



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTAÇÃO  
DA PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.**



**RECIFE – PE**

**2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTAÇÃO  
DA PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Oceanografia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Elisabeth de Araújo  
Co-Orientador: Prof. Dr. William Severi

RECIFE – PE

2013

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

S232e Santana, Fábio Magno da Silva.  
Ecologia da assembléia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco / Fábio Magno da Silva Santana. - Recife: O Autor, 2013.  
93 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisabeth de Araújo.  
Co-Orientador: Prof. Dr. William Severi.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2013.  
Inclui Referências.

1. Oceanografia. 2. Ictiofauna. 3. Zona de arrebentação. 4. Praia arenosa. 5. Sazonalidade. I. Araújo, Maria Elisabeth de. (Orientadora). II. Severi, William. III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2013-251

FÁBIO MAGNO DA SILVA SANTANA

**ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE  
ARREBENTAÇÃO DA PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ,  
PERNAMBUCO.**

Tese defendida e aprovada pela banca examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Elisabeth de Araújo (UFPE)  
Orientadora

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Sigrid Neumann Leitão (UFPE)  
(Membro Interno)

---

Prof. Dr. Antônio de Lemos Vasconcelos Filho  
(Membro Externo)

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Caroline Vieira Feitosa (UFCE)  
(Membro Externo)

---

Prof. Dr. Joaquim Olinto Branco (UNIVALI)  
(Membro Externo)

---

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa (UFPE)  
(Suplente Interno)

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Carla Asfora El'-Deir (UFRPE)  
(Suplente Externo)

RECIFE – PE

2013

Dedico esse trabalho a minha família e minha orientadora, pois sem o estímulo e apoio deles teria havido solução de continuidade.

*“A brisa bate nas palmeiras; o mar vira  
espelho para o céu; os pássaros cantam  
melodias e o homem assiste lhe cabe o réu”.*

Francisco Ramos de Miranda (*In memoriam*)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dotar de bastante saúde e força de vontade para me impulsionar nas coletas de campo mesmo quando a situação era adversa e por ter me inspirado de boas ideias na interpretação teórica dos resultados obtidos.

As mulheres da minha vida: minha Mãe Fernanda Cristina e minha Esposa Mariângela Gama Noblat por sempre me incentivarem e estimularem, fazendo uma pessoa pessimista se tornar otimista em alguns momentos.

Aos meus irmãos (Sandra Cristina; César Augusto; Eduardo José e Leonardo José), enteados (João Euler; Mariana Gama e José Victor), Padrinho e Madrinha (Enílson e Zuila Gomes), tios (Eliane Ferreira; Mario Ricardo; Flávio Ferreira; Sérgio Ferreira; Cláudio Antônio; Antônio Tadeu e Jânio Ferreira) por me incentivarem e apoiarem.

Lembranças eternas de meus avôs e avós (José Gomes e Antônia Ferreira; Lourival Santana e Regina Santana) e meu pai Reronildo Pedrosa de Santana, todos *In memoriam*.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup> Maria Elisabeth de Araújo pelos ensinamentos constantes, por me incentivar e me dar apoio nos obstáculos da vida e, principalmente, por me mostrar que uma investigação bem feita proporciona conclusões bem embasadas.

Ao meu Co-Orientador William Severi por ter me iniciado na carreira científica e ter acreditado em mim, proporcionando os trabalhos na zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco.

Ao professor Ricardo Gama (UFRPE) por sempre ter apoiado os trabalhos de campo com boa vontade e ter acolhido a mim e minha família em todos os momentos que se fizeram necessários.

A professora Anailza Cristina (IFMA) pelas contribuições em boa parte das coletas de campo e por sempre me incentivar profissionalmente.

A professora Simone Rabelo da Cunha (UFPE) e professor Humber Agrelli de Andrade (UFRPE) por terem realizado participação relevante no terceiro capítulo desta tese.

Aos amigos e pescadores Alexandre e Júnior, em especial a este último que sempre me acompanhou em todas as coletas de campo.

Aos professores, alunos e funcionários das universidades federais de Pernambuco e Rio Grande do Norte (Escola Agrícola de Jundiá) e Federal Rural de Pernambuco por sempre terem cooperado e me incentivado.

Aos colegas do laboratório de Ictiologia (UFRPE) e Nécton (UFPE) por terem participado da minha iniciação no mundo científico e terem participado e incentivado o meu início na docência na UFRPE como professor substituto e UFRN como professor efetivo.

Aos amigos Hélder Lima, Artur Delmiro, Sandra Cristina, Tatiane Medeiros, Beth Silva-Falcão, Ana Carla, Karina, Aline, Viviane, Renata Triane, Anailza Cristina e demais integrantes do LABICTIO (UFRPE) LABNECTON (UFPE) pela convivência, companheirismo e ajuda.



Ao Departamento de Oceanografia, em especial, a Myrna, secretária do Curso de Pós Graduação, por todo o apoio ao longo dos quatro anos, e seu Mano e D. Edileuza, pelo carinho.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa no primeiro ano de doutorado.

As inúmeras pessoas que, ao longo desses quatro anos, de alguma forma contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

## SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
APRESENTAÇÃO.....	1
RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	5
INTRODUÇÃO.....	7
LITERATURA CITADA.....	11
 <b>Capítulo 1</b> - The influence of seasonality on fish early life stages and residence in surf zones: a case study in a tropical region.....	 15
Introduction.....	18
Material and Methods.....	19
Results.....	21
Discussion.....	23
References.....	28
 <b>Capítulo 2</b> - The ichthyofauna of the brazilian surf zone: a compilation for ecological comprehension per region.....	 42
Introduction.....	44
Material and Methods.....	45
Results.....	47
Discussion.....	58
Conclusions.....	60
References.....	61
 <b>Capítulo 3</b> - Análise quantitativa trianual da riqueza íctia em função da lua e períodos do dia: estudo de caso na zona de arrebentação, Itamaracá, Pernambuco.....	 66
Introdução.....	69

Material e Métodos.....	70
Resultados.....	76
Discussão.....	82
Conclusões .....	86
Referências.....	87
Considerações finais.....	92

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Capítulo 1</b> - The influence of seasonality on fish early life stages and residence in surf zones: a case study in a tropical region.	
<b>Figure 1</b> - Map of Itamaracá Island location, on the northern coast of Pernambuco state, and indication of the collection site (*) in Jaguaribe beach.....	40
<b>Figure 2</b> - Seasonal distribution (in percentage) of the 6,407 specimens captured in the surf zone of Jaguaribe (PE) and classified as abundant and frequent (AF), abundant and little frequent (APF), little abundant and frequent (PAF) and little abundant and little frequent (PAPF).....	41
<b>Figure 3</b> - Dendrogram of the grouping of similarity between the species living in the surf zone in Jaguaribe beach, collected between March 2006 and February 2007. The abbreviations of the species are listed in Table 2.....	41
<b>Capítulo 2</b> - The ichthyofauna of the brazilian surf zone: a compilation for ecological comprehension per region.	
<b>Figure 1</b> - Map of Brazil indicating the states where data were compiled in this study. RN= Rio Grande do Norte, PE= Pernambuco, AL= Alagoas, BA= Bahia, ES= Espírito Santo, RJ= Rio de Janeiro, SP= São Paulo, PR= Paraná e RS= Rio Grande do Sul.....	45
<b>Figure 2</b> - Distribution of number of species per family in the surf zones of the Brazilian coast.....	47
<b>Figure 3</b> - Distribution of families and species of fish from the surf zone of the Brazilian coast by territorial region.....	47
<b>Figure 4</b> - Fish families recorded exclusively in surf zones of the southeastern, northeastern and southern Brazil.....	58
<b>Capítulo 3</b> - Análise quantitativa trianual da riqueza íctia em função da lua e períodos do dia: estudo de caso na zona de arrebentação, Itamaracá, Pernambuco.	
<b>Figura 1</b> - Localização da área de estudo, na praia de Jaguaribe, Ilha de Itamaracá, Pernambuco. O asterisco (*) indica a área exata onde os arrastos foram realizados.....	71
<b>Figura 2</b> - Riqueza de espécies (apresentada como mediana, intervalo interquartílico e máximos e mínimos) para os períodos (A) diurno e (B) noturno, durante as luas crescente e nova, considerando-se todo o período de amostragem (36 meses).....	76
<b>Figura 3</b> - - (A) Número de espécies que apresentaram um único indivíduo (singletons), apenas dois indivíduos (doubletons), ou mais que dois indivíduos, considerando as condições isoladas, agrupadas e geral. (B) Número de espécies que ocorreram em uma única amostra (uniques), em apenas duas amostras (duplicates) e em mais que duas amostras para condições isoladas e agrupadas.....	78

<b>Figura 4</b> - Percentuais acumulados das riquezas máximas observadas para cada condição: (A) isolada e (B) agrupada.....	78
<b>Figura 5</b> - Curva de acumulação da riqueza de espécies em função do número de amostras para as espécies com frequências de ocorrências maiores que 2 em 3 anos de esforço.....	79
<b>Figura 6</b> - (A) Número de espécies que apresentaram um único, dois ou mais de dois indivíduos ao final de cada ano de amostragem, considerando as condições isoladas. (B) Número de espécies que ocorreram em uma única, duas ou em mais que duas amostras em cada condição e cada ano.....	80
<b>Figura 7</b> - Curva de acumulação das riquezas de espécies em função do número de amostras para cada um dos anos avaliados: (A) na condição Diurno-Nova; (B) Diurno-Crescente; (C) Noturno-Nova; (D) Noturno-Crescente; e (E) Geral.....	81
<b>Figura 8</b> - Dendograma de similaridade de Bray-Curtis entre as amostragens estudadas.....	82

## LISTA DE TABELAS

Página

**Capítulo 1** - The influence of seasonality on fish early life stages and residence in surf zones: a case study in a tropical region.

**Table 1.** List of species collected in the surf zone of Jaguaribe beach (PE), from March 2006 to February 2007, presented in descending order of frequency of occurrence (%) (FO). Legends: n = abundance during rainy and dry seasons, PN = percentage of individuals in rainy and dry seasons, FO = frequency of occurrence during the rainy and dry seasons, C = constant during rainy and dry seasons, nC = abundance in the rainy season, PNC = percentage of individuals in rainy season, FOC = frequency of occurrence in rainy season, CC = constant in rainy season, nE = abundance in dry season, PNE = percentage of individuals in dry season, FOE = frequency of occurrence in dry season, CE = constant in dry season.....

36

**Table 2.** Life stage (J = Juvenile, A = adult) per season (dry and rainy) of fish species in the surf zone of Jaguaribe beach, between March 2006 and February 2007. The resident species are indicated (RA = annual resident; RE = resident in the dry season; RC = resident in the rainy season).....

39

**Capítulo 2** - The ichthyofauna of the Brazilian surf zone: a compilation for ecological comprehension per region.

**Table 1** - List of scientific papers used to obtain the ichthyofauna of the Brazilian surf zone.....

46

**Table 2** - List of species from surf zone of the Brazilian coast with their families, valid nomenclature and percentage of frequency of occurrence (FO%). northeast (NE), exclusive occurrence in the northeast (ENE), southeast (SE), exclusive occurrence in the southeast (ESE), south (S), exclusive occurrence in the south (ES). The species common to all regions are in bold. The x accuses the uniqueness of the species in the region.....

48

**Capítulo 3** - Análise quantitativa trianual da riqueza íctia em função da lua e períodos do dia: estudo de caso na zona de arrebentação, Itamaracá, Pernambuco.

**Table 1** - Sumário da análise de variância de 3 fatores (período, lua e ano), com interação entre os fatores. Os valores de p menores do que 5% estão em negrito..

77

## **APRESENTAÇÃO**

A presente tese aborda a ecologia e estrutura de comunidades de peixes costeiros que residem ou tem ligação com as zonas de arrebentação, que são locais que vão desde a primeira linha de quebra de ondas até o limite inferior da face praial, dando ênfase, além da sua composição, a fatores como sazonalidade, efeito das luas e influência do período do dia.

A tese está constituída por três capítulos escritos em forma de artigo científico, sendo o primeiro de acordo com as normas da revista *Biota Neotópica*, o segundo conforme as normas da revista *Tropical Oceanography* e o terceiro e último pela revista *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* (PanamJAS).

O primeiro capítulo, intitulado “The influence of seasonality on fish life stages and residence in surf zones: a case of study in a tropical region” foi submetido ao exame de qualificação em agosto de 2011 e aprovado pela banca examinadora composta pelas professoras doutoras Simone F. Teixeira, Andréa Carla Guimarães de Paiva e professores doutores Fernando Antônio do Nascimento Feitosa e Antônio Lemos de Vasconcelos Filho. O artigo foi aceito pela revista *Biota Neotropica*. O segundo capítulo, “The ichthyofauna of the brazilian surf zone: a compilation for ecological comprehension per region”, foi aceito para publicação na revista *Tropical Oceanography*. O terceiro e último capítulo “Análise quantitativa trianual da riqueza íctia em função da lua e períodos do dia: estudo de caso na zona de arrebentação, Itamaracá, Pernambuco” está em processo de submissão na revista *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* (PanamJAS).

Os capítulos que compõem esta tese apresentam os seguintes objetivos:

- I. Caracterizar a ictiofauna da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá-PE, identificando as espécies residentes e seu uso sazonal;
- II. Compilar dados para gerar a lista da ictiofauna da zona de arrebentação da costa brasileira e inferir as principais diferenças ecológicas na estrutura da comunidade íctica nas regiões analisadas; e
- III. Avaliar: a influência do período (diurno e noturno) e da lua (nova e crescente) na riqueza de espécies de peixes da zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe (Ilha de Itamaracá, PE); a variação interanual da riqueza dessas espécies; III. o desenho amostral utilizado para propor uma estratégia mais adequada para representar a riqueza das espécies de peixes em zonas de arrebentação.



## RESUMO

As zonas costeiras são áreas de transição ecológica que possibilitam uma ligação entre o ecossistema terrestre e marinho, através de trocas genéticas e de biomassa, caracterizando-as como biologicamente diversificados. Dentre estes ecossistemas, encontram-se as zonas de arrebentação, definidas como ambientes dinâmicos, caracterizados pela turbulência e alta energia do movimento de ondas, marés e correntes. São consideradas como parte integrante da antepraia, que é a porção submersa do perfil de praia, estendendo-se da linha de arrebentação, ou primeira linha de quebra das ondas, até o limite inferior da face praial. A presente tese teve como objetivos: I. Caracterizar a ictiofauna da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá-PE, identificando as espécies residentes e seu uso sazonal; II. Compilar dados para gerar a lista da ictiofauna da zona de arrebentação da costa brasileira e inferir as principais diferenças ecológicas na estrutura da comunidade íctica nas regiões analisadas; e III. Verificar a influência do período (diurno e noturno) e da lua (nova e crescente) na riqueza de espécies de peixes da zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe (Ilha de Itamaracá, PE) e verificar a variação interanual da riqueza dessas espécies. Para as análises da estrutura e ecologia da ictiofauna da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe (PE) e os fatores (lua e período do dia), foram feitos arrastos com rede do tipo picaré, com malha entrenós de 5 mm, numa faixa de 50 m de praia definidos, entre os anos de 2005 a 2008. Para a compilação de dados sobre a composição da assembleia de peixes das zonas de arrebentação do litoral brasileiro foram utilizados artigos científicos publicados sobre composição de comunidades de peixes em zonas de arrebentação em qualquer localidade brasileira. Foi coletado entre março de 2006 e fevereiro de 2007 um total de 6.407 exemplares pertencentes a 35 famílias e 90 espécies. Sete espécies foram residentes anuais (*Anchoa tricolor*, *Anchoviella lepidentostole*, *Bairdiella ronchus*, *Larimus breviceps*, *Lycengraulis*

*grossidens*, *Polydactylus virginicus* e *Pomadasys corvinaeformis*), três residentes apenas durante a estiagem (*Conodon nobilis*, *Lile piquitinga* e *Menticirrhus americanus*) e duas (*C. spixii* e *N. usta*) residentes exclusivamente na época chuvosa. Durante os 3 anos de coletas foram observadas 140 espécies de peixes para a zona de arrebentação de Jaguaribe e constatado que o período do dia e a fase da lua afetam de maneira relevante a riqueza e a abundância de sua ictiofauna. Existe também uma importante variação interanual nas assembleias e é possível obter uma amostragem adequada da comunidade de peixes na zona de surfe com 12 meses de amostragem, desde que as diferentes combinações de período do dia e fase da lua sejam incluídas na amostragem.. Para todo o litoral brasileiro foram compilados 22 artigos científicos sobre distribuição de peixes nas zonas de arrebentação do Brasil e registradas 239 espécies pertencentes a 71 famílias de peixes. As 15 famílias mais especiosas representaram aproximadamente 60% do total de espécies validadas. Os resultados encontrados confirmam a importância da zona de arrebentação para as espécies que habitam este ambiente em diferentes fases do seu ciclo de vida, que o ambiente ainda é pouco estudado e sofre variações de acordo com as estações do ano, luas e período do dia.

**Palavras-chave:** ictiofauna, zona de arrebentação, praia arenosa, sazonalidade

## ABSTRACT

Coastal zones are areas of ecological transition that provide a link between the terrestrial and marine ecosystems, through genetic exchanges and biomass, characterizing them as biologically diverse. Among these ecosystems, are the surf zones, defined as dynamic environments characterized by turbulence and high energy from the motion of waves, tides and currents. They are considered as part of the shore face, which is the submerged portion of the beach profile, extending from the breaking line, or first break line of waves, up to the lower limit of the shore face. The present thesis had as a goal: I. To characterize the ichthyofauna of the surf zone of Jaguaribe beach, Itamaracá-PE, identifying the resident species and their seasonal use; II. To compile data in order to generate a list of the ichthyofauna of the surf zone of the Brazilian coast and infer the main ecological differences in the fish community structure in the regions analyzed, and III. To investigate the influence of the period (day and night) and moon (new and crescent) in the richness of fish species in the surf zone of Jaguaribe (Itamaracá, PE) beach and check the inter annual variation of the richness of these species. For the analyzes of the structure and ecology of the ichthyofauna of the surf zone of Jaguaribe beach (PE) and the factors (moon and period of day), hauls were made with seine type net with internodes mesh of 5 mm, in a settled range of 50 m of beach, between the years 2005 to 2008. For the compilation of data on the composition of the fish assemblage of surf zones off the Brazilian coast, published scientific articles on the composition of fish communities in surf zones in any Brazilian site have been used. Between March 2006 and February 2007 it was collected a total of 6407 specimens belonging to 35 families and 92 species. Seven species were annual residents (*Anchoa tricolor*, *Anchoiella lepidentostole*, *Bairdiella ronchus*, *Larimus breviceps*, *Lycengraulis grossidens*, *Polydactylus virginicus* and *Pomadasys corvinaeformis*), only three residents during dry season (*Conodon*

*nobilis*, *Lile piquitinga* and *Menticirrhus americanus*) and two (*Cathorops spixii* and *Nicholsina usta*) residing exclusively in the rainy season. During the 3 years of sampling we observed 140 species of fish to the surf zone of Jaguaribe beach and found that the time of the day and moon phase highly affect the richness and abundance of its ichthyofauna. There is also a significant inter annual variation in assemblies and it is possible to obtain an adequate sampling of the fish community in the surf zone with 12 months of sampling, since the different combinations of period of day and moon phase are included in the sampling. For all Brazilian coast we compiled 22 scientific papers on fish distribution in Brazilian surf zones and recorded 239 species belonging to 71 families of fish. The 15 most specious families represented approximately 60% of the total species validated. The results confirm the importance of surf zone for the species which inhabit this environment at different stages of their life cycle, also confirm that the environment is still poorly studied and varies according to the seasons, period of day and moons.

**Keywords:** ichthyofauna, surf zone, sandy beach, seasonality

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui um litoral com uma extensão aproximada de 9.200 km (KNOPPERS et al., 2002), somando-se as reentrâncias, sendo o mais extenso litoral inter e subtropical do mundo (AB'SÁBER 2003). Caracterizado por diversos ecossistemas, incluindo ambientes estuarinos, recifais, lagoas, baías e zonas de arrebentação, habitados por muitos organismos marinhos que representam importantes recursos naturais (GURGEL et al., 2012).

O estado de Pernambuco apresenta uma das menores faixas litorâneas, com uma extensão de 187 quilômetros, possuindo ao longo de sua costa 14 zonas estuarinas que são formadas pela desembocadura de 27 rios, cobrindo uma superfície de, pelo menos, 27.347 hectares, em 15 municípios, dentre os quais está incluído o município de Itamaracá (BRAGA, 2000). Este está localizado no litoral norte do estado, a uma distância de 50km da capital, entre os paralelos geográficos 07°43'08" e 07°45'32" de latitude sul e 034°50'14" e 034°51'05" de longitude oeste. A Ilha de Itamaracá está separada do continente por um braço de mar de 22 Km em forma de "U", denominado Canal de Santa Cruz, com profundidade entre 4 - 5 metros e largura máxima de 1,5 Km (ALMEIDA & VASCONCELOS FILHO, 1997).

A zona costeira de Itamaracá é delimitada por uma linha recifal composta, paralela e contínua à costa, característica de formações coralíneas mortas ou pouco ativas e algas calcárias incrustantes, apoiadas sob um embasamento arenítico, conhecido localmente como "mar de dentro" (MEDEIROS & KJERFVE, 1993). Os fundos constam essencialmente de recifes, fragmentos de algas calcárias, especialmente do gênero *Halimeda*, e areias, ocasionalmente colonizados por manchas de fanerógamas marinhas (KEMPF, 1969; LIRA, 1975).

Ao longo de todo o litoral, estão as zonas de arrebentação que, por definição, é a parte integrante da antepraia que se estende desde a primeira linha de quebra das ondas até o limite inferior da face de praia (VELOSO & NEVES, 2009). Segundo Cowley (2001), a zona de arrebentação é uma importante região de transição para recrutamento de larva desovada em áreas próximas à costa, dentro de estuários e áreas berçário, por se tratar de ambiente de alta energia. Esses ambientes são fisicamente dinâmicos, com pouca complexidade de habitat e dominados por um número pequeno de espécies de peixes que as utilizam principalmente nas fases jovens para alimentação e proteção contra predadores (PESSANHA, 2003).

Os vários padrões de distribuição de ictiofauna observados nas zonas de surf são restritamente dependentes de um conjunto de fatores bióticos (recrutamento, competição, predação, atividade humanas) e abióticos (salinidade, temperatura, sazonalidade e variabilidade de habitats), cuja integração pode variar amplamente de um ecossistema a outro (MARIANA, 2001). Wilber et al. (2003) descreveram que padrões como eventos climáticos, afetam o número anual de classes etárias, que movimentos reprodutivos e de alimentação impõem variação sazonal e que fatores físico-químicos como turbidez, altura das ondas, salinidade e tipo da maré influenciam na ocorrência e abundância de peixes na zona de arrebentação.

Estudos sobre a ictiofauna de praias mostram a presença de várias espécies de peixes, principalmente no estágio juvenil, o que indica a importância deste local como um berçário (ROBERTSON & LENANTON, 1984; GODEFROID et al., 2001) e área de alimentação e proteção contra predadores (BLABER & BLABER, 1980, LASIAK 1984a, LASIAK, 1984b, WHITFIELD, 1996). Embora seja relativamente diversa em composição, a ictiofauna deste ambiente tende a ser dominada por um número pequeno de espécies que frequentemente atingem densidades altas nestas águas (SCHAFFER, 2002). Estas densidades refletem, em

parte, a presença de alimentos planctônicos, como copépodos e cladóceros, e macroinvertebrados bênticos como poliquetas, que coletivamente constituem a mais importante fonte de alimento para peixes em águas costeiras (EDGAR & SHAW, 1995).

As zonas de arrebentação recebem visitas eventuais de espécies migratórias, principalmente juvenis (Felix et al. 2006), e o acompanhamento das variações espaciais e temporais destes locais pode facilitar o entendimento das competições tróficas entre determinadas espécies e, conseqüentemente, o crescimento das mesmas (FALCÃO et al. 2006), bem como as estratégias utilizadas para reduzir a mortalidade nos estágios iniciais do seu ciclo de vida (PESSANHA & ARAÚJO, 2003). Os peixes que vivem nestes locais estão representados por planctívoros ativos, detritívoros, piscívoros, Pleuronectiformes bênticos, reprodutores em praias e migrantes de ecossistemas adjacentes (MOYLE & CECH, 2000). A compreensão das relações tróficas entre as espécies, bem como as estratégias utilizadas para reduzir a mortalidade nos estágios iniciais do seu ciclo de vida pode ser monitorada através do acompanhamento das variações espaciais e temporais da ictiofauna em ambientes arenosos (PESSANHA & ARAÚJO, 2003; FALCÃO et al., 2006).

A dinâmica dos movimentos das ondas e variações repentinas nas condições ambientais ocasionam mudanças no comportamento das comunidades que utilizam as zonas de surfe, transformando estes lugares em interessantes locais para estudos (WRIGHT & SHORT, 1984) de interconexão ecossistêmica. Pesquisas sobre composição e estrutura de comunidades de peixes em zonas de arrebentação são as mais escassas se comparados com outros ambientes costeiros, como os estuários e os recifes. Apesar da maioria desses trabalhos serem referentes às praias localizadas nas regiões sul e sudeste do Brasil (ARAÚJO et al., 2008), o número de estudos tem crescido na região nordeste (e.g. OLIVEIRA-SILVA et al., 2008; LIRA & TEIXEIRA, 2008; SANTANA & SEVERI, 2009; GURGEL et al., 2012).

Entretanto, não existe trabalho que apresente a composição da assembleia de peixes da zona de arrebentação para toda a costa brasileira, nem que compare essas assembleias por regiões territoriais. Desta forma, espera-se que este trabalho, além de determinar a ictiofauna da zona de arrebentação brasileira, contribua para o entendimento da ecologia e o entendimento das variações ocasionadas por diferentes situações como: período do dia, diferentes luas e padrões sazonais.



### LITERATURA CITADA

- AB'SÁBER, A.N. 2003. **Litoral do Brasil**. Metalivros, São Paulo, 281 p.
- ALMEIDA, Z.S.; VASCONCELOS FILHO, A.L., 1997. Contribuição ao conhecimento de peixes Pleuronectiformes da área de Itamaracá – PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco** 25: 69-82.
- ARAÚJO, C.C.V.; ROSA, D.M.; FERNANDES, J.M.; RIPOLI, L.V.; KROHLING, W. 2008. Composição e estrutura da comunidade de peixes de uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória, Espírito Santo. **Iheringia Zoologia** 1(98): 129-135.
- BLABER, S.J.M.; BLABER, T.J. 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. **Journal of Fish Biology** 17: 143-162.
- BRAGA, R.A.P. Caracterização das zonas estuarinas de Pernambuco. 2000. *In*: **I Seminário Internacional Perspectivas e implicações da carcinicultura estuarina no estado de Pernambuco**. Projeto PRORENDA, Recife. 172p.
- COWLEY, P.D.; WHITFIELD, A.K.; BELL, K.N.I. 2001. The Surf Zone Ichthyoplankton Adjacent to an Intermittently Open Estuary, with Evidence of Recruitment during Marine Overwash Events. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 52: 339-348.
- EDGAR, G.J., SHAW, C. 1995. The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in southern Australia: II. Diets of fishes and trophic relationships between fishes and benthos at Western Port, Victoria. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 194: 83-106.
- FALCÃO, M.G., SARPÈDONTI, V., SPACH, H.L., OTERO, M.E.B., QUEIROZ, G.M.L.N.; SANTOS, C. 2006. A ictiofauna em planícies de maré das Baías das Laranjeiras e de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências** 8(2): 125-138.

