



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**AHYANNA THAMMYRES MONTEIRO DA NÓBREGA**

**COMPARAÇÕES INTERANUAIS DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES  
DE TRÊS PRAIAS DO LITORAL PARAIBANO**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**DEZEMBRO DE 2014**

**AHYANNA THAMMYRES MONTEIRO DA NÓBREGA**

**COMPARAÇÕES INTERANUAIS DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES  
DE TRÊS PRAIAS DO LITORAL PARAIBANO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Ciências Biológicas  
da Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito para a obtenção do título de Bacharel  
em Ciências Biológicas.

**Orientação:** Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha

**CAMPINA GRANDE - PB  
DEZEMBRO DE 2014**

N337c Nóbrega, Ahyanna Thammyres Monteiro da.  
Comparações interanuais da estrutura da comunidade de peixes de três praias do litoral paraibano [manuscrito] / Ahyanna Thammyres Monteiro da Nobrega. - 2014.  
46 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2014.

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

1. Ictiofauna. 2. Variação interanual. 3. Ecossistema costeiro. 4. Rio Mamanguape. I. Título.

21. ed. CDD 577.6

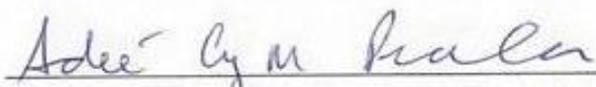
**AHYANNA THAMMYRES MONTEIRO DA NÓBREGA**

**COMPARAÇÕES INTERANUAIS DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES  
DE TRÊS PRAIAS DO LITORAL PARAIBANO**

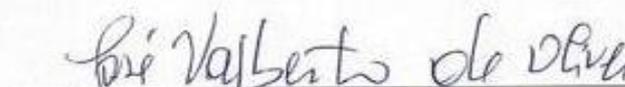
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Ciências Biológicas  
da Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito para a obtenção do título de Bacharel  
em Ciências Biológicas.

Aprovado em 11 de dezembro de 2014.

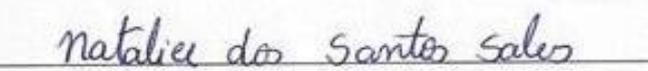
**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha/ UEPB

Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ms. José Valberto de Oliveira/ UEPB

Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Bel. Lic. Ciênc. Biológicas Natalice dos Santos Sales

Examinadora

*A Deus, a minha família, meu namorado,  
e todos os meus amigos pelo  
carinho e amizade,*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me deu força, coragem e discernimento para concluir esse trabalho e curso. Cada obstáculo, cada vitória em minha vida foi um presente que a vida deu para o meu crescimento espiritual e pessoal.

Agradeço a minha mãe Socorro, por todo sacrifício que tens feito por mim. Ela que sempre me apoiou em todas as minhas decisões (mesmo quando eu mudei de curso duas vezes - rs), que sempre acreditou no meu potencial, sempre investiu na minha educação e que me aguenta todos os dias. Obrigado por todo amor, dedicação e pelas orações diárias. Agradeço também ao meu pai Geraldo Magela que mesmo longe se preocupa, torce e cuida de mim. Amo vocês!

A meu irmão Wallace por toda paciência do mundo quando estou estressada. Pessoa de bom caráter que me deu o maior presente da minha vida: meu sobrinho e afilhado Pedro Luiz. Sempre quando estava desanimada, largava tudo e ia brincar com Pedro e minha vida mudava de cor. Continuo dizendo, ele foi meu filho em outra vida (kkkkk). Falando em filho, não posso esquecer do meu cachorro Binho: 11 anos de muito companheirismo, carinho e boas risadas nas brincadeiras. Agradeço também a minha cunhada Priscila por ter realizado o meu sonho de ser tia com outro presente: Carol. Tenho um carinho enorme por essa "pinga fogo".

Aos meus avós Araci e Antônio Paulo (*in memoriam*). Saudades do carinho de vovó, da sua comida, sua voz. Era uma mulher linda e lutadora. As risadas de vovô assistindo vídeo cassetada nos domingos, me chamando de "Catarina", da sua "brabeza engraçada" e inteligência surpreendente. Aprendi muito com vocês.

Agradeço ao meu tio Hilton, pelo enorme carinho e incentivo nos meus estudos. Ainda lembro quando você me ensinava matemática. Eu era fera! Você e Dida são um espelho de honestidade, dedicação e fé a ser seguido.

Ao meu namorado Ádalla, pela enorrrrrrme paciência, força, carinho e atenção nos momentos que mais precisei. Pessoa de bom caráter e uma energia tão boa que me faz sentir bem mesmo com todas as dificuldades do cotidiano. Sempre me fazendo rir com as coisas da vida e de suas piadas "sem graça". Minha vida se tornou mais leve na sua companhia. Te amo Doly! Também não posso esquecer da minha sogra "tia Tina". A pessoa mais amável desse mundo. Obrigada por me tratar como uma filha.

Não posso deixar de agradecer as minhas melhores amigas e aos meus amigos alagoanovenses (kkk). Obrigada pelos ataques de risos!!!! E também queria agradecer a galera

do colégio, pessoal da secretaria e também as merendeiras que me abastecem de café durante os expedientes (kkkkk).

Aos meus amigos queridos do curso, especialmente à minha turma "especial" (kkkkk) e querida. Minhas companheiras de sala Valbia, vulgo "Biatriz" (uma das pessoas mais legais que já conheci); Carol "criatura das trevas", minha amiga das caipirinhas (rs); e Yanne (e sua admirável inteligência), pelos momentos inesquecíveis e pelo carinho de vocês nos momentos difíceis do curso. Obrigada Anderson por adoçar minhas tardes com o Docinho Acadêmico e também pelas risadas das tuas presepadas e de Danilo. Não posso esquecer também de Shirley, Andressa, dos agregados Brenda e Douglas, a galera da licenciatura e dos "falecidos" Graci, "FRávio", Alidiane e Diego.

Agradeço a galera do laboratório, veteranos e novatos, pelo aprendizado e momentos de descontração. Agradeço aos meus "padrinhos" Rayssa, Renato e Irailson pela paciência e boas risadas nas coletas; a Ronnie, pelos artigos enviados que me ajudaram muito no início deste trabalho; a Toninho e Carol pela companhia e boas conversas abrindo peixe; a Natalice por ter me ajudado com minhas dúvidas no trabalho; e a todos os outros: Fernando, Adna, Andressa, Zé, Xandinho, Marcel, Gitá... e os que eu não citei os nomes. Também quero agradecer a Livia, que me ajudou muito na monitoria e a todos os professores que contribuíram com a minha formação acadêmica.

E finalmente a pessoa chave para a conclusão desse trabalho: André Pessanha. Obrigada por me aceitar no grupo, pela sua paciência e dedicação, realmente você é mais do que um professor e orientador, és um "pai científico". Te admiro muito, não só como profissional mas como pessoa. Obrigada por não desisti de mim, mesmo quando comecei a trabalhar. Sou muito grata pela oportunidade! Vou guardar comigo muito do que aprendi com você, principalmente aquela frase escrita em um papelzinho colado no seu computador.

A todos que me ajudaram, muito OBRIGADA!

**"Um passo à frente, e você não está mais no mesmo lugar."**

**Chico Science**

## RESUMO

Ambientes rasos costeiros são de grande importância nos ciclos biológicos de diversas espécies de peixes, visto que fornecem abrigo, local de alimentação e reprodução, sendo considerados berçários ou áreas de recrutamento. Estudos sobre a composição e estrutura das assembleias de peixes nessas áreas torna possível o entendimento dos processos biológicos e a relação dessas espécies com as variações ambientais. Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar o efeito das variações climáticas no padrão interanual da composição e estrutura da comunidade de peixes a partir da influência dos fatores abióticos e bióticos em três praias do estuário do Rio Mamanguape - PB. O programa de amostragens foi realizado através de excursões mensais, realizadas nos períodos de seca (setembro, outubro, novembro, dezembro) e de chuvas (março, maio e junho) em três praias com diferentes graus de exposição às ondas ao longo de três anos. A unidade amostral foi padronizada com três arrastos em cada praia, realizados com a utilização de uma rede *beach seine*. Foram tomados os fatores ambientais de temperatura, salinidade e transparência da água, utilizando termômetro, refratômetro óptico e Disco de Sechii, respectivamente. Foram capturados 9.195 indivíduos, compreendendo 70 espécies e 23 famílias, totalizando 18415,08g de peixes. *Rhinosardinia bahiensis* foi a espécie mais representativa em 2011, enquanto que *Mugil hospes* e *Atherinella brasiliensis* apresentaram a maior porcentagem numérica no ano de 2012 e 2013, respectivamente. Para a biomassa, *Rhinosardinia bahiensis* apresentou o maior valor em 2011; em 2012, a maior contribuição foi a de *Lycengraulis grossidens* enquanto *Atherinella brasiliensis* foi a mais representativa dentre as espécies amostradas em 2013. Um padrão espacial da distribuição da ictiofauna foi evidenciado, com um maior número de espécies, indivíduos e biomassa observado na Praia Dissipativa em detrimento das praias Intermediária e Refletiva, sendo estas diferenças significativas pela ANOVA. Temporalmente, a pluviosidade foi considerada um fator estruturador da ictiofauna. Não foram observadas variações interanuais significativas na composição e estrutura da comunidade de peixes nas praias estudadas. Sendo assim, é ressaltada a importância de manter um estudo contínuo nessas áreas com o intuito de obter dados a longo prazo sobre as assembleias de peixes e as variáveis ambientais relacionadas.

**Palavras-chave:** zonas rasas; ictiofauna; variação interanual; pluviosidade.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Imagem de satélite do estuário do Rio Mamanguape, PB - Brasil. Fonte: Google Earth®.....16
- Figura 2** - Mapa do estuário do Rio Mamanguape com a localização das praias amostradas: CPO - Praia da Curva do Pontal; PON - Praia do Pontal; CAM - Praia de Campina. Fonte: Ronnie Oliveira© 2013.....17
- Figura 3** - Imagem das três das praias amostradas: A. Praia da Curva do Pontal - CPO; B. Praia do Pontal - PON; C. Praia de Campina - CAM. Fonte: Ahyanna Nóbrega© 2014 (A) e Ronnie Oliveira© 2011 (B, C).....18
- Figura 4** - Trabalho em campo: A. Rede de picaré; B. Arrasto; C. Arrasto na praia da Curva do Pontal; D. Aferição da temperatura da água com termômetro; E. Aferição da salinidade com refratômetro; F. Aferição da Transparência e Profundidade com o disco de Secchi. Fonte: Ronnie Oliveira© 2011 (A), Renato Dantas© 2013 (B, C), Natalice Santos© 2012 (D, F) e Gabriela Figueiredo© 2012 (E).....20
- Figura 5** - Trabalho em laboratório: A. Amostras identificadas e organizadas por espécie; B. Aferição do comprimento total em mm; C. Aferição da biomassa em gramas. Fonte: André Pessanha© 2011 (A) e Ronnie Oliveira© 2011 (B, C).....21
- Figura 6** - Variação mensal da pluviosidade nos anos de 2011, 2012 e 2013 no município de Rio Tinto - PB.....23
- Figura 7** - Percentual em número e peso das espécies mais abundantes nas amostragens realizadas em 2011 (A), 2012 (B) e 2013 (C) no estuário do rio Mamanguape – PB.....29
- Figura 8** - Variações interanuais, espaciais e temporais da CPUE para a comunidade de peixes no estuário do Rio Mamanguape nos anos de 2011 (A), 2012 (B) e 2013 (C).....31

<b>Figura 9</b> - Variações interanuais, espaciais e temporais da Biomassa para a comunidade de peixes no estuário do Rio Mamanguape nos anos de 2011 (A), 2012 (B) e 2013 (C).....	32
<b>Figura 10</b> - Variações interanuais, espaciais e temporais da Riqueza para a comunidade de peixes no estuário do Rio Mamanguape nos anos de 2011 (A), 2012 (B) e 2013 (C).....	33
<b>Figura 11</b> - nMDS representando as similaridades entre as praias amostradas nos anos de 2011, 2012 e 2013: Dissipativa (1), Intermediária (2) e Refletiva (3).....	35
<b>Figura 12</b> - nMDS representando as similaridades entre as estações do ano: Seca (1) e Chuvosa (2).....	36
<b>Figura 13</b> - nMDS representando as similaridades entre os anos amostrados: 2011 (1), 2012 (2) e 2013 (3).....	36

