



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**DIVERSIDADE FUNCIONAL DA ICTIOFAUNA DA ZONA DE
ARREBENTAÇÃO DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, LITORAL NORTE
DE PERNAMBUCO**

Fernanda de Lima Toledo Favero

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura da Universidade Federal Rural
de Pernambuco, como exigência para
obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. WILLIAM SEVERI
Orientador

Recife,
Agosto/ 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

F273d Favero, Fernanda de Lima Toledo.
Diversidade funcional da ictiofauna da zona de arrebentação de Jaguaribe, Itamaracá,
litoral norte de Pernambuco / Fernanda de Lima Toledo Favero. – Recife, 2019.
66 f.: il.

Orientador(a): William Severi.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa
de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências.

1. Guildas funcionais 2. Ecomorfologia 3. Índices de diversidade funcional I. Severi,
William, orient. II. Título.

CDD 639.3

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

DIVERSIDADE FUNCIONAL DA ICTIOFAUNA DA ZONA DE
ARREBENTAÇÃO DE JAGUARIBE, ITAMARACÁ, LITORAL NORTE
DE PERNAMBUCO

Fernanda de Lima Toledo Favero

Dissertação julgada adequada para
obtenção do título de mestre em Recursos
Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e
aprovida em 08/08/2019 pela seguinte
Banca Examinadora:

Prof. Dr. William Severi

Orientador
DEPAq/UFRPE

Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva

Membro externo
UFRPE/UASt

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira

Membro interno
DEPAq/UFRPE

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus filhos Állan e Ernane.

Agradecimento

Agradeço ao corpo docente do Departamento de Pesca e Aquicultura da UFRPE, por todo conhecimento transmitido.

A UFRPE, por proporcionar um ambiente seguro e acolhedor para estarmos todos os dias.

A FADURPE e CAPES, pela bolsa de auxílio à ciência, sem a qual seria muito difícil ter subido mais este degrau.

Aos meus filhos, Állan e Naninho (vocês são a razão do meu viver!), meus pais, Jaelza e Jefferson, os quais me apoiaram e incentivaram em mais esta jornada, como sempre. Meus irmãos, Amanda e Joberth, pelo amor e encorajamento em tudo que venho alcançando. Amo vocês além do infinito!

Quero agradecer de coração ao meu eterno melhor amigo Gatusco, com certeza sem sua ajuda não teria conseguido! Aos meus primos, Suelen e Eberson, sempre por perto me impulsionando. A toda minha família, pelas orações e palavras incentivadoras.

Meu sincero agradecimento ao meu orientador, William Severi, que com paciência e dedicação me ensinou a crescer profissionalmente e acima de tudo ter honra e sensatez. Professor William, o senhor motiva o crescimento de todos ao seu redor, aprendi com você que determinação é a base de tudo. Muito obrigada por cada ensinamento, cada advertência, pela confiança, por sua verdadeira orientação nestes cinco anos que estou no LabIctio, você com certeza foi chave para mais esta conquista em minha vida!

Agradeço aos meus amigos e companheiros dos Laboratórios de Ictiologia/Limnologia e amigos de todas as horas, Anailza, Agatha, Yuri, Vinícius e Marcones, Verônica Severi, Allyne Elins, Danielle, Rildo, Nedimar (que mesmo longe, se faz presente), Ítalo, Priscila, Marcele, Silvaneide, entre tantos outros do DEPAq. Obrigada por cada cafezinho, almoço, festinhas, conversas, distração, incentivo, puxão de orelha, risadas, choros e abraços, sem vocês com certeza teria sido mais difícil.

Agradeço a Deus, por me guiar e sustentar nesta jornada e por permitir que trabalhe com o que amo: **ecologia de peixes!!** Toda honra e glória a Ti, Senhor!!

MUITO OBRIGADA!

Resumo

Zonas de arrebentação constituem habitats-chave no que diz respeito à ecologia íctica, fornecendo abrigo contra predadores e elevada abundância de alimentos. Os capítulos resultantes desta pesquisa, tiveram como objetivo descrever a estrutura e funcionamento da assembleia de peixes inventariados em zona de arrebentação e depositados na Coleção de Referência de Ictiologia do Laboratório de Ictiologia/DEPAq/UFRPE (LIUFRPE), analisando a ocorrência dessas espécies considerando a influência da escala temporal (anos – 2005 a 2008, lua - crescente e nova, estações - seca e chuvosa e período - diurno e noturno), através de diferentes metodologias de diversidade funcional (guildas funcionais, ecomorfologia e índices ecomorfológicos). O capítulo 1 trata da classificação dos peixes da LIUFRPE em guildas funcionais de uso e tróficas. Das 125 espécies pertencentes a duas classes, 25 ordens e 44 famílias, houve maior enquadramento das espécies nas guildas de uso marinhas migrantes, oportunistas e dependentes (90,6%) e dentro das guildas tróficas houve predominância de espécies piscívoras e omnívoras (82,0%). Em relação aos padrões de ocorrência das mesmas foi observada a homogeneidade em todo período de amostragem, sem variação por conta de qualquer das variáveis temporais (períodos diurno e noturno, estações seca e chuvosa, luas nova e crescente, meses e anos) estudadas. De maneira geral, os resultados apontam elevada importância desse ambiente na composição e abundância das comunidades de peixes, principalmente das espécies marinhas. No capítulo 2 foi estudada a ecomorfologia das quinze espécies dominantes da LIUFRPE, onde foram tomadas 15 medidas morfológicas relacionadas a alimentação e locomoção dos peixes para aplicação de 16 índices ecomorfológicos. Os resultados mostraram grande variedade de morfologia dentre as espécies analisadas, como maior número dessas apresentando corpo lateralmente achatado, olhos relativamente desenvolvidos e elevada adaptação corporal para natação rápida e manobrabilidade, características fundamentais para peixes que utilizam ambientes com elevada hidrodinâmica, como as zonas de arrebentação. Se diferenciando das outras, *Catharops spixii*, peixe achatado ventralmente e com hábito alimentar omnívoro, teve alta correlação apenas com os índices de comprimento do intestino (GI) e aceleração do pedúnculo caudal (CP). A utilização dos índices ecomorfológicos aplicados em estudos de organização e funcionamento de assembleias de peixes das zonas de arrebentação, mostrou ser um forte aliado para a compreensão do comportamento das espécies habituais desse meio, podendo agregar informações importantes para o gerenciamento ambiental.

Palavras-chave: Guildas funcionais, peixes, ecomorfologia

Abstract

Surf zones are key habitats in fish ecology, providing shelter against predators and high abundance of food. The resulting chapters of this research, aimed to describe the structure and functioning of the assemblage of inventoried fish in the surfzone and deposited in the Ichthyology Laboratory Reference Collection / DEPAq / UFRPE (LIUFRPE), analyzing the occurrence of these species considering the influence of the time scale (years 2005 to 2008), crescent and new moon, dry and rainy seasons and day and night periods through different functional diversity methodologies (functional guilds, ecomorphology and functional diversity indices). Chapter 1 deals with the classification of LIUFRPE fish into functional and trophic guilds. Of the 125 species belonging to two classes, 25 orders and 44 families, there was a higher classification of species in migrant, opportunistic and dependent marine use guilds (90.6%) and within trophic guilds there was a predominance of piscivorous and omnivorous species (82.0%). Regarding their patterns of occurrence, homogeneity was observed throughout the sampling period, without variation due to any of the temporal variables (day and night, dry and rainy seasons, new and crescent moon, months and years) studied. In general, the results point to the high importance of this environment in the composition and abundance of fish communities, especially marine species. In chapter 2 the ecomorphology of the fifteen dominant species of LIUFRPE was studied, where 15 morphological measures related to fish feeding and locomotion were taken to apply 16 ecomorphological indices. The results showed a great variety of morphology among the analyzed species, such as the greater number of them presenting laterally flattened body, relatively developed eyes and high body adaptation for fast swimming and maneuverability, fundamental characteristics for fish using high hydrodynamic environments, such as surfzones. Differing from the other species, *Catharops spixii*, a ventrally flattened fish with an omnivore feeding habit, had a high correlation only with the bowel length (GI) and caudal peduncle (CP) acceleration indexes. The use of ecomorphological indices applied in studies of organization and functioning of fish assemblages in surfzones, proved to be a strong ally for understanding the behavior of the usual species of this environment, and may add important information for management of these environments.

Key words: Functional guilds, fish, ecomorphology

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Características funcionais de locomoção e características funcionais de alimentação de peixes.	14
CAPÍTULO 1	22
Figura 1 - Resultado da CCA mostrando as variáveis mais correlacionadas com as guildas tróficas e guildas funcionais de uso.	36
CAPÍTULO 2	43
Figura 1 - Medidas dos tratos funcionais de locomoção e alimentação para aplicação dos índices ecomorfológicos	49
Figura 2 - Agrupamento em cluster das 15 espécies dominantes de acordo com os traços funcionais dessas espécies	54
Figura 3 - Análise de componentes principais baseado nos índices ecomorfológicos das quinze espécies dominantes	53
Figura 4 - Agrupamento em cluster das 15 espécies dominantes de acordo com os índices ecomorfológicos	56

Lista de tabelas

	Página
Tabela 1- Lista dos dezesseis traços funcionais utilizados para as funções de aquisição de alimentos e locomoção	15
Tabela 2- Resumo dos critérios e propriedades dos três índices de diversidade funcional	17
CAPÍTULO 1	22
Tabela 1 - Ordem, família e espécies de peixes pertencentes a Coleção de Referência de Ictiologia do Laboratório de Ictiologia/ DEPAq/ UFRPE	27
Tabela 2 - Distribuição das 125 espécies depositadas na Coleção de Referência de Ictiologia do Laboratório de Ictiologia / DEPAq/ UFRPE, em guildas funcionais de uso e guildas tróficas	30
Tabela 3 - Classificação das espécies pertencentes ao inventário da zona de arrebentação de Jaguaribe quanto a fase de vida	31
CAPÍTULO 2	44
Tabela 1 - Lista dos dezesseis índices ecomorfológicos utilizados para as funções de aquisição de alimentos e locomoção	50
Tabela 2 - Abundância relativa (AR%) e frequência de ocorrência (FO%) das espécies de peixes classificadas como dominantes, frequentes, ocasionais e raras	52
Tabela 3 - Resultado da análise de componentes principais nos três primeiros eixos calculados em relação às espécies de peixes	55
Tabela 4 - Resultados dos índices ecomorfológicos relacionados a alimentação e locomoção	57

Sumário

	Página
Dedicatória	04
Agradecimento	05
Resumo	06
Abstract	07
Referências	39
1- Introdução	11
2- Uso de guildas funcionais no estudo da assembleia de peixes de uma zona de arrebentação no Nordeste do Brasil (Capítulo 1)	22
3- Padrões ecomorfológicos da ictiofauna dominante de zona de arrebentação no nordeste do Brasil (Capítulo 2)	44
4- Considerações finais	63

1- INTRODUÇÃO

1.1- Contextualização da pesquisa

Ecossistemas costeiros são, frequentemente, acometidos por uma variedade de atividades humanas e constituem uma importante fonte de riqueza para as populações ao redor do mundo (DOLBETH *et al.*, 2016). Nas últimas décadas, intensificou-se o estresse antropogênico nestes ambientes devido a efluentes urbanos e da indústria, agricultura, aquicultura, pesca excessiva e atividades ilegais (BARLETTA *et al.*, 2010), onde ambientes costeiros tropicais não perturbados ou quase intocados são cada vez mais raros (BLABER, 2013).