- GODEFROID, R. S.; SANTOS, C.; HOFSTAETTER, M.; SPACH, H.L. 2001. Occurrence of Larvae and Juveniles of *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*, *Menticirrhus americanus*, *Menticirrhus littoralis*, *Umbrina coroides* and *Micropogonias furnieri* at Pontal do Sul beach, Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **44(4)**: 11-418.
- GURGEL, T.A.B., OLIVEIRA, M.R., BRASIL, D.F., CHELLAPPA, S. 2012. Peixes marinhos das águas costeiras da Ponta Negra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia** **2(1)**: 83-97.
- KEMPF, M. 1967/69. Nota preliminar sobre os fundos costeiros da região de Itamaracá (Norte do estado de Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco** **9/11**: 95-110.
- KNOPPERS, B.; EKAU, W.; FIGUEIREDO JR, E. A. G.; SOARES-GOMES, A. 2002. Zona costeira e plataforma continental do Brasil. In: **Biologia Marinha**. PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. Rio de Janeiro, Interciência, 353-360.
- LASIAK, TA. 1984a. Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's beach Algoa Bay, South Africa: long-term fluctuations. **Estuarine, coastal and shelf Science** **18**: 459-483.
- LASIAK, TA. 1984b. Structural aspects of the surf zone fish assemblage at King's Beach, Algoa Bay, South Africa: Short – term fluctuations. **Estuarine, coastal and shelf Science** **18(4)**: 347-360.
- LIRA, L. 1975. **Geologia do canal de Santa Cruz e praia submarina adjacente à ilha de Itamaracá-PE**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, 102p. (Dissertação, Mestrado).
- LIRA, A. K. F.; TEIXEIRA, S. F. 2008. Ictiofauna da Praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco. **Iheringia Zoologia** **98(4)**: 785-780.
- MARIANA, S. 2001. Can Spatial Distribution of Ichthyofauna Describe marine Influence on Coastal Lagoons? A Central Mediterranean Case Study. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **52**: 261–267.

- MEDEIROS, C., KJERFVE, B. 1993. Hydrology of a tropical estuarine system: Itamaracá, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **36**:495-515.
- MOYLE, P.B.; CECH, J.J. **Fishes: an Introduction to Ichthyology**. 2000. 4 ed. Upper Saddle River, Prentice Hall, 726 p.
- OLIVEIRA-SILVA, J.T.; PESO-AGUIAR, M.C.; LOPES, P.R. 2008. Ictiofauna das praias de Cabuçu e Berlinque: Uma contribuição ao conhecimento das comunidades de peixes na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Biotemas** **21**(4): 105-115.
- PESSANHA, A.L.M.; ARAÚJO, F.G. 2003. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil **Estuarine Coastal and Shelf Science** **57**: 1–12.
- ROBERTSON, A.I.; LENANTON, R.C.J. 1984. Fish community structure and food chain dynamics in the surf-zone of sandy beaches: the role of detached macrophyte detritus. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **84**: 265-283.
- SANTANA, F.M.S.; SEVERI, W. 2009. Composição e estrutura da assembléia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá - Pernambuco. **Bioikos** **23**(1): 3-17.
- SCHAFER, L.N.; PLATELL, M.E.; VALESINI, F.J.; POTTER, I.C. 2002. Comparisons between the influence of habitat type, season and body size on the dietary compositions of fish species in nearshore marine waters. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **278**: 67– 92.
- VELOSO, V.G.; NEVES, G. 2009. Praias arenosas. *In*: **Biologia Marinha**. Pereira, R.C.; SOARES-GOMES, A. (Eds). Rio de Janeiro, Interciência, 339-360.
- WHITFIELD, A.K. 1996. A review of estuarine ichthyology in South Africa over the past 50 years. **Transactions of the Royal Society of South Africa** **51**: 79-89.
- WILBER, D.H., CLARK, D.G., BURLOS, M.H., RUBEN, H.; WILL, R.J. 2003. Spatial and temporal variability in surf zone fish assemblages on the coast of northern New Jersey. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **56**: 291-304.

SANTANA, F.M.S. ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA PRAIA DE JAGUARIBE,  
ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

WRIGHT, L.D.; SHORT A.D. 1983. Morphodynamics of Beaches and Surf Zones in Australia. *In: **Handbook of Coastal Process and Erosion.*** Komar, P.D. (ed). CRC Press, Boca Raton, 35-66.

**Capítulo 1\*†** - A influência da sazonalidade sobre os estágios de vida e residência de peixes em zonas de arrebentação: um estudo de caso em uma região tropical.

**Chapter 1\*†** - The influence of seasonality on fish life stages and residence in surf zones: a case of study in a tropical region.

\* Capítulo em formato de artigo e padronizado de acordo com as normas da revista Biota Neotropica.

† Artigo aceito pela revista Biota Neotropica.

**A influência da sazonalidade sobre os estágios de vida e residência de peixes em zonas de  
arrebentação: um estudo de caso em uma região tropical.**

**The influence of seasonality on fish life stages and residence in surf zones: a case of  
study in a tropical region.**

Fábio Magno da Silva Santana<sup>1,3,4</sup>, William Severi<sup>2</sup>, Maria Elisabeth de Araújo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego –1235, Cidade  
Universitária, 50670-901, Recife, PE, Brazil. <http://www.ufpe.br/docean> - Grupo de Ictiologia Marinha Tropical,

<sup>2</sup> Laboratório de Ictiologia, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco.  
Rua Dom Manoel de Medeiros - s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife/PE, Brazil.

<http://www.depaq.ufrpe.br/>

<sup>3</sup> Escola Agrícola de Jundiaí, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do  
Rio Grande do Norte. Rodovia RN 160 - Km 03, Distrito de Jundiaí, 59280-000, Macaíba/RN,  
Brazil. <http://www.eaj.ufrn.br/site/>

<sup>4</sup> Corresponding author: Fábio Magno da Silva Santana, email: [emaildefabio@uol.com.br](mailto:emaildefabio@uol.com.br)

## Resumo

As espécies de peixes residentes e seu uso sazonal na zona de arrebentação foram caracterizados e identificados na praia de Jaguaribe, na Ilha de Itamaracá, estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. As coletas foram mensais (março/2006 a fevereiro/2007), nas fases de lua nova e crescente, nos períodos diurno e noturno, com rede de arrasto do tipo picaré (20 m x 1,5 m x 5 mm), durante a baixa-mar. No total foram coletados 6.407 exemplares pertencentes a 35 famílias e 90 espécies. Sete espécies foram consideradas residentes anuais (*Anchoa tricolor*, *Anchoviella lepidentostole*, *Bairdiella ronchus*, *Larimus breviceps*, *Lycengraulis grossidens*, *Polydactylus virginicus* e *Pomadasys corvinaeformis*), três residentes durante a estiagem (*Conodon nobilis*, *Lile piquitinga* e *Menticirrhus americanus*) e duas residentes na estação chuvosa (*Cathorops spixii* e *Nicholsina usta*). Das 12 espécies analisadas, quanto ao estágio de vida, três delas (*A. tricolor*, *C. spixii* e *L. piquitinga*) apresentaram apenas indivíduos adultos, enquanto *B. ronchus*, *M. americanus* e *N. usta* foram as únicas representadas exclusivamente por jovens nas duas estações. A zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe possui considerável importância ecológica, uma vez que engloba uma grande diversidade de peixes, incluindo espécies consideradas raras para este ecossistema, bem como espécies que são residentes anual ou sazonalmente. O padrão de distribuição das espécies registradas neste estudo demonstra que a ictiofauna da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe é rica, dominado principalmente por indivíduos de pequeno tamanho, incluindo a fase juvenil de várias espécies, com a presença de algumas encontradas comumente em ambientes adjacentes, como banco de fanerógamas, estuários e recifes. A zona de arrebentação como um componente de ambientes interconectados nas áreas costeiras de Pernambuco e sua função no ciclo de vida dos peixes costeiros representa provavelmente um padrão ecológico comum nas praias costeiras tropicais

## Abstract

Resident fishes and their seasonal use were characterized and identified in the Jaguaribe beach, located on the Island of Itamaracá, state of Pernambuco, northeastern Brazil. Monthly tows (March 2006 to February 2007) with a beach seine net (20 m long, 1.5 m high, 5 mm mesh size) in different moon phases and periods of the day (day and night) were conducted. A total of 6,407 specimens, 35 families and 90 species were recorded. Seven species were considered as annual resident (*Anchoa tricolor*, *Anchoviella lepidentostole*, *Bairdiella ronchus*, *Larimus breviceps*, *Lycengraulis grossidens*, *Polydactylus virginicus* and *Pomadasys corvinaeformis*), three resident throughout the dry season (*Conodon nobilis*, *Lile piquitinga* and *Menticirrhus americanus*) and two resident species in the rainy period (*Cathorops spixii* and *Nicholsina usta*). Among these 12 species, concerning their life cycle, three of them (*A. tricolor*, *C. spixii* and *L. piquitinga*) showed only adult individuals during the rainy and dry seasons, while *B. ronchus*, *M. americanus* and *N. usta* were the only species represented exclusively by juvenile in both seasons. The surf zone of Jaguaribe beach presents a considerable ecological importance as it encompass a great diversity of fishes, including species considered rare for this ecosystem, as well as species which are resident annually or seasonally. The distribution patterns of species found in this study show that the ichthyofauna of the surf zone in Jaguaribe beach is rich, mainly dominated by small-sized

SANTANA, F.M.S. ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA  
PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

individuals including juvenile phase of several species, with the presence of species most commonly found in neighboring environments, such as seagrass beds, estuaries and reefs. The surf zones as an integrated component of interconnected environments in coastal areas of Pernambuco, and their function in the life cycle of coastal fishes represents probably a common ecological pattern for the beaches on tropical coastal.

**Palavras-chave:** ictiofauna, Itamaracá, praias arenosas, peixes juvenis.

**Key words:** ichthyofauna, Itamaracá, sandy beach, juvenile fish.

## Introduction

Coastal zones are areas of ecological transition sites that enable a connection between terrestrial and marine ecosystems, through genetic and biomass exchanges, characterizing them as dynamic and biologically diverse environments (Robertson & Lenanton 1984, Monteiro-Neto et al. 2008). Sandy beaches can occur in any type of coast subject to the availability and sufficient volume of sediments to be deposited by the waves above the sea level (Veloso & Neves 2009). Many marine species, such as most of Haemulidae and the juveniles of Carangidae, use these sites for different purposes (e.g. breeding, feeding, for shelter and migration) at different stages of their development (Blaber 2002).

Surf zones may be defined as dynamic environments, characterized by the turbulence and the high energy from waves, tides and currents motion (Romer 1990). They are considered as a part of the foreshore, which is the submerged portion of the beach profile, extending from the wave break line up to the lower border of the beach face. The kind of wave break depends on the declivity of the bottom and is produced by the destabilization of the waves originated with the reduction of depth (Veloso & Neves 2009).

Studies on the ichthyofauna have demonstrated the presence of many species in surf zones, mainly in the juvenile stage, highlighting its importance for these species in this stage of life cycle (Robertson & Lenanton 1984, Godefroid et al. 2001). However, feeding and also shelter are another important use of the surf zone area by fishes (Blaber & Blaber 1980, Lasiak 1984a, b, Whitfield 1996). Fish species living in these places are represented by active planktivores, detritivores, piscivores, beach nesters and migrants from adjacent ecosystems (Moyle & Cech 2000). The understanding of the trophic relationships between species, as well as the strategies, used to reduce mortality in early stages of their life cycle can be monitored by tracking the spatial and temporal variations of ichthyofauna in sandy environments (Pessanha & Araújo 2003, Falcão et al. 2006).

Despite the relevance of the recruitment of coastal fish, there are few studies on the composition of fish assemblages in surf zones, in comparison with other coastal habitats (Wilber et al. 2003). And there is a lot of doubt about the factors that influence and control temporal variations of these assemblages in such areas (Clark et al. 1996a). In Brazilian waters, researches aimed to understand the ecological role of species that reside or temporarily inhabit this ecosystem. In northeastern Brazil, for example, it can be mentioned studies on the composition of the ichthyofauna of three sandy beaches of Maceió, Alagoas (Teixeira & Almeida 1998) and Jaguaribe Beach, Pernambuco (Lira & Teixeira 2008, Santana & Severi 2009). Nevertheless, there is no publication that compares the composition and temporal variation on the fish assemblage structure in the surf



zone in relation to other coastal environments, distribution of their life stages, or identification of those that are residents. Actually, most of the coastal zone is heavily human populated (Beatley et al. 2002) and the surf zones hold an increasing encumbrance as the focal area of recreation and suffer pollution from nearby urban centers (Chant et al. 2008). Determining the degree, to which surf-zone assemblages vary temporally, as well as the knowledge on the ichthyofauna in coastal areas and its use at any time, may serve as parameters for further observations and gathering of diagnoses about these sites. These information will help scientists better understand about the ecology and dynamics of the fauna, which can be critical to coastal and ocean management. The present study aimed to characterize the ichthyofauna of the surf zone in Jaguaribe beach, Itamaracá-PE, analyzing the day and night parameters, as well as moon phases, and identifying the resident species and their seasonal use.

## Material and Methods

### 1. Study Area

Jaguaribe beach (Figure 1) is located in the northern portion of Itamaracá island (Pernambuco) (07°43'08" and 07°45'32"S, 034°50'14" and 034°51'05"W). It constitutes a flat area at low altitude (30-60 m) with sharp drop near the coast. The adjacent coastal marine environment, locally called "inner sea", is sheltered by a reef line parallel to the shore, about 3-4 km from the beach front, with a profile perpendicular to it, with low declivity and maximum depth of 5 m, usually less than 2 m (Kempf 1970). The benthos are characterized by little active or dead coralline formations and encrusting coralline algae, sitting on sandstone foundation (Medeiros & Kjerfve 1993). It presents waves predominantly towards southeast, with the mainstream to the north (Santana & Severi 2009). Its substrate consists of sandy bottom with high content of calcium carbonate derived from the decomposition of the rock formation originated from coastal erosion, and sediment composed of quartz sand, shells of mollusks, foraminifera and fragments of *Halimeda* and *Lithothamnium* calcareous algae (Lopes 1999, Guerra et al. 2005). Extensive stands of seagrass beds *Halodule wrightii* are associated with mixed banks interspersed with *Caulerpa*, *Sargassum* and *Halimeda* (Kempf 1970).

### 2. Field Collection

Collections were performed monthly between March 2006 and February 2007, at new and first quarter moons, encompassing spring and neap tides, in day and night periods, always at low tide. A beach seine net, 20

m long, 1.5 m high and 5 mm internode mesh, was used. Two manual trawling were made in day and night periods, totaling 8 trawling/month, each lasting about 10 minutes. Trawling was parallel to the coast and towards north, at depth inferior to 1.50 m, along a 25 m segment of beach strip (07°43'42.9"S, 034°49'32.1"W).

The specimens were fixed in 10% formalin and preserved in 70% ethanol. The taxonomic identification was based on Figueiredo (1977), Figueiredo & Menezes (1978, 1980, 2000), Menezes & Figueiredo (1980, 1985), Carpenter (2002a,b), Araújo et al. (2004), Marceunick (2005) and the classification of families according to Nelson (2006). The specimens were stored in the ichthyological collection at the Laboratory of Ichthyology, Department of Fisheries and Aquaculture, Federal Rural University of Pernambuco.

### 3. Rainy and dry seasons

Since the pluviometric distribution showed no well-defined pattern, the rainy season was considered as the months with rainfall exceeding 100 mm, being the remaining months regarded as dry season, according to the data obtained from Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE, 2011). During the study period, the rainy season was established including the months from March to August of 2006 and February of 2007, and the dry season from September 2006 to January 2007.

### 4. Data analysis

The abundance and frequency of occurrence for each fish species were based on the pooled samples from the two trawlings made in each collection, which were analyzed per period and tide, and later grouped for the analysis per month and season (dry and wet). The combined influence of tide and period of the day on data was evaluated per month and season. The Kolmogorov-Smirnov test ( $P < 0.05$ ) was used to verify data normality. For normally distributed data, it was used the One-Way ANOVA and the Fisher's *post hoc* test ( $P < 0.05$ ). When the data were not distributed normally, the nonparametric tests Mann-Whitney and Kruskal-Wallis ( $P < 0.05$ ) were used, employing the Statistica program (Statsoft 2008).

The characterization of abundance and occurrence frequency of species was adapted from Garcia & Vieira (2001). It was considered abundant, in a certain season, the species that had a percentage of individuals (PN%) higher than the ratio  $100/S$ , where  $S$  is the number of species present in that season. The species that had an occurrence frequency (OF%) higher than 50% at that season were considered frequent. From this point, the species were classified and grouped according to their values of PN% and FO% in: (1) Abundant and frequent (AF) ( $PN\% \geq 100/S$  and  $FO\% \geq 50$ ); (2) Abundant and little frequent (ALF) ( $PN\% \geq 100/S$  and  $FO\% < 50$ ); (3)

little abundant and frequent (LAF) ( $PN\% < 100/S$  and  $FO\% \geq 50$ ) and (4) little abundant and infrequent (LAI) ( $PN\% < 100/S$  and  $FO\% < 50$ ).

The abundant and frequent species (AF) were considered resident. Those that were AF both in the rainy and in the dry seasons were treated as annual resident (AR). Those which were abundant and frequent (AF), in only one of the seasons were considered resident in the dry (RD) or in the rainy season (RR), accordingly.

For the analysis of life stages and Bray-Curtis similarity, the resident species were also selected. Two phases of life were considered: juvenile and adult. To determine the age limit for adult phase, scatter plots were made with the cut corresponding to 25% of the maximum size of the species (Vazzoller et al. 1999), period at which the animal is presumably able to breed, therefore being considered an adult. Animals that were below this line were considered juvenile. The maximum size of each species (Lmax) was based on Figueiredo & Menezes (1978), Menezes & Figueiredo (1980, 1985) and Carpenter (2002a,b).

In the analysis of grouping between species, a matrix of Bray-Curtis similarity was elaborated and the data of monthly abundance were transformed by the fourth root. The results were expressed as a dendrogram, using the grouping by unweighted arithmetic mean (UPGMA), employing the PRIMER statistical package version 4.0 (PRIMER-E 2000).

## Results

A total of 6,407 individuals were sampled belonging to 90 species and 35 families. The families, which are most representative in number of species, were Sciaenidae (10), Engraulidae, Haemulidae (9), Carangidae (8), Achiridae, Ariidae, Clupeidae, Gerreidae (4), and Cynoglossidae (3). These nine families represented about 62% of all species caught. The 15 most numerically abundant species amounted to almost 91% of total individuals. They were *Anchoiella lepidentostole*, *Bairdiella ronchus*, *Lycengraulis grossidens*, *Polydactylus virginicus*, *Larimus breviceps*, *Anchoa tricolor*, *Chirocentrodon bleekermanus*, *Pomadasys corvinaeformis*, *Stellifer stellifer*, *Stellifer rastriifer*, *Lile piquitinga*, *Conodon nobilis*, *Menticirrhus americanus*, *Pellona harroweri* and *Anchoa marinii* (Table 1.)

Figure 2 illustrates the classification of the fish species caught in the surf zone regarding their abundance and frequency in the rainy and dry seasons and year-round. Only *A. tricolor*, *B. ronchus*, *L. breviceps* and *P. virginicus* showed 100% incidence (Table 1). It is observed that the rarest and least abundant species correspond to nearly 70% of the fish sampled.

Between dry and rainy seasons the total number of fish did not differ significantly ( $F = 1.39$ ,  $p = 0.265$ ). Regarding daytime and nighttime collections the total number of fish was significantly different ( $U = 11,500$ ,  $p = 0.00048$ ) in the annual analysis, as well as in the dry ( $F = 10.54$ ,  $p = 0.012$ ) and in the rainy season ( $U = 6,500$ ,  $p = 0.02145$ ), with the highest number of fish being found during the day in all cases analyzed. In the analysis that groups moon-day data a significant difference in the total number of fish was found ( $KW = 16.0337$ ,  $p = 0.0011$ ). Daytime showed a higher number of fish (5078) compared to night time (1329) in crescent and new moons. Regarding seasonality of all species analyzed, seven were annual residents (*A. tricolor*, *A. lepidentostole*, *B. ronchus*, *L. breviceps*, *L. grossidens*, *P. virginicus* and *P. corvinaeformis*), three were resident probably only in the dry season (*C. nobilis*, *L. piquitinga* and *M. americanus*) and two (*C. spixii* and *N. usta*) in the rainy season, and the latter one was recorded only in this season (Table 2).

Considering the life stage of species, three of them (*A. tricolor*, *C. spixii* and *L. piquitinga*) were recorded only in adulthood in both rainy and dry seasons. *Bairdiella ronchus*, *M. americanus* and *N. usta* were present only in juvenile stage. For the other species, the stages of life varied according to the season (Table 2).

The analysis of similarity between species originated two main groups separating the annual resident species (A) from the seasonal resident (B) ones, except for *P. corvinaeformis*, an annual resident, although it seems to have been gathered in the latter group for presenting a total abundance quite lower than that of annual resident species (Figure 3).

The grouping of annual resident species (A) was subdivided into two subgroups: one with a regular (A1) and another with an irregular distribution in the seasons (A2). The subgroup with resident species with an irregular distribution has a subgroup (A3) formed by *L. grossidens* and *P. virginicus*, which, although being annual residents, presented their abundance peak during the dry season, while *A. tricolor* and *L. breviceps* (subgroup A4) did not show the same pattern (Figure3).

Within the other group (B), *N. usta* and *C. spixii* (subgroup B1) were considered residents of the surf zone during the rainy season, whereas *L. piquitinga*, *M. americanus*, *C. nobilis* and *P. corvinaeformis* formed subgroup B2, containing only the dry season resident species, except for the annual resident *P. corvinaeformis*. The subgroup B3, included in the latter subgroup, encompasses *L. piquitinga* and *M. americanus* which were detached from subgroup B4 because they presented low number of individuals in the rainy season (Figure3).

## Discussion

The number of families (35) and species found (90) was higher than the 15 families and 25 species found by Lira & Teixeira (2008) in this same beach. Although the same fishing gear was used in both studies (beach seine net), the differences between them seem to be related to divergences in net size and collecting period, both larger in our study. This research performed manual trawling and this is the best methodology when compared with trawling realized by motor boat, once the motor noise can drive off some individuals (Pereira et al. 2010).

The occurrence of rare species is constant in surf zones (Veloso & Neves 2009). Among those recorded in the present study, some stood out for their varied life habits: *Achirus achirus*, *Chilomycterus spinosus spinosus*, *Genyatremus luteus*, *Isophistus parvipinis*, *Stellifer brasiliensis*, *Thalassophyrne nattereri*, *Trichiurus lepturus*, *Ocyurus chrysurus*, *Selene setapinnis*, *Alphestes afer*, *Archosargus probatocephalus*, *Chaetodipterus faber*, *Carangoides bartholomaei*, *Carangoides chrysos*, *Holocentrus adscencionis*, *H. aurolineatum*, *H. squamipinna*, *Scomberomorus cavalla*, *Sphoeroides spengleri* and *Sphyrna barracuda*. It is also noteworthy mentioning that the latter eleven species are usually found near or associated to reefs, and have been recorded along reef formations off the southern coast of Pernambuco and northern coast of Alagoas states (Ferreira & Cava, 2001). However, the relative occurrence of reef fish species cited above were not discussed in this manuscript as these species were considered little abundant and infrequent (LAI). The exception was *N. usta*, because although it was rare, was classified as annual resident.

As most of the dominant species in the surf zone (*Anchoviella lepidentostole*, *Anchoa tricolor*, *Bairdiella ronchus*, *Larimus breviceps*, *Lycengraulis grossidens*) form shoals and have an annual occurrence, they seem to have contributed for the total number of individuals not having differed between the dry and rainy seasons. The number of individuals was higher during the day in both annual and seasonal analysis. During the day phytoplankton activity enables a greater supply of food thus attracting many consumer individuals. Being prominently shallow regions, surf zones concentrate an even greater amount of these microorganisms (Schlacher et al. 2008). Fish species with nocturnal habits are generally predators (Helfman et al. 2009), and are less abundant than low trophic level ones. Furthermore, many carnivorous or omnivorous species are planktivorous as juveniles (Helfman et al. 2009). Considering that the surf zone is dominated by juvenile or small individuals (Robertson & Lenaton, 1984), the highest total abundance for the ichthyofauna is indeed expected at daytime, independent of moon phase. Besides, fishes alter their behavior between periods by a vertical migratory activity, which bring them from near the bottom during the day into midwater at night (Beamish, 1966). Differences in

fish fauna composition and abundance between periods of the day also have been attributed to foraging and predator avoidance strategies (Gibson et al. 1996, Félix-Hackradt et al. 2010). The ability to shoal and the role of dominant species in total abundance associated to differences in their use of interconnected habitats throughout the day, such as estuaries/mangroves (Faunce & Serafy, 2006) and seagrass meadows (Parrish, 1989) in the “inside sea”, may explain the predominant abundance reduction during night period in the study area.

Among the species analyzed, seven species were considered annual residents: *Anchoa tricolor*, *Anchoviella lepidentostole*, *Bairdiella ronchus*, *Conodon nobilis*, *Larimus breviceps*, *Lycengraulis grossidens*, *Polydactylus virginicus* and *Pomadasys corvinaeformis*, as they are abundant and frequent (AF) in both seasons. For *Anchoa tricolor* and *Larimus breviceps* the largest samples and individuals were captured at the end of the rainy season and early dry season. Within Itamaracá ecosystem, *A. tricolor* is characterized as a marine dependent species, which means its uses estuarine waters for feeding or to accomplish a late phase of its reproductive cycle (Vasconcelos Filho & Oliveira 1999), and *Larimus breviceps* was also regarded as resident by Fagundes et al. (2007) in the surf zone of Santos Bay, São Paulo. It is probable that *Anchoa tricolor* inhabit the surf zone and spawn in the estuary, also used for nursery and recruitment phases (El-Deir 2005). *Larimus breviceps* might use this area as a nursery as well and when adult (late rainy season and early dry season) migrate to areas of greater depth known on the Island of Itamaracá as “outer sea”.

The species *Anchoviella lepidentostole* and *Bairdiella ronchus* were found in the surf zone during almost the whole period of the study, with the later one being represented mainly by juveniles. Both are common in ichthyofaunal surveys for this ecosystem in other areas of the Brazilian coast (Godefroid et al. 2004, Oliveira-Neto et al. 2008). However *A. lepidentostole* was not recorded on the assessment of ichthyofauna conducted with the same fishing gear on Jaguaribe beach (Lira & Teixeira 2008) and in the Channel of Santa Cruz (Vasconcelos Filho & Oliveira 1999), both located on Itamaracá Island. This might be due to the lower sampling effort evidenced in these studies in relation to the present one, since *A. lepidentostole* is commonly found in estuarine areas along the Brazilian coast (Paiva Filho et al. 1986, Paiva Filho & Giannini 1990, Chaves & Vendel 2008), including Pernambuco (Paiva & Araújo 2010). Concerning the use of estuaries, *A. lepidentostole* is a semi-anadromous fish and its arrival in the estuary is through shoals composed by older individuals, whereas the younger ones remain in the sea to feed and grow, entering the estuary later, when they reach sexual maturity (Câmara et al. 2001). *B. ronchus* has been regularly recorded to breed in this ecosystem (Chaves & Boucherau 2004). The surf zone is used as a feeding and growing ground (Santana & Severi, 2009) by *A. lepidentostole*, as

well as a nursery area by *B. ronchus*. This species is known to use different coastal habitats for completion of the reproductive cycle, such as mangroves, estuaries and adjacent coastal environments, as previously reported elsewhere (Chaves 1995, Castro et al. 1999). Due to the predominance of juveniles throughout the whole year, it can be stated that *Polydactylus virginicus* uses the surf zone as a nursery and growing place as the species cited above. Adults occurred in a smaller number and had two peaks, one at the beginning and another one at the end of the dry season. These might be the periods when they migrate to marine demersal regions, where they complete their life cycle. The individuals that live in demersal areas of some parts of the Brazilian coast (Souza & Chaves 2007, Moraes et al. 2009) have larger sizes than those found in this study.