## LISTA DE TABELAS

**Tabela I** - Valores de F e p (ANOVA trifatorial) e diferenças significativas das comparações entre os anos, locais, estações do ano ou regime hidrológico e os fatores abióticos: Temperatura, Salinidade e Transparência; e o teste de Tukey para os anos, locais e estações significativamente diferentes. Legenda: \* -  $p < 0.01$ .....24

**Tabela II** - Lista das espécies ordenadas por famílias de acordo com Nelson (2006). Abundância numérica, biomassa e distribuição das espécies de peixes capturadas em três praias no estuário do rio Mamanguape: CPO - Praia da Curva do Pontal; PON - Praia do Pontal; CAM - Praia de Campina.....25

**Tabela III** - Valores de F e p (ANOVA trifatorial) e diferenças significativas das comparações de CPUE, Riqueza e Biomassa entre os anos, locais e estações do ano; e o teste de Tukey para os anos, locais e estações significativamente diferentes. Legenda: \* -  $p < 0.01$ . Local: Praia CPO (1), Praia PON (2) e Praia CAM (3).....34

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	16
3.1	ÁREA DE ESTUDO	16
3.2	COLETA DE DADOS	17
3.3	PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO	20
3.4	ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	21
3.5	ANÁLISE MULTIVARIADA	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	23
4.1	CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS	23
4.2	COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA	25
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	37
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	40
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	41

## 1. INTRODUÇÃO

Ambientes rasos costeiros como praias, estuários e baías são de grande importância nos ciclos biológicos de diversas espécies de peixes e invertebrados. Estes habitats fornecem abrigo para um número significativo de espécies de peixes, sendo considerados berçários ou áreas de recrutamento uma vez que proporcionam proteção contra predadores, local de reprodução e alimentação tanto para espécies residentes como para as migrantes (PESSANHA & ARAÚJO, 2003; OLIVEIRA-SILVA; PESO-AGUIAR; LOPES, 2008). Dessa forma, essas áreas abrigam organismos que representam importantes recursos naturais e econômicos (GURGEL et al., 2012), atraindo a atenção quanto à conservação desses recursos e a manutenção da biodiversidade (LIVINGSTON, 2002).

As praias arenosas constituem a maior parte das áreas costeiras do mundo, sendo caracterizadas como um ecossistema complexo e extremamente dinâmico (BROWN; MCLACHLAN, 1990; SHORT, 1999). Assim como outros ecossistemas costeiros, as praias são expostas a processos marinhos e terrestres que influenciam em suas características estruturais atingindo, conseqüentemente, os padrões de distribuição da comunidade de peixes (NERO & SEALEY, 2006).

A relação com o ambiente físico bem como as interações entre as espécies são importantes na definição da estrutura, diversidade e estabilidade dos ecossistemas marinhos (FRANCIS et al., 2002). Estudos sobre a dinâmica populacional e distribuição dos peixes torna possível o entendimento dos processos biológicos e sua relação com os fatores abióticos, além de compreender como as espécies utilizam o ambiente (WHITFIELD & ELLIOTT, 2002).

A distribuição da ictiofauna é determinada por um conjunto de respostas aos fatores ambientais tais como salinidade, temperatura, turbidez, pH, oxigênio dissolvido, entre outros, e biológicos, permitindo a seleção dos locais com maior potencial de crescimento, investimento reprodutivo e menor risco de mortalidade. A disponibilidade de alimento, proteção contra predadores, competição e o recrutamento são fatores consideráveis no que diz respeito à estruturação da comunidade íctica (GIBSON et al., 1998). Sendo assim, muitas espécies se deslocam de um habitat para outro em uma variedade de escalas espaciais e temporais. Além disso, habitats não se mantêm constantes, variando em uma base diária (ocasionada pelas mudanças de marés) e sazonal (BROWN & MCLACHLAN, 1991; GIBSON et al., 1996).

Regiões tropicais são caracterizadas por variações sazonais relativamente pequenas quando comparadas às regiões temperadas, porém, a grande variação é causada principalmente pelas flutuações das chuvas e regime de ventos (CUNICO et al., 2002).

A variabilidade das condições ambientais e o regime hidrológico de uma determinada região podem afetar a estrutura e composição das comunidades de peixes, uma vez que a água doce proveniente das chuvas bem como sua escassez poderá acarretar em alterações de salinidade, transparência da água, oxigênio dissolvido, como também na produtividade primária e concentração de nutrientes na água (GRANGE et al., 2000; VINAGRE et al., 2009). Além disso, eventos do ciclo biológico desses animais como, por exemplo, maturação gonadal, migração, desova, entre outros, são regulados pelas fases hidrológicas no decorrer do ano (AGOSTINHO et al., 1993).

No âmbito mundial, alguns trabalhos abordaram a questão da influência das mudanças climáticas sobre a ictiofauna: Gillanders et al. (2011) revisaram os potenciais impactos das alterações climáticas nos estuários australianos e nas assembleias de peixes, onde afirmaram que fatores ambientais como gradientes de salinidade, concentração de nutrientes, oxigênio dissolvido, entre outros, serão influenciados pela entrada de água doce e por outras variáveis do clima e que esses impactos irão variar dependendo da geomorfologia do estuário e da formação de bancos de areia em frente às entradas estuarinas; Castillo-Rivera (2013) testou a hipótese de que as mudanças sazonais na abundância das espécies estaria relacionado ao padrão de precipitação local, sendo observado que o regime de chuvas é um importante fator que influencia a variação sazonal das espécies de peixes e que essa relação parece estar relacionada com a produtividade do estuário bem como as respostas tróficas destas espécies. Além disso, variáveis ambientais (salinidade, profundidade e turbidez) também influenciadas pelo regime de chuvas, apresentaram relação significativa com algumas espécies.

No Brasil, Garcia et al. (2004) comparou os impactos meteorológicos dos eventos de El Niño de 1982-1983 e 1997-1998 em um estuário localizado em uma região subtropical brasileira. Os autores observaram que os eventos de El Niño estão associados com o aumento das chuvas e maior descarga de água doce no estuário causando, conseqüentemente, uma variação interanual na estrutura e dinâmica dos peixes no estuário em questão. No Nordeste, alguns estudos relacionados à estrutura de comunidade de peixes foram realizados (PAIVA et al., 2008; REIS-FILHO; NUNES; FERREIRA, 2010; XAVIER et al., 2012; OLIVEIRA & PESSANHA, 2014). No entanto, pouco se sabe sobre a influência das mudanças climáticas e dos gradientes físico-químicos na distribuição das espécies de peixes em estuários do Nordeste brasileiro.

Dessa forma, as variações ambientais bem como a influência do regime hidrológico serão abordadas neste trabalho, uma vez que estes fatores podem afetar a composição e distribuição das comunidades de peixes ao longo do ano. O conhecimento acerca da composição e estrutura das assembleias de peixes de um dado ecossistema é de fundamental importância para entendê-lo como um todo, fornecendo dados sobre sua dinâmica e funcionamento, sendo essas informações relevantes quando direcionados à política de um manejo adequado do ambiente em questão.

Assim, o estudo teve como objetivo observar se existem diferenças na composição e estrutura da comunidade de peixes em três praias do litoral norte paraibano em função dos fatores abióticos e temporais, avaliando de que forma isso acontece e qual a relação entre estes fatores.

Foi hipotetizado que as variações interanuais na pluviosidade alteram a composição e estrutura da comunidade de peixes a partir da influência dos fatores abióticos e bióticos, gerando variações que possam limitar ou não a distribuição das espécies.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o padrão interanual da composição e estrutura da comunidade de peixes de três praias, visando analisar a influência das mudanças climáticas e dos fatores abióticos sobre a diversidade e distribuição da ictiofauna local.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar se existem diferenças interanuais no padrão de distribuição e composição das assembleias de peixes;
- Analisar se as variações ambientais apresentam relações com os padrões verificados;
- Avaliar de que forma esses fatores ambientais podem influenciar na estrutura da comunidade de peixes.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no estuário do rio Mamanguape, o segundo maior do estado da Paraíba, no Nordeste do Brasil, e está localizado no litoral norte ( $6^{\circ} 43' 02''$  S e  $35^{\circ} 67' 46''$  W), aproximadamente 80 km da capital João Pessoa (Figura 1). A sua extensão é de cerca de 25 km no sentido leste-oeste e de 5 km no sentido norte-sul, constituindo uma área de 16.400 hectares, que corresponde à Área de Proteção Ambiental (APA) de Barra de Mamanguape, criada pelo Decreto Federal nº. 924 de 10 de setembro de 1993 (MOURÃO & NORDI, 2003; CERHPB, 2004). O clima da região é do tipo AS' de Köppen, quente e úmido. Segundo dados da AESA (2014), a estação chuvosa tem início em fevereiro até julho, com precipitações máximas em abril, maio e junho; a estação seca ocorre na primavera-verão, com estiagem mais rigorosa nos meses de outubro a dezembro. A precipitação anual varia entre 1750 mm e 2000 mm e a temperatura média oscila entre 24-26°C.

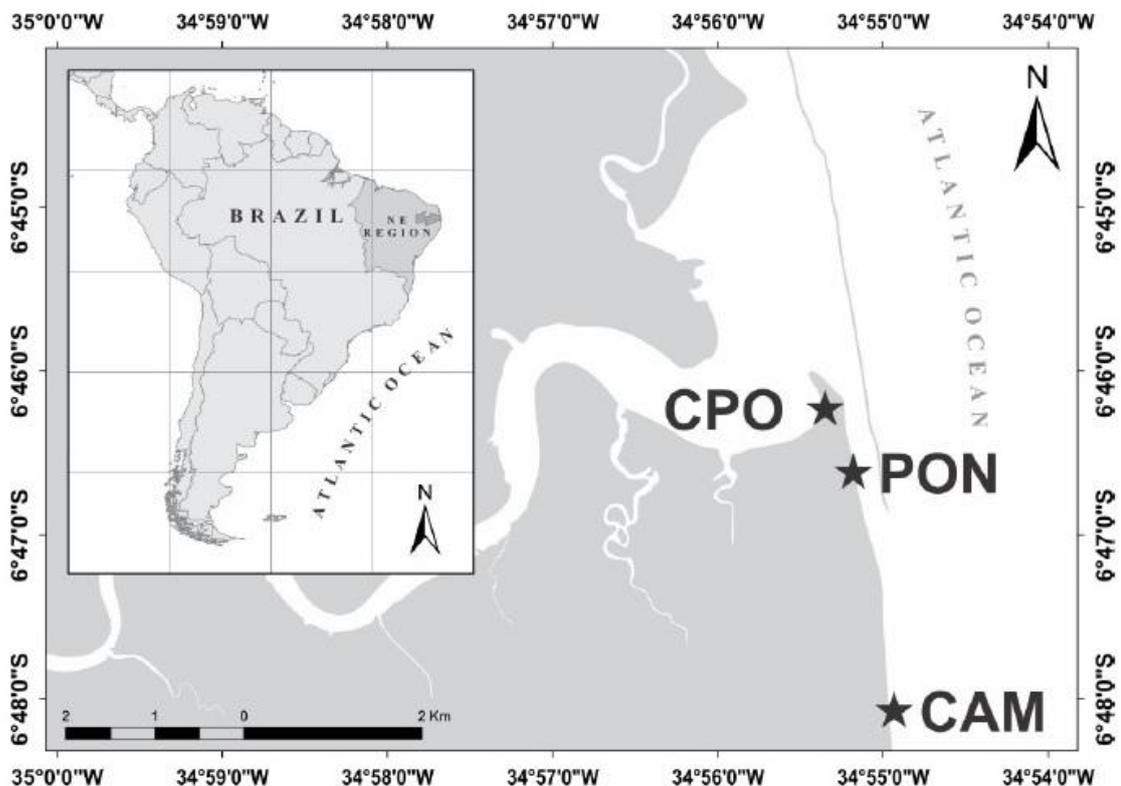


**Figura 1** - Imagem de satélite do estuário do Rio Mamanguape, PB - Brasil. Fonte: Google Earth®.

A Barra do Rio Mamanguape é uma das áreas prioritárias para conservação (BRASIL, 2002) cujo objetivo é proteger os ecossistemas costeiros e os animais que dele dependem, como o peixe-boi marinho *Trichechus manatus* Linnaeus, 1758 (MOURÃO & NORDI, 2003) e o cavalo marinho *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (CASTRO et. al., 2008).