Um destes ambientes costeiros, originados a partir da ação das ondas, as zonas de arrebentação, são ambientes de transição entre a dinâmica dos processos marinhos e continentais, sujeitos a variações temporais tanto do nível do mar quanto do suprimento sedimentar, exibindo, portanto, um conjunto relevante de condições físicas, comunidades e ecossistemas complexos (BROWN E MCLACHLAN, 2002; STEFANONI, 2007). Em todo o mundo, tais ambientes vêm sofrendo intensa descaracterização e degradação, com o constante crescimento e ocupação desordenada da população humana no litoral (SCLACHER *et al.*, 2007, BLABER, 2013). Problemas como exploração de recursos naturais, poluição marinha, supressão das matas de restingas e vegetação adjacente às praias e, principalmente, a erosão são os mais comuns nestes ecossistemas (VELOSO *et al.*, 2006). No Brasil, o quadro encontrado é de um escasso planejamento ambiental, somado à precária infraestrutura, como por exemplo, a falta de saneamento básico (BLANKENSTEYN, 2006).

As zonas de arrebentação são importantes áreas para espécies migratórias de peixes, incluindo várias espécies de importância econômica, principalmente em seus estágios iniciais de vida, por apresentarem riqueza alimentar, sobretudo planctônica (copépodos e cladóceros) e macroinvertebrados bentônicos (poliquetas) e, também, por servirem como área de proteção contra predadores (CLARK, 1997; PESSANHA e ARAÚJO, 2003). Além disso, são áreas de transição entre ecossistemas marinhos e terrestres, onde ocorre troca genética e de biomassa, tornando-as ambientes dinâmicos e biologicamente diversificados (MONTEIRO-NETO *et al.*, 2008).

Apesar de sua relevância para o recrutamento de peixes costeiros, há poucos estudos sobre comunidades de peixes na zona de arrebentação, principalmente por serem ambientes de difícil

amostragem, por conta da ação das ondas, se comparados a enseadas e estuários, outros ambientes costeiros (WILBER *et al.*, 2003).

Para um melhor entendimento da funcionalidade e do modo de utilização desse meio no ciclo de vida dos peixes, é relevante uma análise ecológica através da diversidade funcional da assembleia íctica desta área, por ser um método mais sensível para detectar respostas das comunidades às mudanças ambientais do que as medidas tradicionais de diversidade (VILLÉGER *et al.*, 2008), sendo as medidas de riqueza taxonômica estimativas pouco preditivas da estrutura (RICOTTA, 2005) e do funcionamento (PETCHEY e GASTON, 2006) da comunidade. Tilman (2001) propôs o conceito de diversidade funcional mais utilizado nos dias de hoje, o qual se refere ao valor e a amplitude dos atributos que influenciam no funcionamento do ecossistema, permitindo a agregação das diferenças nos papéis desempenhados pelas espécies e suas colaborações para as relações de diversidade e funcionamento do ecossistema (CALAÇA e GRELLE, 2016).

Uma das metodologias de diversidade funcional é o estudo através da descrição das guildas funcionais - conjunto de diferentes espécies que partilham os mesmos recursos de forma semelhante (ROOT, 1967), que traz informações mais aprofundadas aos estudos. Esses grupos podem ser determinados a partir de características distintas, tais como posição na cadeia trófica, utilização do habitat em diferentes fases do ciclo vital, distribuição na coluna d'água e reprodução (ELLIOT *et al.*, 2007).

Outra metodologia que cresceu bastante neste tipo de pesquisa foi a ecomorfologia onde se utiliza traços funcionais - que relacionam mudanças na composição das espécies e nos processos ecossistêmicos, através de medidas ecomorfológicas das espécies (VILLÉGER *et al.*, 2008) - para uma análise ecológica integral do meio, chegando a um entendimento capaz de proporcionar melhor gerenciamento ambiental. Os traços funcionais são definidos como qualquer característica morfológica, fisiológica ou fenológica mensurável a nível de indivíduo, sem referência ao meio ambiente ou qualquer outro nível de organização. Esses são estudados juntamente às características funcionais, que são definidas como qualquer característica que impacta indiretamente nas aptidões (*fitness*) através de seus efeitos no crescimento, reprodução e sobrevivência. Estes três componentes de desempenho individual são importantes no entendimento das funções dos indivíduos dentro da comunidade, gerando forte entendimento do funcionamento e estrutura de um ambiente (VIOLE *et al.*, 2007).

Como a comunidade ictiofaunística da zona de arrebentação de praias arenosas é dinâmica, com pequeno número de espécies dominantes e residentes e com variação sazonal na abundância, sendo os participantes dela geralmente juvenis, incluindo espécies de importância econômica (Giannini e Paiva Filho, 1995), uma análise rebuscada da assembleia de peixes dessa área costeira se mostra importante, principalmente pelo fato de existirem poucos estudos que exploram esse tema para regiões tropicais.

Os estudos de ictiofauna no Brasil se concentram nas regiões sul e sudeste, apenas alguns retratam as assembleias de peixes provenientes da zona de arrebentação na região nordeste (TEIXEIRA E ALMEIDA, 1998; OLIVEIRA-SILVA *et al.*, 2008; SANTANA E SEVERI, 2009; GURGEL *et al.*, 2012; SANTANA *et al.*, 2013; LACERDA *et al.*, 2014), mostrando assim a importância deste estudo.

1.2 - Metodologias de estudo

✓ *Guildas funcionais*

A análise da diversidade funcional considera o número de guildas funcionais existentes numa assembleia, assim como os seus traços funcionais. O agrupamento das espécies, cálculos dos índices, randomizações para o modelo nulo e análises estatísticas tem sido recentemente realizada com o software livre R 3.6.0 (R CORE TEAM, 2019), utilizado neste estudo.

As espécies são usualmente classificadas em guildas funcionais de uso e tróficas, conforme Elliott *et al.* (2007). Essa classificação da assembleia íctica se baseia em uma revisão de guildas para peixes estuarinos, utilizadas também para espécies de peixes marinhos, juntamente com literatura disponível, como exemplo Freitas e Lotufo (2015) e Anderson *et al.* (2015). As guildas funcionais são assim consideradas:

GRUPO FUNCIONAL DE USO (GUILDAS FUNCIONAIS DE USO):

1. Marinhas Ocasiais (MS): Espécies que reproduzem no mar e tipicamente entram em estuários apenas em baixo número e ocorrem com maior frequência nos alcances inferiores, onde as salinidades são aproximadas a 35. Essas espécies são muitas vezes estenohalinas e associadas a águas marinhas costeiras.

2. Marinhas Migrantes (MM): Espécies que reproduzem no mar e muitas vezes entram nos estuários em grande número, principalmente juvenis. Algumas dessas espécies são

altamente eurihalinas e se deslocam por todo o comprimento do estuário. Esta categoria pode ser subdividida em:

2.1 Marinha Estuarina-Oportunista (MMO): espécies que regularmente entram no estuário em grande número, especialmente juvenis, contudo, utilizam em diferentes graus, águas costeiras marinhas como áreas de berçário alternativas;

2.2 Marinha Estuarina-Dependente (MMD): espécies cujos jovens obrigatoriamente habitam os estuários e áreas adjacentes e, portanto, não são encontradas em áreas marinhas onde passam o resto do seu ciclo de vida.

3. Espécies Estuarinas (ES):

3.1 Estuarina Residente (ER): espécies que completam todo seu ciclo de vida dentro do ambiente estuarino, mas que por algum motivo ou apenas pela força da correnteza são encontrados nas zonas de arrebentação.

3.2 Estuarina Migrante (EM): espécies estuarinas que tem seu ciclo de estágios larvais concluído fora do estuário, geralmente em água salgada ou, são representados por número discreto de exemplares em água doce.

GRUPO FUNCIONAL DE MODO DE ALIMENTAÇÃO (GUILDAS TRÓFICAS):

Para as guildas tróficas, leva-se em consideração o hábito alimentar das espécies com base em informações obtidas na literatura e no banco de dados virtual FishBase (FROESE E PAULY, 2019). A metodologia empregada para a classificação será adaptada de Elliott *et al.* (2007), considerando as seguintes categorias:

- 1. Herbívoras (H):** espécies que consomem desde algas até fanerógamas marinhas;
- 2. Detritívoras (D):** espécies que se alimentam de matéria orgânica;
- 3. Omnívoras (ON):** espécies que se alimentam predominantemente de algas filamentosas, macrófitas, perifíton, epifauna e infauna;
- 4. Planctívoras (PL):** espécies que se alimentam principalmente de plâncton (fito e zooplâncton);

5. Piscívoras (PV): espécies que se alimentam predominantemente de peixes, mas podem incluir grandes invertebrados nectônicos.

✓ *Ecomorfologia*

Nesta análise são utilizadas medidas morfológicas, de um conjunto amostral de cada espécie. Duas funções-chave principais, aquisição de alimentos e locomoção (Figura 1), são utilizadas do trabalho de Villéger *et al.* (2010).