Regarding the occurrence of life phases between seasons, a different pattern was observed in the resident species *Lycengraulus grossidens* and *Pomadasys corvinaeformis* in the study area. *L. grossidens* is a marine (Anacleto & Gomes 2006) and estuarine (Schifino et al. 2004) species, and is well distributed in the estuaries of Pernambuco (Paiva & Araújo 2010), including that of Jaguaribe river - Itamaracá (El-Deir 2005). In our study, only adult individuals were found in the rainy season and only juveniles in the dry season. In the estuary of Lagoa dos Patos (RS), eggs and larvae of this species are the most numerous and abundant ones among the collected species. They occur during the summer because water temperature, instead of salinity, presents a stronger influence on spawning (Anacleto & Gomes 2006).

During the rainy season in the northeastern region, adult fish might use the surf zone to feed and then migrate to the estuary at the end of this season. The recruitment in the surf zone occurs during the dry season. The opposite was recorded for *Pomadasys corvinaeformis*. This species inhabits demersal, marine and estuarine areas (Cervigón 2003), with records for the Jaguaribe river estuary (El-Deir 2005), Itamaracá. Although juveniles prevailed during the rainy season, January represented the peak for this life phase, and the predominance of adults occurred during the dry season. The results of this study corroborate with those of Costa et al. (1995) on the coast of Ceará, which associated the abundance of the species with rainfall. However, Chaves (1998) disagreed with Costa et al. (1995) because the abundance of the species in Guaratuba Bay (PR) depended more on the reduction of water temperature rather than the pluviometric indicators. It is noteworthy the divergences between the climates of the two areas, given that there are only two seasons in northeast and four in south Brazil, which make difficult a direct ecological comparison.

In this study, five species showed seasonal residence: *Cathorops spixii*, *Conodon nobilis*, *Lile piquitinga*, *Menticirrhus americanus* and *Nicholsina usta*. *Cathorops spixii* and *N. usta* were considered resident of the rainy

season. The first one is the most common catfish species on the Brazilian coast, preferably living in estuaries (Carvalho-Filho 1999). In the Channel of Santa Cruz, Itamaracá, this species is known to spend its entire life cycle in such environments, but it can also be found in coastal marine habitats and fresh waters (Vasconcelos Filho & Oliveira 1999). Its residence on the rainy season, corroborating with Lira & Teixeira (2008), was represented only by adult individuals in the surf zone, with a peak between May and July. According to Chalom et al. (2008), *C. spixii* is opportunistic, eating most of the available food in the environment, and shrimp being one of the most representative item of its diet. Therefore, the large amount of specimens found in the rainy season in Jaguaribe beach seems to be related to the high abundance of penaeid shrimp, also found during this season in the surf zone, in accordance with personal observations made throughout this research. Differing from *C. spixii*, *N. usta* is characteristic of coral reefs (Randall 1990), occurring in the surf zone exclusively in this season. Only juvenile individuals represented this species, with its peak in March and April. The species lives associated with marine phanerogam meadows (Arrivillaga & Baltz 1999, Ordonez-Lopez & Garcia-Hernandez 2005, Allen et al. 2006, Prado & Heck Jr. 2011). Since there is no record of this species in the estuaries of Pernambuco (Paiva & Araújo 2010), and the surf zone of Jaguaribe beach is rich in *Halodule wrightii* marine phanerogam (Kempf 1970), the species possibly migrates from the reef areas to graze in the surf zone during its recruitment period.

Some species had higher frequency in a determinate season. These were the case of *Lile piquitinga* and *Menticirrhus americanus*. *Lile piquitinga* is a characteristic species of the Northeastern region (Figueiredo & Menezes 1978). It occurred in the surf zone of Jaguaribe beach, even though it was not registered in this site by Lira & Teixeira (2008). Considered as marine dependent on the Santa Cruz Channel estuary (Vasconcelos Filho & Oliveira 1999), it is widely found in the estuaries of Pernambuco (Paiva & Araújo 2010). In the surf zone, it was represented by adults and showed a well-defined seasonal pattern of occurrence, being frequent in the dry season, with its peak in December. In the Jaguaribe River estuary, this species was found in the rainy season (El-Deir 2005), suggesting that it is using the estuary in this season and the surf zone during the dry season, before migrating to deeper areas. Differently, *M. americanus*, represented only by juveniles, was little abundant, although frequent in the rainy season, and abundant and frequent during the dry season. The results of this study indicate the surf zone as a nursery area for this species, corroborating with Godefroid et al. (2001), who noted the presence of larvae and juveniles in Pontal do Sul beach (PR). Adults do not usually occur in the surf zone, but are regularly caught in deeper water (Souza & Chaves 2007). The species depends on the estuary to complete



its reproductive cycle (Vasconcelos Filho & Oliveira 1999), and has been recorded in several estuaries of Pernambuco (Paiva & Araújo 2010). *M. americanus* possibly alternates the type of ecosystem used as nursery, according to the season of the year: the surf zone (dry period) and estuary (rainy period).

The haemulid *Conodon nobilis* was represented in both seasons, mainly by juvenile individuals, with its peak in January (end of the dry season). Adults of this species are commonly caught incidentally in demersal areas during shrimp fishing (Viana et al. 2004, Souza & Chaves 2007), considering that juvenile individuals might use the surf zone as nursery, and the month of January being the recruitment period. In the region of Itamaracá, this species was considered as a visitor to the Santa Cruz Channel (Vasconcelos Filho & Oliveira 1999) and as frequent in Jaguaribe beach (Lira & Teixeira 2008), corroborating with the present study.

Although not being a resident species in either of the seasons, some species showed a defined pattern of occurrence, such as *Chirocentrodon bleekermanus*, *Hyporhamphus roberti*, *Stellifer rastrifer* and *Trinectes paulistanus*. *Chirocentrodon bleekermanus* presented a regular abundance in determinate months (July to October). It is a characteristic species of coastal areas (Carvalho-Filho 1999), but there are only two previous records for the coast of Pernambuco (Lira & Teixeira 2008, Santana et al. 2009). Adults might reach the surf zone in search for food, as they eat some fish and crustaceans (Corrêa et al. 2005), preys commonly found in this ecosystem. The time of higher incidence of *C. bleekermanus* coincided with the peak of juvenile Engraulidae and post-larvae of penaeid shrimp (personal observation) in this season (July-October). *Stellifer rastrifer* also prey on penaeid shrimp (Camargo & Isaac, 2004), and has its peak of abundance coinciding with the time when the peak of such prey occurred (in August). This species occurs in coastal shallow waters (Carvalho-Filho 1999), characteristic of estuarine areas (Araújo et al. 2004), being registered in the Santa Cruz Channel (Vasconcelos Filho & Oliveira 1999). It is occasionally found in Jaguaribe beach (Lira & Teixeira 2008, Santana & Severi 2009). This species occurred from July to October, peaking in August, being represented by juvenile and adults. *Hyporhamphus roberti* was represented only by adults during the year of study, peaking in July. As this species occurs in estuarine areas (Carpenter 2002a), having been recorded in the estuary of Jaguaribe River (El-Deir 2005), it probably comes to shore to eat shrimps, which are abundant in the rainy season (personal note). Hiatt & Strasburg (1960) cited in Randall (1967) reported small fish and planktonic crustaceans as food items for fish of this genus. *Trinectes paulistanus* was little abundant in Jaguaribe beach, corroborating with Mendonça & Araújo (2002) that analyzed the temporal distribution of this species in Sepetiba Bay (RJ). It occurs in estuarine and marine environments (Figueiredo & Menezes 2000), being present in the northeastern coast (Araújo et al. 2004).

Only the adults occupied the surf zone in both seasons (wet and dry). The occurrence of larvae and juveniles of this species is recorded in estuarine areas (Michele & Uieda 2007), whereas adults inhabit different areas, including shores (Godefroid et al. 2004). The species possibly uses the surf zone environment as an intermediary one between the Jaguaribe River estuary and the “outer sea”.

Coastal marine systems are among the most ecologically and social-economically vital ones for the planet, therefore subject to the cumulative effects of global change, including climate change, increased population, pollutant discharge and eutrophication (Harvey et al. 2006, Rabalais et al. 2009). Thus, estuarine and coastal waters are potentially bound to biodiversity loss and community disruption, with unpredictable consequences on fish stocks and fishery sustainability, unless surf zones’ role on coastal fishes’ life cycle is better understood and incorporated in conservation practices and environmental management actions.

The surf zone of Jaguaribe beach presents an ecological importance as it encompass a great diversity of fishes, including species considered rare for this ecosystem, as well as species which are resident annually or seasonally. The distribution patterns of species found in this study show that the ichthyofauna of the surf zone in Jaguaribe beach is rich, mainly dominated by small-sized individuals including juvenile phase of several species, with the presence of species most commonly found in neighboring environments, such as seagrass beds, estuaries and reefs. The role of surf zones as an integrated component of interconnected environments in coastal areas of Pernambuco, and their function in the life cycle of coastal fishes is probably a common ecological pattern for the beaches on tropical coastal.

## Acknowledgments

The authors are grateful to Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE), for its essential logistical support for the accomplishment of this work; Fundação de Amparo à Ciência do Estado de Pernambuco (FACEPE) and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), for having granted a PhD scholarship to the former author, and a researcher scholarship to the latter; and Biologist Anailza Cristina, for her invaluable assistance during collection activities.

## References

ALLEN, T., JIMÉNEZ, M. & VILLAFRANCA, S. 2006. Estructura y categorías tróficas de peces asociados a praderas de *Thalassia testudinum* (Hydrocharitales, Hydrocharitaceae) en el golfo de Cariaco, Estado de Sucre, Venezuela. Invest. Mar. 34(2):125-136.

SANTANA, F.M.S. ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTACÃO DA  
PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

- ANACLETO, E.I. & GOMES, E.T. 2006. Relações tróficas no plâncton em um ambiente estuarino tropical: Lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Saúde & Amb. Rev.* 1(2):26-39.
- ARAÚJO, M.E., TEIXEIRA, J.M.C. & OLIVEIRA, A.M.E. 2004. Peixes estuarinos marinhos do nordeste brasileiro: Guia Ilustrado. Editora UFC, Fortaleza.
- ARRIVILLAGA, A. & BALTZ, D.M. 1999. Comparison of fishes and macroinvertebrates on seagrass and bare-sand sites on Guatemala's Atlantic Coast. *Bull. Mar. Sci.* 65(2):301–319.
- BEAMISH, F.W.H. 1966. Vertical migration by demersal fish in the Northwest Atlantic. *J. Fish. Res. Board Can.* 23:109–139.
- BEATLEY, T., BROWER, D. J., SCHWAB, A. K. 2002. An introduction to coastal zone management. 2<sup>nd</sup> ed. Island Press, 329p.
- BLABER, S.J.M. 2002. 'Fish in hot water': the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. *J. Fish Biol.* 61(A):1-20.
- BLABER, S.J.M. & BLABER, T.J. 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J. Fish Biol.* 17:143-162.
- CAMARA, J.J.C., CERGOLE, M.C., CAMPOS, E.C. & BARBIERI, G. 2001. Estrutura populacional, crescimento, mortalidade e taxa de exploração do estoque de manjuba, *Anchoiella lepidentostole* (Pisces, Engraulidae), do rio Ribeira de Iguape, sudeste do estado de São Paulo, Brasil, durante o período de 1993 a 1996. *Bol. Inst. Pesca* 27(2):219 -230.
- CAMARGO, M. & ISAAC, V. 2004. Food categories reconstruction and feeding consumption estimates for the Sciaenid *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider), and the congeneric fishes *Stellifer rastrifer* (Jordan) and *Stellifer naso* (Jordan) (Pisces, Perciformes) in the Caeté Estuary, Northern Coast of Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 21(1):85-89.
- CARPENTER, K.E. (Ed.). 2002a. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Rome, FAO.
- CARPENTER, K.E. (Ed.). 2002b. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Ophistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. Rome, FAO.
- CARVALHO-FILHO, A. 1999. Peixes: costa brasileira. Melro, São Paulo.
- CASTRO, L.T., SANTOS-MARTINEZ, A., ACERO P. & ARTURO. 1999. Reproducción de *Bairdiella ronchus* (Pisces: Sciaenidae) em la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 47(3):1-7.

SANTANA, F.M.S. ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTACÃO DA  
PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

- CERVIGÓN, F., 1993. Los peces marinos de Venezuela. Volume 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela.
- CHALOM, A., MUTO, E.Y. & SOARES, L.S.H. 2008. Variabilidade trófica na alimentação do bagre-amarelo *Cathorops spixii* (Agassiz, 1829) no litoral do estado de São Paulo. In Oceanografia e mudanças globais III Simpósio brasileiro de oceanografia (E.S. Braga, coord.). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, p.257-272.
- CHANT, R.J., WILKIN, J., WEIFENG, Z., CHOI, B., HUNTER, E., CASTELAO, R., GLENN, S., JURISA, J., SCHOFIELD, O., HOUGHTON, R., KOHUT, J., FRAZER, T.K., MONLINE, M.A. (2008) Dispersal of the Hudson River Plume on the New York Bight. *Oceanogr* 21(4):149–162
- CHAVES, P.T.C. 1995. Atividade reprodutiva de *Bairdiella ronchus* (Cuvier) (Pisces, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 12(4):759-766.
- CHAVES, P.T.C. 1998. Estrutura populacional de *Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner) (Teleostei, Haemulidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 15(1):203–209.
- CHAVES, P.T.C. & BOUCHEREAU, J.L. 2004. Trophic organization and functioning of fish population in the Bay of Guaratuba, Brazil, on the basis of a trophic contribution factor. *Acta Adriat.* 45(1):83-94.
- CHAVES, P.T. & VENDEL, A.L. 2008. Análise comparativa da alimentação de peixes (Teleostei) entre ambientes de marisma e de manguezal num estuário do sul do Brasil (Baía de Guaratuba, Paraná). *Rev. Bras. Zool.* 25(1):10–15.
- CLARK, B.M., BENETT, B.A. & LAMBERTH, S.J. 1996a. Factors affecting spatial variability in the seine net catches of fish in the surf zone of False Bay, South Africa. *Mar. Ecol., Prog. Ser.* 131:17-34.
- CORRÊA, C.E., CHAVES, P.T. & GUIMARÃES, P.R.B. 2005. Biology of *Chirocentron bleekermanus* (Poey, 1867) (Clupeiformes: Pristigasteridae) in a Continental Shelf Region of Southern Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 48(3):419-427.
- COSTA, P.S.R., SANTOS, M.A.M., ESPÍNOLA, M.F.A. & MONTEIRO-NETO, C. 1995. Biologia e biometria do coró, *Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner) (Teleostei: Pomadasyidae), em Fortaleza, Ceará, Brasil. *Arq. Cienc. Mar.* 29(1-2):20-27.
- EL-DEIR, A. C. A. 2005. Composição e distribuição espaço-temporal de formas iniciais de peixes no estuário do rio Jaguaribe, Itamaracá, litoral norte de Pernambuco, Brasil. Tese de doutorado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SANTANA, F.M.S. ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTACÃO DA  
PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

- FAGUNDES, L., TOMÁS, A.R.G., CASARINI, L.M., BUENO, E.F., LOPES, G.M., MACHADO, D.A.L., ROSA, R.A., BRAGA, A.C.A., CAMARGO, F.B.F., OBERG, I.M.F. & PELLEGRINI, S.O.P. 2007. A pesca de arrasto-de-praia na ilha de São Vicente, São Paulo, Brasil. Série Relatórios Técnicos. São Paulo, 29:1-45.
- FALCÃO, M. G., SARPÈDONTI, V., SPACH, H.L., OTERO, M.E.B., QUEIROZ, G.M.L.N. & SANTOS, C. 2006. A ictiofauna em planícies de maré das Baías das Laranjeiras e de Paranaguá, Paraná, Brasil. Rev. Bras. Zoocienc. 8(2):125-138.
- FAUNCE, C. H. & SERAFY, J. E. 2006. Mangroves as fish habitat: 50 years of field studies. Mar. Ecol., Prog. Ser. 318: 1-18
- FÉLIX-HACKRADT, F. C., SPACH, H. L., MORO, P. S., PICHLER, H. A., MAGGI, A. S., HOSTIM-SILVA, M. & HACKRADT, C. W. 2010. Diel and tidal variation in surf zone fish assemblages of a sheltered beach in southern Brazil. Lat. Am. J. Aquat. Res. 38(3): 447-460.
- FERREIRA, B. P. & CAVA, F. 2001. Ictiofauna marinha da Apa Costa dos Corais: lista de espécies através de levantamento da pesca e observações subaquáticas. Bol. Téc. Cient. do CEPENE 9:25-36.
- FIGUEIREDO, J.L. 1977. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raia e quimeras. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N.A. 1978. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N.A. 1980. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N.A. 2000. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GARCIA, A.M. & VIEIRA, J.P. 2001. O aumento da diversidade de peixes no estuário da Lagoa dos Patos durante o episódio El Niño 1997-1998. Atlântica 23:85-96.
- GIBSON, R.N., L. ROBB, M.T. BURROWS & A.D. ANSELL. 1996. Tidal, diel and long term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. Mar. Ecol., Prog. Ser. 130:1-17.
- GODEFROID, R.S., SANTOS, C., HOFSTAETTER, M. & SPACH, H.L. 2001. Occurrence of Larvae and Juveniles of *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*, *Menticirrhus americanus*, *Menticirrhus littoralis*, *Umbrina coroides* and *Micropogonias furnieri* at Pontal do Sul beach, Paraná. Braz. Arch. Biol. Technol. 44(4):411-418.

SANTANA, F.M.S. ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA  
PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

- GODEFROID, R.S., SPACH, H.L., SANTOS, C., MACLAREN, G. & SCHWARZ JR., R. 2004. Mudanças temporais na abundância e diversidade da fauna de peixes de um infralitoral raso de uma praia, sul do Brasil. *Iheringia, Zool.* 94(1):95-104.
- GUERRA, N.C., KIANG, C.H. & SIAL, A.N. 2005. Carbonate cements in contemporaneous beachrocks, Jaguaribe beach, Itamaracá island, northeastern Brazil: petrographic, geochemical and isotopic aspects. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 77(2):343-352.
- HARVEY, C.D.G., HUGHES, A.R., HULTGREN, K.M., MINER, B.G., SORTE, C.J.B., THORNER, C.S., RODRIGUEZ, L.F., TOMANEK, L. & WILLIAMS, S.L. 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecol. Lett.* 9:228-241.
- HELFMAN, COLLETTE, B. B., FACEY, D. E., BOWEN, B. 2009. The diversity of fishes. Biology, evolution and ecology. 2<sup>ed</sup>. John Wiley & Sons: Willey-Blackwell.
- HIATT, R.W. & STRASBURG, D.W. 1960 Ecological relationships of the fish fauna on coral reefs of the Marshall Islands. *Ecol. Monogr.* 30(1):65-127.
- KEMPF, M. 1970. Nota Preliminar Sobre os Fundos Costeiros da Região de Itamaracá (Norte do Estado de Pernambuco, Brasil). *Trab. Oceanogr. Univ. PE* (9):95-110.
- LAMEPE. Laboratório de Meteorologia de Pernambuco. <http://www.itep.br/LAMEPE>. (last access on 20/06/2011).
- LASIAK, T.A. 1984a. Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's beach Algoa Bay, South Africa: long-term fluctuations. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 18:459-483.
- LASIAK, T.A. 1984b. Structural aspects of the surf zone fish assemblage at King's Beach, Algoa Bay, South Africa: Short – term fluctuations. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 18(4):347-360.
- LIRA, A.K.F. & TEIXEIRA, S.F. 2008. Ictiofauna da Praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco. *Iheringia, Zool.* 98(4):785-780.
- LOPES, P.R.D. 1999. Nota sobre a alimentação de *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Albulidae) na Praia de Jaguaribe (Ilha de Itamaracá), Pernambuco. *Stientibus* 20:15-22.
- MARCENIUK, A.P. 2005. Chave para identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, ariidae) da costa brasileira. *Bol. Inst. Pesca.* 31(2):89-101.
- MEDEIROS, C. & KJERFVE, B. 1993. Hydrology of a tropical estuarine system: Itamaracá, Brazil. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 36:495-515.

SANTANA, F.M.S. ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTACÃO DA  
PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

- MENDONÇA, P. & ARAÚJO, F.G. 2002. Composição das populações de linguados (Osteichthyes, Pleuronectiformes) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19(2):339–347.
- MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. 1980. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. 1985. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (4). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MICHELE, O.D.A & UIEDA, V.S. 2007. Diet of the ichthyofauna associated with marginal vegetation of a mangrove forest in southeastern Brazil. Iheringia, Zool.9(4):486-497.
- MONTEIRO-NETO, C., TUBINO, R.A., MORAES, L.E.S., NETO, J.P.M., ESTEVES, G.V. & FORTES, W. L. 2008. Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. Iheringia, Zool. 98(1): 50-59.
- MORAES, L.E., ROMERO, R.M., ROCHA, G.R.A. & MOURA, R.L. 2009. Ictiofauna demersal da plataforma continental interna ao largo de Ilhéus, Bahia, Brasil. Biota neotrop. 9(4):163-169 <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n4/pt/abstract?inventory+bn01409042009> (último acesso em 31/08/2012)
- MOYLE, P.B. & CECH, J.J. 2000. Fishes: an Introduction to Ichthyology. 4 ed. Upper Saddle River, Prentice Hall.
- NELSON, J.S. 2006. Fishes of the World. 4<sup>ed.</sup>, New York, John Wiley & Sons Inc.
- OLIVEIRA-NETO, J.F., SPACH, H.L., SCHWARZ-JR, R. & PICHLER, H.A. 2008. Diel variation in fish assemblages in tidal creeks in southern Brazil. Braz. J. Biol. 68(1):37-43.
- ORDÓÑEZ-LÓPEZ, U. & GARCÍA-HERNÁNDEZ, V.D. 2005. Ictiofauna juvenil associada a *Thalassia testudinum* en Laguna Yalahau, Quintana Roo. Hidrobiológica 15(2):195-204.
- PAIVA, A.C.G. & ARAÚJO, M.E. 2010. Environmental characterization and spatial distribution of fish fauna in estuaries in the state of Pernambuco, Brazil. Trop. Oceanogr. 38(1):1-46.
- PAIVA-FILHO, A.M., ZANI-TEIXEIRA, M.L. & KIHARA, P.K. 1986. Contribuição ao conhecimento da biologia da manjuba, *Anchoiella lepidentostole* (Fowler, 1911), no estuário de São Vicente, SP (Osteichthyes, Engraulidae). Bol. Inst. Oceanogr. 34 (único):71-77.
- PAIVA-FILHO, A.M. & GIANNINI, F.B.R. 1990. A pesca da manjuba *Anchoiella lepidentostole* (Engraulidae) no estuário de São Vicente, SP. Rel. Int. Inst. Oceanogr. 29(1):1-6.

SANTANA, F.M.S. ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA  
PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

- PARRISH, J.D. 1989. Fish communities of interacting shallow water habitats in tropical oceanic regions. Mar. Ecol., Prog. Ser. 58: 143–160.
- PEREIRA, P.H.C., FERREIRA, B.P., REZENDE, S.M. 2010. Community structure of the ichthyofauna associated with seagrass beds (*Halodule wrightii*) in Formoso River estuary – Pernambuco, Brazil. An. Acad. Bras. Ciênc. 82(3): 617-628
- PESSANHA, A.L.M. & ARAÚJO, F.G. 2003. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. Estuar. Coast. Shelf Sci. 57:1-12.
- PRADO, P. & HECK JR., K.L. 2011. Seagrass selection by omnivorous and herbivorous consumers: determining factors. Mar. Ecol., Prog. Ser. 429:45-55.
- PRIMER-E 2000. Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory.
- RABALAIS, N.N., TURNER, R., DÍAZ, R.J. & JUSTIC, D. 2009. Global change and eutrophication of coastal waters. ICES J. Mar. Sci. 66:1528-1537.
- RANDALL, J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. Stud. Trop. Oceanogr. 5:665-847.
- RANDALL, J.E. 1990. Scaridae. In Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA) (Quero, J.C., Hureau, J.C., Karrer, C. Post, A. & Saldanha, L. (Eds.). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2. p. 883-887.
- ROBERTSON, A.I. & LENANTON, R.C.J. 1984. Fish community structure and food chain dynamics in the surf-zone of sandy beaches: the role of detached macrophyte detritus. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 84:265-283.
- ROMER, G.S. 1990. Surf zone fish community and species response to wave energy gradient. J. Fish Biol. 36:279-287.
- SANTANA, F.M.S. & SEVERI, W. 2009. Composição e estrutura da assembléia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá - Pernambuco. Bioikos 23(1):3-17.
- SANTANA, F.M., SILVA-FALCÃO, E.C. & SEVERI, W. 2009. Ocorrência de *Chirocentrodon bleekermanus* (Teleostei; Pristigasteridae) na costa do estado de Pernambuco – Brasil. Rev. Bras. Eng. Pesca 4(1):144-154.
- SCHIFINO, L.C., FIALHO, C.B. & VERANI, J.R. 2004. Fish community composition, seasonality and abundance in Fortaleza Lagoon, Cidreira. Braz. Arch. Biol. Technol. 47(5):755-763.



- SCHLACHER, T.A., SCHOEMAN, D.S, DUGAN, J., LASTRA, M., JONES, A., SCAPINI, F. & MCLACHLAN, A. 2008. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Mar. Ecol.* 29(1):70-90. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0485.2007.00204.x>
- SOUZA, L.M. & CHAVES, P.T. 2007. Atividade reprodutiva de peixes (Teleostei) e o defeso da pesca de arrasto no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 24(4):1113–1121.
- STATSOFT. 2008. STATISTICA (data analysis software system), version 7.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Tulsa: Statsoft Inc.
- TEIXEIRA, R.L. & ALMEIDA, G.I. 1998. Composição da ictiofauna de três praias arenosas de Maceió-AL, Brasil. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão* 8:21-38.
- VASCONCELOS FILHO, A.L. & OLIVEIRA, A.M.E. 1999. Composição e ecologia da ictiofauna do canal de Santa Cruz (Itamaracá – PE, Brasil). *Trab. Oceanogr. Univ. PE* 27(1):101-113.
- VAZZOLER, A.E.M., SOARES, L.S.H. & CUNNINGHAM, P.M. 1999. Ictiofauna da Costa brasileira. In *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais* (R. C. Lowe McConnell, ed.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 424-467.
- VELOSO, V.G. & NEVES, G. 2009. Praias arenosas. In Pereira, R.C. & Soares-Gomes, A. (Eds). *Biologia Marinha*, Rio de Janeiro, Interciência, p. 339-360.
- VIANNA, M, COSTA, F.E.S & FERREIRA, C.N. 2004. Length-weight relationship of fish caught as by-catch by shrimp fishery in the southeastern coast of Brazil. *Bol. Inst. Pesca* 30(1):81-85.
- WHITFIELD, A.K. 1996. A review of estuarine ichthyology in South Africa over the past 50 years. *Trans. R. Soc. S.Afr.* 51:79-89.
- WILBER, D.H., CLARK, D.G., BURLOS, M.H., RUBEN, H. & WILL, R.J. 2003. Spatial and temporal variability in surf zone fish assemblages on the coast of northern New Jersey. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 56:291-304.