### 3.2 COLETA DE DADOS

O programa de amostragens foi realizado através de excursões mensais, realizadas nos períodos de seca (setembro, outubro, novembro, dezembro) e de chuvas (março, maio e junho) em três praias ao longo de três anos (2011, 2012 e 2013). Os locais foram definidos de acordo com diferentes graus de exposição às ondas no estuário do Rio Mamanguape, conforme o RTR (Relative Tide Range) (MASSELINK, 1993). A praia da Curva do Pontal foi classificada como Dissipativa (menor grau de exposição às ondas), a Praia do Pontal como Intermediária (exposição intermediária) e a Praia de Campina como Refletiva (mais exposta à ação das ondas) (Figura 2).

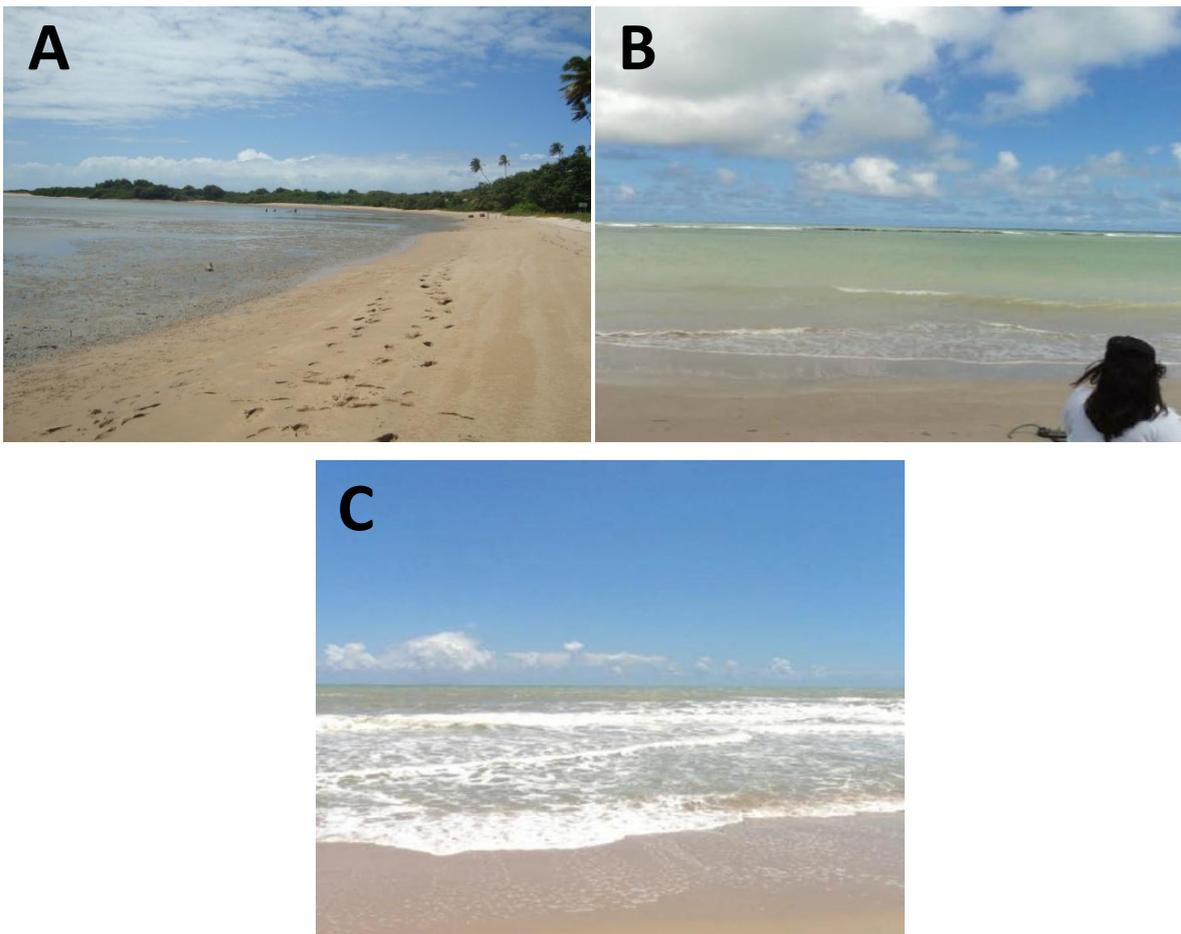


**Figura 2** - Mapa do estuário do Rio Mamanguape com a localização das praias amostradas: CPO - Praia da Curva do Pontal; PON - Praia do Pontal; CAM - Praia de Campina. Fonte: Ronnie Oliveira© 2013.

**Praia da Curva do Pontal - CPO** ( $6^{\circ} 46' 27''$  S  $34^{\circ} 55' 20''$  O): planície de maré situada em uma região estuarina protegida a 4,69 km de distância do ponto médio da foz do rio, com águas calmas, pouca influência de ondas, baixa salinidade e turbidez, além de um sedimento fino com aspecto lamoso. Apresenta uma inclinação suave e sedimentos marinhos que são expostos e submersos pela ação das marés. (Figura 3A).

**Praia do Pontal - PON** ( $6^{\circ} 46' 22''$  S  $34^{\circ} 55' 07''$  O): situada além da foz do rio Mamanguape, sendo considerada semi-protegida devido à existência de um recife de coral arenítico que barra parte da energia das ondas. Apresenta sedimento arenoso fino a cascalho (Figura 3B).

**Praia de Campina - CAM** ( $6^{\circ} 48' 43''$  S  $34^{\circ} 54' 49''$  O): localizada a uma distância de 9 km da desembocadura do rio, é considerada a praia mais exposta, sofrendo diretamente a ação das ondas. Apresenta sedimento grosso com grande quantidade de cascalho e maior salinidade (Figura 3C).



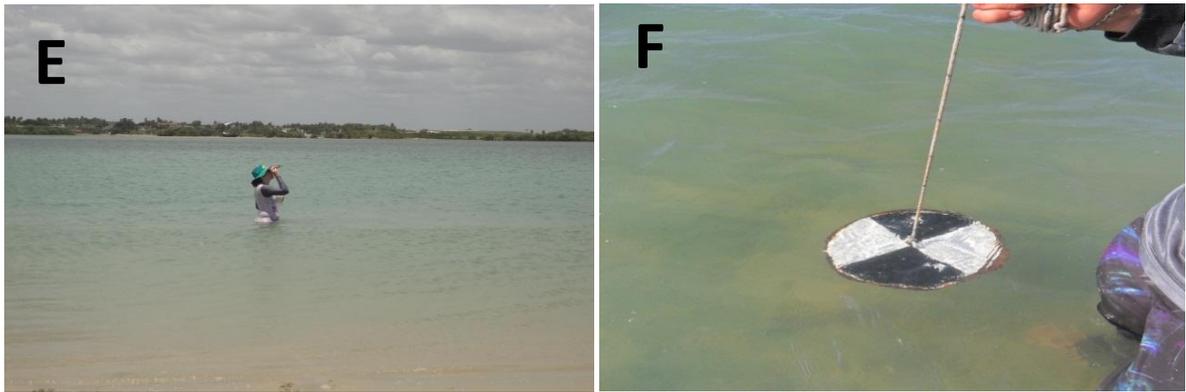
**Figura 3** - Imagem das três das praias amostradas: A. Praia da Curva do Pontal - CPO; B. Praia do Pontal - PON; C. Praia de Campina - CAM. Fonte: Ahyanna Nóbrega© 2014 (A) e Ronnie Oliveira© 2011 (B, C).

As coletas foram realizadas durante as marés baixas de sizígia. Para a captura dos peixes foi utilizada a metodologia do arrasto de praia, utilizando uma rede do tipo "beach seine" ou rede de picaré (10 m de comprimento x 1,5 m de altura e malha de 12 mm nas asas e 8 mm na região do saco) (Figura 4A), que foi arrastada a uma extensão de aproximadamente 30 metros, paralelamente à linha da costa (Figura 4B e 4C). A unidade amostral foi padronizada com três réplicas em cada praia feitas aleatoriamente.

Em cada amostragem foram aferidas as variáveis ambientais de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidade e transparência/profundidade da água utilizando o termômetro (Figura 4D), refratômetro óptico (Figura 4E) e Disco de Secchi (Figura 4F), respectivamente. Os dados sobre o padrão de ventos foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)/ Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP).

Os peixes coletados foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados e fixados em formol 10% para posterior identificação taxonômica e medição das variáveis morfométricas no laboratório de Biologia Marinha da Universidade Estadual da Paraíba - Campus I.





**Figura 4** - Trabalho em campo: A. Rede de picaré; B. Arrasto; C. Arrasto na praia da Curva do Pontal; D. Aferição da temperatura da água com termômetro; E. Aferição da salinidade com refratômetro; F. Aferição da Transparência e Profundidade com o disco de Secchi. Fonte: Ronnie Oliveira© 2011 (A), Renato Dantas© 2013 (B, C), Natalice Santos© 2012 (D, F) e Gabriela Figueiredo© 2012 (E).

### 3.3 PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO

Em laboratório os indivíduos coletados foram triados e identificados (Figura 5A) com o uso das chaves de identificação: FIGUEIREDO & MENEZES (1978, 1980, 2000), MENEZES & FIGUEIREDO (1980, 1985) ARAÚJO et al. (2004) além da utilização do banco de dados Fishbase (<http://www.fishbase.org>).

Para cada indivíduo foram obtidas as medidas de Comprimento Total - CT em mm (medida da ponta do focinho até o final da nadadeira caudal) (Figura 5B) e o peso em gramas para aferição da biomassa (Figura 5C). Os exemplares foram conservados em álcool 70% e guardados no Laboratório de Biologia Marinha da Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.



**Figura 5** - Trabalho em laboratório: A. Amostras identificadas e organizadas por espécie; B. Aferição do comprimento total em mm; C. Aferição da biomassa em gramas. Fonte: André Pessanha© 2011 (A) e Ronnie Oliveira© 2011 (B, C).

### 3.4 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

O critério de sazonalidade foi estabelecido de acordo com os dados pluviométricos da AESA (2014) para o município de Rio Tinto - Paraíba, considerando o período seco (setembro, outubro, novembro, dezembro) e o período chuvoso (março, maio e junho) nos anos de 2011, 2012 e 2013.

Com o intuito de verificar possíveis variações espaço-temporais, foram calculados a CPUE - captura por unidade de esforço (indivíduos/ arrasto), Riqueza (Espécies/Arrasto) e Biomassa (g/arrasto), para cada ano, fase do regime hidrológico e para cada praia.

Para as comparações dos dados de abundância dos peixes e dos fatores ambientais, as variáveis ambientais e bióticas foram testadas e logaritimizadas para que atendessem aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade da análise de variância trifatorial

(ANOVA), com significância a nível de 95%. *A posteriori* foi utilizado o teste de Tukey ao nível de confiança de 95% para identificar quais médias foram estatisticamente diferentes entre si ( $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ ).