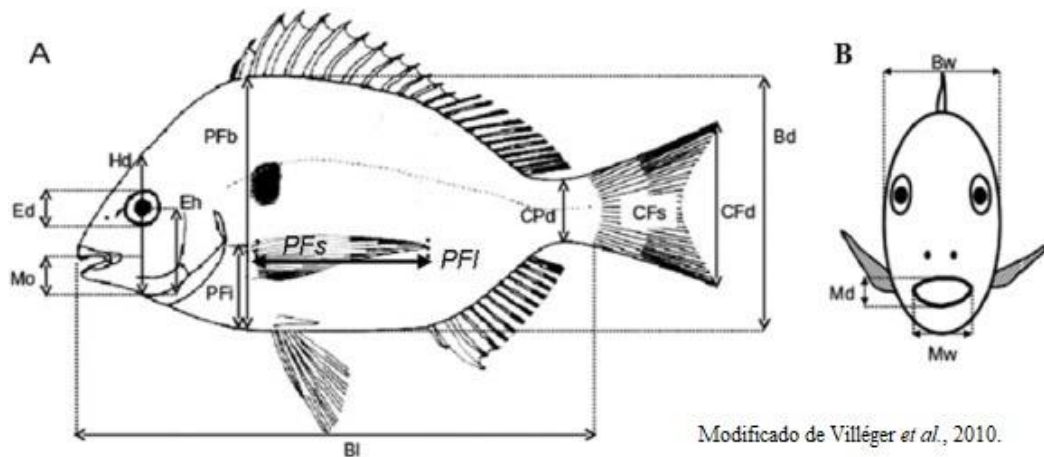


Figura 1: Características funcionais de locomoção (A): Bi- comprimento padrão; Bd- altura do corpo; CPd- altura do pedúnculo caudal; CFd- altura da nadadeira caudal; CFs - superfície da nadadeira caudal; PFI- distância entre a inserção da nadadeira peitoral e a parte inferior do corpo; PFb- altura do corpo no nível da inserção da nadadeira peitoral; PFI- comprimento da nadadeira peitoral; PFs- superfície da nadadeira peitoral; Hd -altura da cabeça ao longo do eixo vertical do olho; Ed- diâmetro do olho; Eh- distância do centro do olho até a parte inferior da cabeça; Mo- distância entre a parte superior da boca até a parte inferior da cabeça; e características funcionais de alimentação (B): Bw- largura do corpo; Md- abertura da boca e Mw- largura da boca. Figura modificada de Villéger *et al.* (2010).

As medidas morfológicas incluem largura do corpo (Bw), largura da boca (Mw) e abertura da boca (Md), usualmente empregando fotografias e tratamento das imagens com o software livre ImageJ (Schneider *et al.*, 2012). Outras medidas incluem o primeiro arco branquial (infeere sobre o hábito de filtragem das espécies) e o intestino (informa a respeito do hábito alimentar dos peixes quando comparado com comprimento total dos indivíduos)

As equações usadas para o cálculo dos índices funcionais estão descritas na Tabela 1, adaptada de Villéger *et al.*, 2010.

Tabela 1: Lista dos dezesseis traços funcionais utilizados para as funções de aquisição de alimentos e locomoção. O logaritmo da massa, $\log(\text{massa} + 1)$, também será considerado. As siglas para medidas morfo-ecológicas são as mesmas utilizadas nas características funcionais (Figura 1).

	ÍNDICE FUNCIONAL	FÓRMULA	SIGNIFICADO ECOLÓGICO
AQUISIÇÃO DE ALIMENTOS	Superfície de abertura oral (OGS)	$Mw \times Md / Bw \times Bd$	Natureza/tamanho dos alimentos capturados (adaptado de Karpouzi e Stergiou, 2003)
	Forma da abertura oral (OGF)	Md / Mw	Método para capturar itens alimentares (Karpouzi e Stergiou, 2003)
	Posição de abertura oral (OGP)	Mo / Hd	Método de alimentação na coluna da água (adaptado de Sibbing e Nagelkerke, 2001)
	Comprimento do rastro branquial (GRI)	GRI / Hd	Capacidade de filtração ou proteção de brânquias (adaptado de Sibbing e Nagelkerke, 2001)
	Comprimento do intestino (GI)	GI / BI	Processamento de recursos energéticos pobres, como vegetação e detritos (Kramer e Bryant, 1995)
	Tamanho do olho (ES)	Ed / Hd	Deteção de presas (adaptado de Boyle e Horn, 2006)
	Posição do olho (EP)	Eh / Hd	Posição vertical na coluna de água (Gatz, 1979)
	Forma transversal do corpo (BTF)	Bd / Bw	Posição vertical na coluna de água e hidrodinamismo (Sibbing e Nagelkerke, 2001)
	Superfície transversal do corpo (BTS)	$\ln((\pi/4 \times Bw \times Bd) + 1) / (\ln \text{Mass} + 1)$	Distribuição em massa ao longo do corpo para hidrodinamismo (Villéger <i>et al.</i> , 2010)
LOCOMOÇÃO	Posição da nadadeira peitoral (PFP)	Pfi / PFb	Uso de barbatana peitoral para manobrabilidade (Dumay <i>et al.</i> , 2004)
	Relação de aspecto da nadadeira peitoral (RPF)	PFi^2 / PFs	Uso da aleta peitoral para a propulsão (adaptado de Fulton <i>et al.</i> , 2001)
	Aceleração do pendúnculo caudal (CP)	CFd / CPd	Eficiência de propulsão caudal através da redução do arrasto (Webb, 1984)
	Relação de aspecto da nadadeira caudal (CF)	CFd^2 / CFs	Uso da nadadeira caudal para propulsão e/ou direção (Webb, 1984)
	Área da nadadeira (FSR)	$2 \times PFs / CFs$	Tipo principal de propulsão entre as nadadeiras caudal e peitoral (Villéger <i>et al.</i> , 2010)
	Relação do tamanho entre as nadadeiras e o corpo (FSBR)	$(2 \times PFs) + CFs / \pi/4 \times Bw \times Bd$	Aceleração e/ou eficiência de manobrabilidade (Villéger <i>et al.</i> , 2010)

1.2- OBJETIVOS DO TRABALHO

Geral:

Caracterizar a assembleia de peixes da zona de arrebentação da Coleção de Referência de Ictiologia do Laboratório de Ictiologia/ DEPAq/ UFRPE (LIUFRPE), através da abordagem

de diversidade funcional com base em guildas funcionais e traços funcionais, para análise da estrutura e funcionalidade da zona de arrebentação de uma praia arenosa.

Específicos:

- Classificar as espécies de peixes encontradas na zona de arrebentação dentro das guildas de ocupação e trófica, para entendimento da função deste ambiente no ciclo de vida dos peixes (Capítulo 1); e
- Avaliar a funcionalidade ambiental através dos traços funcionais das espécies de peixes da zona de arrebentação, para possível comparação com outras áreas biogeográficas e informações para gerenciamento ambiental (Capítulo 2).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, A.B.; CARVALHO-FILHO, A.; MORAIS, R.A.; NUNES, L.T.; QUIMBAYO, J.P.; FLORTER, S.R. Brazilian tropical fishes in their Southern limit of distribution: checklist of Santa Catarina's rocky reef ichthyofaunal, remarks and new records. **Biotaxa**, 11(4): 1688, 2015.

ARAÚJO, M. E.; TEXEIRA, J.M.; OLIVEIRA, A.M. E. Peixes estuarino-marinhos do nordeste do Brasil: Guia ilustrado. Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, v. 1 260 p. 2003.

BARLETTA, M.; JAUREGUIZAR, A.J.; BAIGUN, C.; FONTOURA, N.F.; AGOSTINHO, A.A.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.D.; VAL, A.L.; TORRES, R.A.; JIMENES-SEGURA, L.F.; GIARRIZZO, T. E FABRÉ, N.N. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropicals systems. **Journal of fish biology**, v.76 (9), pp.2118-2176, 2010.

BLABER, S. J. M. Fishes and fisheries in tropical estuaries: the last 10 years. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.135: 57-65, 2013.

BLANKENSTEYN, A. O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antrópicos nas praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Santa Catarina, v.23, n.3, p. 870–876, 2006.

BROWN, A.C. E MCLACHLAN, A. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. **Environmental Conservation**, South Africa, v.29, n.1, p. 62-77, 2002.

CALAÇA, A.M. E GRELE, C.E.V. Diversidade funcional de comunidades: Discussões conceituais e importantes avanços metodológicos. **Oecologia Australis**, v.20(4), pp.401-416, 2016.

CLARK, B.M. Variation in surf-zone fish community structure across a wave-exposure gradient. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 44(6):659-74, 1997.

CORNWELL, W.K.; SCHWILK D.W. E ACKERLY D.D. A trait-based test for habitat filtering: convex hull volume. **Ecology** 87: 1465–1471. 2006.

DOLBETH, M.; VENDEL, A.L.; PESSANHA, A. E PATRÍCIO, J. Functional diversity of fish communities in two tropical estuaries subjected to anthropogenic disturbance. **Marine pollution bulletin**, v.112 (1-2), pp.244-254, 2016.

ELLIOTT, M. E DEWAILLY, F., The structure and components of European estuarine fish assemblages. **Netherland Journal of Aquatic Ecology**, 29(3-4), pp.397-417, 1995.

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

FREITAS, J.E.P. E LOTUFO, T.M.C. Reef fish assemblage and zoogeographic affinities of a scarcely known region of the western equatorial Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 95(3), 623–633, 2015.

FROESE, R. E PAULY. D. Editors. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2019) < último acesso em: 21 de maio de 2019>

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 (2): 141- 152, 1995.

GURGEL, T.A.B.; DE OLIVEIRA, M.R.; BRASIL, D.F.; CHELLAPPA, S. Peixes marinhos das águas costeiras de ponta Negra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazonia, Amazonian Biota**, v. 2(1), pp.83-97, 2012.

LACERDA, C.H.F., A Importância das praias para o desenvolvimento inicial de assembleias de peixes e macrocrustáceos: variação espaço-temporal da ictiofauna em praias adjacentes a um estuário tropical (Resex Acaú-Goina PE/PB, Brasil). Tese de doutorado. p. 228, 2014. Disponível em: < <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18855> >

LALIBERTÉ, E., NORTON, D.A. E SCOTT, D. Contrasting effects of productivity and disturbance on plant functional diversity at local and metacommunity scales. **Journal of Vegetation Science**, v.24(5), pp.834-842, 2013. LE QUESNE WJ, JENNINGS S. Predicting species vulnerability with minimal data to support rapid risk assessment of fishing impacts on biodiversity. **Journal of Applied Ecology**. v. 49(1):20-8, 2012.