**Tabela 1.** Lista das espécies coletadas na zona de arrebentação da praia de Jaguaribe (PE), no período de março/2006 a fevereiro/2007, apresentada em ordem decrescente de frequência de ocorrência (%) (FO), n=abundância nas estações chuvosa e de estiagem, PN= percentual de indivíduos nas estações chuvosa e de estiagem, FO= frequência de ocorrência nas estações chuvosa e de estiagem, C= constância nas estações chuvosa e de estiagem, nC=abundância na estação chuvosa, PNC= percentual de indivíduos na estação chuvosa, FOC= frequência de ocorrência na estação chuvosa, CC= constância na estação chuvosa, nE=abundância na estação de estiagem, PNE= percentual de indivíduos na estação de estiagem, FOE= frequência de ocorrência na estação de estiagem, CE= constância na estação de estiagem. Classificação quanto à constância: abundante e frequente (AF), abundante e pouco frequente (ALF), pouco abundante e frequente (LAF) e pouco abundante e pouco frequente (LAI).

**Table 1.** List of species collected in the surf zone of Jaguaribe beach (PE), from March 2006 to February 2007, presented in descending order of frequency of occurrence (%) (FO). Legends: n = abundance during rainy and dry seasons, PN = percentage of individuals in rainy and dry seasons, FO = frequency of occurrence during the rainy and dry seasons, C = constant during rainy and dry seasons, nC = abundance in the rainy season, PNC = percentage of individuals in rainy season, FOC = frequency of occurrence in rainy season, CC = constant in rainy season, nE = abundance in dry season, PNE = percentage of individuals in dry season, FOE = frequency of occurrence in dry season, CE = constant in dry season. Constancy classification: abundant and frequent (AF), abundant and little frequent (ALF), little abundant and frequent (LAF) and little abundant and infrequent (LAI).

Families (35)	Species (92)	n	PN(%)	FO(%)	C	nC	PNC(%)	FOC(%)	CC	nE	PNE(%)	FOE(%)	CE
Engraulidae	<i>Anchoa tricolor</i> (Spix e Agassiz, 1829)	244	3.81	100.00	AF	94	3.03	100	AF	150	4.53	100	AF
Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	1192	18.60	100.00	AF	594	19.17	100	AF	598	18.08	100	AF
Sciaenidae	<i>Larimus breviceps</i> Cuvier, 1830	411	6.41	100.00	AF	294	9.49	100	AF	117	3.54	100	AF
Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	573	8.94	100.00	AF	180	5.81	100	AF	393	11.88	100	AF
Engraulidae	<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	1532	23.91	91.67	AF	817	26.36	86	AF	715	21.61	100	AF
Sciaenidae	<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	84	1.31	91.67	AF	8	0.26	71	LAF	76	2.30	100	AF
Engraulidae	<i>Lycengraulis grossidens</i> (Agassiz, 1829)	735	11.47	83.33	AF	66	2.13	71	AF	669	20.22	100	AF
Haemulidae	<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	104	1.62	83.33	AF	30	0.97	86	LAF	74	2.24	80	AF
Haemulidae	<i>Pomadourus corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	153	2.39	83.33	AF	93	3.00	71	AF	60	1.81	100	AF
Clupeidae	<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner e Miranda Ribeiro, 1903)	111	1.73	58.33	AF	7	0.23	43	LAI	104	3.14	80	AF
Pristigasteridae	<i>Chirocentron bleekermani</i> (Poey, 1867)	196	3.06	41.67	ALF	133	4.29	43	ALF	63	1.90	40	PAPF
Sciaenidae	<i>Stellifer rastriifer</i> (Jordan, 1889)	142	2.22	33.33	ALF	132	4.26	29	ALF	10	0.30	40	PAPF
Sciaenidae	<i>Stellifer stellifer</i> (Bloch, 1790)	175	2.73	25.00	ALF	173	5.58	29	ALF	2	0.06	20	PAPF
Pristigasteridae	<i>Pellona harroweri</i> (Fowler, 1917)	79	1.23	16.67	ALF	76	2.45	14	ALF	3	0.09	20	PAPF
Engraulidae	<i>Anchoa marinii</i> Hildebrand, 1943	77	1.20	16.67	ALF	0	0.00	0	-	77	2.33	40	APF
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus roberti</i> (Valenciennes, 1847)	43	0.67	75.00	LAF	33	1.06	71	LAF	10	0.30	80	PAF
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	24	0.37	75.00	LAF	16	0.52	71	LAF	8	0.24	80	PAF
Carangidae	<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	18	0.28	75.00	LAF	10	0.32	86	LAF	8	0.24	60	PAF
Achiridae	<i>Trinectes paulistanus</i> (Miranda Ribeiro, 1915)	34	0.53	75.00	LAF	13	0.42	71	LAF	21	0.63	80	PAF
Sciaenidae	<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1847)	21	0.33	66.67	LAF	6	0.19	43	LAI	15	0.45	100	PAF
Ariidae	<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	63	0.98	58.33	LAF	53	1.71	71	AF	10	0.30	40	PAPF
Ophichthidae	<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)	10	0.16	50.00	LAF	8	0.26	57	LAF	2	0.06	40	PAPF
Engraulidae	<i>Anchovia clupeioides</i> (Swainson, 1839)	16	0.25	50.00	LAF	8	0.26	43	LAI	8	0.24	60	PAF

Atherinopsidae	<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy e Gaimard, 1825)	13	0.20	50.00	LAF	4	0.13	29	LAI	9	0.27	80	PAF
Clupeidae	<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)	14	0.22	41.67	LAI	8	0.26	43	LAI	6	0.18	40	PAPF
Carangidae	<i>Trachinotus falcatus</i> (Forsskaal, 1755)	7	0.11	41.67	LAI	6	0.19	57	LAF	1	0.03	20	PAPF
Labridae	<i>Nicholsina usta</i> (Valenciennes, 1840)	44	0.69	41.67	LAI	44	1.42	57	AF	0	0.00	0	-
Albulidae	<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	14	0.22	33.33	LAI	9	0.29	14	LAI	5	0.15	60	PAF
Mugilidae	<i>Mugil</i> sp.	14	0.22	33.33	LAI	13	0.42	43	LAI	1	0.03	20	PAPF
Carangidae	<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	9	0.14	33.33	LAI	4	0.13	29	LAI	5	0.15	40	PAPF
Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0.08	33.33	LAI	2	0.06	29	LAI	3	0.09	40	PAPF
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides greeleyi</i> (Gilbert, 1785)	4	0.06	33.33	LAI	2	0.06	29	LAI	2	0.06	40	PAPF
Narcinidae	<i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers, 1831)	3	0.05	25.00	LAI	0	0.00	0	-	3	0.09	60	PAF
Engraulidae	<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)	30	0.47	25.00	LAI	15	0.48	14	LAI	15	0.45	40	PAPF
Engraulidae	<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)	11	0.17	25.00	LAI	10	0.32	29	LAI	1	0.03	20	PAPF
Ariidae	<i>Sciades herzbergii</i> (Bloch, 1794)	7	0.11	25.00	LAI	2	0.06	14	LAI	5	0.15	40	PAPF
Belonidae	<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	3	0.05	25.00	LAI	1	0.03	14	LAI	2	0.06	40	PAPF
Epinephelinae	<i>Mycteroperca</i> sp.	8	0.12	25.00	LAI	5	0.16	14	LAI	3	0.09	40	PAPF
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	15	0.23	25.00	LAI	15	0.48	43	LAI	0	0.00	0	-
Haemulidae	<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1801)	6	0.09	25.00	LAI	6	0.19	43	LAI	0	0.00	0	-
Haemulidae	<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan e Gilbert, 1882)	12	0.19	25.00	LAI	12	0.39	43	LAI	0	0.00	0	-
Labridae	<i>Cryptotomus roseus</i> Cope, 1871	4	0.06	25.00	LAI	3	0.10	29	LAI	1	0.03	20	PAPF
Paralichthyidae	<i>Citharichthys arenaceus</i> Everman e Marsh, 1900	3	0.05	25.00	LAI	0	0.00	0	-	3	0.09	40	PAPF
Engraulidae	<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann e Marsh, 1900)	5	0.08	16.67	LAI	4	0.13	14	LAI	1	0.03	20	PAPF
Ariidae	<i>Sciades</i> sp.	2	0.03	16.67	LAI	2	0.06	29	LAI	0	0.00	0	-
Atherinopsidae	<i>Membras cf. dissimilis</i> (Carvalho, 1956)	6	0.09	16.67	LAI	2	0.06	14	LAI	4	0.12	20	PAPF
Scorpaenidae	<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789	3	0.05	16.67	LAI	3	0.10	29	LAI	0	0.00	0	-
Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	2	0.03	16.67	LAI	1	0.03	14	LAI	1	0.03	20	PAPF
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1796)	5	0.08	16.67	LAI	0	0.00	0	-	5	0.15	40	PAPF
Carangidae	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	3	0.05	16.67	LAI	1	0.03	14	LAI	2	0.06	20	PAPF
Haemulidae	<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	18	0.28	16.67	LAI	18	0.58	29	LAI	0	0.00	0	-
Paralichthyidae	<i>Etropus crossotus</i> Jordan e Gilbert, 1882	2	0.03	16.67	LAI	2	0.06	14	LAI	0	0.00	0	-
Clupeidae	<i>Ophistonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Engraulidae	<i>Anchoa filifera</i> (Fowler, 1915)	4	0.06	8.33	LAI	4	0.13	14	LAI	0	0.00	0	-
Ariidae	<i>Aspistor luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Batrachoididae	<i>Thalassophryne nattereri</i> Steindachner, 1876	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	2	0.03	8.33	LAI	0	0.00	0	-	2	0.06	20	PAPF
Syngnathidae	<i>Micropis brachyurus brachyurus</i> (Bleeker, 1853)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Syngnathidae	<i>Syngnathus pelagicus</i> Linnaeus, 1758	6	0.09	8.33	LAI	0	0.00	0	-	6	0.18	20	PAPF
Epinephelinae	<i>Alphestes afer</i> (Bloch, 1793)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Mugilidae	<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Carangidae	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Carangidae	<i>Carangoides chrysos</i> (Mitchill, 1815)	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Carangidae	<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Carangidae	<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill, 1815)	2	0.03	8.33	LAI	0	0.00	0	-	2	0.06	20	PAPF

Lutjanidae	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	5	0.08	8.33	LAI	5	0.16	14	LAI	0	0.00	0	-
Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i> Bairde Girard, 1855	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Gerreidae	<i>Eucinostomus lefroyi</i> (Goode, 1874)	3	0.05	8.33	LAI	3	0.10	14	LAI	0	0.00	0	-
Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Gerreidae	<i>Eugerres brasiliensis</i> (Valenciennes, 1830)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Haemulidae	<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1790)	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Haemulidae	<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	12	0.18	8.33	LAI	12	0.39	14	LAI	0	0.00	0	-
Haemulidae	<i>Haemulon</i> sp.	6	0.09	8.33	LAI	6	0.19	14	LAI	0	0.00	0	-
Haemulidae	<i>Haemulon squamipinna</i> (Rocha& Rosa, 1999)	13	0.20	8.33	LAI	13	0.41	14	LAI	0	0.00	0	-
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Sciaenidae	<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Sciaenidae	<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Sciaenidae	<i>Stellifer</i> sp.	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	2	0.03	8.33	LAI	0	0.00	0	-	2	0.06	20	PAPF
Sphyrnidae	<i>Sphyræna barracuda</i> (Walbaum, 1792)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Scombridae	<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Achiridae	<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Achiridae	<i>Trinectes microphthalmus</i> Chabanaud, 1928	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Cynoglossidae	<i>Symphurus</i> sp.	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Cynoglossidae	<i>Symphurus plagusia</i> (Bloch e Schneider, 1801)	1	0.02	8.33	LAI	1	0.03	14	LAI	0	0.00	0	-
Cynoglossidae	<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy e Gaimard, 1824)	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i> (Linnaeus, 1785)	4	0.06	8.33	LAI	4	0.13	14	LAI	0	0.00	0	-
Diodontidae	<i>Chilomycterus spinosus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.02	8.33	LAI	0	0.00	0	-	1	0.03	20	PAPF
<b>Total</b>		<b>6.407</b>	<b>100.00</b>			<b>3.099</b>	<b>100.00</b>			<b>3.308</b>	<b>100.00</b>		

SANTANA, F.M.S. ECOLOGIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES DA ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA  
PRAIA DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

**Tabela 2.** Estágio de vida (J= jovem; A = adulto) por estação do ano (estiagem e chuvosa) das espécies de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, entre março/2006 e fevereiro/2007. As espécies residentes estão indicadas (RA= residente anual; RE= residente na estiagem; RC= residente na estação chuvosa).

**Table 2.** Life stage (J = juvenile, A = adult) per season (dry and rainy) of fish species in the surf zone of Jaguaribe beach, between March 2006 and February 2007. The resident species are indicated (RA = annual resident; RE = resident in the dry season; RC = resident in the rainy season).

Species	Abbreviation	Seasonal	Life Stage	
		Residence	Rainy	Dry
<i>Cathorops spixii</i>	Catspi	RC	A	A
<i>Nicholsina usta</i>	Nicust	RC	J	-
<i>Conodon nobilis</i>	Connob	RE	J, A	J, A
<i>Lile piquitinga</i>	Lilpiq	RE	A	A
<i>Menticirrhus americanus</i>	Mename	RE	J	J
<i>Anchoa tricolor</i>	Anctri	RA	A	A
<i>Anchoiella lepidentostole</i>	Anclep	RA	J, A	J, A
<i>Bairdiella ronchus</i>	Bairon	RA	J	J
<i>Larimus breviceps</i>	Larbre	RA	J, A	J, A
<i>Lycengraulis grossidens</i>	Lycgro	RA	A	J
<i>Polydactylus virginicus</i>	Polvir	RA	J, A	J, A
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Pomcor	RA	J, A	J, A

## Legenda das figuras

### Figure Captions

**Figura 1.** Mapa de localização da ilha de Itamaracá, no litoral norte do estado de Pernambuco, e indicação do local de coleta (\*) na praia de Jaguaribe.

**Figure 1.** Map of Itamaracá Island location, on the northern coast of Pernambuco state, and indication of the collection site (\*) in Jaguaribe beach.

**Figura 2.** Distribuição sazonal (em percentagem) dos 6.407 exemplares capturados na zona de arrebentação de Jaguaribe (PE) e classificados como abundante e frequente (AF), abundante e pouco frequente (APF), pouco abundante e frequente (PAF) e pouco abundante e pouco frequente (PAPF).

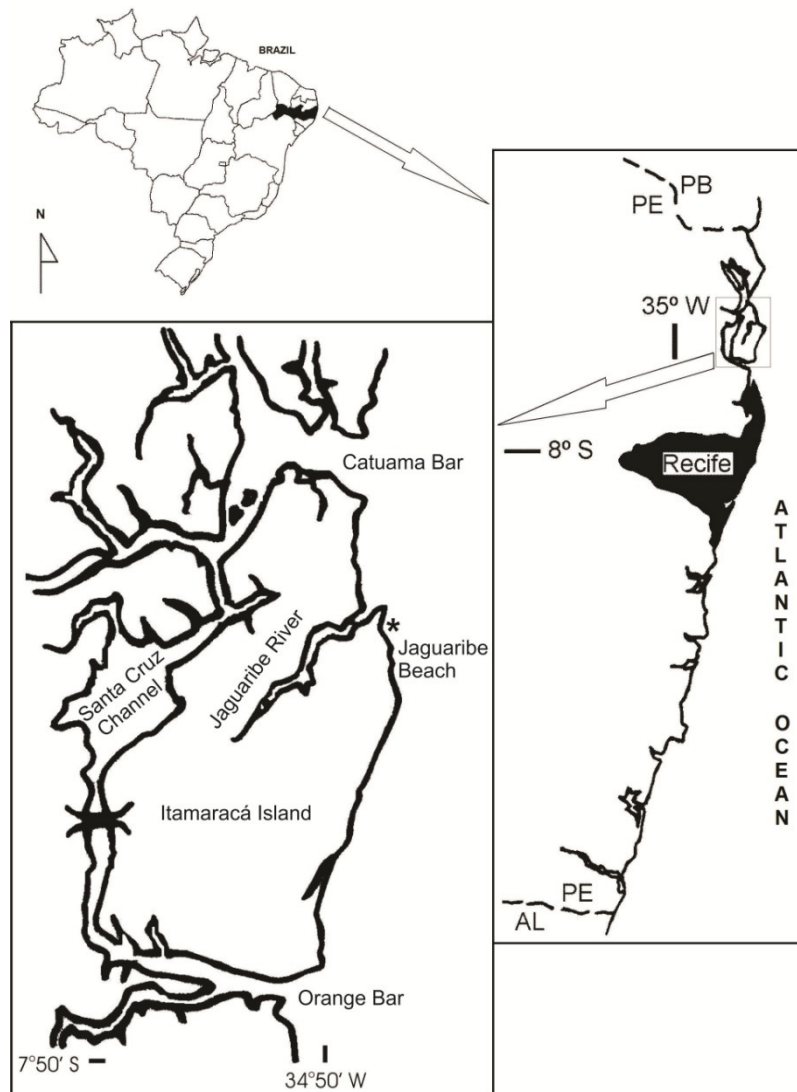
**Figure 2.** Seasonal distribution (in percentage) of the 6,407 specimens captured in the surf zone of Jaguaribe (PE) and classified as abundant and frequent (AF), abundant and little frequent (APF), little abundant and frequent (PAF) and little abundant and little frequent (PAPF).

**Figura 3.** Dendrograma do agrupamento da similaridade entre as espécies residentes na zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, coletadas entre março/2006 e fevereiro/2007. As abreviaturas das espécies constam da Tabela 2.

**Figure 3.** Dendrogram of the grouping of similarity between the species living in the surf zone in Jaguaribe beach, collected between March 2006 and February 2007. The abbreviations of the species are listed in Table 2.

**Figures**

**Figuras**



**Figure 1.**

**Figura 1.**

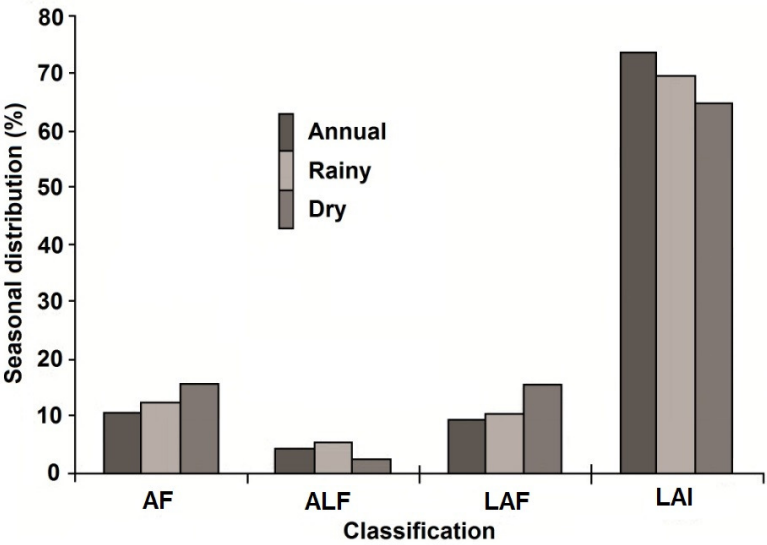


Figure 2.  
Figura 2.

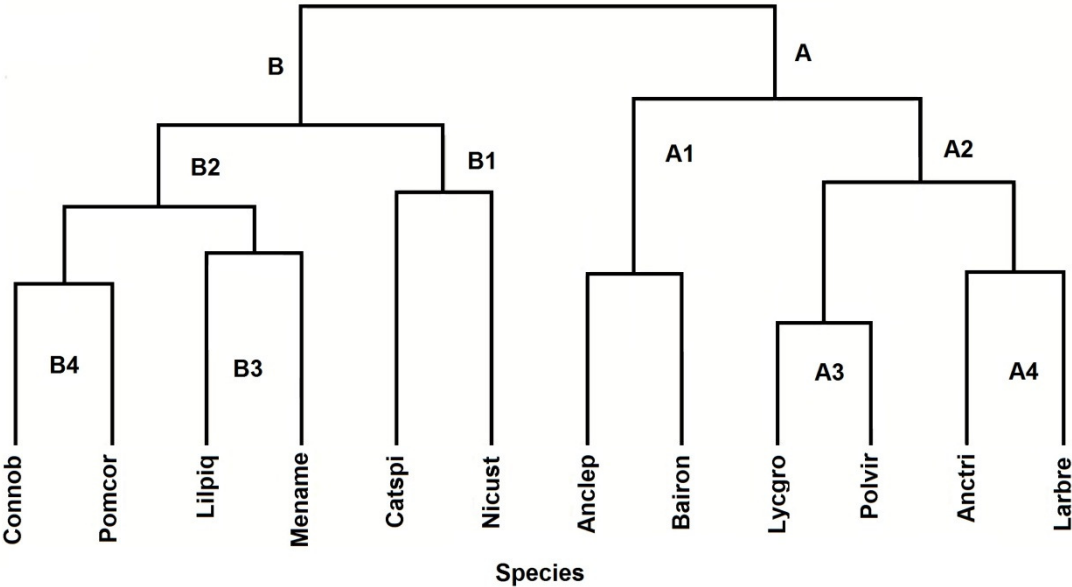


Figure 3.  
Figura 3.

**Capítulo 2\*†** - A ictiofauna da zona de arrebentação brasileira: uma compilação para compreensão ecológica por região.

**Chapter 2\*†** - The ichthyofauna of the brazilian surf zone: a compilation for ecological comprehension per region.

\* Capítulo em formato de artigo e padronizado de acordo com as normas da revista Tropical Oceanography.

† Artigo aceito pela revista Tropical Oceanography.



# **THE ICHTHYOFAUNA OF THE BRAZILIAN SURF ZONE: A COMPILATION FOR ECOLOGICAL COMPREHENSION PER REGION**

Fábio Magno da Silva **SANTANA**<sup>1,2,4</sup>, William **SEVERI**<sup>3</sup>, Flavo Elano Soares de **SOUZA**<sup>4</sup>, Maria Elisabeth de **ARAÚJO**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco. Email: fabiomagnos@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Laboratório de Ictiologia Marinha Tropical, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Email: betharau08@gmail.com

<sup>3</sup>Laboratório de Ictiologia, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Email: wseveri@depaq.ufrpe.br

<sup>4</sup>Escola Agrícola de Jundiaí, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Email: flavogeo@gmail.com

## **ABSTRACT**

The ichthyofauna of the surf zones of the Brazilian coast was determined and characterized by the territorial division of Brazil. We compiled 22 scientific papers published in scientific journals which presented the distribution of fish species in these sites. Two hundred and thirty-nine species belonging to seventy-one families of fish were validated and listed. The northern Brazil showed no study in this habitat. The southeast region showed a higher richness of species, families and uniqueness of species, whereas the southern had lower values of richness among the regions studied. In the northeast, most of the unique species are associated with reef environments and the southern presented species typical in freshwater among the unique ones. Finally, the presence of 239 fish species and 71 families represents a considerable number for the ichthyofauna of the Brazilian coast surf zone, for this environment has been scarcely studied. However, because there have been found species inhabiting other environments and by the presence of 61 species with 100% frequency of occurrence in the three regions studied, it can be concluded that it is an ecologically important site.

**Key words:** fish, sea beaches, trawls, Brazil, bibliography

## **RESUMO**

A ictiofauna das zonas de arrebentação da costa brasileira foi determinada e caracterizada através da divisão territorial do Brasil. Foram compilados 22 artigos científicos publicados em revistas científicas indexadas que apresentavam distribuição de espécies de peixes nestes locais. Foram listadas e validadas 239 espécies pertencentes a 71 famílias de peixes. A região norte do Brasil não apresentou estudo neste habitat. A região sudeste teve maior riqueza de espécies, famílias e exclusividade de espécies, enquanto que a região sul apresentou menores valores de riqueza entre as regiões estudadas. No nordeste, a maioria das exclusivas tem

associação com ambientes recifais e a região sul apresentou, dentre as exclusivas, espécies típicas de água doce. Finalmente, a presença de 239 espécies de peixes e 71 famílias representa um número considerável para a ictiofauna da zona de arrebenção do litoral brasileiro, pois esse ambiente ainda é pouco estudado. Contudo, por serem encontradas espécies que habitam outros ambientes e pela presença de 61 espécies com 100% de frequência de ocorrência nas três regiões estudadas, pode-se concluir que seja um local ecologicamente importante.

**Palavras-chave:** peixes, praias marinhas, redes de arrasto, Brasil, levantamento bibliográfico.

## INTRODUCTION

Brazil has a coastline with an approximate length of 9,200 km (KNOPPERS et al., 2002), adding to the recesses, being the most extensive inter and subtropical coast in the world (AB'SÁBER, 2003). It is characterized by several ecosystems, including estuaries, coral reefs, lagoons, bays and surf zones, inhabited by many marine organisms that represent important natural resources (GURGEL et al., 2012).

Along the entire coast, there are surf zones which, by definition, are an integral part of the fore shore, that extends from the first line of breaking waves to the lower limit of the beach face (VELOSO and NEVES, 2009). Many species of fish live in them, especially juveniles, who use them as nursery (ROBERTSON and LENANTON, 1984; GODEFROID et al., 2001) as well as area for food and protection from predators (BLABER and BLABER, 1980; LASIAK, 1984a, b; WHITFIELD, 1996). A large number of species are found in the surf zone, although it is dominated by a few (GIANNINI and PAIVA FILHO, 1995; FELIX et al., 2007a; SANTANA and SEVERI, 2009). The dynamics of the movements of waves and sudden variations in environmental conditions cause changes in the behavior of communities that use the surf zone, turning these places into interesting sites for studies (WRIGHT and SHORT, 1984) on ecosystem interconnection.

Researches on composition and structure of fish communities in surf zones are scarce if compared to other coastal environments, such as estuaries and reefs. Although most of these works concern the beaches located in the southern and southeastern Brazil (ARAÚJO et al., 2008), the number of studies has grown in the northeast (e.g. OLIVEIRA-SILVA, PESO-AGUIAR and LOPES, 2008; LIRA and TEIXEIRA, 2008, SANTANA and SEVERI op cite; GURGEL op cite). However, there is no work that presents the composition of the fish assemblage of the surf zone for the entire Brazilian coast or that compares these assemblages by territorial regions.

Compilations of data on fauna are important to help understand the geographic distribution and the species' macro ecology traits (ARAÚJO and FEITOSA, 2003; BARLETTA and BLABER, 2007). Data can be gathered as a list of an enclosed environment, including comments about geographic distribution (PASSOS, 2012).