### 3.5 ANÁLISE MULTIVARIADA

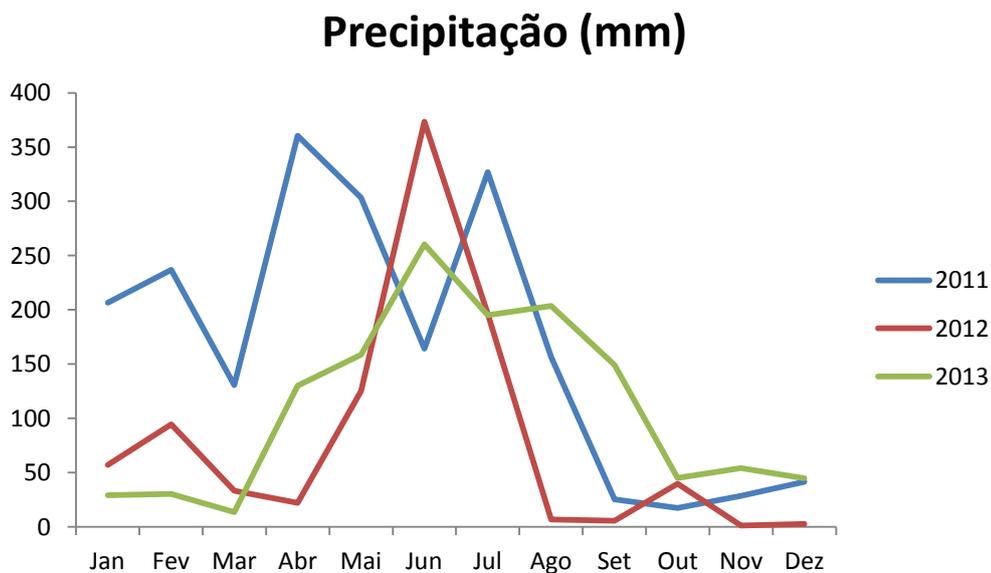
Com a finalidade de verificar a distribuição das amostras e os possíveis padrões de separação destas, foi realizada a técnica de ordenação MDS (ordenação multidimensional não métrica) e uma análise de similaridade (ANOSIM) através do software PRIMER® versão 6. A matriz de dados utilizada para tais análises foi criada a partir dos dados de abundância numérica das espécies, que foram transformadas pela raiz quadrada, e posteriormente construída a matriz de similaridade utilizando o coeficiente de Bray–Curtis, e tendo como fatores os locais, fases do regime hidrológico e os anos para a construção do diagrama de ordenação do MDS. Para evitar ruídos nas análises e, conseqüentemente, facilitando a interpretação dos dados, foram removidas as amostras que não apresentavam nenhum exemplar capturado, bem como as espécies que apresentaram uma frequência de ocorrência abaixo de 1%.

Foram realizadas comparações espaciais e temporais das assembleias de peixes entre as praias, fases do regime hidrológico e os locais, para testar diferenças e verificar as similaridades na estrutura da comunidade em questão através da Análise de Similaridade (ANOSIM).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

Para a pluviosidade (Figura 6), as maiores médias foram observadas em 2011 ( $166,5 \pm 35,56$  mm), seguido de 2013 ( $109,5 \pm 24,12$  mm) e 2012 ( $79,8 \pm 31,7$  mm). Os picos chuvosos foram observados no mês de abril de 2011 e no mês de junho nos anos de 2012 e 2013. Os valores mais baixos de pluviosidade são observados geralmente durante os últimos meses do ano. Em relação ao vento, as maiores médias foram observadas na estação seca no mês de setembro em 2011 (3,59) e 2013 (3,05) e no mês de agosto em 2012 (3,32) (Fonte: Dados da Rede do INMET).



**Figura 6** - Variação mensal da pluviosidade nos anos de 2011, 2012 e 2013 no município de Rio Tinto - PB.

A temperatura da água apresentou um valor mínimo de  $25,4$  °C (Praia Dissipativa - Setembro/ 2013) e valor máximo de  $35$  °C (Praia Refletiva - Dezembro/2012) durante as amostragens realizadas nas três praias. A Praia Dissipativa apresentou o maior valor, obtendo a média $\pm$ desvio de  $30,6 \pm 0,20$  durante a estação chuvosa de 2013 e o menor valor médio foi observado na Praia Refletiva, durante a estação chuvosa de 2012 com  $27,4 \pm 0,16$ . Espacialmente, a Praia Refletiva apresentou a maior temperatura média ( $29 \pm 0,24$ ), seguida

pela Praia Dissipativa ( $28,8 \pm 0,25$ ) e da Praia Intermediária ( $28,7 \pm 0,20$ ). Temporalmente, a maior temperatura média foi observada no período chuvoso de 2013 ( $30,1 \pm 0,22$ ) e a menor, no período chuvoso de 2012 ( $27,8 \pm 0,12$ ). Através da análise de variância, foram observadas diferenças significativas para as interações Ano x Estação do Ano ( $F= 19,26$  e  $p= 0,000$ ) e Ano x Local x Estação do Ano ( $F= 2,488$  e  $p= 0,046$ ) (Tabela I).

No que diz respeito ao gradiente de salinidade, a Praia Refletiva apresentou os maiores valores médios ( $35,1 \pm 1,12$ ), seguida pela Praia Intermediária ( $34,1 \pm 1,11$ ) e pela Praia Dissipativa ( $32 \pm 1,37$ ). Temporalmente, o ano de 2011 e 2012 apresentaram as maiores taxas de salinidade em detrimento do ano de 2013. Foi observado um valor mínimo na Praia Dissipativa durante o período chuvoso de 2011 ( $26,7 \pm 1,72$ ) e um valor máximo na Praia Refletiva, no período seco de 2011 ( $39,4 \pm 0,97$ ). A ANOVA revelou diferenças significativas para os fatores Ano ( $F= 10,59$  e  $p= 0,00$ ), Local ( $F= 7,27$  e  $p= 0,00$ ) e Estação do ano ( $F= 16,41$  e  $p= 0,00$ ) (Tabela I). As interações Ano x Estação do ano ( $F= 5,77$  e  $p= 0,004$ ) e Local x Estação do ano ( $F= 4,53$  e  $p= 0,012$ ) também foram significativas.

Quanto à transparência, o maior valor foi observado na Praia Intermediária durante a estação seca de 2012 ( $70,0 \pm 9,13$  cm), enquanto que o menor valor foi observado na Praia Refletiva, no período chuvoso de 2011 ( $25,6 \pm 1,76$  cm). Especialmente, as maiores médias foram observadas na Praia Dissipativa ( $53,2 \pm 4,9$  cm), seguido da Praia Intermediária e Refletiva que apresentaram valores médios de  $52,2 \pm 5,19$  cm e  $32,8 \pm 2,93$  cm, respectivamente. Temporalmente, o maior valor de transparência foi observado na estação seca de 2012 ( $60,9 \pm 4,35$  cm) e o menor na estação chuvosa de 2011 ( $35 \pm 2,71$  cm). A ANOVA revelou diferenças significativas para os fatores Ano ( $F= 9,77$  e  $p= 0,00$ ), Local ( $F= 23,90$  e  $p= 0,00$ ) e Estação do ano ( $F= 11,08$  e  $p= 0,00$ ) (Tabela I).

**Tabela I** - Valores de F e p (ANOVA trifatorial) e diferenças significativas das comparações entre os anos, locais, estações do ano ou regime hidrológico e os fatores abióticos: Temperatura, Salinidade e Transparência; e o teste de Tukey para os anos, locais e estações significativamente diferentes. Legenda: \* -  $p < 0,01$ .

	Ano		Local		Estação		Tukey
	F	p	F	p	F	p	
<b>Temperatura</b>	1,53 <sup>NS</sup>	0,22	0,35 <sup>NS</sup>	0,70	0,038 <sup>NS</sup>	0,84	-----
<b>Salinidade</b>	10,59*	0,00	7,27*	0,00	16,41*	0,00	2011, 2012 > 2013 Praia Refletiva > Praia Dissipativa
<b>Transparência</b>	9,77*	0,00	23,90*	0,00	11,08*	0,00	2012, 2013 > 2011  Praias Dissipativa, Intermediária > Praia Refletiva

#### 4.2 COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA

Um total de 9.195 indivíduos foi coletado durante o período estudado, compreendendo 70 espécies e 23 famílias, totalizando 18415,08g de peixes (Tabela II). Desse total, 2.913 indivíduos compreendidas em 48 espécies, totalizando 10728,49g foram coletados em 2011; em 2012, foram amostrados 5.649 indivíduos representados por 41 espécies totalizando 5573,735g; e 2013, 633 indivíduos foram capturados compreendendo 40 espécies, totalizando 2112,85g. As famílias com maior número de espécies foram Engraulidae (nove espécies), Carangidae (oito espécies), Mugilidae (seis espécies), Sciaenidae, Gobiidae e Tetraodontidae (cinco espécies cada uma).

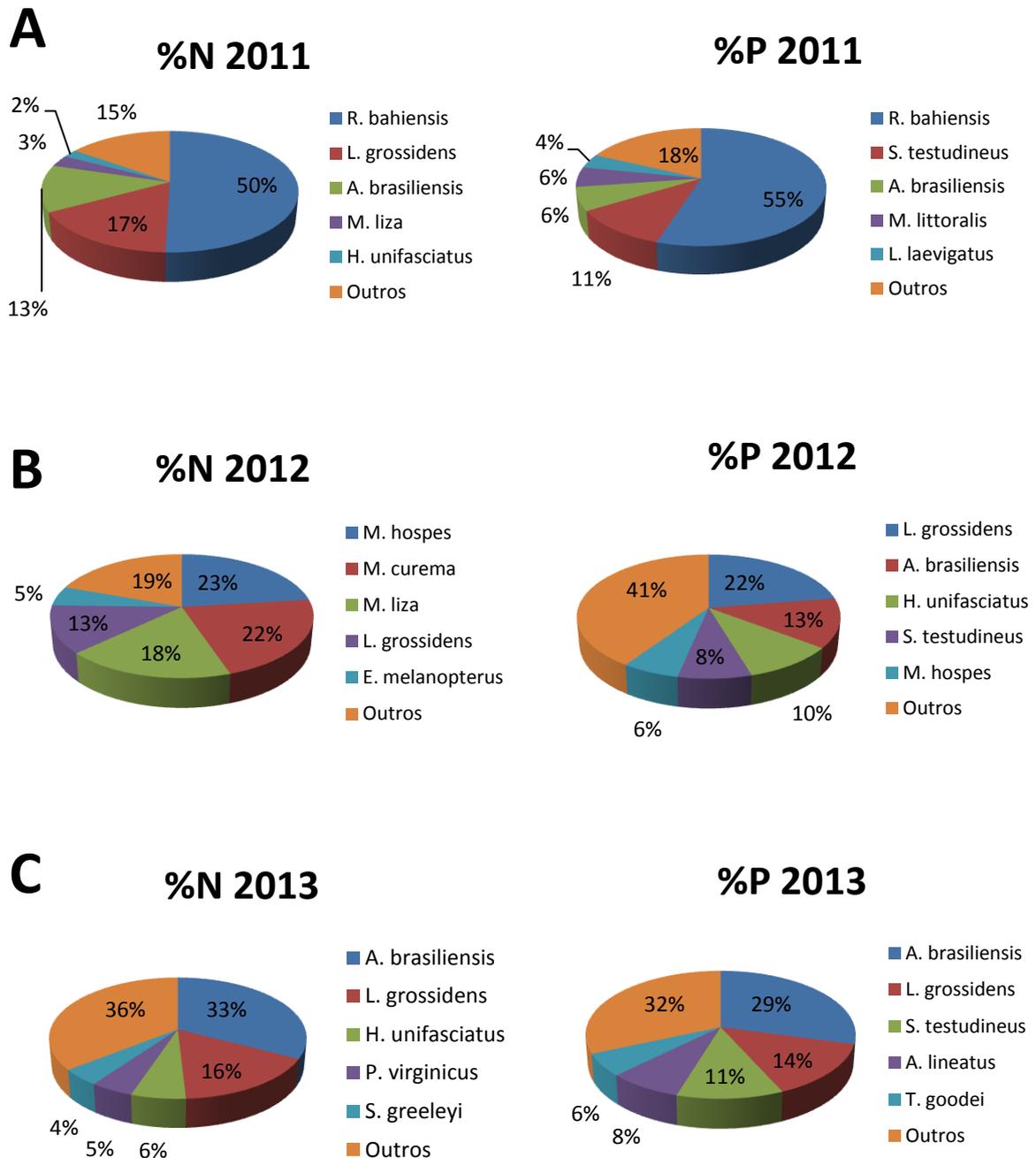
**Tabela II** - Lista das espécies ordenadas por famílias de acordo com Nelson (2006). Abundância numérica, biomassa e distribuição das espécies de peixes capturadas em três praias no estuário do rio Mamanguape: CPO - Praia da Curva do Pontal; PON - Praia do Pontal; CAM - Praia de Campina.