MASON, N.W.H.; MACGILLIVRAY K.; STEEL J.B. E WILSON J. B. An index of functional diversity. **Journal of Vegetation Science** 14: 571–578. 2003.

- MASON, N.W.H.; MOUILLOT D.; LEE W. G. E WILSON J.B. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. **Oikos** 111: 112–118. 2005.
- MONTEIRO-NETO, C.; TUBINO, R.A.; MORAES, L.E.S.; MENDONÇA-NETO, J.P.; ESTEVES, G.V.; FORTES, W.L. Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v.98(1):50-59, 2008.
- MOUILLOT, D., MASON N.W.H., DUMAY O. E WILSON J.B. Functional regularity: a neglected aspect of functional diversity. **Oecologia** 142:353–359, 2005.
- OLIVEIRA-SILVA, J.T.; PESO-AGUIAR, M.C.; LOPES, P.R.D. 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(4), pp.105-115, 2008.
- PESSANHA, A.L.M. E 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**, 57(1-2):1-12, 2003.
- PETCHEY, O. L. E GASTON, K. J. Functional diversity: back to basics and looking forward. **Ecology Letters**, v. 9, p. 741–758, 2006.
- PIELOU, Evelyn C. An introduction to mathematical ecology. An introduction to mathematical ecology. Queen's University- Canada, 154 p., 1969.
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- RICOTTA, C. A note on functional diversity measures. **Basic and Applied Ecology**, v. 6, n. 5, p. 479-486, 2005.
- SANTANA, F.D.S.; SEVERI, W. Composição e estrutura da assembleia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá (PE).[Composition and structure of fish assemblage of the surf zone at Jaguaribe beach, Itamaracá (PE), Brazil]. **Bioikos (Campinas-Brasil)**, v. 23(1), pp.3-17, 2009.
- SANTANA, F.M.D.S., SEVERI, W., FEITOSA, C.V. E ARAÚJO, M.E.D. The influence of seasonality on fish life stages and residence in surf zones: a case of study in a tropical region. **Biota Neotropica**, v.13(3), pp.181-192, 2013.
- SCHNEIDER C.A., RASBAND W.S., ELICEIRI K.W., NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature Methods**, v.9, pp. 671-675, 2012.
- SCLACHER, T, A.; DUGAN, J.; SCHOEMAN, D. S; LASTRA, M.; JONES, A.; SCAPINI, F.; MCLACLHAN, A.; DEFEO, O. Sandy beach at the briknk. Diversity and Distribution, Uruguay, p.1-5, 2007.
- STEFANONI, M, F. Inter-relações tróficas e ictiofauna de uma praia da Ilha das Peças, Paraná. Dissertação (mestrado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

TEIXEIRA, R.L.; ALMEIDA, G.I. Composição da ictiofauna de três praias arenosas de Maceió, AL-Brasil. **Bolletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)**, v. 8: 21-38, 1998.

TILMAN, D. Functional diversity. **Encyclopedia of biodiversity**, v.3(1), pp.109-120, 2001.

VELOSO, V. G.; SILVA, E. S.; CAETANO, C. H.; CARDOSO, R., S. Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. **Biological Conservation**, Rio de Janeiro, p.510-515, 2006.

VILLÉGER, S.; MASON, N.W.H. E MOUILLOT, D. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. **Ecology**, v.89: 2290-2301, 2008.

VILLÉGER, S.; MIRANDA, J.R.; HERNÁNDEZ, D.F. E MOUILLOT, D. Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. **Ecological Applications**, v.20: 1512–1522, 2010.

VIOLLE, C., NAVAS, M.L., VILE, D., KAZAKOU, E., FORTUNEL, C., HUMMEL, I. E GARNIER, E. Let the concept of trait be functional! **Oikos**, 116(5), pp.882-892, 2007.

WILBER, D.H.; CLARKE, D.G.; BURLOS, M.H.; RUBEN, H.E; WILL, R.J. Spatial and temporal variability in surf zone fish assemblages on the coast of northern New Jersey. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.56:291-304, 2003.

2- **CAPÍTULO 1** (Artigo destinado ao periódico BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA, Qualis – B1 na área de Zootecnia e Recursos Pesqueiros)

USE OF THE FUNCTIONAL GUILD APPROACH ON THE STUDY OF A FISH
ASSEMBLAGE FROM A TROPICAL SANDY BEACH SURF ZONE

Fernanda de Lima Toledo FAVERO¹; Fábio Magno da Silva SANTANA²; William SEVERI¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Laboratório de Ictiologia. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos – Recife, PE – Brasil, CEP: 52171-900. E-mail: nandalimafavero@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias. Km 03, Jundiá - Macaíba, RN – Brasil, CEP: 59280-000.

RESUMO:

O uso de guildas funcionais é uma das metodologias mais utilizada no estudo de diversidade funcional, através da categorização de espécies em grupos que exploram uma mesma classe de recursos ambientais de forma semelhante, sendo especialmente útil para avaliar se estes grupos respondem da mesma forma a mudanças no ambiente. Este estudo analisou o enquadramento das espécies de peixes de uma zona de arrebentação em guildas funcionais de uso e tróficas, comparando a sua distribuição e ocorrência entre períodos do dia (dia e noite), estações do ano (seca e chuvosa) e fases da lua (nova e crescente), durante um período de três anos. As espécies enquadradas nas guildas de uso marinha migrante (69), oportunista (31) e dependente (13) representaram mais de 90% do total, enquanto dentre as guildas tróficas, as espécies piscívoras (54) e omnívoras (49) foram as mais abundantes, totalizando 82,0%. As variáveis temporais (período, lua, estação e ano) não mostraram influência na presença das espécies, porém a elevada presença de peixes juvenis e sua diversidade dentre as guildas funcionais, confirma que as espécies registradas utilizam a zona de arrebentação como ambiente de viveiro natural e local de alimentação, se beneficiando da hidrodinâmica das zonas de arrebentação para a sobrevivência e desenvolvimento de suas fases iniciais de vida.

Palavras-chave: guildas de uso, guildas tróficas, juvenis, peixes costeiros, praia arenosa

ABSTRACT:

The use of functional guilds is one of the most used methodologies for the study of functional diversity, by categorizing species into groups that exploit the same class of environmental resources in a similar way, being especially useful when these groups respond similarly to changes in the environment. This study analyzed the distribution of fish species of a surf zone in use and trophic functional guilds and compared their distribution and occurrence between daily periods (night and day), seasons (dry and rainy) and moon phase (new and crescent) along three years. The species belonging to the migratory (69), opportunistic (31) and dependent (13) marine use guilds accounted for more than 90% of the total, while piscivorous (54) and omnivorous (49) species were the most abundant trophic guilds, totaling 82.0%. The temporal (period, moon, season and year) variables did not influence the presence of the species, but the dominant presence of juvenile fish and their diversity of among the functional guilds, confirms that the fish species recorded use the surf zone as a natural nursery and feeding ground, thus benefiting from the surf zone hydrodynamics for survival and development of the initial phases of their life cycle.

Keys words: coastal fishes, feeding guilds, juvenile, sandy beach, use guilds

INTRODUCTION

Guilds were defined by Root (1967) as a group of species that exploit the same class of environmental resources in a similar way, whether they are food or habitat dependent for migration or residence. This grouping does not consider the taxonomic position, which overlaps significantly in niche requirements within any taxonomic level. Thus, guilds have a comparable position in the classification of exploration patterns for any taxon in phylogenetic schemes. Therefore, functional guilds have been used together with taxonomy, richness and abundance for fish assemblage classification, and better understanding the structure and functioning of ecosystems (HAEDRICH, 1983; POTTER *et al.* 1990; ELLIOTT e DEWAILLY, 1995).

Coastal ecosystems have great ecological relevance, either by the exchange of energy between aquatic and terrestrial environments, or by their high global socioeconomic importance, by producing food through fishing or by coupling with urbanization and tourism use (DUGAN *et al.*, 2010; SCHLACHER *et al.*, 2016). For such reasons they are subject to strong anthropic impacts, such as disorderly fishing, landscape modification for urban, touristic and commercial development, and large load of domestic and industrial effluents, that affect their physical and biological characteristics.

Surf zones comprise one of the most widespread coastal ecosystems, and most strongly affected by human interventions worldwide. Being commonly located in inhabited sandy beaches, they are usually used for tourism and leisure, resulting in strong degradation and habitat loss for local fauna. Such environments have a high hydrodynamic energy, due to the action of waves (DEFEO *et al.*, 2009; SCHLACHER *et al.*, 2014), which favors their use by a great diversity of marine fauna, and are places used for feeding, reproduction, migration, refuge against predators and natural nurseries for several marine, estuarine and reef fish species (PESSANHA and ARAÚJO, 2003).

The Brazilian coast stretches for approximately 10,800 km, possessing one of the most extensive set of sandy beaches in the world. Despite the extension of its coastline, few studies on these environments have been done so far, and information available about its biodiversity is inadequate to promote its proper preservation (SCHERER and ASMUS, 2016). The northeastern coastline is the longest along the Brazilian shoreline (about 40%), with various types of beaches, subject to semi-diurnal (that dry from one to two times a day) and meso-tides

(varying from 2 to 4 m) (AMARAL *et al.*, 2016). Despite being important areas for fish feeding and recruitment, the northeastern Brazilian beaches suffer from lack of effective management (MACÊDO *et al.*, 2000).

In general, fish assemblages in sandy beach surf zones of tropical regions are poorly studied, mainly regarding the functional use of these environments (LACERDA *et al.*, 2014; OLIVEIRA and PESSANHA, 2014). Functional guilds constitute a more rigorous approach for understanding the structure and functioning of ecosystems, and a means for developing measures for the conservation of coastal ecosystems and their fish fauna (POTTER *et al.*, 2015). Therefore, this study aims at characterizing the functional guilds of coastal fish regarding differences in daily, tidal and seasonal use of the surf zone in a tropical sandy beach in northeastern Brazil.

MATERIAL AND METHODS

The biological material used in this study is part of the Ichthyology Reference Collection of the Ichthyology Laboratory (LIUFRPE), resulting from the research project by Santana *et al.* (2013), collected in Jaguaribe beach (07°43'42.9"S, 034°49'32.1"W), located in Itamaracá Island, northern coast of Pernambuco State, northeastern Brazil. The taxonomic identification was based on Figueiredo (1977), Figueiredo & Menezes (1978, 1980, 2000), Menezes & Figueiredo (1980, 1985), Carpenter (2002a, b), Araújo *et al.* (2004) and Marceunick (2005), and the classification of families and order followed Nelson *et al.* (2016). During the study period, between March 2005 and February 2008, the rainy season included the months from March to August, and the dry season from September to January along the three years of study.