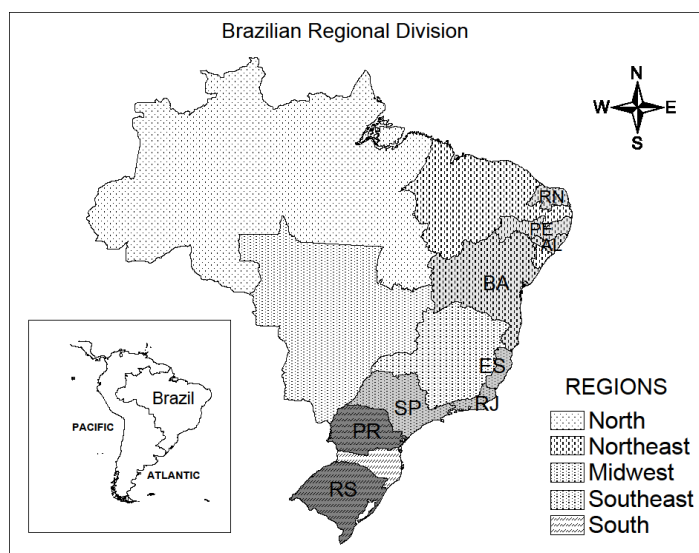
The objective of this study is to collect data to generate a list of the ichthyofauna of the Brazilian coast surf and infer the main ecological

differences in the structure of the fish community in the regions analyzed.

## MATERIAL AND METHODS

The criterion used to select the area covered by this study was based on the availability of scientific papers published in indexed journals that would approach the composition of fish communities in surf zones in any Brazilian locality (Tab. 1). The figure 1 illustrated the map of Brazil indicating the states where data were compiled in this study. In order to validate the taxonomy it was carried out a review of the scientific names of species according to Menezes et al. (2003), Araújo, Teixeira and Oliveira (2004) and Froese and Pauly (2008), aiming to update the names considered inappropriate or synonymic.

The frequency of occurrence (FO) of the species was determined by the presence or absence of each species per study area analyzed (Tab. 1). Each territorial region was compared for obtaining these relative frequencies for Brazil.



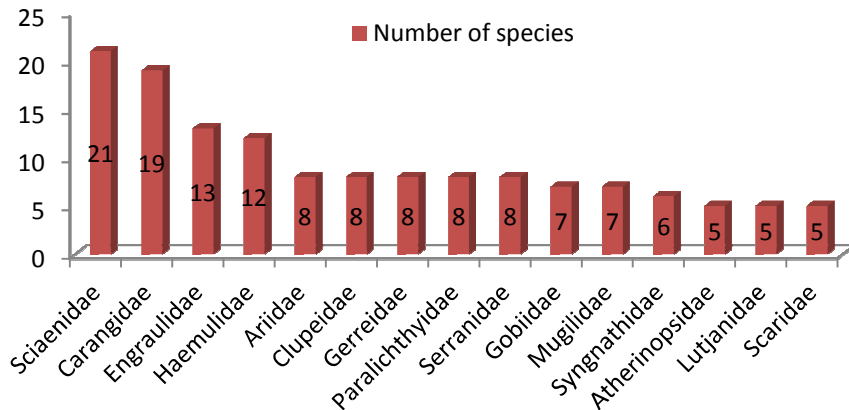
**Figure 1** – Map of Brazil indicating the states where data were compiled in this study. RN= Rio Grande do Norte, PE= Pernambuco, AL= Alagoas, BA= Bahia, ES= Espírito Santo, RJ= Rio de Janeiro, SP= São Paulo, PR= Paraná e RS= Rio Grande do Sul.

**Table 1** - List of scientific papers used to obtain the ichthyofauna data of the Brazilian surf zone.

Region	State	City	Coordinates	References
Northeast	Alagoas	Maceió	No Informed	Teixeira and Almeida, 1998
Northeast	Bahia	Saubara	12°47'S; 038°46'W	Oliveira-Silva et al., 2008
Northeast	Pernambuco	Itamaracá	07°43,722'S; 034°49,536'W	Lira and Teixeira, 2008
Northeast	Pernambuco	Itamaracá	07°43'42,9''S; 034°49'32,1''W	Santana and Severi, 2009
Northeast	Rio Grande do Norte	Natal	05°52'47 30''S ;35°10'6 93''W	Gurgel et al., 2012
Southeast	Espírito Santo	Vitória	20°18'S ; 40°17'W	Araujo et al, 2008
Southeast	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	22°54'-23°04'S; 43°34' - 44°10'W	Pessanha and Araújo,2003
Southeast	Rio de Janeiro	S. Francisco	21°17' S; 40°57' W	Gomes et al., 2003
Southeast	Rio de Janeiro	Arraial do Cabo/RJ	22°58'S ; 42°01'W	Gaelzer et al.,2006
Southeast	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	No Informed	Vasconcellos et al., 2007
Southeast	Rio de Janeiro	Niterói	22°53'14''S; 43°22'48''W	Monteiro-Neto et al., 2008
Southeast	Rio de Janeiro	Arraial do Cabo	22°58'S; 42°01'W	Gaelzer and Zalmon, 2008
Southeast	São Paulo	Guarujá	No Informed	Paiva Filho and Toscano, 1987
Southeast	São Paulo	South, North, central	23°-25°S; 45°-49°W	Giannini and Paiva Filho, 1995
Southeast	São Paulo	Ubatuba	23° e 25°S; 45° e 49°W	Gondolo et al., 2011
South	Paraná	Pontal do Paraná	No Informed	Godefroid et al., 1998
South	Paraná	Pontal do Paraná	No Informed	Godefroid et al., 2003
South	Paraná	Pontal do Paraná	No Informed	Felix et al., 2007(a)
South	Paraná	Pontal do Paraná	25°33'979''S 48°21'119''W	Félix et al., 2007(b)
South	Paraná	Pontal do Paraná	No Informed	Félix-Hackradt et al., 2010
South	Rio Grande do Sul	Rio Grande	No Informed	Lima and Vieira, 2009
South	Rio Grande do Sul	Rio Grande	No Informed	Mont'Alverne et al., 2012

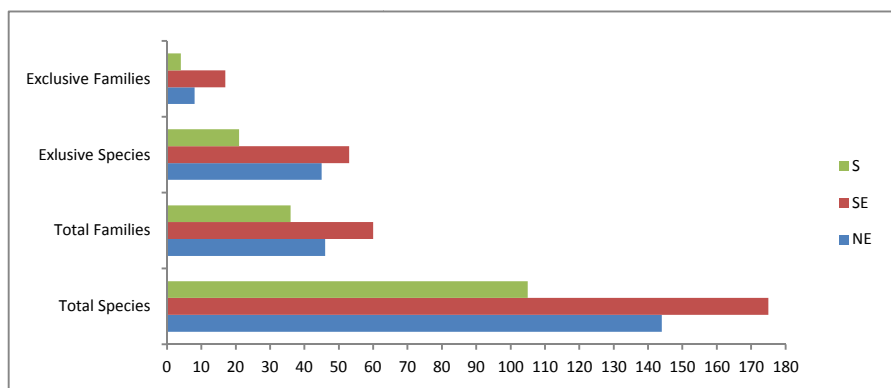
## RESULTS

Two hundred and thirty nine species (Tab. 2) from 71 fish families were recorded. The 15 most specious families accounted for approximately 60% of all validated species (Fig. 2).



**Figure 2** - Distribution of number of species per family in the surf zones of the Brazilian coast.

Regarding the occurrence of families and species analyzed by territorial region, the surf zones of southeast showed greater representativeness and southern lower. In terms of unique species, southeast (53) surpassed the northeast (45) and south (21) (Fig. 3).



**Figure 3** - Distribution of families and species of fish from the surf zone of the Brazilian coast by territorial region.

**Table 2** - List of species from surf zone of the Brazilian coast with their valid nomenclature and percentage of frequency of occurrence (FO%). northeast (NE), exclusive occurrence in the northeast surfzone (ENE), southeast (SE), exclusive occurrence in the southeast surfzone (ESE), south (S), exclusive occurrence in the south surfzone (ES). The species common to all regions are in bold. The x accuses the uniqueness of the species in the region.

Valid Nomenclature	Cited Nomenclature	NE	ENE	SE	ESE	S	ES	FO %
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)		0		0		1	x	33,33
<i>Acanthistius brasiliensis</i> (Cuvier, 1828)		0		1	x	0		33,33
<i>Acanthostracion quadricornis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Acanthrostracion quadricornis</i>	1	x	0		0		33,33
<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855		1	x	0		0		33,33
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)		1	x	0		0		33,33
<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)		1		1		0		66,67
<i>Membras dissimilis</i> Carvalho, 1956	<i>Adenops dissimilis</i>	0		0		1	x	33,33
<b><i>Albula vulpes</i></b> (Linnaeus, 1758)		1		1		1		100,00
<i>Aluterus monoceros</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Aluterus monoceros</i>	1	x	0		0		33,33
<i>Anchoa filifera</i> (Fowler, 1915)		0		1	x	0		33,33
<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)		1		1		0		66,67
<b><i>Anchoa lyolepis</i></b> Evermann & Marsh, 1900		1		1		1		100,00
<b><i>Anchoa marinii</i></b> Hildebrand, 1943		1		1		1		100,00
<i>Anchoa parva</i> (Meek & Hildebrand, 1943)		0		0		1	x	33,33
<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)	<i>Anchoa spinifera</i>	1	x	0		0		33,33
<b><i>Anchoa tricolor</i></b> (Spix & Agassiz, 1829)		1		1		1		100,00
<i>Anchovia clupeoides</i> (Swainson, 1839)		1		1		0		66,67

<i>Anchoviella brevirostris</i> (Gunther, 1868)		0	1	x	0	33,33
<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)		1	1		0	66,67
<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)		0	1		1	66,67
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)		1	1		0	66,67
<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)		1	1		0	66,67
<i>Aspistor luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	<i>Arius luniscutis, Sciadeichthys luniscutis</i>	1	1		0	66,67
<i>Astroscopus sexspinosus</i> (Steindachner, 1876)		0	0		1 x	33,33
<i>Astroscopus y-graecum</i> (Cuvier, 1829)	<i>Astroscopus ygraecum, Astrocospus y-graecum</i>	0	1		1	66,67
<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)		0	1	x	0	33,33
<i>Atherinella blackburni</i> (Schultz, 1949)		1	1		0	66,67
<b><i>Atherinella brasiliensis</i></b> (Quoy & Gaimard, 1825)	<i>Xenomelaniris brasiliensis</i>	1	1		1	100,00
<i>Bagre bagre</i> (Linnaeus, 1766)		0	1	x	0	33,33
<i>Bagre marinus</i> (Mitchill, 1815)		1	x	0	0	33,33
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)		1	x	0	0	33,33
<i>Bathycongrus dubius</i> (Breder, 1927)	<i>Rhechias dubius</i>	1	x	0	0	33,33
<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)		1		1	0	66,67
<i>Boridia grossidens</i> Cuvier, 1830		1	1		0	66,67
<i>Bothus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)		0	1	x	0	33,33
<i>Bothus robinsi</i> Topp & Roff, 1972		0	1	x	0	33,33
<i>Brevoortia pectinata</i> (Jenyns, 1842)		0	0		1 x	33,33
<i>Bryx dunckeri</i> (Metzelaar, 1919)	<i>Syngnathus dunckeri</i>	0	1	x	0	33,33
<i>Calamus Penna</i> (Valenciennes, 1830)		0	1	x	0	33,33
<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	<i>Caranx bartholomaei</i>	1	x	0	0	33,33
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	<i>Carangoides crysos</i>	1		1	0	66,67
<b><i>Caranx hippos</i></b> (Linnaeus, 1766)		1	1		1	100,00

<b><i>Caranx latus</i></b> Agassiz, 1831		1	1	1	100,00
<i>Caranx ruber</i> (Bloch, 1793)		0	0	1 x	33,33
<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)		1	1	0	66,67
<b><i>Centropomus parallelus</i></b> Poey, 1860		1	1	1	100,00
<b><i>Centropomus undecimalis</i></b> (Bloch, 1792)		1	1	1	100,00
<b><i>Cetengraulis edentulus</i></b> (Cuvier, 1829)		1	1	1	100,00
<b><i>Chaetodipterus faber</i></b> (Broussonet, 1782)		1	1	1	100,00
<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758		1	x	0	33,33
<i>Chilomycterus antillarum</i> Jordan & Rutter, 1897	<i>Cyclichthys antillarum</i>	1	x	0	33,33
<b><i>Chilomycterus spinosus spinosus</i></b> (Linnaeus, 1758)	<i>Cyclichthys spinosus, Chilomycterus spinosus</i>	1		1	100,00
<b><i>Chirocentrodon bleekermanus</i></b> (Poey, 1867)		1	1	1	100,00
<b><i>Chloroscombrus chrysurus</i></b> (Linnaeus, 1766)	<i>Chloroschombrus chrysurus</i>	1	1	1	100,00
<i>Citharichthys arenaceus</i> Evermann & Marsh, 1900		0	1	x	33,33
<b><i>Citharichthys macrops</i></b> Dresel, 1885		1	1	1	100,00
<i>Citharichthys spilopterus</i> Gunther, 1862		0	1	1	66,67
<b><i>Conodon nobilis</i></b> (Linnaeus, 1758)		1	1	1	100,00
<b><i>Cosmocampus elucens</i></b> (Poey, 1868)		1	1	1	100,00
<i>Cryptotomus roseus</i> Cope, 1871		1	x	0	33,33
<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	<i>Gobionellus boleosoma</i>	1	x	0	33,33
<i>Ctenogobius stigmaticus</i> (Poey, 1860)	<i>Gobionellus stigmaticus</i>	1		1	66,67
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i> (Metzelaar, 1919)		0	1	x	33,33
<b><i>Cynoscion leiarchus</i></b> (Cuvier, 1830)		1	1	1	100,00
<i>Cynoscion microlepidotus</i> (Cuvier, 1830)		0	1	1	66,67
<i>Cynoscion virescens</i> (Cuvier, 1830)		0	1	1	66,67
<b><i>Dactylopterus volitans</i></b> (Linnaeus, 1758)		1	1	1	100,00



<i>Dactyloscopus crossotus</i> Starks, 1913		0	1	x	0	33,33
<i>Dactyloscopus tridigitatus</i> Gill, 1859		0	1	x	0	33,33
<i>Dasyatis guttata</i> (Bloch & Scheneider, 1801)		1	1		0	66,67
<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	<i>Diapterus olisthostomus</i>	1	x	0	0	33,33
<b><i>Diapterus rhombeus</i></b> (Cuvier, 1829)		1	1		1	100,00
<i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus, 1766)		0	1	x	0	33,33
<i>Diplectrum radiale</i> (Quoy & Gaimard, 1824)		0	1	x	0	33,33
<i>Diplodus argenteus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	<i>Diplodus argenteus</i>	0	1	x	0	33,33
<i>Discopyge tschudii</i> Heckel, 1846		0	1	x	0	33,33
<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)		1	x	0	0	33,33
<i>Echeneis naucrates</i> Linnaeus, 1758		0	1	x	0	33,33
<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766		0	1	x	0	33,33
<i>Engraulis anchoita</i> Hubbs & Marini, 1935		1	1		0	66,67
<i>Epinephelus morio</i> (Valenciennes, 1828)		0	1	x	0	33,33
<b><i>Etropus crossotus</i></b> Jordan & Gilbert, 1882		1	1		1	100,00
<b><i>Eucinostomus argenteus</i></b> Baird & Girard, 1855	<i>Eucinostomus aprion</i> *, <i>Gerres aprion</i> *	1	1		1	100,00
<b><i>Eucinostomus gula</i></b> (Quoy & Gaimard, 1824)	<i>Gerres gula</i>	1	1		1	100,00
<b><i>Eucinostomus lefroyi</i></b> (Goode, 1874)	<i>Ulaema lefroyi</i> , <i>Gerres lefroyi</i> *	1	1		1	100,00
<b><i>Eucinostomus melanopterus</i></b> (Bleeker, 1863)	<i>Gerres melanopterus</i>	1	1		1	100,00
<i>Eugerres brasiliensis</i> (Cuvier, 1830)		1	1		0	66,67
<i>Eugerres lineatus</i> (Humboldt, 1821)		0	1	x	0	33,33
<i>Fistularia petimba</i> Lacepède, 1803		1	1		0	66,67
<i>Fistularia tabacaria</i> Linnaeus, 1758		1	1		0	66,67
<i>Genidens barbatus</i> (Lacepède, 1803)	<i>Genidens barba</i> *, <i>Netuma barba</i>	0	1		1	66,67
<i>Genidens genidens</i> (Cuvier, 1829)		0	1	x	0	33,33

<i>Genidens planifrons</i> (Higuchi, Reis & Araújo, 1982)		0		0	1	X	33,33
<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1790)		1	x	0		0	33,33
<i>Gobiesox strumosus</i> Cope, 1870		0		1	x	0	33,33
<i>Gobioides broussonneti</i> Lacepède, 1800	<i>Gobioides broussonneti</i>	0		1	x	0	33,33
<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)		0		1	x	0	33,33
<i>Gobionellus stomatus</i> Starks, 1913		1	x	0		0	33,33
<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839		1	x	0		0	33,33
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758		0		1	x	0	33,33
<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830		1	x	0		0	33,33
<i>Haemulon bonariense</i> Cuvier, 1830	<i>Haemulon bonariensis</i>	1	x	0		0	33,33
<i>Haemulon plumierii</i> Lacepède, 1801	<i>Haemulon plumieri</i>	1	x	0		0	33,33
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)		1		1		0	66,67
<i>Harengula clupeiola</i> (Cuvier, 1829)		1		1		1	100,00
<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)		1		1		0	66,67
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i> Lacepède, 1801	<i>Priacanthus cruentatus</i>	0		1	x	0	33,33
<i>Hippocampus reidi</i> Ginsburg, 1933	<i>Hyppocampus reidi</i>	1		1		0	66,67
<i>Hyporhamphus roberti roberti</i> (Valenciennes, 1847)	<i>Hyporhamphus roberti</i>	1	x	0		0	33,33
<b><i>Hyporhamphus unifasciatus</i></b> (Ranzani, 1841)	<i>Hiporhampus unifasciatus</i>	1		1		1	100,00
<i>Hyporthodus niveatus</i> (Valenciennes, 1828)	<i>Epinephelus niveatus</i>	0		1	x	0	33,33
<b><i>Isopisthus parvipinnis</i></b> (Cuvier, 1830)		1		1		1	100,00
<i>Jenkinsia lamprotaenia</i> (Gosse, 1851)		0		1	x	0	33,33
<i>Jenynsia lineata</i> (Jenyns, 1842)		0		1	x	0	33,33
<i>Jenynsia multidentata</i> (Jenyns, 1842)		0		0		1	X 33,33
<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)		1	x	0		0	33,33
<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)		1	x	0		0	33,33

<b><i>Lagocephalus laevigatus</i></b> (Linnaeus, 1766)	1		1		1	100,00
<b><i>Larimus breviceps</i></b> Cuvier, 1830	1		1		1	100,00
<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	1	x	0		0	33,33
<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)	1		1		0	66,67
<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	1	x	0		0	33,33
<i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1828)	1		1		0	66,67
<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1		1		0	66,67
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	1		1		0	66,67
<b><i>Lycengraulis grossidens</i></b> (Agassiz, 1829)	1		1		1	100,00
<i>Macrodon ancylodon</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0		1	x	0	33,33
<b><i>Menticirrhus americanus</i></b> (Linnaeus, 1758)	1		1		1	100,00
<b><i>Menticirrhus littoralis</i></b> (Holbrook, 1847)	1		1		1	100,00
<i>Microgobius meeki</i> Evermann & Marsh, 1899	1	x	0		0	33,33
<b><i>Micropogonias furnieri</i></b> (Desmarest, 1823)	1		1		1	100,00
<i>Monacanthus ciliatus</i> (Mitchill, 1818)	0		1	x	0	33,33
<b><i>Mugil curema</i></b> Valenciennes, 1836	1		1		1	100,00
<i>Mugil curvidens</i> Valenciennes, 1836	1	x	0		0	33,33
<b><i>Mugil gaimardianus</i></b> Desmarest, 1831	1		1		1	100,00
<i>Mugil hospes</i> Jordan & Culver, 1895	0		0		1 X	33,33
<i>Mugil incilis</i> Hancock, 1830	0		1		1	66,67
<b><i>Mugil Liza</i></b> Valenciennes, 1836	1		1		1	100,00
<i>Mugil platanus</i> Gunther, 1880	0		1		1	66,67
<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)	1	x	0		0	33,33
<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)	0		1		1	66,67
<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)	1	x	0		0	33,33
<i>Myrichthys oculatus</i>						

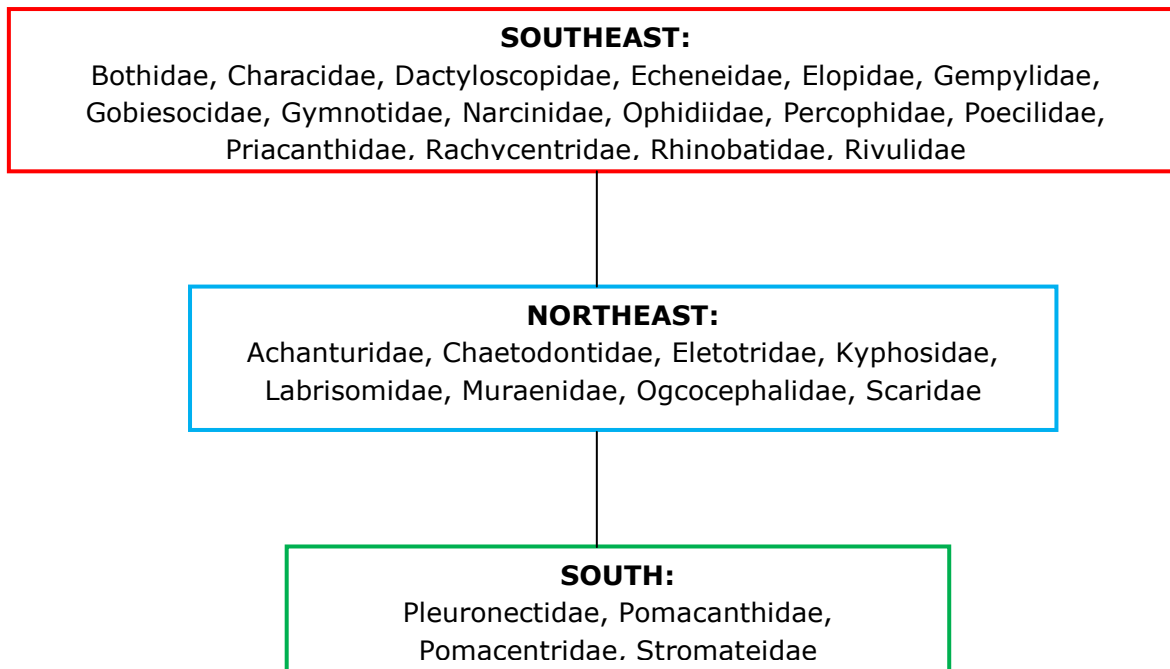
<i>Myrophis punctatus</i> Lutken, 1852		1		1		0		66,67
<i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers, 1831)		0		1	x	0		33,33
<i>Nicholsina usta usta</i> (Valenciennes, 1840)	<i>Nicholsina usta</i>	1	x	0		0		33,33
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)		1		1		0		66,67
<i>Odontesthes argentinenses</i> (Valenciennes, 1835)		0		0		1	X	33,33
<i>Odontesthes bonariensis</i> (Valenciennes, 1835)		0		1		1		66,67
<i>Odontognathus mucronatus</i> Lacepède, 1800		0		1	x	0		33,33
<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830)		1	x	0		0		33,33
<i>Ogcocephalus vespertilio</i> (Linnaeus, 1758)		1	x	0		0		33,33
<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832)		1		1		0		66,67
<i>Oligoplites saliens</i> (Bloch, 1793)		0		1		1		66,67
<b><i>Oligoplites saurus</i></b> (Bloch & Schneider, 1801)		1		1		1		100,00
<i>Oncopterus darwinii</i> Steindachner, 1874		0		0		1	X	33,33
<b><i>Ophioscium punctatissimus</i></b> Meek & Hildebrand, 1925		1		1		1		100,00
<b><i>Opisthonema oglinum</i></b> (Lesueur, 1818)		1		1		1		100,00
<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)		1		1		0		66,67
<b><i>Paralichthys brasiliensis</i></b> (Ranzani, 1842)		1		1		1		100,00
<i>Paralichthys orbignyanus</i> (Valenciennes, 1839)		0		1		1		66,67
<i>Paralonchurus brasiliensis</i> (Steindachner, 1875)		0		1		1		66,67
<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)		1	x	0		0		33,33
<b><i>Pellona harroweri</i></b> (Fowler, 1917)		1		1		1		100,00
<i>Peprilus paru</i> (Linnaeus, 1758)		0		0		1	X	33,33
<i>Percophis brasiliensis</i> Quoy & Gaimard, 1825		0		1	x	0		33,33
<i>Phalloptychus januarius</i> (Hensel, 1868)		0		1	x	0		33,33
<b><i>Platanichthys platana</i></b> (Regan, 1917)		1		1		1		100,00

<i>Poecilia vivipara</i> Bloch & Schneider, 1801		0	1	x	0	33,33
<i>Pogonias cromis</i> (Linnaeus, 1766)		0	0		1 X	33,33
<i>Polydactylus oligodon</i> (Gunther, 1860)		0	1		1	66,67
<b><i>Polydactylus virginicus</i></b> (Linnaeus, 1758)		1	1		1	100,00
<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)		0	0		1 X	33,33
<b><i>Pomadasys corvinaeformis</i></b> (Steindachner, 1868)		1	1		1	100,00
<i>Pomadasys croco</i> (Cuvier, 1830)	<i>Pomadasys croco</i>	0	1	x	0	33,33
<i>Pomadasys ramosus</i> (Poey, 1860)		0	0		1 X	33,33
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)	<i>Pomatomus saltator</i>	0	1		1	66,67
<i>Porichthys porosissimus</i> (Cuvier, 1829)		0	1		1	66,67
<i>Potamarius grandoculis</i> (Steindachner, 1877)	<i>Hexanematichthys grandoculis</i>	0	1	x	0	33,33
<i>Prionotus nudigula</i> Ginsburg, 1950		0	0		1 X	33,33
<b><i>Prionotus punctatus</i></b> (Bloch, 1793)		1	1		1	100,00
<i>Pseudocaranx dentex</i> (Bloch & Schneider, 1801)		0	1		1	66,67
<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)		1	1		0	66,67
<i>Rachycentron canadum</i> (Linnaeus, 1766)	<i>Rachycentron canadus</i>	0	1	x	0	33,33
<i>Raneya brasiliensis</i> (Kaup, 1856)	<i>Raneya fluminensis</i>	0	1	x	0	33,33
<i>Rhinobatos horkelii</i> Muller & Henli, 1841		0	1	x	0	33,33
<i>Rhinosardinia bahiensis</i> (Steindachner, 1879)		1	x	0	0	33,33
<i>Rivulus santensis</i> Kohler, 1906		0		1 x	0	33,33
<i>Rypticus randalli</i> Courtenay, 1967		1	x	0	0	33,33
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	<i>Salminus maxilosus</i>	0		1 x	0	33,33
<b><i>Sardinella brasiliensis</i></b> (Steindachner, 1879)	<i>Sardinella janeiro</i>	1		1	1	100,00
<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782		0		1 x	0	33,33
<i>Scomberomorus brasiliensis</i> Collette, Russo & Zavalla-Camin, 1978		0		0	1 X	33,33

<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789	1	1	0	66,67	
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	0	1	x	0	33,33
<b><i>Selene setapinnis</i></b> (Mitchill,1815)	1	1	1	100,00	
<b><i>Selene vomer</i></b> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	100,00	
<i>Seriola rivoliana</i> Valenciennes, 1833	0	0	1	X	33,33
<i>Serranus flaviventris</i> (Cuvier, 1829)	1	x	0	0	33,33
<i>Sparisoma chrysopteron</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	x	0	0	33,33
<i>Sparisoma radians</i> (Valenciennes, 1840)	1	x	0	0	33,33
<i>Sparisoma rubripinne</i> (Valenciennes, 1840)	1	x	0	0	33,33
<b><i>Sphoeroides greeleyi</i></b> Gilbert, 1900	1	1	1	100,00	
<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)	1	1	0	66,67	
<b><i>Sphoeroides testudineus</i></b> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	100,00	
<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	1	X	0	0	33,33
<i>Sphyraena guachancho</i> Cuvier, 1829	1	X	0	0	33,33
<i>Sphyrhaena tome</i> Fowler, 1903	0	1	1	66,67	
<i>Scorpaena isthmensis</i> Meek & Hildebrand, 1928	0	1	x	0	33,33
<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	0	1	1	66,67	
<b><i>Stellifer rastrifer</i></b> (Jordan, 1889)	1	1	1	100,00	
<b><i>Stellifer stellifer</i></b> (Bloch, 1790)	1	1	1	100,00	
<b><i>Stephanolepis hispidus</i></b> (Linnaeus, 1766)	1	1	1	100,00	
<b><i>Strongylura marina</i></b> (Walbaum, 1792)	1	1	1	100,00	
<b><i>Strongylura timucu</i></b> (Walbaum, 1792)	1	1	1	100,00	
<i>Syacium micrurum</i> Ranzani, 1842	0	1	x	0	33,33
<i>Syacium papillosum</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Symphurus papillosum, Scyacium papillosum</i>	0	1	1	66,67
<i>Symphurus plagusia</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	X	0	0	33,33

<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)		1	1	0	66,67
<i>Symphurus trewavasae</i> Chabanaud, 1948		1	1	0	66,67
<i>Syngnathus folletti</i> Herald, 1942		0	1	1	66,67
<i>Syngnathus pelagicus</i> Linnaeus, 1758		1	X	0	33,33
<i>Syngnathus scovelli</i> (Evermann & Kendall, 1896)		1	1	0	66,67
<b><i>Synodus foetens</i></b> (Linnaeus, 1766)		1	1	1	100,00
<i>Synodus intermedius</i> (Spix & Agassiz, 1829)		1	1	0	66,67
<i>Thalassophryne nattereri</i> Steindachner, 1876	<i>Talassophryne nattereri</i>	1	1	0	66,67
<i>Thyrsitops lepidopoides</i> (Cuvier, 1832)		0	1	x	33,33
<i>Trachinocephalus myops</i> (Forster, 1801)	<i>Trachinocephalus myops</i>	0	1	x	33,33
<b><i>Trachinotus carolinus</i></b> (Linnaeus, 1766)		1	1	1	100,00
<b><i>Trachinotus falcatus</i></b> (Linnaeus, 1758)		1	1	1	100,00
<b><i>Trachinotus goodei</i></b> Jordan & Evermann, 1896		1	1	1	100,00
<i>Trachinotus marginatus</i> Cuvier, 1832		0	1	1	66,67
<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758		0	1	1	66,67
<i>Trinectes microphthalmus</i> (Chabanaud, 1928)		1	X	0	33,33
<i>Trinectes paulistanus</i> (Miranda Ribeiro, 1915)		1	1	0	66,67
<i>Umbrina canosai</i> Berg, 1895		0	0	1	x 33,33
<b><i>Umbrina coroides</i></b> Cuvier, 1830		1	1	1	100,00
<i>Upeneus parvus</i> Poey, 1852		0	1	x	33,33
<i>Uraspis secunda</i> Wakiya, 1927		0	0	1	x 33,33
<i>Zapteryx brevirostris</i> (Müller & Henle, 1841)		0	1	x	33,33

The unique families for each analyzed region are shown in Figure 4.