Família	Espécie	N	P(g)	CPO	PON	CAM
Albulidae	<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	22	7,085	X	X	X
	Larvas de <i>A. vulpes</i>	51	12,52		X	
	Larvas leptocéfalas	53	15,6	X	X	X
Ophichthidae	<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)	1	28,1	X		
Clupeidae	<i>Harengula clupeiola</i> (Cuvier, 1829)	6	31,14	X		
	<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	8	37,31	X		
	<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	4	120,19	X		X
	<i>Rhinosardinia bahiensis</i> (Steindachner, 1879)	1549	6202,51	X	X	X
Engraulidae	<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)	32	23,38	X	X	
	<i>Anchoa marinii</i> Hildebrand, 1943	2	0,61	X		
	<i>Anchoa spinifera</i> (Valenciennes, 1848)	1	17,7	X		
	<i>Anchoa tricolor</i> (Spix & Agassiz, 1829)	2	11,14	X		
	<i>Anchovia clupeioides</i> (Swainson, 1839)	16	235,67	X	X	
	<i>Anchoviella brevirostris</i> (Günther, 1868)	4	2,15	X		
	<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	31	6,43	X	X	
	<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	1	16,83	X		
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Agassiz, 1829)	1294	1893,08	X	X	X	
Ariidae	<i>Sciades herzbergii</i> (Bloch, 1794)	3	8,43		X	
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	260	952,3	X	X	
	<i>Hyporhamphus roberti</i> (Valenciennes, 1847)	1	1,65	X		
Atherinopsidae	<i>Atherinella blackburni</i> (Schultz, 1949)	10	38,54	X	X	X
	<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy and Gaimard, 1825)	788	2026,89	X	X	X
Syngnathidae	<i>Syngnathus folletti</i> Herald, 1942	1	0,11		X	
	<i>Syngnathus pelagicus</i> Linnaeus, 1758	1	0,08		X	
Carangidae	<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	1	3,02	X		
	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	32	124,3	X	X	X

	<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832)	2	11,38	X	X	
	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch and Schneider, 1801)	5	8,26	X		
	<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	1	13,97			X
	<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	62	184,01		X	X
	<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	22	136,92	X	X	X
	<i>Trachinotus goodei</i> Jordan and Evermann, 1896	20	190,75		X	X
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	5	4,09	X		
	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	6	53,36	X		
Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	1	2,51	X		
	<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird and Girard in Baird, 1855	47	100,35	X		
	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	341	36,6	X	X	X
	<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	14	60,43	X		
	Larvas	57	1,22	X	X	X
Haemulidae	<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	17	114,16		X	
	<i>Pomadasys corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	12	101,69	X	X	X
	<i>Pomadasys crocro</i> (Cuvier, 1830)	4	8,83		X	
	<i>Pomadasys ramosus</i> (Poey, 1860)	2	9,63		X	
Sciaenidae	<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	4	68,68	X		
	<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	1	66,95		X	
	<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1847)	52	749,74	X	X	X
	<i>Pogonias cromis</i> (Linnaeus, 1766)	1	0,64		X	
	<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	4	17,73		X	
Mugilidae	<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	1244	409,6	X	X	X
	<i>Mugil curvidens</i> Valenciennes, 1836	9	19,4	X		
	<i>Mugil hospes</i> Jordan & Culver, 1895	1331	439,28	X	X	X
	<i>Mugil incilis</i> Hancock, 1830	124	25,3	X		
	<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	1121	213,59	X	X	X
	<i>Mugil trichodon</i> Poey, 1875	205	63,32	X		
Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	79	343,69	X	X	X

Eleotridae	<i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)	1	2,64	X	
Gobiidae	<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	12	74,66	X	
	<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	21	2,86	X	
	<i>Ctenogobius smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)	8	12,46	X	
	<i>Ctenogobius stigmaticus</i> (Poey, 1860)	3	0,33	X	
	<i>Gobionellus stomatus</i> Starks, 1913	5	8,25	X	
Acanthuridae	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	2	1,05	X	
Paralichthyidae	<i>Citharichthys arenaceus</i> Evermann & Marsh, 1900	12	115,92	X	X
	<i>Citharichthys macrops</i> Dresel, 1885	15	34,27	X	X
	<i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862	7	40,85	X	
Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	16	248,41	X	
Cynoglossidae	<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy and Gaimard, 1824)	11	93,36	X	
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)	2	414,71	X	X
	<i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900	42	153,87	X	X
	<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)	9	45,08	X	
	<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	60	1889,21	X	X
	<i>Sphoeroides tyleri</i> Shipp, 1972	1	1,24	X	
Diodontidae	<i>Chilomycterus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	1	3,06		X

Com relação a porcentagem numérica, *Rhinosardinia bahiensis* foi a espécie mais representativa do total de espécies amostradas em 2011, enquanto que *Mugil hospes* e *Atherinella brasiliensis* apresentaram a maior porcentagem numérica no ano de 2012 e 2013, respectivamente. Para a biomassa, *Rhinosardinia bahiensis* apresentou o maior valor no geral em 2011; para 2012, a maior contribuição foi a de *Lycengraulis grossidens*, enquanto *Atherinella brasiliensis* apresentou o maior valor dentre as espécies amostradas em 2013 (Figura 7).



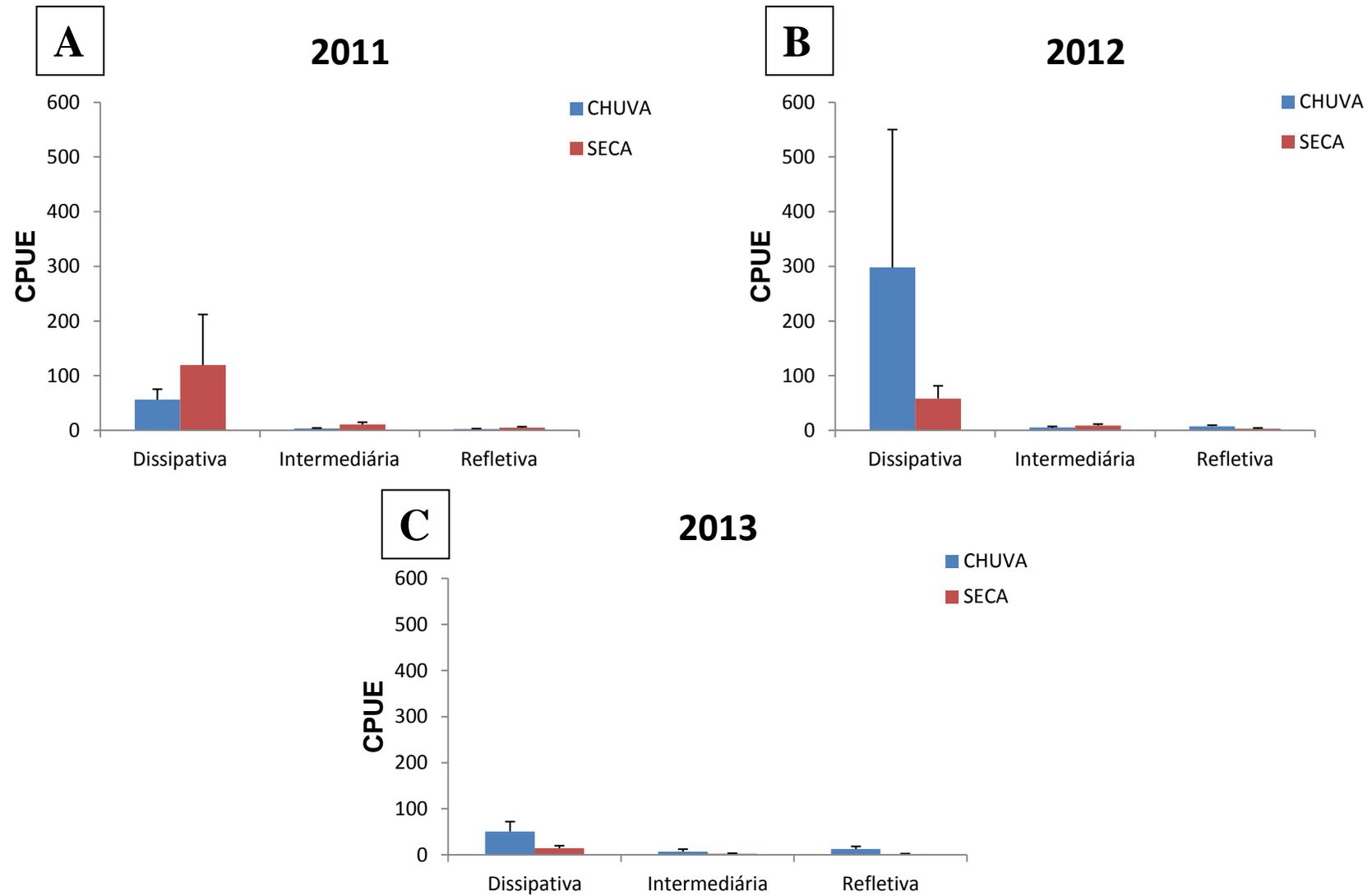
**Figura 7** - Percentual em número e peso das espécies mais abundantes nas amostragens realizadas em 2011 (A), 2012 (B) e 2013 (C) no estuário do rio Mamanguape – PB.

A partir da análise da CPUE foi observada uma maior abundância numérica na praia Dissipativa em relação à praia Intermediária e Refletiva. Os maiores valores foram registrados na praia Dissipativa na estação chuvosa em 2012 ( $297,8 \pm 252,39$ ) e em 2013 ( $51 \pm 21,28$ ), enquanto que em 2011, o maior valor foi observado durante a estação seca na mesma praia

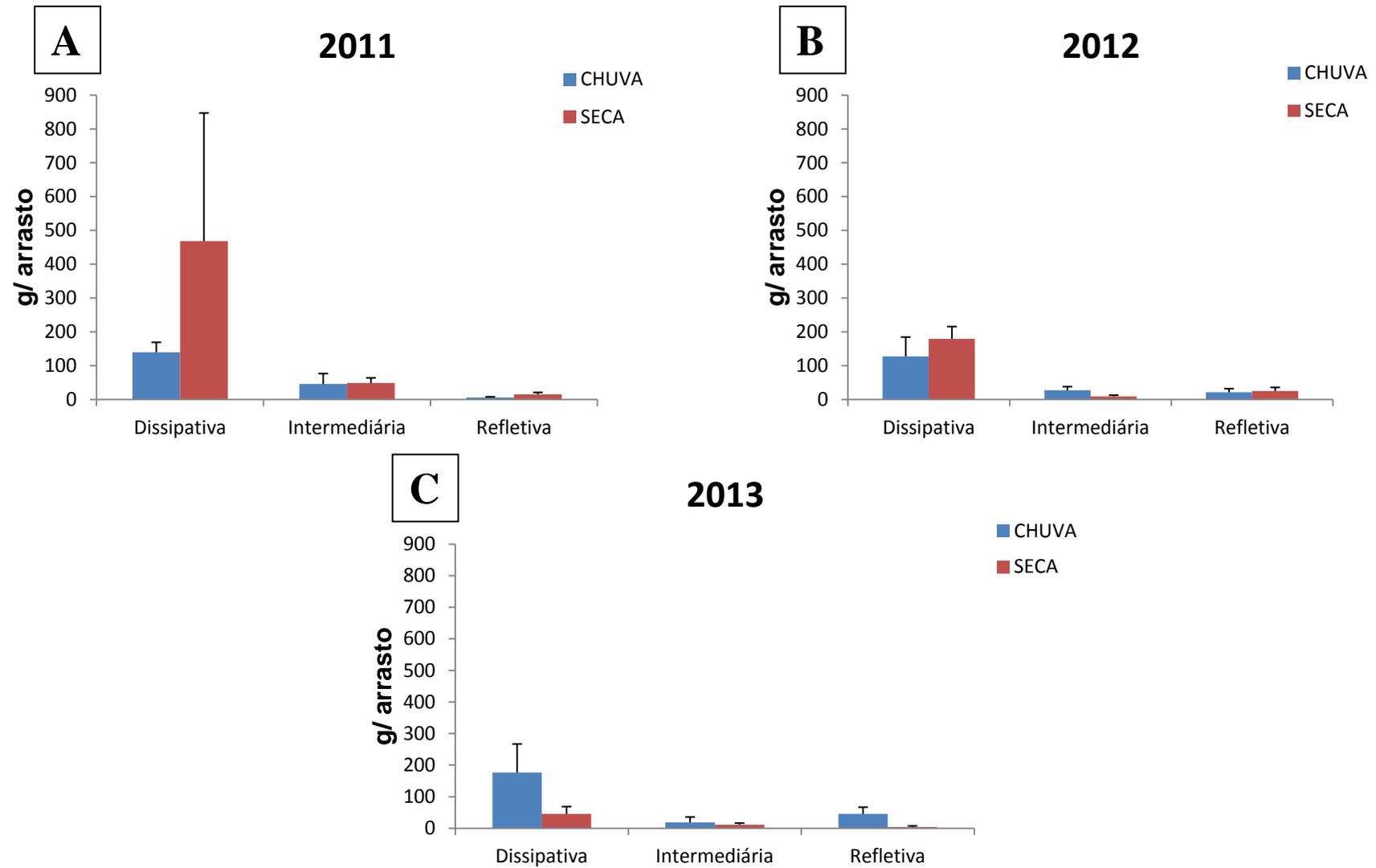
(119,4± 92,70). Os menores valores foram observados na praia Refletiva durante a estação chuvosa em 2011 (2,33±0,87) e estação seca em 2012 (3±1,40) e 2013 (1,82±0,95) (Figura 8). A análise de variância evidenciou que houve diferenças significativas da CPUE entre os locais amostrados e para a interação Ano x Estação do ano ( $F= 1,32$ ;  $p= 0,01$ ) (Tabela III).