Fish species were classified into the functional use guilds based in Elliott *et al.* (2007), as marine-migrants (MM), subdivided into marine migrants opportunistic (MMO) and marine migrants dependent (MMD); and estuarine species (ES), subdivided into estuarine migrants (EM) and estuarine residents (ER). As for trophic guilds classification, the following categories were used: herbivorous (H) for species that consume from algae to marine phanerogams; detritivores (D) for those feeding on organic matter; omnivores (ON) predominantly feeding on filamentous algae, macrophytes, periphyton, epifauna and infauna; planktivorous (PL) for

species that feed mainly on plankton (phyto- and zooplankton), and piscivorous (PV) for those that feed predominantly on fish, but may include large nektonic invertebrates (ELLIOT *et al.*, 2007). The classification of species into trophic and use guilds was based on information available at the virtual database Fishbase (Froese and Pauly, 2017), and publications related to the topic (e.g. Bouchon-Navarro, 1992; De Paiva et al., 2009; Reis Filho, 2013).

Fish individuals were classified into ontogenetic phases (juvenile and adult), and juveniles were classified according to their length of first maturation (L_{mat}), estimated through the formula $L_{mat} = 0,64 L_{\infty}^{0.95}$, according to Gislason *et al.* (2008). Maximum length (L_{max}^*) was used instead of L_{∞} , since there is insufficient data from growth model for all species (LE QUESNE and JENNINGS, 2012), and L_{max}^* data can be accessed directly from FishBase database (FROESE and PAULY, 2019).

Data analysis

The LIUFRPE database used in the present study contains 17,391 fish, belonging to 125 species, 44 families, 25 orders and two classes, which were weighted (0.01 g) and measured (0.1 mm).

Multivariate analyses were applied to evaluate possible differences in environmental data and assemblage attributes (species composition and abundance of each guild). A canonical correspondence analysis – CCA based on a Bray-Curtis distance matrix of transformed data (square root) was used to select the variables that best explain the presence of guilds, regarding temporal variables. All analyses were performed with the Software R - Version 3.6.1 (R CORE TEAM, 2019).

RESULTS

The LIUFRPE is composed of 125 species, representing 44 families and two classes (Table 1), belonging to five use and five trophic functional guilds (Table 2), predominantly represented by juveniles (80.3%), as shown in Table 3.

Table 1: Order, family and fish species of LIUFRPE with respective functional use (UG: marine migrants – MM, marine migrants opportunistic – MMO, marine migrants dependent -MMD, estuarine resident – ER, estuarine migrants - EM), and trophic guilds (TG: herbivore - H, detritivore - D, omnivore - ON, planktivore - PL and piscivore - PV).

Order	Family	Species	UG	TG
Torpediniformes	Narcinidae	<i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers, 1831)	MM	ON
Pristiformes	Rhinobatidae	<i>Pseudobatos percellens</i> (Walbaum, 1792)	MM	ON
Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Hypanus guttatus</i> (Bloch e Schneider, 1801)	MM	D
Albuliformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	MM	ON
Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839	MM	PV
	Chlopsidae	<i>Chlopsis bicolor</i> Rafinesque, 1810	MM	ON
	Ophichthidae	<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)	MM	PV
		<i>Ophichthus ophis</i> (Linnaeus, 1758)	MM	PV
	Congridae	<i>Bathycongrus dubius</i> (Breder, 1927)	MM	ON
Clupeiformes	Pristigasteridae	<i>Chirocentrodon bleekermanus</i> (Poey, 1867)	MM	ON
		<i>Pellona harroweri</i> (Fowler, 1917)	MMO	PV
	Engraulidae	<i>Anchoa filifera</i> (Fowler, 1915)	MMO	ON
		<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)	MMO	PL
		<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann e Marsh, 1900)	MM	PL
		<i>Anchoa marinii</i> Hildebrand, 1943	MMO	PL
		<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)	MM	PV
		<i>Anchoa tricolor</i> (Spix e Agassiz, 1829)	ER	PL
		<i>Anchoa clupeioides</i> (Swainson, 1839)	ER	PL
		<i>Anchoiella lepidontostole</i> (Fowler, 1911)	MM	PV
		<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	MMD	PL
		<i>Engraulis anchoita</i> Hubbs e Marini, 1935	MMO	H
		<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix e Agassiz, 1829)	MM	PV
	Clupeidae	<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)	MMO	PV
		<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner e Miranda Ribeiro, 1903)	MMO	ON
		<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	M	PL
Siluriformes	Ariidae	<i>Aspistor luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	EM	PV
		<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	MMO	ON
		<i>Notarius grandicassis</i> (Valenciennes, 1840)	MMO	ON
		<i>Sciades herzbergii</i> (Bloch, 1794)	EM	ON
		<i>Sciades proops</i> (Valenciennes, 1840)	EM	PV

Holocentriformes	Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	EM	PL
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Thalassophryne nattereri</i> Steindachner, 1876	MM	PL
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)	MMO	ON
	Gobiidae	<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	MMD	D
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curvidens</i> Valenciennes, 1836	MM	ON
		<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	MM	D
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy e Gaimard, 1825)	ER	ON
Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	MMO	H
	Belonidae	<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	MMO	PV
		<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	MM	PV
Carangiformes	Carangidae	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	MM	PV
		<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	MM	PV
		<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	MM	PV
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	MM	PV
		<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832)	MM	PV
		<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch e Schneider, 1801)	MM	PV
		<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill, 1815)	MMO	PV
		<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	MMO	PV
		<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	MM	PV
		<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	MM	PV
Istiophoriformes	Sphyraenidae	<i>Trachinotus goodei</i> Jordan e Evermann, 1896	MM	ON
		<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	MMO	PV
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys arenaceus</i> Evermann e Marsh, 1900	MM	PV
		<i>Etropus crossotus</i> Jordan e Gilbert, 1882	MM	PV
		<i>Paralichthys brasiliensis</i> (Ranzani, 1842)	MM	ON
		<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)	MMO	PL
	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	ER	PV
		<i>Trinectes microphthalmus</i> (Chabanaud, 1928)	MMO	ON
		<i>Trinectes paulistanus</i> (Miranda Ribeiro, 1915)	EM	ON
		<i>Symphurus jenynsi</i> Evermann e Kendall, 1906	MMO	PV
	Cynoglossidae	<i>Symphurus plagusia</i> (Bloch e Schneider, 1801)	MMO	PV
		<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy e Gaimard, 1824)	MM	ON
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Microphis lineatus</i> (Kaup, 1856)	MM	ON
		<i>Syngnathus pelagicus</i> Linnaeus, 1758	MM	ON
	Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)	MM	PV
Scombriformes	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	MMD	ON
	Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i> Collette, Russo e Zavala-Camin, 1978	MM	PV
		<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	MM	PV
Labriformes	Scaridae	<i>Cryptotomus roseus</i> Cope, 1871	MM	H

		<i>Nicholsina usta</i> (Valenciennes, 1840)	MM	ON
		<i>Sparisoma chrysopteron</i> (Bloch e Schneider, 1801)	MM	H
		<i>Sparisoma radians</i> (Valenciennes, 1840)	MMO	H
		<i>Sparisoma rubripinne</i> (Valenciennes, 1840)	MM	H
		<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)	MM	H
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i> Poey, 1860	MM	ON
		<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	MMO	PV
		<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	MMD	PV
	Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird e Girard, 1855	MM	PV
		<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy e Gaimard, 1824)	EM	PV
		<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	MMD	ON
		<i>Eugerres brasiliensis</i> (Cuvier, 1830)	MMD	ON
		<i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)	MMD	ON
	Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	MM	PV
	Mullidae	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)	MM	ON
		<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	MM	PV
	Serranidae	<i>Alphesthes afer</i> (Bloch, 1793)	MM	ON
		<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	MM	ON
		<i>Rypticus randalli</i> Courtenay, 1967	MM	ON
	Haemulidae	<i>Boridia grossidens</i> Cuvier, 1830	MM	ON
		<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	MMO	PV
		<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1790)	MMO	ON
		<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	MMO	ON
		<i>Haemulon chrysargyreum</i> Günther, 1859	MM	ON
		<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	MM	ON
		<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1801)	MM	PV
		<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan e Gilbert, 1882)	MM	ON
		<i>Haemulopsis corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	MM	ON
		<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	MM	ON
	Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	MMO	PL
		<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	MM	PV
		<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	MM	PV
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Pontinus rathbuni</i> Goode e Bean, 1896	MM	ON
		<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789	MM	PV
	Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	MMO	PV
Moroniformes	Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	EM	PV
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	MM	PV
		<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	MMO	PV
		<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	MMD	ON

		<i>Larimus breviceps</i> Cuvier, 1830	MMO	PV
		<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	MM	PV
		<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1847)	MM	ON
		<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830)	MM	PV
		<i>Ophioscion punctatissimus</i> Meek e Hildebrand, 1925	MM	PV
		<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch e Schneider, 1801)	MM	ON
		<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	MMD	ON
		<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	MMD	ON
		<i>Stellifer stellifer</i> (Bloch, 1790)	EM	ON
		<i>Umbrina coroides</i> Cuvier, 1830	MM	ON
Spariformes	Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	MMO	PV
		<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	MM	ON
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)	MM	PV
		<i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900	MMD	ON
		<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)	MMD	ON
		<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	MMD	ON
	Diodontidae	<i>Chilomycterus spinosus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	MM	ON

Table 2: Total number (TN) and frequency of occurrence (FO) of fish species from each use and trophic functional guilds in Jaguaribe Beach. Marine migrants – MM, marine migrants opportunistic – MMO, marine migrants dependent -MMD, estuarine resident – ER, estuarine migrants – EM, herbivore - H, detritivore - D, omnivore - ON, planktivore - PL and piscivore - PV.

