralmente os peixes transitórios são representantes pelágicos que ficam presos nas poças durante o período da maré vazante, como por exemplo, os indivíduos de Mugilidae nesse estudo. Essas espécies foram registradas em poças menos profundas e menos complexas, geralmente próximas da região de conectividade constante da poça com a água do mar, conforme também observado por Gibson & Yoshiyama (1999). Machado *et al.* (2015) em um estudo nas poças do Parque Nacional Jericoacoara no Ceará, não encontrou número relevante de indivíduos categorizados como transitórios e atribuiu isto à ausência de poças de grande porte neste habitat. Outro ponto importante, é que a pequena abundância nessa guilda no presente estudo, possivelmente ocorreu porque o recife apresenta pouca variação da sua inclinação e isso não favorece a formação de poças de tamanho relativamente grande, criando assim condições desfavoráveis para espécies transitórias. Os estudos de Mahon & Mahon (1994) apontaram que as espécies da guilda de transitórios geralmente usam grandes poças.

Outro aspecto que estaria influenciando a variação entre as poças seria a disponibilidade de recursos alimentares em cada uma delas. A grande disponibilidade de algas e macrofauna nas poças de média e alta complexidade estariam propiciando tais recursos as espécies durante os eventos de maré baixa. Por exemplo, os estudos de Soares *et al.* (2016) em poças de maré em um estuário tropical sobre a dieta de

Bathygobius soporator, indicou grande volume da macrofauna na dieta dessa espécie; a dieta de *Stegastes fuscus* em poças de maré na Paraíba foi principalmente de *Gellidium* sp. (algas). As dietas de algumas espécies desse estudo foram analisadas e grande parte do conteúdo das dietas esteve diretamente relacionada com a disponibilidade do alimento em cada poça (SALES, comunicação pessoal).

Concluimos que a complexidade do habitat influenciou a composição e estrutura da ictiofauna das poças de maré. A grande dominância das espécies está ligada com a tolerância das condições ambientais estressantes, como as encontradas em ambientes intertidais, assim sendo beneficiados com disponibilidade de recursos e baixa taxa de predação respectivamente. Isso confere o grande sucesso para as espécies pertencentes a guilda Permanentes Residentes, o qual passam todo seu ciclo de vida nas poças de maré.

INFLUENCE OF TIDE POOLS COMPLEXITY ABOUT ICTIOFAUNA IN THE MAMANGUAPE RIVER ESTUARY, PARAÍBA

ABSTRACT

Tide pools are considered as habitats with high structural complexity, this has been pointed out as factor that favors the competition of different ecological guilds in these habitats, even though it is one of the most stressful environments due to the physical and chemical conditions which are subject in the intertidal area , attracting diverse species of fish mainly reefs. Given the importance of these species, this study aimed evaluate the influence of the habitat complexity on the ichthyofauna of the tidal pools of the arenitic coast of the Mamanguape River. The fish were anesthetized using clove oil in the tide pools and collected with aquarium net at three different points along the arenitic coast studied, with three replicates for each point. The samplings were distributed in five excursions throughout the years of 2015 and 2016, being three in the dry season and two in the rainy season. Sixteen species of fish were recorded, especially the Blenniidae and Gobiidae families, which had the highest number of species recorded. The most abundant species during the study were *Scartella cristata* and *Bathygobius geminatus*. The results indicated that the complexity influenced the composition and structure of the ichthyofauna of the tide pools sampled, with emphasis on the high and medium complexity pools that presented the highest averages of richness and abundance due to the greater number of resources available for such intertidal species.

Keywords: Ecological Guilds; Reef fish; Ichthyofauna.

REFERÊNCIAS

AMARAL, D. D.; PROST, M. T.; BASTOS, M. N. C.; NETO, S. V. C.; SANTOS, J.U.M. **Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, v. 3, p. 35-67, 2008.

ARAKAKI, S. & TOKESHI, M. **Analysis of spatial niche structure in coexisting tidepool fishes: null models based on multi-scale experiments.** Journal of Animal Ecology 80, 137–147. 2011.

ARAKAKI, S. & TOKESHI, M. **Species and size matter: an experimental study of microhabitat use under the influence of competitive interactions in intertidal gobiids.** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 418–419, 59–68. 2012.

CARVALHO, F. A. F. **Bionomia bêntica do complexo recifal no litoral do estado da paraíba, com ênfase nas macrófitas.** Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidad e de São Paulo. São Paulo. 134 p.1983.

CLARK, J. R. **Coastal zone management handbook.** Lewis Publis., New York. 694 p. 1996.

CONNELL, J. **Community interactions on marine rocky intertidal shores.** Annual Reviews Ecology and Systematics, v. 3, p. 169-192, 1972.

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

DAVIS, T. **Use of cross-species genome comparison to deduce possible importance of the various D. melanogaster fruitless transcripts: A putative vital function for the type C transcription factor?** D. I. S. 86(): 133--136. 2003.