Em relação à Biomassa, os maiores valores foram observados na praia Dissipativa durante a estação seca de 2011 (468,4±378,66) e de 2012 (179,8±36,05). Em 2013, o maior valor foi registrado na estação chuvosa na mesma praia (176,25±90,). Os menores valores foram constatados na praia Refletiva durante a estação chuvosa de 2011 (5,75±2,26), na praia Intermediária na estação seca de 2012 (9,17±3,72), e em 2013 (4,33±3,25) na praia Refletiva durante a estação seca (Figura 9). A ANOVA mostrou diferenças significativas da Biomassa entre os locais amostrados e para a interação Ano x Estação do ano ( $F= 4,69$ ;  $p= 0,01$ ) (Tabela III).

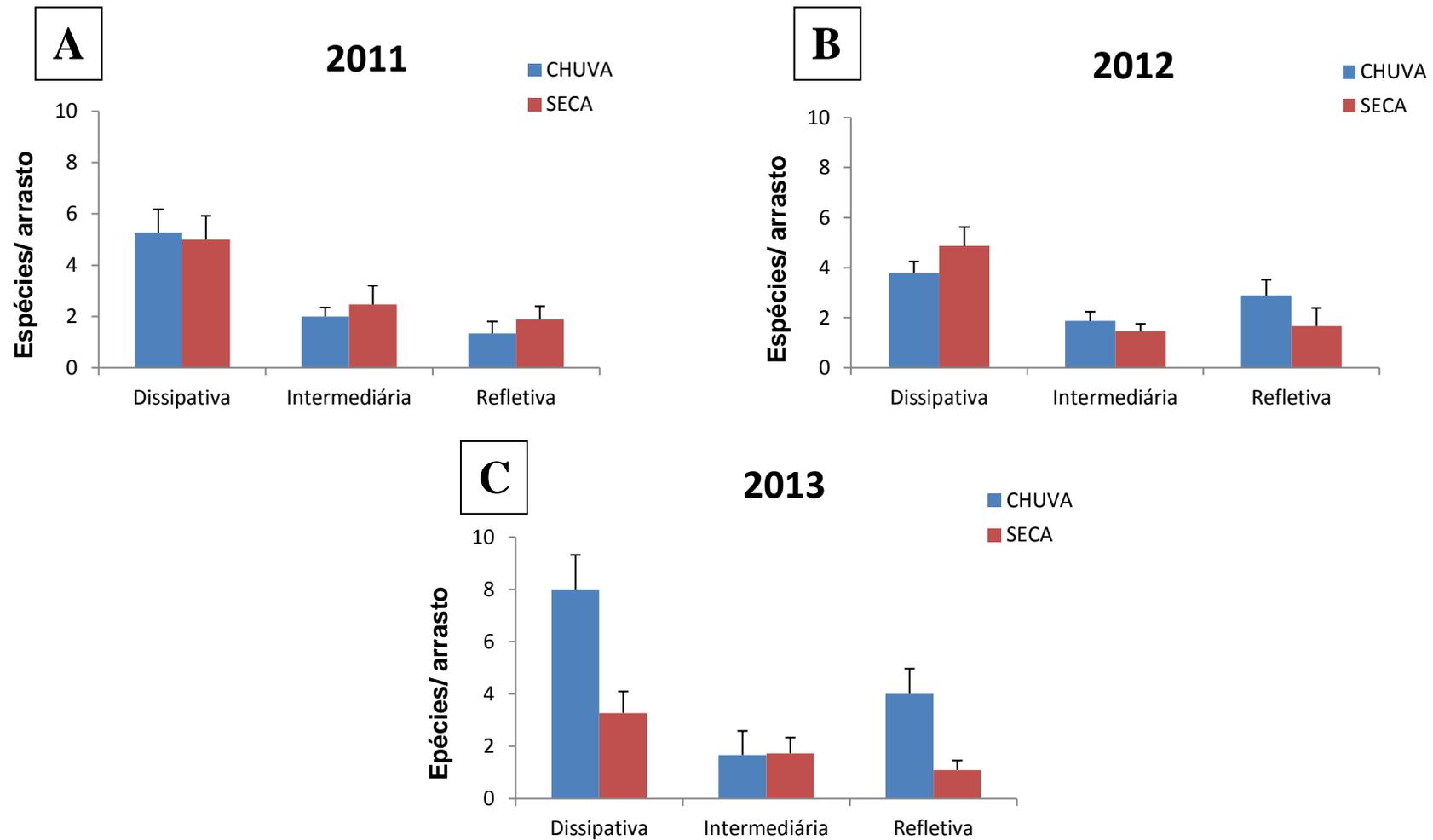
A maior riqueza foi observada na praia Dissipativa na estação chuvosa de 2013 (8±1,32) e 2011 (5,3±0,91) e na estação seca de 2012 (4,9±0,76). A menor riqueza foi observada na praia Refletiva durante a estação chuvosa de 2011 (1,3±0,47); na praia Intermediária, durante a estação seca de 2012 (1,46±0,29); e na praia Refletiva durante a estação seca de 2013 (1,1±0,37) (Figura 10). A ANOVA evidenciou diferenças significativas para os Locais, Estações do ano e para a Interação Ano x Estação do ano ( $F= 4,58$ ;  $p= 0,01$ ) (Tabela III).



**Figura 8** - Variações interanuais, espaciais e temporais da CPUE para a comunidade de peixes no estuário do Rio Mamanguape nos anos de 2011 (A), 2012 (B) e 2013 (C).



**Figura 9** - Variações interanuais, espaciais e temporais da Biomassa para a comunidade de peixes no estuário do Rio Mamanguape nos anos de 2011 (A), 2012 (B) e 2013 (C).

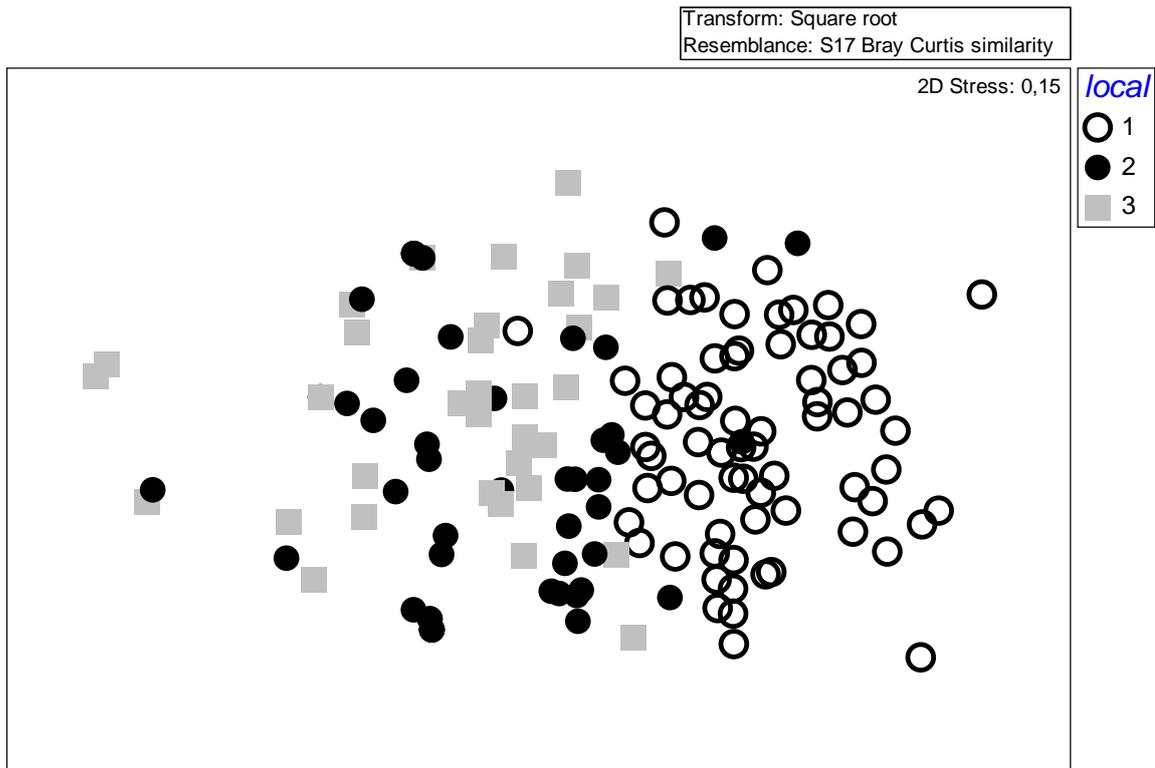


**Figura 10** - Variações interanuais, espaciais e temporais da Riqueza para a comunidade de peixes no estuário do Rio Mamanguape nos anos de 2011 (A), 2012 (B) e 2013 (C).

**Tabela III** - Valores de F e p (ANOVA trifatorial) e diferenças significativas das comparações de CPUE, Riqueza e Biomassa entre os anos, locais e estações do ano; e o teste de Tukey para os anos, locais e estações significativamente diferentes. Legenda: \* -  $p < 0.01$ . Local: Praia CPO (1), Praia PON (2) e Praia CAM (3).