GUILDS	TN	FO (%)
USE		
EM	8	6.25
ER	4	3.12
MM	71	56.25
MMD	12	10.15
MMO	30	24.23
TROPIC		
D	5	3.91
H	7	5.47
ON	50	39.84
PL	11	8.60
PV	52	42.18

Table 3: Length data (mm) and ontogenetic classification of fish species from Jaguaribe beach surf zone. Minimum ($L_{\min}$) and maximum ($L_{\max}$) length of measured individuals, maximum length ($L_{\max}^*$) data based on FishBase database, estimated first maturation length (L_{mat}), percentage of adult individuals ($L_{\max} > L_{\text{ma}}$) and total number of each species (TN). Species with 100% individuals represented by juveniles area marked with *.

Fish species	$L_{\min}$	$L_{\max}$	$L_{\max}^*$	L_{mat}	$L_{\max} > L_{\text{mat}}$	TN
<i>P. percellens</i>	-	30	100.0	28.8	—	1
<i>H. guttatus</i>	95.0	112	200.0	65.0	50.0	2
<i>N. brasiliensis</i>	10.7	11.7	54.0	28.8	—	3
<i>A. vulpes</i>	2.5	15	104.0	48.8	—	70
<i>C. bicolor</i>	—	4.7	42.0	22.3	—	1
<i>G. funebris</i>	-	11.1	250.0	121.4	—	1
<i>M. ocellatus</i>	25.0	62.5	110.0	55.7	12.5	24
<i>O. ophis</i>	24.5	41	210.0	102.8	—	4
<i>B. dubius</i>	10.3	13.2	44.3	23.4	—	4
<i>A. filifera</i>	6.8	8.2	12.0	6.8	80	5
<i>A. januaria</i>	4.4	7.4	7.5	6.5	—	32
<i>A. lyolepis</i>	3.2	10.5	12.0	6.8	6.8	44
<i>A. marinii</i>	4.1	8.7	14.0	7.8	—	125
<i>A. spinifer</i>	5.5	13.2	24.0	13.1	—	17
<i>A. tricolor</i>	2.5	10.9	11.8	6.7	42.2	1255
<i>A. clupeoides</i>	6.6	15	30.0	16.2	—	42
<i>A. lepidentostole</i>	2.0	9	13.1	9.4	—	3477
<i>C. edentulus</i>	8.1	16.6	18.2	13.7	—	10
<i>E. anchoita</i>	-	4.6	17.0	9.4	—	1
<i>L. grossidens</i>	2.9	14.9	23.5	12.8	5.2	1398
<i>P. harroweri</i>	3.0	8.2	18.0	10.0	—	88
<i>C. bleekermanus</i>	2.7	10.5	11.2	7.6	34.4	511
<i>H. clupeola</i>	4.2	15	18.0	10.0	31.8	21
<i>L. piquitinga</i>	2.5	10.6	15.0	8.4	42.4	462
<i>O. oglinum</i>	7.5	12	38.0	11.5	—	2
<i>A. luniscutis</i>	23.0	27.1	120.0	60.5	—	3
<i>C. spixii</i>	7.6	25.2	30.0	16.2	35.3	187
<i>N. grandicassis</i>	-	10.3	63.0	32.8	—	1
<i>S. herzbergii</i>	7.3	20	94.2	48.0	—	8
<i>S. proops</i>	-	21	100.0	36.6	—	1
<i>T. nattereri</i>	7.4	12.8	14.0	7.9	66.7	3
<i>M. curvidens</i>	8.8	20	31.0	16.7	33.3	3
<i>M. liza</i>	4.4	14.5	80.0	35.0	—	4
<i>A. brasiliensis</i>	3.2	12.3	16.0	7.6	56.9	71
<i>S. marina</i>	13.0	33.3	111.0	56.1	—	5
<i>S. timucu</i>	19.7	32.8	61.0	31.8	—	13

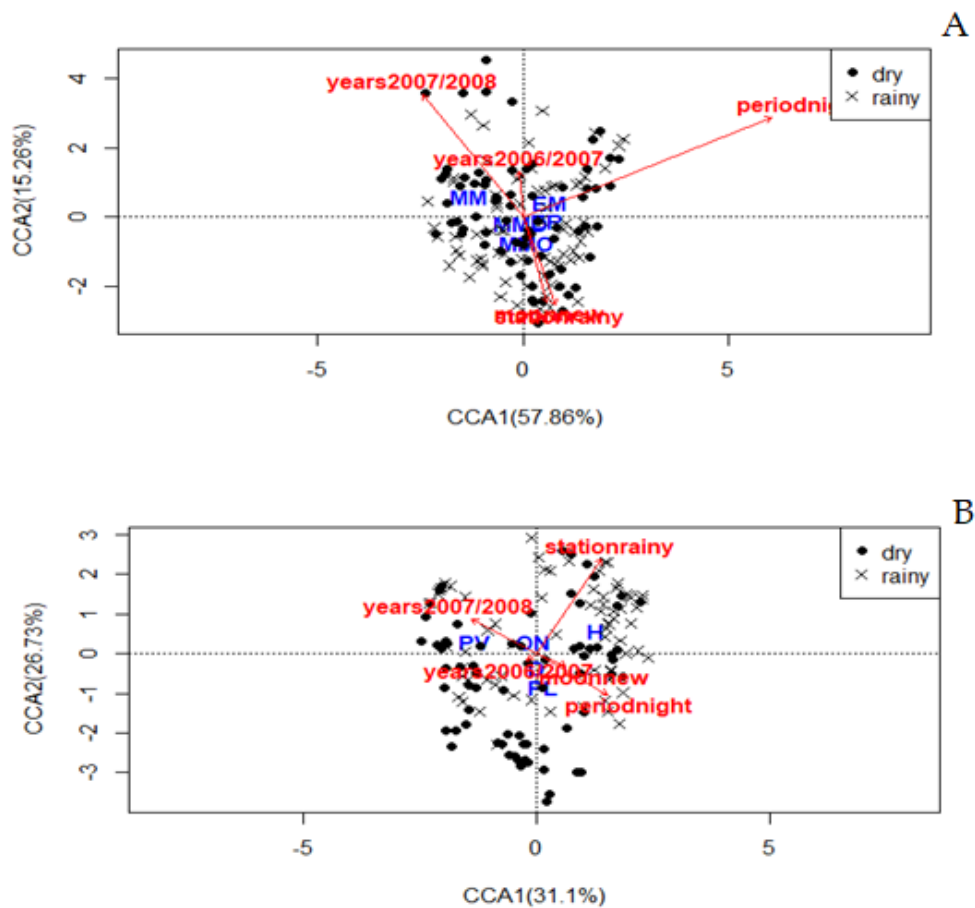
<i>H. unifasciatus</i>	6.0	24.5	30.0	18.9	—	234
<i>H. adscensionis</i>	6.7	7.6	61.0	14.6	—	2
<i>M. lineatus</i>	4.7	12.2	95.0	48.4	—	3
<i>S. pelagicus</i>	5.1	12.2	18.1	10.0	8.7	23
<i>D. volitans</i>	5.6	7.6	50.0	26.3	—	8
<i>P. rathbuni</i>	-	3.8	25.0	13.6	—	1
<i>S. plumieri</i>	7.9	16	45.0	23.8	—	7
<i>P. punctatus</i>	6.2	7.2	45.0	26.2	—	3
<i>C. ensiferus</i>	-	14	36.2	19.4	—	1
<i>C. parallelus</i>	-	16.2	72.0	37.2	—	1
<i>C. undecimalis</i>	4.9	27.3	140.0	70.0	—	9
<i>A. afer</i>	-	12.2	33.0	18.0	—	1
<i>E. adscensionis</i>	3.8	4.3	61.0	31.8	—	4
<i>R. randalli</i>	9.1	12	20.0	11.0	—	2
<i>C. bartholomaei</i>	3.3	4.7	100.0	45.0	—	4
<i>C. crysos</i>	3.2	6.2	70.0	27.4	—	3
<i>C. latus</i>	2.6	8	101.0	37.0	—	13
<i>C. chrysurus</i>	3.0	4.8	65.0	12.4	—	7
<i>O. palometa</i>	1.5	14.6	49.7	26.2	—	5
<i>O. saurus</i>	1.7	3	35.0	18.8	—	3
<i>S. setapinnis</i>	3.0	4.5	60.0	20.5	—	2
<i>S. vomer</i>	2.2	22.9	48.3	25.5	—	40
<i>T. carolinus</i>	1.2	13.7	64.0	33.3	—	151
<i>T. falcatus</i>	1.3	9.8	122.0	54.7	—	75
<i>T. goodei</i>	8.0	12	50.0	26.3	—	2
<i>L. analis</i>	7.3	10.7	94.0	52.0	—	4
<i>L. synagris</i>	1.6	8	60.0	23.8	—	72
<i>O. chrysurus</i>	2.3	3.2	86.3	22.5	—	11
<i>E. argenteus</i>	5.9	7.8	21.0	11.5	—	2
<i>E. gula</i>	-	9	25.5	11.0	—	1
<i>E. melanopterus</i>	6.0	12.5	30.0	16.2	—	13
<i>E. brasiliensis</i>	-	8.2	50.0	15.0	—	1
<i>U. lefroyi</i>	4.3	8.9	23.0	12.6	—	60
<i>B. grossidens</i>	2.4	4.5	19.2	10.6	—	4
<i>C. nobilis</i>	1.9	16.8	33.6	18.0	—	183
<i>G. luteus</i>	3.4	7.3	37.0	19.8	—	2
<i>H. aurolineatum</i>	4.0	8.9	25.0	14.0	—	19
<i>H. chrysargyreum</i>	3.8	8.2	23.0	12.6	—	11
<i>H. parra</i>	4.1	9.6	41.2	21.9	—	18
<i>H. plumierii</i>	2.5	8	53.0	18.3	—	77
<i>H. steindachneri</i>	3.0	10.6	30.0	16.2	—	66
<i>H. corvinaeformis</i>	1.7	14.2	25.0	13.6	—	542