**Figure 4** - Fish families recorded exclusively in surf zones of the southeastern, northeastern and southern Brazil.

In the surf zone of the Brazilian beaches, 61 fish species were common to all regions analyzed. The relation of species by territorial region is in Table 2. The outdated or misspelled scientific names that were cited were validated.

## DISCUSSION

The list of marine ichthyofauna is incomplete and needs further projects and studies, especially in less known areas (MENEZES, 2011). The first step toward an ecological approach and management in a given location is the specific survey (ANDREATTA et al., 2002). Although the Brazilian coast is continental and covers four territorial regions, there were no publications on fish community of surf zones in the northern, and very few to the northeast. Until late 20th century there were records on the ichthyofauna of these environments in the south and southeast regions. The only exception to the northeast was Teixeira and Almeida (1998). More recently, in the northeast, new researches on this topic have been published: Oliveira-Silva, Peso-Aguiar and Lopes (2008); Lira and Teixeira (2008); Santana and Severi (2009); Gurgel et al. (2012), but it still resents projects that can inventory more consistently its assembly.

All along the Brazilian coast there occur the surf zones - essential for the accomplishment of the life cycle of many marine fish species (PAIVA FILHO and TOSCANO, 1987; GIANNINI and PAIVA FILHO, 1995; GODEFROID et al., 2003; SANTANA and SEVERI, 2009; GURGEL et al., 2012)-. However, the relations of families and species with this environment are not clear yet.

The high primary productivity in the surf zone supports large populations of invertebrates that become visible to predators when the dynamic of the waves moves the sandy substrate (ALLEN and PONDELLA, 2006), attracting many species of fish. For the surf zones, Moyle & Cech (2000) classified the fish into six



categories: small planktivorous and active, substrate wandering tweaks, sole-shaped fish, migratory species, beach spawners and piscivores. The fish that occupy the surf zone are generally small, silvery and planktivorous, including the aterinids, engraulidae, clupeids, which represent the most abundant in these sites. Many representatives of the Scianidae families (e.g. *Menticirrhus* spp.) are often found using their cirrhi and surrounding the substrate in search of food (ALLEN & PONDELLA op cite). Concerning Brazil, according to the present survey, these four families were the most specious, besides the Carangidae and Haemulidae.

Two hundred and thirty nine out of the 1,297 species of marine fish described for Brazil (MENEZES, 2011), were listed in this work, considering only the surf zones.

In the northeastern coastal zone there only occurs the seasonal regime of wet and dry seasons (MACEDO, MUNIZ and MONTES, 2004), incurring in a higher incidence of sunny days that are sufficient to increase primary productivity, regardless the season of the year (PASSAVANTE and FEITOSA, 2009). Because of the reduced depth, the shallow waters turn the surf zone into an attractive site for protection and food supply, which boosts the trophic web. Families exclusive to northeast region, in this compilation, are associated with reefs (ARAÚJO and FEITOSA, 2003; HUMAN and DELOACH, 2002), except for Eleotridae, represented by the species *Dormitator maculatus*. In 2008, Oliveira-Silva et al. recorded the species for surf zones in Bahia beaches, but it was considered estuarine resident by Vasconcelos-Filho et al. (2004). The present results show the existence of connectivity among reef ecosystems and surf zones, featuring the northeastern coast. More than half of the species recorded exclusively for the surf zone of the northeast region were also cited by Paiva et al. (2009) and Araújo and Feitosa (op cite) as associated with reef areas (eg. *Gymnotorax funebris*, *Haemulon aurolineatum*, *H. bonariensis*, *Lutjanus analis*, *Sparisoma chrysotermum*, *S. radians*). However, most of them are rare in the surf zones, and use these sites as shelter or attracted by some food supply, as the species *Nicholsina usta* that uses "Arribadas" algae to the practice of herbivory (SANTANA, 2009). *Bairdiella ronchus*, species associated with estuarine areas (VASCONCELOS FILHO et al., op cite), was also exclusive of northeastern surf zones. However, unlike the species that are associated with reefs, it is well represented in Cabuçú beach in Bahia (OLIVEIRA-SILVA et al., op cite) and is one of the most frequent and abundant in Jaguaribe beach in Pernambuco (SANTANA and SEVERI, op cite). *Bairdiella ronchus* usually inhabits the surf zones during the juvenile stage, then migrates to estuaries, where they complete their life cycle (SANTANA et al., in press).

Although studied with greater regularity than in the northeast, most of the works in the south region (8) were in Pontal do Paraná, Paraná state, scarce studies in Rio Grande do Sul (2) and none in Santa Catarina. The missing data could increase the figures about the richness of surf zones in this region. The families Pomacentridae, Pomacanthidae, Stromateidae and Pleuronectidae were exclusive of the surf zone in the south region. The first two are associated with areas of rocky shores (HOSTIM-SILVA et al., 2006). Stromateidae was represented by the *Peprilus paru* species that occurs throughout the Brazilian coast (FIGUEIREDO and MENEZES, 2000). While in the present survey the species only occurred in this region, Szpilman (2000) highlights that it is rare exactly for the south. Only four species, *Abudefduf saxatilis*, *Caranx ruber*, *Pomacanthus paru* and *Seriola rivoliana* of 21 exclusive from surf zone of southern Brazil were cited in the list of species of rocky shores by Hostim-Silva et al. (op cite). Most of the exclusive species are associated with estuaries (eg. *Adenops dissimilis*, *Anchoa parva*, *Brevoortia pectinata*, *Pomadasys ramosus*) and demersal areas (eg. *Pogonias cromis*, *Ctenosciaena gracilicirrhus*, *Prionotus nudigula*) (FROESE and PAULY, 2012). Two other species, *Oncopterus darwinii* and *Genidens planifrons* occur from Santa Catarina down to the coast of Argentina (MENEZES et al., 2003; FROESE and PAULY, op cite), being typical only in this region. As in the south the ichthyofauna

suffers influence of the species from Argentina and Uruguay, one would expect more exclusive species in this region, which does not occur. Another hypothesis is that some species, typical from cooler waters have no association with surf zones and use different environment during their life cycle. For being farther from the equator line and closer to the poles, there is a reduction in the decrease of marine diversity (WILLIG et al., 2003), which may be an explanation for this region to show lower number of families and species.

The southeastern surf zones seem to suffer greater influence of the continent, as there were recordings, exclusively, of families whose components are from freshwater (eg. Characidae, Gymnotidae and Rivulidae). Another factor that contributes to higher recording of families in the southeast is the upwelling areas in Cabo Frio, which provide greater primary productivity (BASSANI et al., 1999). The exclusive families in the southeast region compiled in this study do not present association with the reef areas. According to Menezes (2011), the species of rocky bottoms and reef areas are less abundant in Sao Paulo. Studies in this state and in Rio de Janeiro amount more than 90% of the work compiled. The ichthyofauna of the surf zones of the Southeast is regularly investigated (PAIVA FILHO and TOSCANO, 1987; GIANNINI and PAIVA FILHO, 1995; PESSANHA and ARAÚJO, 2003; GOMES et al., 2003; VASCONCELOS et al., 2007; MONTEIRO-NETO et al., 2008; GONDOLO, MATTOX and CUNNINGHAM, 2011), contributing to a greater record of families and species. As the study and the sample period are extended, more rare species are being recorded (ENGEL, 2007), even if in small quantities. Among the typical freshwater fish found exclusively in the southeast region, *Poecilia vivipara* and *Rivulus santensis* were recorded by Giannini & Paiva Filho (op cite) for the coast of São Paulo state. Neither migrates and both are from freshwater environment (FROESE and PAULY, op cite), but the former has already been recorded for estuarine area by Paiva et al. (2009). *Salminus brasiliensis* and *Gymnotus carapo* are potamodromous (Froese & Pauly, op cite) and occurred in Gargaú beach, which is adjacent to the Itabapoama river, located in the state of Rio de Janeiro (GOMES et al., op cite). Probably, they must have been taken to the surf zone by some flood. *Astyanax bimaculatus* occurred in Itamambuca beach, in São Paulo state (GONDOLO et al., op cite) and although not characteristic of the surf zone, it has already been recorded for the estuary (PAIVA et al., op cite).

## CONCLUSIONS

Finally, the presence of 239 fish species and 71 families represent a considerable figure for the ichthyofauna of the surf zone of the Brazilian coast, because this environment is still scarcely studied. However, because we can find species that inhabit other environments and for the presence of 61 species with 100% frequency of occurrence in the three regions studied, it can be concluded that it is an ecologically important site. It is hoped that with increased effort and more studies in the northeastern and southern states, and beginning the survey in the north region, this list might increase considerably turning the ecological importance of these areas more valorized.

## ACKNOWLEDGEMENTS

To Apolônio Salles Educational Development Foundation (Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional- FADURPE), for the logistical support essential to the accomplishment of this work. To The Support to Science Foundation of Pernambuco State (Fundação de Amparo a Ciência do estado de Pernambuco - FACEPE) and CNPq, for granting the PhD scholarship to the former author, and researcher scholarship to the latter author. To Biologist Anailza Cristina, for the invaluable collaboration during the collection activities.

## REFERENCES

- AB'SÁBER, A. N. **Litoral do Brasil**. Metalivros, São Paulo, 2003. 281 p.
- ALLEN, L. G.; PONDELLA, D. J. II. 2006. **Surf Zone, Coastal Pelagic Zone, and Harbors**. In: The Ecology of Marine Fishes: California and Adjacent Waters (ALLEN, L. G.; PONDELLA, D. J. II; HORN, M. (ed.)). University of California Press, Los Angeles, 2006, p. 149 - 166.
- ANDREATA, J. V.; MAURER, B. C.; BAPTISTA, M. G. S.; MANZANO, F. V.; TEIXEIRA, D. E.; LONGO, M. M.; FERRET, N. V. Composição da assembléia de peixes da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 1139-1146, 2002.
- ARAÚJO, M.E., FEITOSA, C.V. Análise de agrupamento da ictiofauna recifal do Brasil com base em dados secundários: uma avaliação crítica. **Tropical Oceanography**, v. 31, n. 2, p. 181-201, 2003.
- ARAÚJO, M.E., TEIXEIRA, J.M.C. & OLIVEIRA, A.M.E. **Peixes estuarinos marinhos do nordeste brasileiro: Guia Ilustrado**. Editora UFC, Fortaleza, 2004. 260 p.
- ARAÚJO, C. C. V.; ROSA, D. M.; FERNANDES, J. M.; RIPOLI, L. V.; KROHLING, W. Composição e estrutura da comunidade de peixes de uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória, Espírito Santo. **Iheringia**, v. 1, n. 98, p. 129-135, 2008.
- BARLETTA, M.; BLABER, S. J. M. Comparision of fish assemblages and guilds in tropical habitats of the Embley (Indo-West Pacific) and Caeté (Western Atlantic) estuaries. **Bulletin of Marine Science**, v. 80, n. 3, p. 647-680, 2007.
- BASSANI, C.; BONECKER, A. C. T.; BONECKER, S. L. C.; NOGUEIRA, C. R.; REIS, J. M. L.; NASCIMENTO, L. R. Plâncton do Litoral Norte do Estado do Rio de Janeiro (21°00' a 23°30'S) – Análise e Síntese do Conhecimento. In SILVA, S. H. G.; LAVRADO, H. P. (eds.). In: **Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro**. Série Oecologia Brasiliensis. Vol. 7. Rio de Janeiro: PPGECO/UFRJ, 1999. p. 99-120.
- BLABER, S. J. M.; BLABER, T. J. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. **Journal of Fish Biology**, v. 17, p.143-162, 1980.
- ENGLEN, S. Heterogeneous communities with lognormal species abundance distribution: Species–area curves and sustainability. **Journal of Theoretical Biology**, v. 249, p. 791–803, 2007.
- FÉLIX, F. C.; SPACH, H. L.; MORO, O. S.; SCHWARZ, J. R.; SANTOS, C.; HACKRADT, C. W.; HOSTIM, M. S. Utilization patterns of surf zone inhabiting fish from beaches in Southern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 1, p. 27-39, 2007(a).
- FÉLIX, F. C.; SPACH, H. L.; MORO, O. S.; HACKRADT, C.W.; QUEIROZ, G. M. L. N.; HOSTIM-SILVA, M. Ichthyofauna composition across a wave-energy gradient on Southern Brazil beaches. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, n. 4, p. 281-292, 2007(b).
- FÉLIX-HACKRADT, F. C.; SPACH, H. L.; MORO, P. S.; PICHLER, H. A.; MAGGI, A. S.; HOSTIM-SILVA, M.; HACKRADT, C. W. Diel and tidal variation in surf zone fish

assemblages of a sheltered beach in southern Brazil. **Latinoamerican Journal of Aquatic Research**, v. 38, n. 3, p. 447-460, 2010.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. 116 p.

FROESE, R.; PAULY, D. Eds. **FishBase. World Wide Web electronic**

**publication** . Disponível em: <http://www.fishbase.org> acessado em 01 de Nov.2012.

GAEZLER, L. R.; MACHADO, G. R.; BAPTISTA, O. R.; ZALMON, I. R. Surf-Zone Ichthyofauna Diel Variation in Arraial do Cabo, Southeastern Brazil. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 39, 2006.

GIANNINI, R.; PAIVA FILHO, A. M. Análise comparativa da ictiofauna da zona de arrebentação de praias arenosas do estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 43, n. 2, p. 141-152, 1995.

GODEFROID, R. S.; HOFSTAETTER M.; SPACH H. L. Moon, tidal and diel influences on catch composition of fishes in the surf zone of Pontal do Sul beach, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 3, p. 647-701, 1998.

GODEFROID, R. S.; SANTOS, C.; HOFSTAETTER, M.; SPACH, H. L. Occurrence of Larvae and Juveniles of *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*, *Menticirrhus americanus*, *Menticirrhus littoralis*, *Umbrina coroides* and *Micropogonias furnieri* at Pontal do Sul beach, Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, n. 4, p. 411-418, 2001.

GODEFROID, R. S.; SPACH, H. L.; SCHWARZ, R. J.; QUEIROZ, M. G. A fauna de peixes da praia do Balneário Atami, Paraná, Brasil. **Atlântica**, v. 25, n. 2, p. 147-161, 2003.

GOMES, M. P.; CUNHA, M. S.; ZALMON, I. L. 2003. Spatial and temporal variations of diurnal ichthyofauna on surf-zone of São Francisco do Itabapoana beaches, Rio de Janeiro state, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 653-664, 2003.

GONDOLO, G. F.; MATTOX, G. M. T.; CUNNINGHAM, P. T. M. Ecological aspects of the surf-zone ichthyofauna of Itamambuca Beach, Ubatuba, SP. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 2, p. 183-192, 2011.

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

HOSTIM-SILVA, M.; ANDRADE, A. B.; MACHADO, L. F.; GERHARDINGER, L. C.; DAROS, F. A.; BARREIROS, J. P.; GODOY, E. A. S. **Peixes de costão rochoso de Santa Catarina: Arvoredo**. Itajaí, Universidade do Vale do Itajaí, 2006. 134 p.

HUMANN, P.; DELOACH, N. **Reef Fish Identification: Florida Caribbean Bahamas**. New World Publications, Inc., 2002. 481 p.

KNOPPERS, B.; EKAU, W.; FIGUEIREDO JR, E. A. G.; SOARES-GOMES, A. Zona costeira e plataforma continental do Brasil. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro, Interciência, 2002. p. 353-360.

- LASIAK, T. A. Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's beach Algoa Bay, South Africa: long-term fluctuations. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 18, p. 459-483, 1984(a).
- LASIAK, T. A. Structural aspects of the surf zone fish assemblage at King's Beach, Algoa Bay, South Africa: Short – term fluctuations. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 18, n. 4, p. 347-360, 1984(b).
- LIMA, M. S. P.; VIEIRA, J. P. Variação espaço-temporal da ictiofauna da zona de arrebentação da Praia do Cassino, Rio Grande do Sul, Brasil. **Zoologia**, v. 26, n. 3, p. 499-510, 2009.
- LIRA, A. K. F.; TEIXEIRA, S. F. Ictiofauna da Praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco. **Iheringia, Zoologia**, v. 98, n. 4, p. 785-780, 2008.
- MACÊDO, S. J.; MUNIZ, K.; MONTES, M. J. F. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do estado de Pernambuco. In: ESKINAZI LEÇA, E.; NEUMANN LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife, Bagaço. 2004. p. 255-286.
- MENEZES, N. A., BUCKUP, P. A., FIGUEIREDO, J. L.; MOURA, R. L. **Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. 159 p.
- MENEZES, N. A. Checklist dos peixes marinhos do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, Supl.1, p. 33-46, 2011.
- MONT'ALVERNE, R.; MORAES, L. E.; RODRIGUES, F. L.; VIEIRA, J. P. Do mud deposition events on sandy beaches affect surf zone ichthyofauna? A southern Brazilian case study. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 102-103, n. 2012, p. 116-125, 2012.
- MONTEIRO-NETO, C.; TUBINO, R. A.; MORAES, L. E. S.; NETO, J. P. M.; ESTEVES, G. V.; FORTES, W. L. Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. **Iheringia, Zoologia**, v. 98, n. 1, p. 50-59, 2008.
- MOYLE, P. B.; CECH, J. J. **Fishes: an Introduction to Ichthyology**. 4 ed. Upper Saddle River, Prentice Hall, 2000. 726 p.
- OLIVEIRA-SILVA, J. T.; PESO-AGUIAR, M. C.; LOPES, P. R. Ictiofauna das praias de Cabuçu e Berlinque: Uma contribuição ao conhecimento das comunidades de peixes na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Biotemas**, v. 21, n. 4, p. 105-115, 2008.
- PAIVA A. C. G.; LIMA M. F. V.; SOUZA, J. R. B.; ARAUJO, M. E. Spatial distribution of the estuarine ichthyofauna of the Rio Formoso (Pernambuco, Brazil), with emphasis on reef fish. **Zoologia**, v. 26, p. 266-278, 2009.
- PAIVA FILHO, A. M.; TOSCANO, A. P. Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entremarés do Mar Casado-Guarujá e Mar Pequeno-São Vicente, SP. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 35, p. 153-165, 1987.
- PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. Dinâmica da produtividade fitoplanctônica na zona costeira marinha. In: ESKINAZI LEÇA, E.; NEUMANN LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife, Bagaço. 2004. p. 425-439.

- PASSOS, A. C. 2012. **Ictiofauna do complexo estuarino de Paranaguá e áreas adjacentes**. Curitiba, 2012. 118f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos). Universidade Federal do Paraná.
- PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 57, p. 1-12, 2003.
- PRIMER-E. *Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*. **Plymouth**: Plymouth Marine Laboratory, 2000.
- ROBERTSON, A. I.; LENANTON, R. C. J. Fish community structure and food chain dynamics in the surf-zone of sandy beaches: the role of detached macrophyte detritus. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 84, p. 265-283, 1984.
- SANTANA, F. M. S. **Ictiofauna da zona de arrebatção da praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco: composição, abundância e distribuição mensal**. Recife, 2009. 97f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Departamento de Pesca e Aquicultura. Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- SANTANA, F. M. S.; SEVERI, W. Composição e estrutura da assembléia de peixes da zona de arrebatção da praia de Jaguaribe, Itamaracá - Pernambuco. **Bioikos**, v. 23, n. 1, p. 3-17, 2009.
- SANTANA, F. M. S.; SEVERI, W.; ÁRAÚJO, M. E. **The influence of seasonality on fish early life stages and residence in surf zones: a case study in a tropical region**. Biota Neotropica (No prelo).
- SZPILMAN, M. **Peixes marinhos do Brasil: guia prático de identificação**. Aqualittera e Mauad Editora, RJ, 2000. 288 p.
- TEIXEIRA, R. L.; ALMEIDA, G. I. Composição da ictiofauna de três praias arenosas de Maceió-AL, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 8, p. 21-38, 1998.
- 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**, v. 7, n. 1, p. 171-178, 2007.
- VASCONCELOS FILHO, A.; GUEDES, D. N.; TEIXEIRA, S. F.; OLIVEIRA, A. M. E. Peixes marinhos costeiros e estuarinos. In: ESKINAZI LEÇA, E.; NEUMANN LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife, Bagaço, 2004. p. 555-570.
- VELOSO, V. G.; NEVES, G. Praias arenosas. In: Pereira, R.C.; SOARES-GOMES, A. (Eds). **Biologia Marinha**, Rio de Janeiro, Interciência, 2009. p. 339-360.
- WHITFIELD, A. K. A review of estuarine ichthyology in South Africa over the past 50 years. **Transactions of the Royal Society of South Africa**, v. 51, p. 79-89, 1996.
- WILLIG, M. R.; KAUFMAN, D. M.; STEVENS, R. D. Latitudinal gradients of biodiversity: Patterns, processes, and synthesis. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p. 273-309, 2003.

WRIGHT, L. D.; SHORT A. D. Morphodynamics of Beaches and Surf Zones in Australia. In: Komar, P. D. (ed). **Handbook of Coastal Process and Erosion**. CRC Press, Boca Raton, 1984. p 35-66.

**Capítulo 3\*† - ANÁLISE QUANTITATIVA TRIANUAL DA RIQUEZA ÍCTIA EM  
FUNÇÃO DA LUA E PERÍODOS DO DIA: ESTUDO DE CASO NA ZONA DE  
ARREBENTAÇÃO, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.**

\* Capítulo em formato de artigo.

† Artigo a ser submetido na revista PANAMJAS.



**ANÁLISE QUANTITATIVA TRIANUAL DA RIQUEZA ÍCTIA EM FUNÇÃO DA LUA E PERÍODOS DO DIA: ESTUDO DE CASO NA ZONA DE ARREBENTAÇÃO, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.**

TRIENNIAL QUANTITATIVE ANALYSIS OF ICHTHYO RICHNESS DEPENDING ON THE MOON AND PERIODS OF THE DAY: A CASE STUDY IN SURF ZONE, ITAMARACÁ, PERNAMBUCO.

**RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do período (diurno e noturno) e da lua (nova e crescente) na riqueza de espécies de peixes da zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe (Ilha de Itamaracá, PE); avaliar a variação interanual da riqueza dessas espécies e avaliar o desenho amostral utilizado para representar a riqueza das espécies de peixes em zonas de arrebentação. Para isto os peixes foram coletados mensalmente, ao longo de 36 meses, em quatro combinações de período do dia e fases da lua, sendo: diurno-nova, diurno-crescente, noturno-nova; noturno-crescente. Para as comparações entre estas situações e também entre os agrupamentos de dados para período diurno, período noturno, lua nova, lua crescente, ano 1, ano 2 e ano 3, foram calculadas as seguintes variáveis: riqueza total de espécies, número de espécies compartilhadas, número de espécies exclusivas, número de espécies raras e comuns em termos de abundância e frequência de ocorrência. Foram também comparadas as curvas de riqueza acumulada para as diferentes combinações de dados. Pudemos observar que houve forte efeito do período do dia, da fase da lua e do ano sobre as assembléias, embora estes efeitos sejam mais claros sobre a composição de espécies do que sobre o número de espécies. Cada situação avaliada apresentou elevado número de espécies raras. Os valores de riqueza de espécies e de abundância de indivíduos foram maiores no período diurno do que no noturno, na lua nova do que na lua crescente, e no ano 1 do que nos demais anos. As assembléias de peixes da zona de arrebentação do Jaguaribe podem ser representadas adequadamente com 12 meses de coleta, desde que em cada mês sejam coletados os dois períodos do dia e as duas fases da lua.