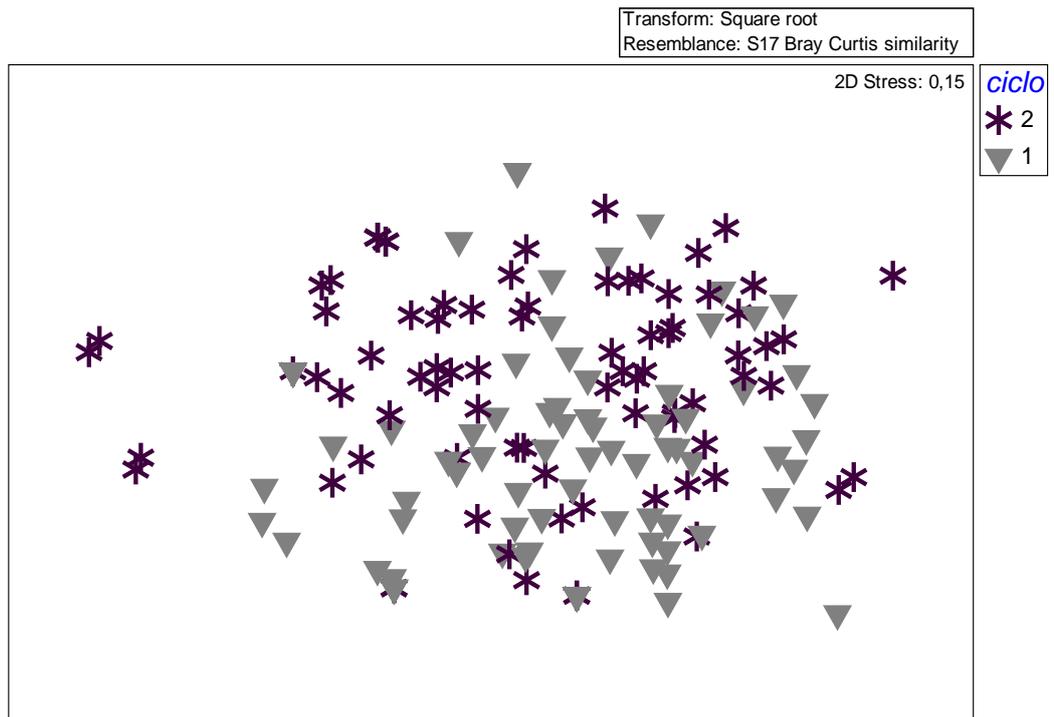
	Ano		Local		Estação		Tukey
	F	p	F	p	F	p	
<b>CPUE</b>	0,890 <sup>NS</sup>	0,412	42,982*	0,000	3,598 <sup>NS</sup>	0,590	1 > 2 > 3
<b>Riqueza</b>	0,030 <sup>NS</sup>	0,970	29,930*	0,000	6,534*	0,001	1 > 2 > 3
<b>Biomassa</b>	1,912 <sup>NS</sup>	0,151	33,981*	0,000	2,009 <sup>NS</sup>	0,158	1 > 2 > 3

A análise do diagrama de ordenação do nMDS revelou um padrão espaço-temporal de distribuição da assembleia de peixes. Espacialmente, foi observado que a ictiofauna da praia Dissipativa ficou distribuída à direita do diagrama, enquanto que ictiofauna da praia Refletiva ficou distribuída à esquerda do diagrama; já a ictiofauna da praia Intermediária ficou localizada no centro do diagrama (Figura 11). O ANOSIM apresentou uma separação significativa entre os locais de coleta ( $R = 0,317$ ;  $P = 0,1\%$ ), com maior similaridade observada entre a ictiofauna das praias 2 e 3 ( $R=0,045$ ) e menor entre as praias 1 e 3 ( $R=0,475$ ).

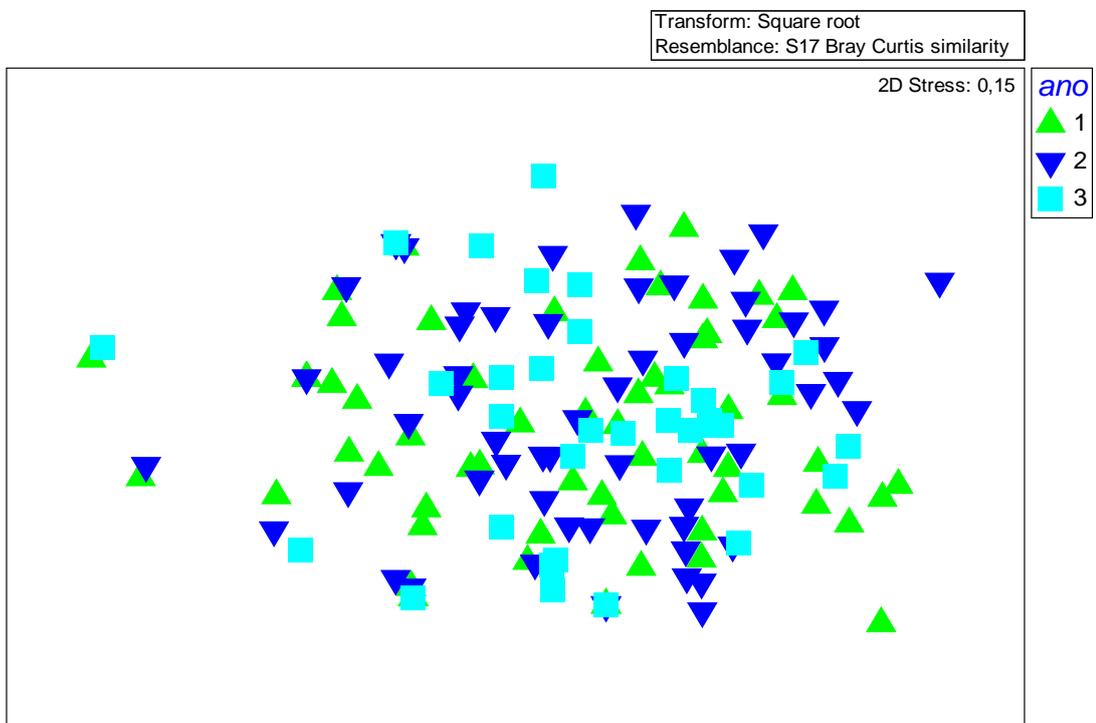


**Figura 11** - nMDS representando as similaridades entre as praias amostradas nos anos de 2011, 2012 e 2013: Dissipativa (1), Intermediária (2) e Refletiva (3).

Temporalmente, com relação às fases do ciclo hidrológico e a variação interanual não foi visualizada uma separação evidente no diagrama do nMDS (Figuras 12 e 13). No ANOSIM foram observados valores significativos apenas para as fases do ciclo hidrológico (ciclo hidrológico:  $R= 0,063$  e  $P= 0,1\%$ ; Interanual:  $R= -0,004$  e  $P=66,8\%$ )



**Figura 12** - nMDS representando as similaridades entre as estações do ano: Seca (1) e Chuvosa (2).



**Figura 13** - nMDS representando as similaridades entre os anos amostrados: 2011 (1), 2012 (2) e 2013 (3).

## 5. DISCUSSÃO

O estudo da estrutura das comunidades de peixes no estuário do Rio Mamanguape revelou que existem diferenças significativas entre as praias amostradas, com a maior abundância numérica, riqueza e biomassa registrada na praia Dissipativa (zona mais protegida da ação das ondas) em detrimento das praias Intermediária e Refletiva (mais exposta à ação das ondas). Nesse contexto, foi observado um padrão espacial de distribuição da assembleia de peixes bem evidente ao longo dos anos. Esses resultados corroboram com a hipótese de que a exposição às ondas é um fator determinante na estruturação da comunidade íctica, como observado em outros estudos (VASCONCELLOS et al., 2007; OLIVEIRA & PESSANHA, 2014).

As praias Refletivas são consideradas ambientes de alta energia, caracterizados por uma alta variabilidade dos fatores abióticos (OLIVEIRA & PESSANHA, 2014), e tais fatores tem implicações na comunidade biológica, influenciando de forma direta e indireta os mecanismos fisiológicos dos indivíduos ou simplesmente limitando as populações (ARCEO-CARRANZA; VEGA-CENDEJAS, 2009). A Praia do Pontal tende para uma condição intermediária entre as praias Dissipativa e Reflexiva, contudo, apresenta características semelhantes à praia refletiva no que diz respeito ao efeito das ondas e, conseqüentemente, ao baixo número de espécies, indivíduos e biomassa, indicando que essas áreas são habitadas por um número limitado de espécies.

Por outro lado, as praias estuarinas apresentam condições favoráveis que justificam sua maior taxa de abundância e biomassa como, por exemplo, baixa exposição às ondas, ausência de grandes predadores (PEREIRA, 2008), elevada concentração de nutrientes e disponibilidade de recursos alimentares sendo dessa forma, utilizada como área de proteção e crescimento para diversas espécies (PAIVA et al., 2008). Além disso, peixes juvenis preferem habitats mais tranquilos, devido a sua pequena habilidade natatória (FULTON et al., 2001).

A dinâmica de populações de peixes (recrutamento, crescimento e mortalidade), bem como aspectos relacionados à reprodução como, por exemplo, maturidade sexual, fecundidade e desova, são influenciados por uma série de fatores ambientais tais como salinidade, transparência, oxigênio dissolvido, entre outros, que podem ser afetados pelas alterações climáticas (GILLANDERS et al., 2011). Sendo assim, as flutuações nas condições ambientais podem regular a variação sazonal da abundância de espécies de peixes (METHVEN et al., 2001) ao longo do ano.

Os níveis e escalas desses fatores abióticos tais como salinidade, profundidade e turbidez, podem ser determinados pelos padrões de chuvas sazonais (BLABER et al., 1995) e aporte de água doce (CASTILLO-RIVERA, 2013). Em síntese, padrões temporais de distribuição da ictiofauna relacionados ao ciclo hidrológico foram observados, com maior riqueza de espécies, abundância de indivíduos e de biomassa registrada no período chuvoso em relação ao período seco.

A salinidade é um fator determinante na distribuição de peixes (ELLIOTT et al., 2007), o que foi constatado por Garcia et al. (2003) em estudo realizado em uma região subtropical brasileira, no qual foi observado que a baixa taxa de precipitação e descarga de água doce no estuário provocou um aumento na abundância de espécies marinhas. Castillo-Rivera (2013) em seu estudo revela que o gradiente precipitação-salinidade foi o fator mais importante na variação sazonal da composição dos peixes na lagoa de Pueblo Viejo, estuário localizada no México. Gradientes de salinidade criam barreiras fisiológicas para muitas espécies (ARCEO-CARRANZA; VEGA-CENDEJAS, 2009), afetando o metabolismo dos peixes através de influências sobre a osmorregulação e consumo de oxigênio (GILLANDERS et al., 2011). Nossos resultados indicam uma maior taxa de salinidade na praia Refletiva, onde espécies como *T. carolinus*, *P. virginicus* e *M. hospes* foram consideradas frequentes.

Além da salinidade, a transparência também é um fator importante na estruturação da comunidade de peixes. O aumento de matéria orgânica e conseqüentemente da turbidez, fornece proteção para assembleias de peixes larvais contra os predadores (BARLETTA-BERGAN et al., 2002). Outras variáveis podem exercer influência sobre a assembleia de peixes como, por exemplo, a temperatura da água, velocidade e direção do vento (MARTINHO et al. 2007; BLABER et al., 1995).

Apesar da temperatura ser frequentemente citada como um importante fator no que diz respeito à distribuição das espécies de peixes (HARRISON & WHITFIELD, 2006; METHVEN et al., 2001), neste trabalho não foi observado uma variação sazonal significativa da temperatura. Isso se deve ao fato de que o estuário do Rio Mamanguape está localizado em uma região tropical, caracterizada pela maior incidência de radiação solar, não havendo, portanto, uma ampla variação na temperatura.

Com relação à direção e velocidade do vento, Vasconcellos et al. (2007) observaram que os ventos que ocorrem na costa do Rio de Janeiro durante a primavera facilitam o transporte de ovos e larvas pelas correntes costeiras e marés dos locais de reprodução na plataforma continental para as áreas de recrutamento nas praias arenosas, sendo este um provável fator para o aumento do recrutamento neste período.

Espécies como *Rhinosardinia bahiensis*, *Lycengraulis grossidens* e *Atherinella brasiliensis* foram capturados regularmente durante os três anos, juntamente com um grande número de Mugilídeos. Os resultados sugerem que a alta abundância de *Rhinosardinia bahiensis* em 2011 está relacionada com o aumento das chuvas neste mesmo ano, tendo em vista que estes indivíduos se alimentam de organismos planctônicos, os quais estão diretamente relacionados ao nível de pluviosidade, uma vez que o aumento das chuvas e a descarga de água doce traz consigo nutrientes, aumentando a taxa de produtividade primária e, conseqüentemente, mais recursos alimentares para esses peixes (GARCIA et al., 2003; OLIVEIRA, 2014).

Com relação aos Mugilídeos, foi observado uma alta abundância destes indivíduos em 2012, visto que a diminuição na taxa de pluviosidade promoveu um aumento na salinidade nas praias estudadas, condição esta favorável ao seu recrutamento (VIEIRA, 1991). Durante o ano de 2013 foi observado uma distribuição regular das chuvas ao longo do ano como também o aumento na abundância e biomassa da espécie *Atherinella brasiliensis*.