<i>O. ruber</i>	4.1	4.5	40.0	15.6	—	2
<i>A. probatocephalus</i>	2.0	4.5	91.0	46.5	—	2
<i>A. rhomboidalis</i>	2.4	6.2	33.0	8.0	—	53
<i>P. virginicus</i>	1.2	18	33.0	17.7	—	1671
<i>B. ronchus</i>	2.0	16.7	35.0	15.8	—	3418
<i>C. leiarchus</i>	6.9	7.7	90.8	46.4	—	2
<i>I. parvipinnis</i>	-	10.6	25.0	15.9	—	1
<i>L. breviceps</i>	1.6	16.5	31.0	16.7	—	1451
<i>M. americanus</i>	2.0	22.1	50.0	17.7	—	180
<i>M. littoralis</i>	2.8	19.6	48.3	23.0	—	83
<i>O. dentex</i>	3.6	6.1	30.0	16.2	—	2
<i>O. punctatissimus</i>	2.5	6.1	25.0	13.6	—	10
<i>P. acuminatus</i>	-	11.2	23.0	12.6	—	1
<i>S. brasiliensis</i>	4.7	11	14.5	7.3	33.3	6
<i>S. rastrifer</i>	3.7	14.3	32.1	9.8	21.7	203
<i>S. stellifer</i>	3.0	10.5	21.0	7.5	—	310
<i>U. coroides</i>	2.5	13.4	35.0	18.8	—	47
<i>M. martinicus</i>	-	6	39.4	17.0	—	1
<i>P. maculatus</i>	5.4	12	30.0	18.0	—	30
<i>C. roseus</i>	2.2	7.5	13.0	7.3	—	6
<i>N. usta</i>	1.9	8	30.0	16.2	—	77
<i>S. chrysopteron</i>	3.0	9.9	46.0	24.3	—	8
<i>S. radians</i>	2.9	9	20.0	11.0	—	7
<i>S. rubripinne</i>	3.4	13.5	47.8	25.2	—	20
<i>S. viride</i>	7.6	8.4	64.0	16.3	—	2
<i>E. smaragdus</i>	-	3.8	20.0	11.0	—	1
<i>G. oceanicus*</i>	-	16.2	15.4	8.6	100	1
<i>C. faber</i>	2.2	6.5	91.0	46.5	—	28
<i>S. barracuda</i>	-	6.5	200.0	66.0	—	1
<i>T. lepturus</i>	-	33	234.0	50.6	—	1
<i>S. brasiliensis</i>	-	16.6	125.0	37.0	—	1
<i>S. cavalla</i>	-	9	184.0	63.3	—	1
<i>C. arenaceus</i>	8.2	15.1	20.0	11.0	40	7
<i>E. crossotus</i>	5.9	10.7	20.0	8.5	66.6	6
<i>P. brasiliensis</i>	-	15.2	100.0	50.8	—	2
<i>A. achirus</i>	-	12.8	37.0	19.8	—	2
<i>A. lineatus</i>	3.4	8.9	33.1	17.8	—	9
<i>T. microphthalmus</i>	4.2	5.7	9.4	5.4	—	5
<i>T. paulistanus</i>	5.7	14.5	18.0	10.0	59.5	95
<i>S. jenynsi*</i>	-	19.1	31.9	17.2	100	2
<i>S. plagusia</i>	4.7	10	25.0	13.6	—	4
<i>S. tessellatus</i>	4.4	6	22.0	12.0	—	4

<i>C. spinosus</i>	2.0	5.5	28.0	15.2	—	6
<i>L. laevigatus</i>	5.2	6	100.0	50.8	—	3
<i>S. greeleyi</i>*	2.6	10.4	18.0	7.0	100	10
<i>S. spengleri</i>	1.5	10	30.0	16.2	—	9
<i>S. testudineus</i>	-	2.9	38.8	10.8	—	1

In order to analyze the composition of the functional guilds in relation to the period (day and night), moon (crescent and new), season (dry and rainy) and year (2005-2006, 2006-2007 and 20007-2008) in which fish were collected, a CCA multivariate analysis of direct gradient was performed (Figure 1). The CCA analysis for the use functional guilds explained 57.9% of the total variability of the data, and the first and the second axis together explained 73.1% of the total variance. The lunar phase was not a strong predictor of the presence of use functional guilds for the first or second axis. The night period and the year 2005-2006 were the strongest predictors for these guilds on the second axis (Figure 1A). The total variability of CCA data for trophic guilds had 83.7% altogether explained by axes 1 and 2, and the best predictors were the years 2005-2006 and 2007-2008 in axis 1, and the dry and rainy seasons in axis 2 (Figure 1B). Although they had different weights in the occurrence of functional guilds within the analyzed axes, no temporal variable showed significant difference ($p < 0.05$) in the CCA.

Figure 1: Result of CCA showing the variables (period - day and night; moon phase - new and crescent; years – 2005-2006, 2006-2007 and 2007-2008 to 2008, season – dry and rainy) with **A.** high correlation with trophic guilds (herbivore - H, detritivore - D, omnivore - O, planktivore - PL and piscivore – PV), and **B.** use functional guilds (GU: marine migrants – MM, marine migrants opportunistic – MMO, marine migrants dependent -MMD, estuarine resident – ER, and estuarine migrants - EM).



DISCUSSION

Surf zones are known as environments that contain a large number of rare species and few dominant ones, being largely constituted by juveniles who use shallow water as nurseries, and are more abundant during specific periods of the year (LASIAK, 1986; REINA-HERVAS and SERRANO, 1987; GIBSON *et al.*, 1996; CLARK, 1997). The high taxonomic diversity of species found in the Jaguaribe Beach surf zone, is probably related to the prevailing sliding type waves and low tide amplitude, which is typical in the coastal zone of Pernambuco State (DOMINGUEZ *et al.*, 1996). Besides that, the beach is located 500 m south of the mouth of the Jaguaribe River, which contributes to increasing the primary productivity of the coastal environment by nutrient discharge from the continent (LOPES, 1999).

Sciaenidae, Polynemidae and Engraulidae were the most abundant families in Jaguaribe. Species from these families have been previously reported as dominant in other studies in Brazil, as in the bay-estuary complex of Santos and São Vicente, São Paulo State, estuarine shallow areas in Rio Grande do Sul State and surf zone in Paraíba State (GIANNINI and PAIVA-FILHO, 1995; RAMOS and VIEIRA, 2001; PESSOA *et al.*, 2019). The highest number of Carangidae, Engraulidae, Haemulidae and Sciaenidae species found in Jaguaribe Beach has also been reported in other Brazilian coastal environments, such as a beach surf zone in Miramar Beach, Paraíba State (PESSOA *et al.*, 2019), in five estuaries of Rio Grande do Sul State (RAMOS and VIEIRA, 2001), in the euryhaline sector of Paranaguá Bay, Paraná State (SANTOS *et al.*, 2002), in the shallow infracoastal of a beach in southern Brazil, Paraná State (GODEFROID *et al.*, 2004), in estuarine beaches of Babitonga Bay, Santa Catarina State (SOUZA-CONCEIÇÃO, 2008), and in two beaches of Baía de Todos os Santos, Bahia State (OLIVEIRA-SILVA *et al.*, 2008).

In a study conducted in a tidal plain in Paranaguá, Paraná State, Godefroid *et al.* (1997) reported the dominance of these families during low tide of full moon. According to Felix - Hackradt *et al.* (2010), Engraulidae are considered r-strategists producing large number of individuals in favorable periods, and their occurrence is often related to shallow waters with low salinity (FIGUEIREDO and MENEZES, 1978; ANACLETO and GOMES, 2006).

The occurrence of a larger number of species belonging to the marine migrants and opportunistic marine migrant guilds is related to the use of surf zones by many marine species

for some period of their life cycle, often as a feeding and natural nursery ground for the young (LAYMAN, 2000; BEYST *et al.*, 2001). The cyclical variation of availability and abundance of primary food sources in surf zones and the exploitation of its abundant food resources by fish may determine the structure of assemblages, by attracting migrant species with opportunistic habit (LASIAK, 1986; MODDE AND ROSS, 1983; LASIAK AND MCLACHLAN, 1987).

The predominance of piscivores and the high number of species belonging to the other feeding guilds (omnivore, detritivore and herbivore) indicate the availability of different food sources in the Jaguaribe surf zone, thus demonstrating its importance as a feeding ground for local coastal fish species. In spite of the prevailing turbid waters in surf zones, the resuspension of the sediment and its epifauna together with the biota associated to macroalgae (LASIAK, 1986; GIBSON *et al.*, 1996; CLARK, 1997; LAYMAN, 2000) attract young fishes to this habitat (LASIAK, 1986; ESPOSITO, 2015). The presence of detritivorous, omnivorous and herbivorous species may be associated with the sandy substrate of Jaguaribe Beach, with high calcium carbonate content derived from the decomposition of calcareous rocky formation exposed by erosion, and sediments composed of quartz sand, mollusk shells, foraminiferous and calcareous fragments of *Halimeda* and *Lithothamnium* algae (LOPES, 1999; GUERRA *et al.*, 2005). Extensive meadows of the marine phanerogam *Halodule wrightii*, associated with macroalgae *Caulerpa*, *Sargasum* and *Halimeda* (KEMPF, 1970), are also abundant in the coastal platform of Itamaracá Island, region, attracting invertebrate species that feed on these food items.

The intense hydrodynamics of surf zones allows a greater interaction of the ocean-atmosphere interface, favoring the oxygenation of the water column, making such areas highly productive environment (ROSS *et al.*, 1987). The abiotic variables that most influence fish assemblages in coastal areas are dissolved oxygen, salinity and temperature (ESPOSITO, 2015), but in Jaguaribe Beach seasonal variation in assemblage composition has been related mostly to differences in salinity (Santana & Severi, 2009).

Understanding the parameters which make the fish fauna use beach habitats is a significant tool when thinking about coastal conservation (MOBERG and RONNBACK, 2003). It is important to highlight the relevance of these environments as feeding and grow-out sites of young individuals of several fish species (MAZZEI *et al.*, 2011), including those of economic

importance such as mullet, snook, mackerel and halfbeak. The results of the present study suggest that there is no seasonal factor determining the dominance of any functional guild in structuring fish assemblage in surf zones, indicating that it is influenced by biological factors such as food and recruitment rather than by abiotic variables.