**Palavras-chave:** ictiofauna, peixes, abundancia, sizígia, quadratura

**ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the influence of the period (day and night) and moon (new and crescent) in the richness of fish species in the surf zone of Jaguaribe beach (Itamaracá, PE); evaluate the inter annual variation richness of these species and evaluate the sampling design used to represent the richness of fish species in surf zones. For this, fish were collected monthly, over 36 months, in four combinations of periods of the day and moon phases, as follows: day time-new moon, day time-crescent, evening- new moon, night-crescent. For comparisons between these situations and also between the groups of data for daytime, nighttime, new moon,

crescent moon, year 1, year 2 and year 3, we calculated the following variables: total species richness, number of shared species, number of unique species, number of ordinary and rare species in terms of abundance and frequency of occurrence. We also compared the curves of richness for the different combinations of data. We could see that there was a strong effect caused by the period of day, moon phase and of the year over the assemblies, although these effects are clearer on the composition of species rather than on the number of species. Each situation assessed showed high number of rare species. Os valores de riqueza de espécies e de abundância de indivíduos foram maiores no período diurno do que no noturno, na lua nova do que na lua crescente, e no ano 1 do que nos demais anos. As assembléias de peixes da zona de arrebentação do Jaguaribe podem ser representadas adequadamente com 12 meses de coleta, desde que em cada mês sejam coletados os dois períodos do dia e as duas fases da lua. The values of species richness and abundance of individuals were higher during the day than at night, on new moon rather than on crescent moon, and in year 1 rather than in other years. Fish assemblages of surf zone of Jaguaribe can be adequately represented with 12 months of data collection, since in each month there are collections in both periods of the day and on the two phases of the moon.

**Keywords:** fish fauna, fish abundance, syzygy, quadrature

## 1. INTRODUÇÃO

A riqueza de espécies é uma das maneiras mais simples de descrever uma comunidade (Magurran, 1988), constituindo a base para muitos modelos ecológicos sobre a estrutura das comunidades (Gotelli & Cowell, 2001). A quantificação adequada da riqueza de espécies permite comparações entre diferentes locais e diferentes situações, facilitando o entendimento da estrutura e dos processos atuantes nas comunidades de interesse.

Um dos padrões mais recorrentes da ecologia é o pressuposto de que as comunidades ecológicas são compostas por poucas espécies muito abundantes e muitas espécies mais raras. Embora este seja um padrão comum em ambientes não impactados, a estrutura das comunidades pode variar amplamente entre diferentes assembléias em função de características intrínsecas da comunidade, em função da organização temporal e espacial das comunidades, e também em função do desenho amostral utilizado para as coletas (Magurran & Henderson, 2012).

Com relação à distribuição temporal da comunidade, as assembléias de peixes de praias arenosas tem sido reconhecidas por ter muitas espécies não residentes e esporádicas, com poucas espécies numericamente dominantes (McFarland 1963, Modde & Ross 1981; Lasiak, 1984; Gibson et al. 1996; Clark, 1997; Godefroid et al., 2004, Felix et al., 2007, Santana & Severi, 2009, entre outros). Esta situação evidencia a necessidade de um bom desenho amostral para a quantificação e o entendimento da parcela da comunidade composta por espécies mais raras. Além disso, muitos estudos tem reportado às variações na estrutura das comunidades de peixes em função das fases da lua, níveis de maré e do período do dia (Nash, 1986; Nash et al., 1994; Gibson et al., 1996; Godefroid et al., 1998; Félix-Hackradt et al., 2010; Reis-Filho et al., 2010), identificando principalmente modificações na densidade e na estrutura de tamanho das populações de espécies dominantes. As variações temporais de curto prazo podem ter efeitos bastante relevantes também sobre a composição das espécies menos abundantes. O detalhamento da distribuição temporal dessas espécies de peixes pode

contribuir para a compreensão do papel da zona de arrebentação de praias arenosas para os ecossistemas adjacentes.

Além das mudanças temporais de curta escala, ocasionadas pelo ciclo diário e pelas fases da lua, as comunidades marinhas estão ainda sujeitas a variações interanuais importantes, decorrentes de processos populacionais, de variações ambientais naturais e também de influências antrópicas. Entretanto, a maior parte dos estudos sobre assembleias de peixes apresentam duração máxima de um ciclo anual, dificultando a identificação de variações interanuais na riqueza e abundância das espécies de peixes. Esta questão evidencia a importância do presente estudo, em que foram avaliados três ciclos anuais.

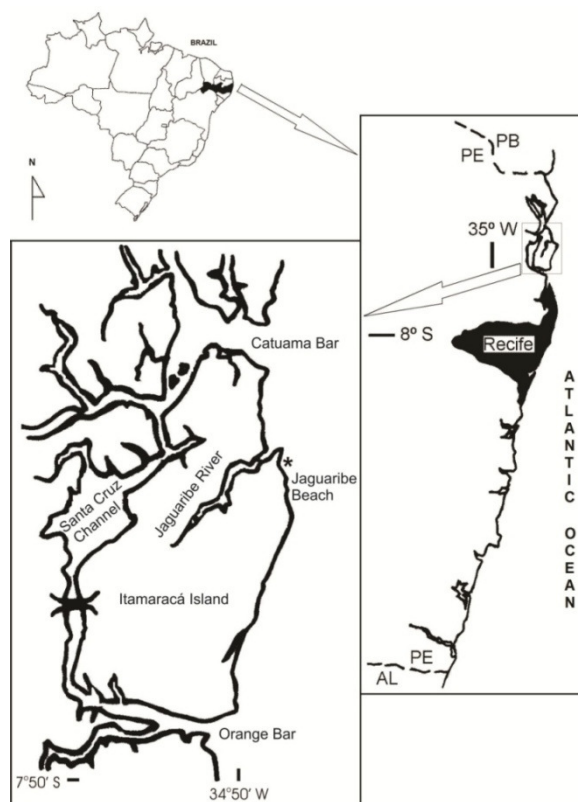
A Praia de Jaguaribe é uma praia de baixa hidrodinâmica, que apresenta elevada diversidade de espécies de peixes em sua zona de arrebentação, muitas das quais são importantes recursos pesqueiros, responsáveis pela subsistência de comunidades de pescadores artesanais (Santana & Severi, 2009). As assembleias de peixes apresentam elevada proporção de espécies não residentes, assim como de indivíduos juvenis (Santana & Severi, 2009; Santana et al., no prelo), o que evidencia sua função de berçário e área de conexão entre ecossistemas adjacentes. Um entendimento mais detalhado destas assembleias pode subsidiar estudos futuros, assim como ações de manejo e conservação destes ecossistemas.

Tendo em vista este contexto, este trabalho teve como objetivos avaliar: I. a influência do período (diurno e noturno) e da lua (nova e crescente) na riqueza de espécies de peixes da zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe (Ilha de Itamaracá, PE); II. a variação interanual da riqueza dessas espécies; III. o desenho amostral utilizado para propor uma estratégia mais adequada para representar a riqueza das espécies de peixes em zonas de arrebentação, como o estudado neste trabalho.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Coleta e processamento das amostras**

A área de estudo compreendeu a praia de Jaguaribe (Figura 1), localizada na porção norte da ilha de Itamaracá (Pernambuco, Brasil) ( $07^{\circ}43'08''$  e  $07^{\circ}45'32''$ S;  $034^{\circ}50'14''$  e  $034^{\circ}51'05''$ W). As coletas foram realizadas mensalmente durante três anos consecutivos, de março de 2005 a fevereiro de 2008. As campanhas ocorreram durante as luas nova e crescente, correspondentes a marés de sizígia e quadratura, em períodos diurno e noturno, sempre na baixa-mar, resultando em 4 eventos amostrais por mês: período diurno na lua nova, período noturno na lua nova, período diurno na lua crescente, período noturno na lua crescente. Cada evento de coleta consistiu em dois arrastos consecutivos de 25m de comprimento. O apetrecho utilizado foi uma rede de arrasto tipo picaré, com 20 m de comprimento, 1,5 m de altura e 5 mm de malha entrelaçada.



**Figura 1-** Localização da área de estudo, na praia de Jaguaribe, Ilha de Itamaracá, Pernambuco. O asterisco (\*) indica a área exata onde os arrastos foram realizados.

Após os arrastos, cada amostra de peixes foi identificada, armazenada em formol 4% para posterior análise. Em laboratório cada espécime de peixe foi identificado utilizando-se a literatura adequada, e a abundância de indivíduos por espécie foi determinada para cada evento de coleta.

## **2.2 Análise dos dados**

### **2.2.1 Avaliação da riqueza média de espécies**

A riqueza média de espécies nos 36 meses de coleta foi descrita para os períodos (diurno e noturno) e as luas (crescente e nova) utilizando-se diagrama de caixas (mediana, intervalo interquartilico, máximo e mínimo e valores discrepantes). A normalidade e homocedasticidade dos dados foi testada com os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. A seguir, os dados foram comparados por meio de e por meio de análise de variância (ANOVA) de dois critérios. Para estas análises foi utilizado o *software* livre R (R Development Core Team (2009)).

Para a comparação interanual da riqueza de espécies, o período amostral foi dividido da seguinte maneira: Primeiro ano: março de 2005 a fevereiro de 2006; Segundo ano: março de 2006 a fevereiro de 2007; Terceiro ano: março de 2007 a fevereiro de 2008. Nesta comparação, a riqueza média foi descrita e comparada para cada ano (ano 1, ano 2 e ano 3), período (diurno e noturno) e lua (crescente e nova), utilizando-se a mesma abordagem descrita acima, na análise da riqueza média em 36 meses.

### **2.2.2 Avaliação da riqueza acumulada de espécies em 36 meses de estudo**

A avaliação da riqueza de espécies ao longo dos 3 anos de estudo foi efetuada utilizando os dados dos 36 meses de coleta em 3 abordagens, descritas a seguir.

a) Na primeira abordagem cada uma das condições de coleta foi analisada separadamente: Diurno-Nova (período diurno e lua nova), Diurno-Crescente (período

diurno e lua crescente), Noturno-Nova (período noturno e lua nova), Noturno-Crescente (período noturno e lua crescente).

b) Na segunda abordagem as condições de coleta foram agrupadas 2 a 2, de modo a investigar as variações entre os períodos diurno e noturno ou as variações entre as luas novas e crescente: Diurno (período diurno na lua nova + período diurno na lua crescente), Noturno (período noturno na lua nova + período noturno na lua crescente); Lua Nova (período diurno na lua nova + período noturno na lua nova); Lua Crescente (período diurno na lua crescente + período noturno na lua crescente).

c) Na terceira abordagem as 4 condições de coleta do mesmo mês foram agrupadas, possibilitando a análise integrada da diversidade de espécies naquele mês, formando o grupo denominado de Geral (Diurno-Nova + Diurno-Crescente + Noturno-Nova + Noturno-Crescente).

Para cada uma das situações descritas acima, foi calculado o número total de espécies e a abundância total de indivíduos. Foram também calculados, em valores absolutos e relativos (%), o número de espécies que apresentaram um único indivíduo (*singletons*) ou apenas 2 indivíduos (*doubletons*) em toda a amostragem, e o número de espécies que apareceram em apenas uma amostra (Frequência de ocorrência = 1: *uniques*) ou em apenas 2 amostras (Frequência de ocorrência = 2: *duplicates*). As espécies com no máximo 2 indivíduos (*singletons* + *doubletons*) foram categorizadas como raras. As espécies com mais de 2 indivíduos foram categorizadas como comuns. Procedimento similar foi utilizado para a frequência de ocorrência das espécies, ou seja, as que apresentaram frequência de ocorrência máxima de 2 (*uniques*+*duplicates*) foram raras e aquelas com frequência de ocorrência maior que 2 foram categorizadas como comuns. Para estes cálculos foi utilizado o *software* livre EstimateS (Cowell, 2006).

Foram construídas curvas de dominância em termos de abundância de indivíduos (quantidade de espécies para cada categoria de abundância de indivíduos) para o período de 36 meses. Para isto, foram utilizadas 11 categorias de abundância (1

a 20 indivíduos, 21 a 40 indivíduos, assim por diante), sendo que a última categoria de abundância (eixo x) para cada um dos casos vai de 200 indivíduos até o número máximo de indivíduos observados para cada condição. Foram também construídas curvas de dominância em termos de frequência de ocorrência (quantidade de espécies para cada categoria de frequência de ocorrência). Foram utilizadas 7 categorias (Frequência de ocorrência de 1 a 5 vezes; de 6 a 10 vezes, e assim por diante).

As curvas de dominância foram construídas para as condições de coleta analisadas separadamente (Diurno-Nova, Diurno-Crescente, Noturno-Nova, Noturno-Crescente), utilizando-se o *software* livre R (R Development Core Team (2009)).

Para avaliar o comportamento da riqueza de espécies em função do tamanho amostral, foram construídas curvas de riqueza de espécies (curvas de acumulação de espécies, conforme proposto por Gotelli e Colwell, 2001, 2012). Foram também construídas curvas de riqueza de espécies em função da abundância. Para a construção destas curvas foi utilizado o *software* livre EstimateS (Cowell, 2006). O número de espécies para cada tamanho amostral e também o número de espécies em relação à abundância foram gerados a partir de 500 re-amostragens aleatórias com reposição, conforme indicado por Gotelli e Colwell (2001, 2012). Estas análises foram efetuadas para as três abordagens citadas anteriormente: a) condições amostrais isoladas; b) condições amostrais agrupadas 2 a 2; c) as quatro condições do mês agrupadas.

### **2.2.3 Comparação interanual da riqueza acumulada de espécies**

Para a comparação interanual da riqueza de espécies, o período amostral foi dividido da seguinte maneira: Primeiro ano: março de 2005 a fevereiro de 2006; Segundo ano: março de 2006 a fevereiro de 2007; Terceiro ano: março de 2007 a fevereiro de 2008. Para esta comparação, foram utilizadas duas das abordagens citadas anteriormente: a) cada uma das 4 condições isoladamente (Diurno-Nova, Diurno-Crescente, Noturno-Nova, Noturno-Crescente); e c) todas as 4 condições consideradas conjuntamente (Geral = Diurno-Nova + Diurno-Crescente + Noturno-Nova + Noturno-Crescente).



Para cada uma das situações descritas acima, foi calculado o número total de espécies e a abundância total de indivíduos. Foram também calculados, em valores absolutos e relativos (%), *singletons*, *doubletons*, *uniques* e *duplicates* (conforme descrito anteriormente), utilizando-se o *software* livre EstimateS (Cowell, 2006).

Para cada condição, o número acumulado de espécies (total observado no ano) foi comparando entre os três anos por meio de teste Chi-quadrado, utilizando-se o *software* livre R (R Development Core Team (2009).

Para o estudo das curvas de riqueza para cada ano e cada condição, foram utilizados os mesmos procedimentos descritos na análise de 3 anos (descrita acima), com o *software* livre EstimateS (Cowell, 2006).

#### **2.2.4 Análise de agrupamento**

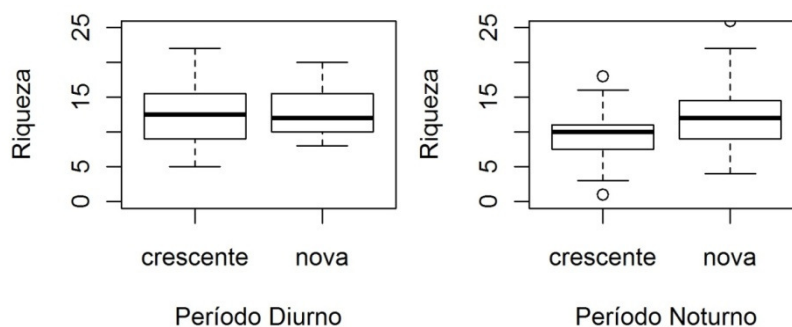
Para avaliar a similaridade das comunidades de peixes entre os períodos (diurno e noturno) os anos (ano 1, ano 2 e ano 3) e as luas (crescente e nova), foi utilizada uma matriz de dados com a composição específica e a abundância de cada espécie. Para o cálculo da similaridade entre as condições (período+lua+ano) foi utilizado o índice de Bray-Curtis, sem transformação de dados. Para a análise de agrupamento, foi utilizado o método de agrupamento pelas médias não ponderadas. Foi utilizado o *software* Primer Primer (Clarke e Gorley, 2006).

Foram também realizadas análises de similaridade (ANOSIM), para verificar se houve diferença significativa nas comunidades de peixes entre: (a) os períodos diurno noturno, (b) entre as luas crescente e nova e (c) entre os anos 1, 2 e 3. A ANOSIM é equivalente à MANOVA, entretanto não possui os pré-requisitos de normalidade multivariada e homocedasticidade, sendo mais amplamente aplicável (Clarke e Warwick, 2001; Gotelli e Ellison, 2011). Estas análises foram efetuadas com o *software* Primer (Clarke e Gorley, 2006).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Estudo da riqueza média de espécies

Considerando os 36 meses de amostragem simultaneamente, podemos comparar a riqueza de espécies entre os períodos diurno e noturno e entre as luas nova e crescente (Figura 2). Durante o período diurno a mediana e a dispersão da riqueza foram bastante semelhantes entre as luas (Figura 2A). Para o período noturno, entretanto, a riqueza foi menor na lua crescente do que na lua nova (Figura 2B). A análise de variância indicou diferença significativa entre os períodos ( $p=0,0203$ ) e entre as luas ( $p=0,0226$ ), embora não tenha havido interação significativa entre estes fatores ( $p>0,1$ ).



**Figura 2** - Riqueza de espécies (apresentada como mediana, intervalo interquartílico e máximos e mínimos) para os períodos **(A)** diurno e **(B)** noturno, durante as luas crescente e nova, considerando-se todo o período de amostragem (36 meses).

Comparando-se o número de espécies entre período (diurno e noturno), lua (crescente e nova) e anos (ano 1, ano 2 e ano 3), observamos que a riqueza foi significativamente diferente (Tabela 1) entre os dois períodos ( $p=0,0189$ ) e as duas luas ( $p=0,0211$ ). Não houve diferença significativa na riqueza média de espécies entre os anos e também não houve interação entre os três fatores analisados, embora tenha havido uma tendência de diferença na interação entre período e ano (marginamente significativa,  $p>0,1$ ).

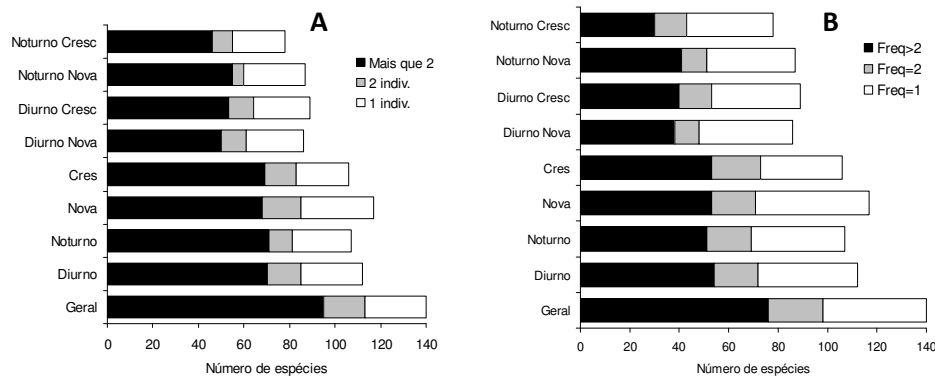
**Tabela 1** - Sumário da análise de variância de 3 fatores (período, lua e ano), com interação entre os fatores. Os valores de p menores do que 5% estão em negrito.

	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	p-valor
Período	1	88,7	88,7	5,66	<b>0,0189</b>
Lua	1	85,6	85,6	5,46	<b>0,0211</b>
Ano	2	36,2	18,1	1,16	0,3191
Período x Lua	1	39,1	39,1	2,49	0,1173
Período x Ano	2	79,1	39,6	2,52	0,0847
Lua x Ano	2	38,0	19,7	1,21	0,3007
Resíduos	134	2100,1	15,7		

### 3.2 Avaliação da riqueza acumulada de espécies em 3 anos de estudo

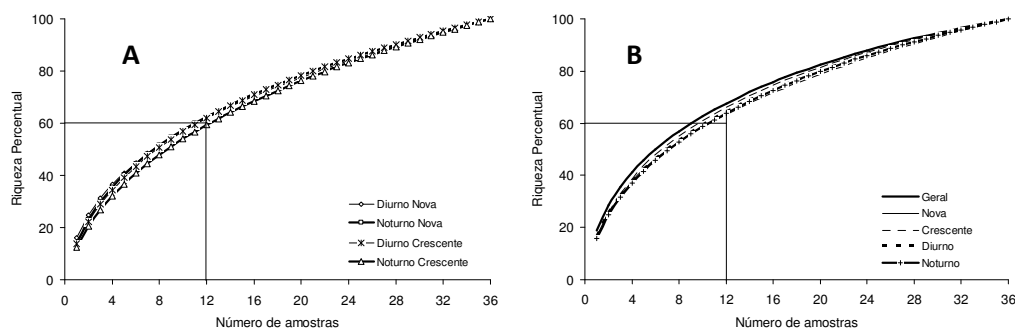
Foram observadas 140 espécies de peixes na zona de arrebentação da Praia do Jaguaribe (Ilha de Itamaracá, PE) ao longo dos 36 meses de coleta. Ao avaliar separadamente cada uma das quatro condições amostradas (diurno-nova; diurno-crescente; noturno-nova e noturno-crescente), observamos que todas apresentaram valores de riqueza bastante similares, variando de 78 a 87 espécies (Figura 3). Houve uma elevada proporção de espécies (37% a 42%) apresentando um único indivíduo (*singletons*) ou apenas 2 indivíduos (*doubletons*), respectivamente (Figura 3A) e entre 53% a 62% das espécies apareceram em apenas em uma (*uniques*) ou 2 amostras (*duplicates*)(Figura 3B).

Situação similar pode ser notada quando avaliamos as condições agrupadas 2 a 2 (diurno; noturno; nova e crescente)(Figura 3). O número de espécies variou entre 106 e 117, sendo 34% e 42% do total representado por espécies com 1 ou 2 indivíduos respectivamente (Figura 3A) e com frequência de ocorrência de 1 ou 2 amostras (50 a 55%)(Figura 3B). Mesmo quando todas as condições foram agrupadas (geral), chegando a 140 espécies, o percentual de *singletons* e *doubletons* foi elevado (36%) (Figura 3A), assim como o percentual de *uniques* e *duplicates* (46%)(Figura3B).



**Figura 3 - (A)** Número de espécies que apresentaram um único indivíduo (*singletons*), apenas dois indivíduos (*doubletons*), ou mais que dois indivíduos, considerando as condições isoladas, agrupadas e geral. **(B)** Número de espécies que ocorreram em uma única amostra (*uniques*), em apenas duas amostras (*duplicates*) e em mais que duas amostras para condições isoladas e agrupadas.

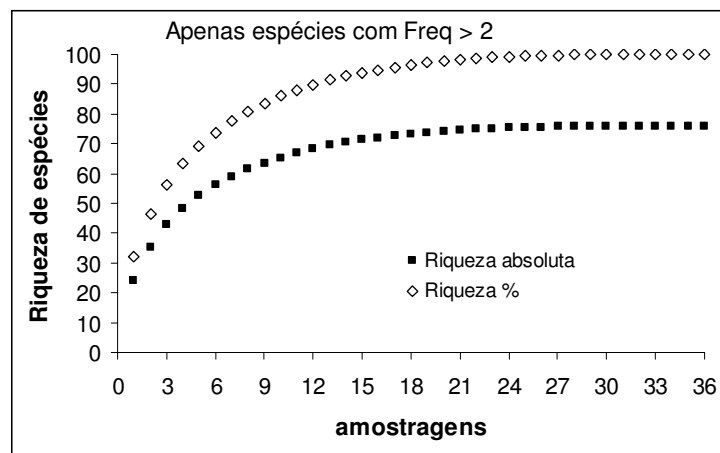
Este elevado número de espécies raras (*uniques* e *doubletons*) apresentou uma forte influência sobre as curvas de riqueza de espécies em função do número de amostras, de maneira que a assíntota da curva não foi atingida para nenhum dos casos analisados (Figura 4). Quando consideramos o percentual acumulado da riqueza máxima observada, verificamos que, com 12 meses de coletas atingimos 60% do total de espécies, tanto na condição isolada (Figura 4A) quanto agrupada (Figura 4B). A marca de riqueza percentual de 60% é destacada na figura.



**Figura 4 -** Percentuais acumulados das riquezas máximas observadas para cada condição: **(A)** isolada e **(B)** agrupada.

Quando removidas as espécies com frequência de ocorrência menor do que 3 dos 36 meses analisados, foram observadas 76 espécies (54% do total). A partir desta

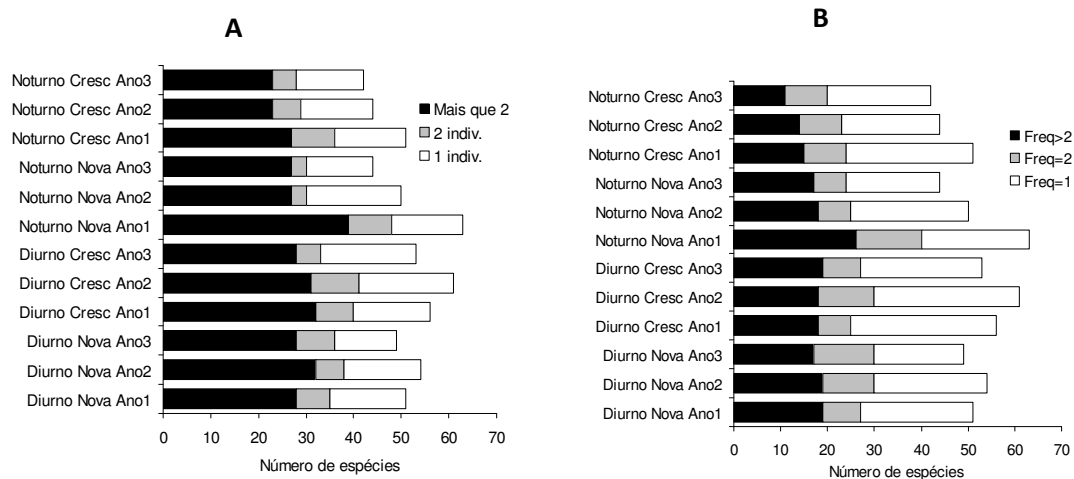
base de dados, foi gerada a curva de riqueza abaixo (Figura 5). Foi notado um aumento rápido no número de espécies até aproximadamente 9 meses de coleta, chegando a 90% no 12º mes. A partir desta amostragem verifica-se uma forte tendência de estabilização na riqueza de espécies (Figura 5).



**Figura 5** - Curva de acumulação da riqueza de espécies em função do número de amostras para as espécies com frequências de ocorrências maiores que 2 em 3 anos de esforço.