Com base nos resultados obtidos, percebeu-se que a variação interanual dos três anos analisados não apresentaram diferenças significativas quanto à estrutura da ictiofauna nas praias estudadas. Segundo Gillanders et al. (2011), o impacto das alterações climáticas nos estuários tropicais e subtropicais irá variar entre as regiões, com diferentes níveis de impactos sobre as espécies de peixes que utilizam esses ecossistemas.

No entanto, para um melhor entendimento da dinâmica temporal da comunidade de peixes, é necessário avaliar não só os padrões temporais a curto prazo mas também ao longo do tempo. Castellanos-Galindo e Krumme (2014), examinaram as mudanças de longo prazo após 13 anos (1999 e 2012) em um estuário localizado no norte de Brasil, com o objetivo de avaliar a persistência, a estabilidade e a recorrência de padrões de curto prazo na organização da comunidade de peixes. Os autores observaram que a assembleia de peixes se manteve estável, apresentando espécies dominantes que persistiram ao longo desses anos. Contudo, foi observado uma redução da abundância e biomassa em 2012, fato atribuído à redução das chuvas no mesmo ano, resultando em um nível de água mais baixo e recrutamento reduzido.

Portanto, se faz necessário manter um estudo continuado a fim de obter um conjunto de dados a longo prazo sobre o ambiente e as variáveis relacionadas. Também é importante obter informações acerca das espécies que utilizam esse ambiente, visto que as mesmas podem fornecer dados, facilitando a previsão desses impactos causados pela variação do clima.

## 6. CONCLUSÕES

Um padrão espacial de distribuição da assembleia de peixes foi observado, com uma maior abundância, biomassa e riqueza registrada na praia Dissipativa, em detrimento da praia Intermediária e Refletiva. Temporalmente foi constatado que as variações na pluviosidade e regime hidrológico ao longo do ano são importantes fatores que alteram a composição e estrutura da comunidade de peixes a partir da influência sob os fatores abióticos, pois as variações observadas na salinidade e transparência influenciaram na distribuição das espécies. No entanto, não foram observadas variações interanuais significativas na composição e estrutura da comunidade de peixes nas três praias estudadas no estuário do Rio Mamanguape. Portanto, neste trabalho destacamos a importância das praias arenosas nos ciclos biológicos de diversas espécies de peixes, uma vez que este habitat atua como áreas de recrutamento e berçários, proporcionando refúgio contra predadores, bem como local de alimentação; além da importância de se manter um estudo a longo prazo nessas áreas, permitindo um maior conhecimento acerca da ictiofauna e sua relação com as variáveis ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA-Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Monitoramento mensal das chuvas acumuladas.** Available in: <[http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarMesesChuvas Mensais](http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarMesesChuvasMensais)>. Accessed jan-20-2014.

AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. de M.; GOMES, L. C.; OKADA, E. K. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planície de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. **Rev. Hidrobiol. Trop.**, Bondy, v. 26, p.79-90, 1993.

ARAÚJO, M. E. TEIXEIRA, J. M. C. OLIVEIRA, A. M. E. **Peixes estuarinos do nordeste brasileiro: Guia Ilustrado.** Recife: Editora Universitária UFPE e EFC, 2004.

ARCEO-CARRANZA, D.; VEGA-CENDEJAS, M. E. Spatial and temporal characterization of fish assemblages in a tropical coastal system influenced by freshwater inputs: northwestern Yucatan peninsula. **Revista de Biología Tropical**, v. 57, n. 1-2, p. 89-103, 2009.

BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M. & SAINT-PAUL, U. Structure and seasonal dynamics of larval in the Caeté River Estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 54, 193–206, 2002.

BLABER, S. J. M.; BREWER, D. T. & SALINI, J. P. Fish communities and the nursery role of the shallow inshore waters of a tropical bay in the Gulf of Carpentaria, Australia. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 40(2): 177-93, 1995.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira.** Brasília, MMA/SBF, 404p, 2002.

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. Ecology of Sandy Beaches. **Elsevier Science Publishers:** New York, 1990. p. 328.

BROWN, A. C., MCLACHLAN, A. Ecology of sandy shores. **Elsevier**, Amsterdam, 1991.

CASTELLANOS-GALINDO, G. A.; KRUMME, U. Long-term stability of tidal and diel-related patterns in mangrove creek fish assemblages in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 149 (2014) 264 e 272.

CASTILLO-RIVERA, M. Influence of Rainfall Pattern in the Seasonal Variation of Fish Abundance in a Tropical Estuary with Restricted Marine Communication. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 5, n. 3A, p. 311-319, 2013.

CASTRO, André Luiz da Costa; DINIZ, Aline de Farias; MARTINS, Ieda Zapparoli; VENDEL, Ana Lúcia; OLIVEIRA, Tacyana Pereira Ribeiro de; ROSA, Ierecê Maria de Lucena. Assessing diet composition of seahorses in the wild using a non destructive method: *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) as a study-case. **Neotropical Ichthyology**, 6(4): 637-644, 2008.

CERHPB – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. **Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte**. João Pessoa, 2004. Mimeo.

CUNICO, A. M.; GRAÇA, W. J.; VERÍSSIMO, S.; BINI, L. M. Influência do nível hidrológico sobre a assembleia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum** Maringá, v. 24, n. 2, p. 383-389, 2002.

ELLIOTT, M., WHITFIELD, A.K., POTTER, I.C., BLABER, S.J.M., CYRUS, D.P., NORDLIE, F.G. & HARRISON, T.D. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. **Fish and Fisheries**. 8:241-268, 2007.

FIGUEIREDO, J. L. MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. II. Teleostei (1). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1978.

FIGUEIREDO, J. L. MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. III. Teleostei (2). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.

FIGUEIREDO, J. L. MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. VI. Teleostei (5). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2000.

FRANCIS M., R. HURST, B. M. CARDLE, N. BAGLEY & O. ANDERSON. New Zeland demersal fish assemblages. **Env. Biol. Fish.** 65: 215-234, 2002.

FULTON, C. J., BELLWOOD, D. R., WAINWRIGHT, P.C. The relationship between swimming ability and habitat use in wrasses (Labridae). **Mar Biol.** 139:25–33, 2001.

GARCIA A. M., VIEIRA J. P., WINEMILLER K. O. Effects of 1997-1998 El Nino on the dynamics of the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon Estuary (Brazil). **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 57 (3), 489-500, 2003.

GARCIA A. M., VIEIRA J. P., WINEMILLER K. O., GRIMM A. M. Comparison of 1982-1983 and 1997-1998 El Niño effects shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil). **Estuaries** 27 (6), 905-914, 2004.

GIBSON, R. N.; PIHL, L.; BURROWS, M. T.; MODIN, J.; WENNHAGE, H.; NICKELL, L. A. Diel movements of juvenile plaice *Pleuronectes platessa* in relation to predators, competitors, food availability and abiotic factors on a microtidal nursery ground. **Marine Ecology Progress Series**, v. 165, 145-159, 1998.

GIBSON, R. N.; ROBB, L.; BURROWS, M. T.; ANSELL, A. D. Tidal, diel and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. **Marine Ecology Progress Series**. Vol. 130: 1-17.1996.

GILLANDERS B.M., ELSDON T.S., HALLIDAY I.A., JENKINS G.P., ROBINS J.B., VALESINI F.J. Potential effects of climate change on Australian estuaries and fish utilising estuaries: a review. **Marine and Freshwater Research** 62 (9), 1115-1131, 2011.

GRANGE, N.; WHITFIELD, A. K.; DE-VILLIERS, C. J.; ALLANSON, B. R. The response of two South African east coast estuaries to altered river flow regimes. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 10, n. 3, p. 155-177, 2000.

GURGEL, T. A. B.; OLIVEIRA, M. R.; BRASIL, D. F.; CHELLAPPA, S. Peixes marinhos das águas costeiras de Ponta Negra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 2, n. 1, p. 83-97, 2012.

HARRISON, T. D. AND WHITFIELD, A. K. Temperature and Salinity as Primary Determinants Influencing the Biogeography of Fishes in South African Estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Vol. 66, No. 1-2, 2006.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>> Acesso em: 06 de outubro de 2014.

LIVINGSTON, R. J. **Trophic organization in costal systems**. Boca Raton, CRC. 388p, 2002.

MARTINHO F., LEITÃO R., VIEGAS I., DOLBETH M., NETO J. M., CABRAL H. N., PARDAL M.A. The influence of an extreme drought event in the fish community of a southern Europe temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 75 (4), 537-546, 2007.

MASSELINK G. Simulating the effects of tides on beach morphodynamics. **Journal of Coastal Research** 15, 180-197, 1993.

MENEZES, N. A. FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. IV. Teleostei (3). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.

MENEZES, N. A. FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. V. Teleostei (4). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985.

METHVEN, D. A.; HAEDRICH, R. L. & ROSE, G. A. The fish assemblage of a Newfoundland estuary: diel, monthly and annual variation. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 52:669-687, 2001.

MOURAO, J. S.; NORDI, N. Etnoecologia de pescadores artesanais do estuário do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. **Bol. Técn. Inst. Pesca** 29: 9-17, 2003.

NELSON, Joseph S. **Fishes of the World**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. 622 p.

NERO, V. L. & SEALEY, K. S. Fish-environment associations in the coastal waters of Andros Island, The Bahamas. **Environmental Biology of Fishes** 75: 223-236, 2006.

OLIVEIRA, R. E. M. C. C. **Estudo do padrão interanual de composição, estrutura e dos processos de recrutamento da comunidade de peixes em praias de um estuário tropical**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação) – Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2014.

OLIVEIRA, R. E. M. C. C. & PESSANHA, A. L. M. Fish assemblages along a morphodynamic continuum on three tropical beaches. **Neotropical Ichthyology**, 12(1): 165-175, 2014.

OLIVEIRA–SILVA, Jailza Tavares de. PESO–AGUIAR, Marlene Campos. LOPES, Paulo Roberto Duarte. Ictiofauna das praias de Cabuçu e Berlinque: Uma contribuição ao conhecimento das comunidades de peixes na Baía de Todos os Santos – Bahia – Brasil. **Biotemas**, vol. 21, n. 4, 105–115p, 2008.

PAIVA, A. C. G., P. T. C. CHAVES & M. E. ARAÚJO. Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. **Revista Brasileira de Zoologia**, 25: 647-661, 2008.

PEREIRA, Hamilton Hissa. **Variações temporais cíclicas nas assembléias de peixes de uma praia continental e uma insular na Baía de Sepetiba**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G. Spatial, temporal and diel variations os fish assemblage at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brasil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, vol. 57, Volume 57, n. 5–6, 817–828p, 2003.

REIS-FILHO, J. A.; NUNES, J. A. C. C.; FERREIRA, A. Estuarine ichthyofauna of the Paraguaçu River, Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 301-311, 2010.

SHORT, A. D. (ed) (**Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. Wiley, London, p 392, 1999.

VASCONCELLOS R. M., SANTOS J. N. S.; SILVA M. A., ARAÚJO F. G. Efeito do grau de exposição às ondas sobre a comunidade de peixes juvenis em praias arenosas do município do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica** 7 (1), 171-178, 2007.

VIEIRA, J. P. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary of Laguna dos Patos, RS, Brasil. **Copeia**, 2: 409-418, 1991.

VINAGRE, C.; SANTOS, F. D.; CABRAL, H. N.; COSTA, M. J. Impact of climate and hydrology on juvenile fish recruitment towards estuarine nursery grounds in the context of climate change. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 85, n. 3, p. 479-486, 2009.

WHITFIELD, A. K. & M. ELLIOTT. Fishes as indicators of environment and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. **Journal of Fish Biology**, 61(Supplement A): 229-250., 2002.

XAVIER, J. H. A.; CORDEIRO, C. A. M. M.; TENÓRIO, G. D.; DINIZ, A. F.; PAULO-JÚNIOR, E. P. N.; ROSA, R. S.; ROSA, I. L. Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and microhabitat availability along the mangrove-reef gradient. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 1, p. 109-122, 2012.