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

GIBSON, D. I. **Flounder Parasites as Biological Tags.** Journal of fish biology, v. 4, p. 1-9, 1972.

GIBSON, R. N. **Intertidal teleosts: life in a fluctuating environment.** In The Behaviour of Teleost Fishes (Pitcher, T. J., ed). London: Croom Helm Ltd. pp. 388–407. 1986.

GIBSON, R. N.; YOSHIYAMA, R.M. **Intertidal fish communities. In Intertidal Fishes: Life in Two Worlds.** San Diego, CA: Academic Press p. 264–296. 1999.

GRATWICKE, B.; SPEIGHT, M.R. **The Relationship between Fish Species Richness, Abundance and Habitat Complexity in a Range of Shallow Tropical Marine Habitats.** Journal of Fish Biology, v. 66, p. 650-667. 2005.

GRIFFITHS S. P.; DAVIS A. R.; WEST R. J. **Role of habitat complexity in structuring temperate rockpool ichthyofaunas.** Marine Ecology Progress Series, v. 313, p.227, 2006.

HORN, M. H., MARTIN, K. L. M. & CHOTKOWSKI, M. A. **Introduction In Intertidal Fishes: Life in Two Worlds.** CA: Academic Press, p. 1–6. 1999.

KNOX, G. A. **The ecology of seashores.** Marine science series, p. 557, 2001.

LAM, K.; TSUI, T.; NAKANO, K.; RANDALL, D. J. **Physiological adaptations of fishes to tropical intertidal environments.** Elsevier Inc. All rights reserved, v. 21, p. 501-580. 2006.

MACHADO FS, MACIEIRA RM, ZULUAGA GÓMEZ MA ET AL. **Checklist of tidepool fishes from Jericoacoara National Park, southwestern Atlantic, with additional ecological information.** Biota Neotrop, v. 15, p. 1–9. 2015.

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

MADEIRA C.; MENDONÇA V.; LEAL, C.M.; FLORES A.A.V.; CABRAL, H.N.; DINIZ, M.S.; VINAGRE, C. **Thermal stress, thermal safety margins and acclimation capacity in tropical shallow waters—An experimental approach testing multiple end-points in two common fish.** Elsevier, p. 146-158. 2017.

MAHON, R. & MAHON, S. D. **Structure and resilience of a tidepool fish assemblage at Barbados.** Environmental Biology of Fishes 41, 171–190. 1994.

MEAGER JJ, WILLIAMSON I, KING CR. **Factors affecting the distribution, abundance and diversity of fishes of small, soft-substrata tidal pools within Moreton Bay.** Australia. Hydrobiologia 537: 71-80. 2005.

METAXAS, A., SCHEIBLING, R. E. **Community structure and organization of tidepools.** Mar Ecol. Prog. Ser. 98: 187-198 Minchinton, T E. 1993.

NANJO, K.; KOHNO, H.; NAKAMURA, Y.; HORINOUCI, M. & SANO, M., **Differences in fish assemblage structure between vegetated and unvegetated microhabitats in relation to food abundance patterns in a mangrove creek.** Fisheries Science 80, 21-41. 2014.

OLIVEIRA RRS, MACIEIRA RM, GIARRIZZO T. **Ontogenetic shifts in fishes between vegetated and unvegetated tidepools: assessing the effect of physical structure on fish habitat selection.** J Fish Biol 89:959–976. 2016.

OSORIO R., ROSA I. L.; CABRAL, H. **Territorial defence by the Brazilian damsel *Stegastes fuscus* (Teleostei: Pomacentridae).** Journal of Fish Biology, 69, 233–242. 2006.

PARRISH, J. D. **Fish communities of interacting shallow-water habitats in tropical oceanic regions.** Marine Ecology Progress Series 58, 143–160. 1989.

ROJAS, J. M. & OJEDA, F. P. **Spatial distribution of intertidal fishes: a pattern dependent on body size and predation risk?** *Environmental Biology of Fishes* 87, 175–185. 2010.

SOARES B. E. LOBATO C. M. C. FREITAS D. T. H. OLIVEIRA-RAIOL R. D. MONTAG L. F. A. **Sex differences on the feeding of the gobiid fish *Bathygobius soporator* in tide pools of Maiandeuá Island, Pará, Brazil.** *Iheringia, Sér. Zool.* vol.106 Porto Alegre. 2016.

WILSON S.K., GRAHAM N.A.J., POLUNIN N.V.C. **Appraisal of visual assessments of habitat complexity and benthic composition on coral reefs.** *Mar Biol* 151:1069–1076. 2007.

ZANDER, C. D., NIEDER, J. & MARTIN, K. **Vertical distribution patterns. In Intertidal Fishes: Life in Two Worlds (Horn, M. H., Martin, K. L.M.&Chotkowski, M. A., eds), pp. 26–53. San Diego, CA: Academic Press. 1999.**