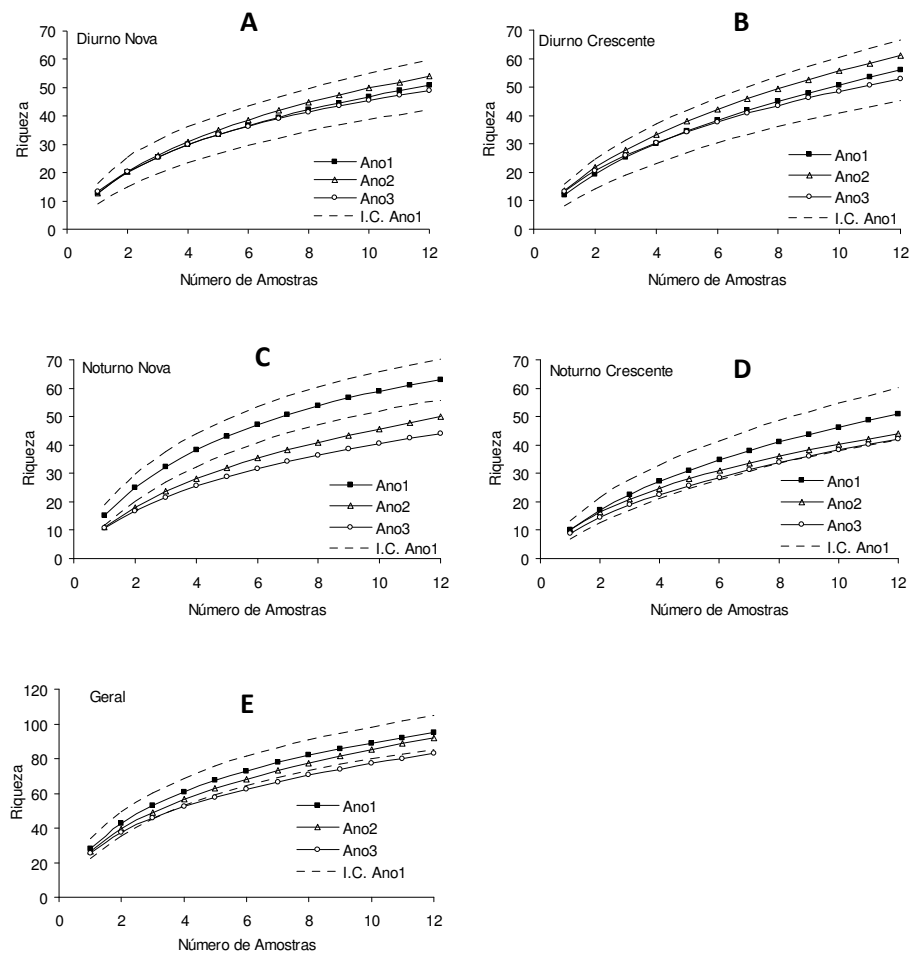
### 3.3 Comparação interanual da riqueza de espécies

Embora o número total de espécies (considerando-se 12 amostragens) tenha apresentado variações de um ano para o outro, não houve diferença significativa na riqueza entre os anos para nenhuma das condições estudadas (Diurno-Nova:  $X^2=0,247$ ,  $p=0,8839$ ; Diurno-Crescente:  $X^2=0,576$ ,  $p=0,7496$ ; Noturno-Nova:  $X^2=3,608$ ,  $p=0,1649$ ; Noturno-Crescente:  $X^2=0,978$ ,  $p=0,6132$ ). Os percentuais de espécies com um único indivíduo ou apenas 2 indivíduos variaram entre 38 e 49% (Figura 6A), enquanto os percentuais de espécies que ocorreram em apenas 1 ou 2 amostras variaram entre 59 e 74% , respectivamente (Figura 6B).



**Figura 6 - (A)** Número de espécies que apresentaram um único, dois ou mais de dois indivíduos ao final de cada ano de amostragem, considerando as condições isoladas. **(B)** Número de espécies que ocorreram em uma única, duas ou em mais que duas amostras em cada condição e cada ano.

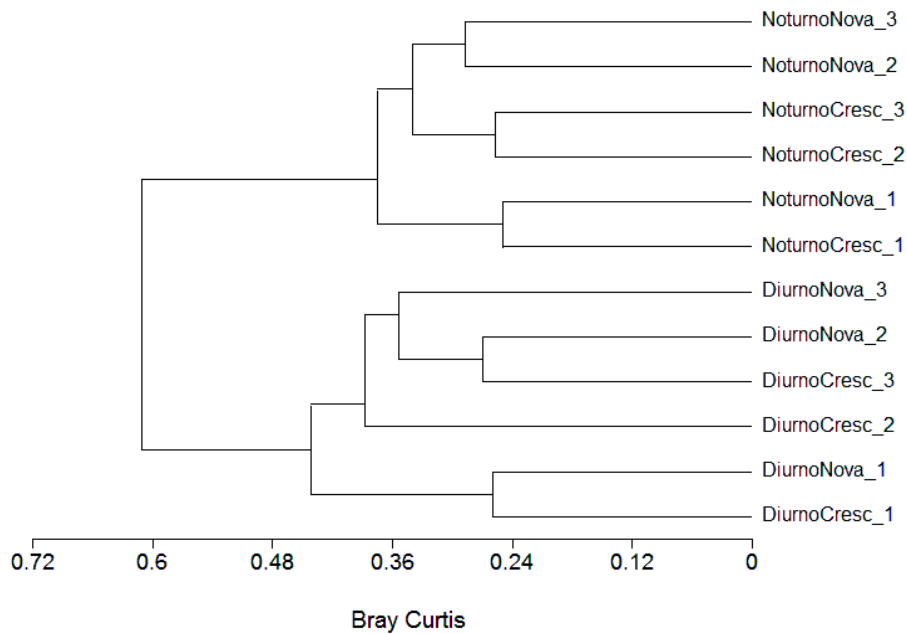
A curva de riqueza de espécies foi muito similar entre cada um dos três períodos anuais estudados (Figuras 7A, 7B e 7D), exceto para a condição de período noturno e lua nova (Figura 7C). Nesta condição, o ano 1 apresentou riqueza bem mais elevada do que os demais anos. Podemos observar que esta (7C) é a única condição na qual as curvas de riqueza para os anos 2 e 3 não estão contidas no intervalo de confiança da curva de riqueza do ano 1. O ano 3 apresentou os menores valores de riqueza, embora as diferenças em relação aos demais anos tenham sido pequenas (Figura 7). Analisando-se as curvas de riqueza integradas (Geral, Figura 7E), observamos que, embora as curvas tenham sido muito similares entre os 3 anos estudados, do ano 1 para o ano 3 houve uma redução na riqueza de espécies em relação às amostras (Figura 7E).



**Figura 7** - Curva de acumulação das riquezas de espécies em função do número de amostras para cada um dos anos avaliados: **(A)** na condição Diurno-Nova; **(B)** Diurno-Crescente; **(C)** Noturno-Nova; **(D)** Noturno-Crescente; e **(E)** Geral.

### 3.4 Resultados da análise de agrupamento

O dendrograma mostra a similaridade entre as amostragens estudadas (combinação de período, lua e ano), considerando a composição e a abundância de espécies. Houve a formação de dois grupos, A e B, sendo o primeiro referente as espécies com registro no período noturno e o segundo diurno, ambos independentes da condição lunar (Figura 8).



**Figura 8** - Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis entre as amostragens estudadas.

Na análise de similaridade (ANOSIM) comparando as comunidades de peixes em diferentes condições, foi constatada uma diferença significativa nos períodos diurno e noturno ( $R=0,974$ ;  $p=0,02$ ). Entretanto, não houve diferença significativa entre as comunidades nas luas nova e crescente ( $R=0,107$ ;  $p=0,784$ ), nem entre os anos ( $R=0,002$ ;  $p=0,419$ ).

#### 4. DISCUSSÃO

A assembléia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe (Ilha de Itamaracá, PE) é bastante diversificada, mas é numericamente dominada por poucas espécies. Esta é uma tendência típica das zonas de arrebentação, como tem sido observado no nordeste (Lira & Teixeira, 2008; Teixeira & Almeida 1998; Oliveira-Silva, 2008; Santana & Severi, 2009; Santana et al., no prelo), em praias arenosas nas demais regiões do Brasil (Giannini & Paiva Filho 1995; Godefroid et al., 1998, 2004; Spach et al., 2004; Felix et al., 2007; Monteiro-Neto et al., 2008; Krumme et al., 2008; Dantas et al., 2012) e também em outros países (McFarland, 1963; Modde & Ross, 1981; Lasiak, 1986; Clark, 1997; Hackradt et al., 2009; entre outros).



A riqueza de espécies observada neste trabalho foi similar à obtida no levantamento bibliográfico efetuado por Vasconcelos Filho & Oliveira (1999) para o canal de Santa Cruz (Ilha de Itamaracá, PE). Estes autores reportam a ocorrência de 145 espécies distribuídas em 57 famílias, levantadas em trabalhos realizados na área entre 1966 e 1998. A Praia de Jaguaribe, embora se localize na porção oceânica da Ilha de Itamaracá, compartilha um grande número de espécies com o Canal de Santa Cruz, o que pode ser verificado ao compararmos a lista de Vasconcelos Filho & Oliveira (1999) com os resultados obtidos por Santana & Severi (2009).

Mudanças de curto prazo na riqueza e na abundância de peixes em função do ciclo de maré, da fase da lua e da alternância dia/noite tem sido reportadas por vários autores que diferenciaram os padrões de uso de hábitat, com maior abundância durante o dia e maior riqueza e diversidade durante a noite (Rooker & Dennis, 1991; Nash & Santos, 1998; Oliveira-Neto et al., 2008). Para os peixes da Praia de Jaguaribe, também observamos alternância dos valores de riqueza e abundância entre dia e noite, mas em nosso caso, tanto a abundância quanto a riqueza são maiores durante o dia. A redução da riqueza com o aumento da abundância poderia ser atribuída à formação de grandes cardumes. Quando a agregação de indivíduos não é tão expressiva, como parece ocorrer em Jaguaribe, é natural esperarmos um aumento da riqueza com o aumento da abundância, pois o aumento no número de indivíduos adiciona a probabilidade de aparecimento de outras espécies (Maguran, 1988; Gotelli & Colwell, 2001, 2012).

As variações da comunidade entre dia e noite podem ser atribuídas às atividades circadianas relacionadas aos hábitos alimentares e à predação (Gibson, 1982). As espécies observadas durante o dia podem estar relacionadas ao hábito planctívoro, devido à maior disponibilidade de fitoplâncton e zooplâncton na coluna d'água, que representam fonte de alimentos para peixes juvenis (Spach et al., 2004; Felix et al., 2007). De fato, conforme Lira & Teixeira (2008), Santana & Severi (2009) e Santana et al. (no prelo), os juvenis são os maiores representantes da ictiofauna da zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe, assim como observado para outras praias

(Lasiak, 1986; Clark, 1997; Godefroid et al., 2004; Felix et al., 2007; Hackradt et al., 2009).

As fases da lua também afetaram fortemente a composição de espécies de peixes na Praia de Jaguaribe, com espécies exclusivas de cada lua, e com a lua nova apresentando tendência de maior diversidade em relação à crescente. Para peixes estuarinos as fases da lua são afetadas principalmente as espécies que dominam numericamente a assembléia (Reis-Filho et al. 2010). Essa influência deve-se às variações de maré entre sizígia e quadratura, com as marés altas de sizígia permitindo o acesso dos peixes a maiores áreas de alimentação (Krumme et al. 2008). Além destas questões, as atividades reprodutivas associadas ao ciclo lunar, como a agregação para a desova, podem também afetar de maneira significativa a variação temporal da abundância de peixes (Johannes, 1978).

Ao considerar as variações interanuais das assembléias de peixes, verificamos que, em termos de riqueza total de cada ano, no período noturno houve uma tendência de redução da riqueza do ano 1 para o 3, em ambas as fases da lua, mas particularmente na lua nova. Para o período diurno, entretanto, o segundo ano apresentou uma tendência de maiores valores de riqueza em ambas as fases da lua. Quando comparamos a similaridade entre as assembléias considerando as 12 combinações de período, lua e ano, utilizando como base a abundância de espécies, que dá forte peso às espécies dominantes o mesmo padrão se repete, com forte separação entre o período diurno e o noturno. Podemos ainda observar que houve uma maior similaridade entre luas do que entre anos para o período noturno houve, exceto para o ano 1. Para o período diurno não houve padrão definido. Esta evidente separação entre os períodos diurno e noturno baseada nos organismos dominantes corrobora as observações de Nash (1986), Gibson et al. (1996) e por Félix-Hackradt et al. (2010). Então podemos afirmar que, se pretendemos estudar a estrutura da comunidade de peixes na praia de Jaguaribe com base nas espécies dominantes, o período do dia seria o fator primário, seguido pelo ano e por último pela fase da lua.

A assembléia de peixes da zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe é composta por um elevado percentual de espécies raras. De acordo com Brown & McLachlan (1990), a maior parte dos indivíduos de comunidades da zona de arrebentação de praias arenosas é constituída por espécies migrantes que passam pela área esporadicamente. De fato, vários autores reportam elevados números de espécies raras em seus estudos em zona de arrebentação, assim como elevada proporção de juvenis (Giannini & Paiva Filho, 1995; Godefroid et al., 1998, 2004; Félix et al., 2007; Oliveira-Silva et al., 2008; Santana & Severi, 2009; Santana et al., no prelo; Félix-Hackradt et al., 2010, entre outros).

A elevada abundância de espécies em raras obtidas no presente (que podem ser consideradas como espécies em trânsito), juntamente com a elevada abundância de indivíduos juvenis reportadas para a praia de Jaguaribe (Santana & Severi, 2009; Santana et al., no prelo), reforça o conceito de conectividade entre das praias arenosas com os demais ecossistemas costeiros. Esta conectividade é reforçada não apenas pelas observações sobre as comunidades de peixes, mas também sobre a geografia e geomorfologia do local. A Praia de Jaguaribe, apesar de ser uma praia arenosa voltada para o oceano, é uma praia relativamente protegida devido aos cordões de recifes costeiros, que criam uma área de menor hidrodinâmica (Medeiros & Kjerfve, 1993) denominada de “mar de dentro”, que além de apresentar baixa profundidade, abriga bancos de algas e de angiospermas marinhas, oferecendo boa conexão entre a praia e os recifes. A praia fica também ao lado da desembocadura do Rio Jaguaribe, favorecendo o intercâmbio de espécies estuarinas e marinhas. Além disto, fica a poucos quilômetros de distância da barra do Canal de Santa Cruz, um sistema estuarino de grande porte e com elevada conectividade com o “mar de dentro”. Sendo assim, podemos supor que o grande número de espécies raras se deve à grande conectividade da Praia de Jaguaribe com os demais sistemas adjacentes.

Por causa do elevado número de espécies exclusivas e de espécies raras nas assembléias de peixes da zona de arrebentação da Praia de Jaguaribe, nós observamos um contínuo incremento de espécies raras ao longo dos meses de coletas, em

qualquer uma das situações estudadas. Nenhuma das curvas de riqueza de espécies se aproximou da assíntota, apresentando, após aproximadamente um terço das amostras, uma taxa relativamente constante e quase linear de adição de espécies novas ao conjunto de dados. As curvas de riqueza de espécies para cada ano, por exemplo, apresentam um excelente ajuste a uma reta. Este tipo de curva de riqueza de espécies, com baixa inclinação inicial e taxa contínua de adição de espécies, é típico de comunidades com equitatividade muito baixa, dominada por poucas espécies e com muitas espécies raras (Magurran, 1988; Gotelli & Colwell, 2001, 2012). Nesta situação, o uso da curva de riqueza de espécies para se estimar a suficiência amostral é sempre mais complicado, uma vez que se assume como suficiente, o tamanho amostral que possibilita a obtenção da riqueza assintótica.

No presente estudo, quando considerada a condição Geral (conjunto das quatro combinações de período do dia e fase da lua), pudemos verificar que, com 12 meses de amostragem, foi possível representar 68 % da comunidade total, 81% da comunidade com abundância maior do que 2 indivíduos e 90% da comunidade de espécies com frequência maior que 2.

## **5. CONCLUSÕES**

O período do dia e a fase da lua afetam de maneira relevante a riqueza e a abundância das assembléias de peixes na zona de arrebentação da praia de Jaguaribe. Existe também uma importante variação interanual na comunidade, e estas variações afetam de maneira diferenciada as assembléias diurnas e noturnas. Por último, podemos concluir que é possível obter uma amostragem adequada das assembléias de peixes com 12 meses de amostragem, desde que as diferentes combinações de período do dia e fase da lua sejam incluídas na amostragem.

## **6. AGRADECIMENTOS**

À Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE), pelo apoio logístico essencial à realização deste trabalho. À Fundação de Amparo a Ciência

do estado de Pernambuco (FACEPE) e ao CNPq, pela concessão de bolsa, de doutorado, ao primeiro autor, e de pesquisadora, a última autora. À Bióloga Anailza Cristina, pela inestimável colaboração durante as atividades de coleta.

## 7. REFERÊNCIAS

- Brown, A.C. & McLachlan, A. 1990. Ecology of sandy shores. Elsevier, New York.
- Clark, B.M. 1997. Variation in surf-zone fish community structure across a wave-exposure gradient. *Est. Coast. Shelf Sci.* 44:659-674.
- Clarke, K.R. & Gorley, R.N. 2006. Primer v6: User manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- Clarke, K.R. & Warwick RM. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth.
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Persistent URL <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>
- Dantas, N. C. F. M.; Feitosa, C. V. & Araújo, M. E. 2010. Composition and assemblage structure of demersal fish from São Cristóvão beach, Areia Branca, RN. *Biota Neotrop.*, 12(3):1-10.
- Félix, F.C. H.L. Spach, P.S. Moro, R. Schwarz Jr., C. Santos, C.W. Hackradt & M. Hostim-Silva. 2007. Utilization patterns of surf zone inhabiting fish from beaches in Southern Brazil. *Panamjas*, 2(1): 27-39.
- Félix-Hackradt, F. C.; Spach, H. L.; Moro, P. S.; Pichler, H. A.; Maggi, A. S.; Hostim-Silva, M.; Hackradt, C. W. Diel and tidal variation in surf zone fish assemblages of a sheltered beach in southern Brazil. *Latinoamerican Journal of Aquatic Research*, v. 38, n. 3, p. 447-460, 2010.

Giannini, R.; Paiva Filho, A. M. Análise comparativa da ictiofauna da zona de arrebentação de praias arenosas do estado de São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto Oceanográfico, v. 43, n. 2, p. 141-152, 1995.

Gibson, R.N. 1982. Tidally synchronized behaviour in marine fishes In: M.A. Ali (ed.), Rhythms in fishes. Plenum Press, New York, pp. 63-81.

Gibson, R.N., L. Robb, M.T. Burrows & A.D. Ansell. 1996. Tidal, diel and long term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. Mar. Ecol. Prog. Ser., 130: 1-17.

Godefroid, R.S., H.L. Spach, C. Santos, G.N.Q. McLaren & R. Schwarz Jr. 2004. Mudanças temporais na abundância e diversidade da fauna de peixes do infralitoral raso de ma praia, sul do Brasil. Iheringia, Ser. Zool., 94(1): 95-104.

Godefroid, R.S., M. Hofstaetter & H.L. Spach. 1998. Moon, tidal and diel influences on catch composition of fishes in the surf zone of Pontal do Sul beach,Paraná. Braz. J. Biol., 15: 697-701.

Gotelli, N. J. & Colwell, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters, 4:379-391.

Gotelli, N. J. & Colwell, R.K. 2012. Estimating species richness. In: Maguran, A.E. & McGill, B.J. (Eds). Biological Diversity. Oxford University Press, New York. Pp:39-54.

Gotelli, N. J. & Ellison, A. M. 2011. Princípios de Estatística em Ecologia. Artmed, Porto Alegre, 528 p.

Hackradt, C. W.; Pichler, H. A.; Félix-Hackradt, F. C.; Schwarz Júnior, R.; Silva, L.O. & Spach, H.L. 2009. A estrutura da comunidade de peixes em praias de baixa energia do complexo estuarino da Baía de Paranaguá, Brasil. Zoociências, 11(3): 233-244.

Johannes, R. E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. Environmental Biology Fish, 3: 65-84.

Krumme, U.; Brenner, M.; Saint-Paul, U. 2008. Spring-neap cycle as a major driver of temporal variations in feeding of intertidal fishes: evidence from the sea catfish *Sciades herzbergii* (Ariidae) of equatorial west Atlantic mangrove creeks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 367: 91-99.

Lasiak, T.A. 1984. Structural aspects of the surf zone fish assemblage at King's Beach, Algoa Bay, South Africa: Short - term fluctuations. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 18: 347-360.

Lasiak, T.A. 1986. Juveniles, food, and the surf zone habitat: implications for the teleost nursery areas. *S. Afr. J. Zool.*, 21: 51-55.

Lira, A. K. F.; Teixeira, S. F. Ictiofauna da Praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco. *Iheringia, Zoologia*, v. 98, n. 4, p. 785-780, 2008.

Magurran A. E. & Henderson, P.A. 2012 Commonness and rarity. In: Magurran, A.E. & McGill, B.J. (Eds). *Biological Diversity*. Oxford University Press, New York. Pp:97-104.

Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. University press. New Jersey, Princeton.

McFarland, W. N. 1963. Seasonal change in the number and the biomass of fishes from the surf at Mustang Island, Texas. *Publications of the Institute of Marine Science*, 9: 91-105.

Medeiros, C. & Kjerfve, B. 1993. Hydrology of a tropical estuarine system: Itamaracá, Brazil. *Estuar. coast. shelf sci.* 36:495-515.

Modde, T. & S.T. Ross. 1981. Seasonality of fishes occupying a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, 78: 911-921

Monteiro-Neto, C.; Tubino, R. A.; Moraes, L. E. S.; Neto, J. P. M.; Esteves, G. V.; Fortes, W. L. Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. *Iheringia, Zoologia*, v. 98, n. 1, p. 50-59, 2008.

Nash, R.D.M. & R.S. Santos. 1998. Seasonality in diel catch rate of small fishes in a shallow-water fish assemblage at Porto Pim Bay, Faial, Azores. *Estuar.Coast. Shelf Sci.*, 47: 319-328.

Nash, R.D.M. 1986. Diel fluctuations of shallow water fish community in the inner Oslofjord, Norway. *Mar. Ecol.*, 7: 219-232.

Nash, R.D.M., R.S. Santos & S.J. Hawkings. 1994. Diel fluctuations of sandy beach fish assemblage at Porto Pim Bay, Faial Island, Azores. *Arquipélago-Life Mar. Sci. Bull. Univ. Azores*, 12: 75-86.

Oliveira-Neto, J.F., Spach, H.L., Schwarz-Jr, R. & Pichler, H.A. 2008. Diel variation in fish assemblages in tidal creeks in southern Brazil. *Braz. j. biol.* 68(1):37-43.

Oliveira-Silva, J.T., Peso-Aguiar, M.C. & Lopes, P.R. 2008. Ictiofauna das praias de Cabuçu e Berlinque: Uma contribuição ao conhecimento das comunidades de peixes na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. *Biotemas*, 21(4):105-115.

R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Reis-Filho, J. A.; Nunes, L. D. C.; Menezes, B. L. & Souza, G. B. G. 2010. Variação espaço-temporal e efeito do ciclo lunar na ictiofauna estuarina: evidências para o estuário do Rio Joanes – Bahia. *Biotemas*, 23 (2): 111-122.

Rooker, J.R & G.D. Dennis. 1991. Diel, lunar and seasonal changes in a mangrove fish assemblage off southwestern Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci.*, 48: 684-698.

Santana, F. M. S; Severi, W.; Áraújo, M. E. The influence of seasonality on fish early life stages and residence in surf zones: a case study in a tropical region. *Biota Neotropica* (No prelo).



Santana, F.M.S. & Severi, W. 2009. Composição e estrutura da assembléia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco. *Bioikos*, 23(1):3-17.

Spach, H. L.; Godefroid, R. S.; Santos, C.; Schwarz Jr., R.; Queiroz, G. M. L. 2004. Temporal variation in fish assemblage composition on a tidal flat. *Brazilian Journal of Oceanography*, 52 (1): 47-58.

Teixeira, R. L.; Almeida, G. I. Composição da ictiofauna de três praias arenosas de Maceió-AL, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, v. 8, p. 21-38, 1998.

Vasconcelos Filho, A.L. & Oliveira, A.M.E. 1999. Composição e ecologia da ictiofauna do canal de Santa Cruz (Itamaracá – PE, Brasil). *Trab. Oceanogr. Univ. PE* 27(1):101-113.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A zona de arrebentação brasileira apresenta registro de 239 espécies de peixes pertencentes a 71 famílias.

Na zona de surfe da praia de Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco, foram observadas 140 espécies. Sete delas, são residentes anuais (*Anchoa tricolor*, *Anchoviella lepidentostole*, *Bairdiella ronchus*, *Larimus breviceps*, *Lycengraulis grossidens*, *Polydactylus virginicus* e *Pomadasys corvinaeformis*), três residem apenas durante a estiagem (*Conodon nobilis*, *Lile piquitinga* e *Menticirrhus americanus*) e duas (*C. spixii* e *N. usta*) são residentes exclusivamente na época chuvosa.

Na Praia de Jaguaribe (PE), o período do dia e a fase da lua afetam de maneira relevante a riqueza e a abundância da sua ictiofauna. O período diurno apresenta tendência a maiores valores de riqueza do que o período noturno, enquanto a lua nova teve tendência a maiores valores de riqueza, em relação à lua crescente. Existe também uma importante variação interanual nas assembléias de peixes nestas águas, ocasionada pelo elevado percentual de espécies raras.

A elevada abundância destas espécies raras (que podem ser consideradas como espécies em trânsito), juntamente com a elevada abundância de indivíduos juvenis reportadas para a praia de Jaguaribe, reforça o conceito de conectividade entre as praias arenosas com os demais ecossistemas costeiros. Esta conectividade é reforçada não apenas pelas observações sobre as comunidades de peixes, mas também sobre a geografia e geomorfologia do local. A Praia de Jaguaribe, apesar de ser uma praia arenosa voltada para o oceano, é uma praia relativamente protegida devido aos cordões de recifes costeiros, que criam uma área de menor hidrodinâmica denominada de “mar

de dentro”, que além de apresentar baixa profundidade, abriga bancos de algas e de angiospermas marinhas, oferecendo boa conexão entre a praia e os recifes. A praia fica também ao lado da desembocadura do rio Jaguaribe, favorecendo o intercâmbio de espécies estuarinas e marinhas. Além disto, fica a poucos quilômetros de distância da barra do Canal de Santa Cruz, um sistema estuarino de grande porte e com elevada conectividade com o “mar de dentro”.

Para avaliar a suficiência amostral, com 12 meses de amostragem, é possível representar 68 % da comunidade total, 81% da comunidade com abundância maior do que 2 indivíduos e 90% da comunidade de espécies com frequência maior que 2. Caso seja decidido trabalhar com 80% da comunidade total, será necessário 18 meses de amostragem.

Para se fazer uma avaliação mais detalhada sobre a ictiofauna da zona de arrebentação de Itamaracá, sugiro que sejam feitas coletas na praia do Sossego, que fica localizada ao norte do rio Jaguaribe e no próprio estuário deste rio. Desta forma, através de coletas simultâneas no estuário (rio Jaguaribe), ao norte (praia de Jaguaribe) e ao sul (praia do Sossego), facilitaríamos o entendimento dos estudos sobre a conectividade entre ambientes costeiros, pois a corrente dominante é para o sul e possivelmente teríamos um número maior de espécies e entenderíamos a movimentação das consideradas raras neste habitat.

Pelo elevado número de espécies raras na comunidade de peixes da praia de Jaguaribe (PE), espera-se que o ambiente não esteja impactado. Entretanto, sugiro que devam ser implantados programas de educação ambiental não só nesta praia, mas em todo o litoral norte de Pernambuco, pois atualmente os projetos são mais direcionados para o litoral sul do estado.