REFERENCES

- Amaral, A.C.Z.; Corte, G.N.; Denadai, M.R.; Colling, L.A.; Borzone, C.; Veloso, V.; Omena, E.P.; Zalmon, I.R.; Rocha-Barreira, C.D.A.; Souza, J.R.B.D.; Rosa, L.C.D. 2016. Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. *Brazilian Journal of Oceanography*, v.64(spe2), p.5-16. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-875920160933064sp2>
- Anacleto, E.I.; Gomes E.A.T. 2006. Relações tróficas no plâncton em um ambiente estuarino tropical: Lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Saúde e Ambiente em Revista*, v.1(2), p. 26-39. [online] URL: <https://pt.scribd.com/document/281314840/Relacoes-Troficas-No-Plancton-Em-Um-Ambiente-Estuarino-Tropical>
- Araújo, M.E.; Teixeira, J.M.C.; Oliveira, A.M.E. 2004. Peixes estuarinos marinhos do nordeste do Brasil: Guia ilustrado. Fortaleza: Editoras UFC e UFPE. 260p.
- Beyst, B.; Hostens, K.; Mees, J. 2001. Factors influencing fish and macrocrustacean communities in the surf zone of sandy beaches in Belgium: temporal variation. *Journal of Sea Research*, v.46(3-4), p.281-294. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(01\)00087-9](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(01)00087-9)
- Bouchon-Navarro, Y.; Bouchon, C.; Louis, M. 1992. L'ichtyofaune des herbiers de phanérogames marines de la baie de Fort-de-France (Martinique, Antilles Françaises). *Cybiuim*, 16(4): 307-330. [online] URL: <<http://sfi-cybiuim.fr/fr/lichtyofaune-des-herbiers-de-phanerogames-marines-de-la-baie-de-fort-de-france-martinique-antilles>>
- Carpenter, K. E. 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. 2. Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes an American Society of Ichthyologists and Herpetologists *Special Publication* No. 5. Rome, FAO. p. 1286-1293. [online] URL: <<http://www.fao.org/docrep/009/y4160e/y4160e00.htm>>
- Clark, B.M., 1997. Variation in surf-zone fish community structure across a wave-exposure gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.44(6), p.659-674. <https://doi.org/10.1006/ecss.1996.0151>
- Defeo, O.; MCLACHLAN, A.; SCHOEMAN, D.S.; SCHLACHER, T.A.; DUGAN, J.; JONES, A.; LASTRA, M.; SCAPINI, F. Threats to sandy beach ecosystems: a review. *Estuarine, coastal and shelf science*, v.81(1), p.1-12, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.022>
- De Paiva, A.C.; Lima, M.F.; De Souza, J.R.; Araújo, M.E.D. 2009. Spatial distribution of the estuarine ichthyofauna of the Formoso river (Pernambuco, Brazil), with emphasis on reef fish. *Zoologia (Curitiba)*, 26(2): 266-278. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702009000200009>

Dominguez, J.M.L.; Bittencourt, A.C. 1996. Regional assessment of long-term trends of coastal erosion in northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.68(3), p.355-372. [online] URL:

<https://www.researchgate.net/publication/287742781_Regional_Assessment_of_Long-term_Trends_of_Coastal_Erosion_in_Northeastern_Brazil>

Dugan, P.J.; Barlow, C.; Agostinho, A.A.; Baran, E.; Cada, G.F.; Chen, D.; Cowx, I.G.; Ferguson, J.W.; Jutagate, T.; Mallen-Cooper, M.; Marmulla, G. Fish migration, dams, and loss of ecosystem services in the Mekong basin. *Ambio*, v.39(4), p.344-348, 2010. DOI: [10.1007/s13280-010-0036-1](https://doi.org/10.1007/s13280-010-0036-1)

Elliott, M.; Dewailly, F. 1995. The structure and components of European estuarine fish assemblages. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, v. 29 (3-4): p.397-417. DOI: [10.1016/S0990-7440\(03\)00031-7](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(03)00031-7)

Elliott, M.; Whitfield, A.K.; Potter, I.C.; Blaber, S.J.M.; Cyrus, D.P.; Nordlie, F.G.; Harrison, T.D. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish and Fisheries*, v. 8, p. 241-268. DOI: [10.1111/j.1467-2679.2007.00253.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-2679.2007.00253.x)

Esposito, V.; Castriota, L.; Battaglia, P.; Consoli, P.; Romeo, T.; Scotti, G.; Andaloro, F. 2015. Fish community in a surf zone of the northern Sicilian coast (Mediterranean Sea): diversity and functional guild composition. *Mediterranean Marine Science*, v. 16 (3), p. 502-512. DOI: [10.12681/mms.1139](https://doi.org/10.12681/mms.1139)

Felix-Hackradt, F. C.; Spach, H. L; Moro, P. S.; Pichler, H.A.; Maggi, A.S.; Hostim-Silva, M.; Hackdraft, C.W. 2010. Diel and tidal variation in surf zone fish assemblages of a sheltered beach in southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v.38, p. 447-460. [online] URL: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-560X2010000300009>

Figueiredo, I.L.; Menezes, N.A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 90p.

Figueiredo, J.L.; Menezes, N.A. 1980. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). Museu de Zoologia da Univ. de São Paulo, São Paulo. 90p.

Figueiredo, J.L.; Menezes, N.A. 2000. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI Teleostei (5). São Paulo. MZUSP. 110p.

Froese, R.; PAUL, D. Editors. 2019. FishBase. *World Wide Web electronic publication*. [online] URL: www.fishbase.org, version (04/2019) < último acesso em: 21 de maio de 2019>

Gibson, R.N.; Robb, L.; Burrows, M.T.; Ansell, A.D. 1996. Tidal, diel and longer-term changes in the distribution of fishes on a Scottish sandy beach. *Marine Ecology Progress Series*, v. 130, pp.1-17. DOI: [10.3354/meps130001](https://doi.org/10.3354/meps130001)

Godefroid, R.S.; Hofstaetter, M.; Spach, H. L. 1997. Structure of the fish assemblage in the surf zone of the beach at Pontal do Sul, Paraná. *Nerítica* v. 11, p. 7793. DOI: [10.1590/S0101-81751999000400010](https://doi.org/10.1590/S0101-81751999000400010)

Gislason, H., Daan, N., Rice, J. and Pope, J., 2008. Does natural mortality depend on individual size. *ICES CM*. <http://www.ices.dk/sites/pub/CM%20Documents/CM-2008/F/F1608.pdf>

Godefroid, R.S.; Spach, H.L.; Santos, C.; Maclaren, G.; Schwarz JR., R. 2004. Mudanças temporais na abundância e diversidade da fauna de peixes do infralitoral raso de uma praia, sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoológica*, Porto Alegre, v. 94 (1), p. 95-104. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212004000100017>

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. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 77(2): p.343-52. <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652005000200011>

Hackradt, P. S. M.; Felix, F. C.; Henry, L. S.; Carlos, W.; DANIEL, C.R. 2006. Abundância sazonal e a composição da assembleia de peixes em duas praias estuarinas da Baía de Paranaguá, Paraná. *Revista Brasileira de Zoociências*, v.8, (1). [online] URL: https://www.academia.edu/7081360/Abundância_sazonal_e_a_composição_da_assembléia_de_peixes_em_duas_praias_estuarinas_da_Baía_de_Paranaguá_Paraná

Haedrich, R.L. 1983. Estuaries and enclosed seas. *Ecosystems of the World*, 26. Elsevier Scientific: Amsterdam. ISBN 0-444-41921-7. 500 pp.

Kempf, M. 1970. Nota Preliminar Sobre os Fundos Costeiros da Região de Itamaracá (Norte do Estado de Pernambuco, Brasil). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, (9): p.95-110. <https://doi.org/10.5914/tropocean.v9i1.2521>

Layman, C.A. 2000. Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia Barrier Islands. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.51(2), p.201-213. <https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0636>

Lasiak, T.A. 1986. Juveniles, food and the surf zone habitat: implications for teleost nursery areas. *South African Journal of Zoology*, 2 (1): p.51-56. [online] URL: <https://www.ajol.info/index.php/az/article/view/152952/142544>

- Lasiak T.A.; MCLachlan A. 1987. Opportunistic utilization of mysid shoals by surf-zone teleosts. *Marine Ecology Progress Series*, 37(1): p.7. [online] URL: <https://www.int-res.com/articles/meps/37/m037p001.pdf>
- Le Quesne, W.J.; Jennings, S. 2012. Predicting species vulnerability with minimal data to support rapid risk assessment of fishing impacts on biodiversity. *Journal of Applied Ecology*, 49(1), pp.20-28. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02087.x>
- 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*, v. 20: p.15-22. [online] URL: http://www2.uefs.br:8081/sientibus/pdf/20/nota_sobre_alimentacao.pdf
- Macêdo, S. J.; Flores-Montes, M. J.; Lins, I. C. Características abióticas da área. In: H.M. Barros; E. Eskinazi-Leça; S.J. Macêdo; T. Lima. Gerenciamento Participativo de Estuários e manguezais. Recife: Editora Universitária da UFPE, p.7-25, 2000.
- Marceniuk, A.P. 2005. Chave para identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da costa brasileira. *Boletim do Instituto de Pesca*, 31(2): 89-101.
- Mazzei, E.; Joyeux, J. C.; Simon, T. 2011. Length-weight relationships for juvenile and small-sized adult fishes of the surf zone. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 27, n. 4, p. 1137-1138. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01772.x>
- Menezes, N.A.; Figueiredo, J.L. 1980. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil*. IV. *Teleostei* (3). Museu de Zoologia, Univ. de São Paulo. São Paulo, 96p.
- Menezes, N.A.; Figueiredo, J.L. 1985. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil*. V. *Teleostei* (4). Museu de Zoologia, Univ. de São Paulo. São Paulo, 105p.
- Moberg, F.; Ronnback, P. 2003. Ecosystem services of the tropical seascape: interaction, substitutions and restoration. *Ocean E Coastal Mangement*, v.46, p.27-46. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(02\)00119-9](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(02)00119-9)
- Modde, T.; Ross, S.T. 1983. Trophic relationships of fishes occurring within a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. *Gulf of Mexico Science*, v.6 (2), p.4. <https://aquila.usm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1111&context=goms>
- Nelson, J.S., Grande, T.C.; Wilson, M.V.H. 2016. *Fishes of the World*. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: [i]-xli, 1-707.
- Oliveira, Ronnie E.M.C.C.; Pessanha, André L. M. 2014. Fish assemblages along a morphodynamic continuum on three tropical beaches. *Neotropical Ichthyology*, 12(1), 165-175. <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252014000100018>

- Oliveira-Silva, J. T.; Peso-Aguiar, M. C.; Lopes, D.R.P. 2008. Ictiofauna das praias de Cabuçú e Berlinque: Uma contribuição ao conhecimento das comunidades de peixes na Baía de Todos os Santos – Bahia – Brasil. *Biotemas* v. 21 (4): p.105-115. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n4p105>
- 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(1-2): p.1-12. [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(02\)00411-0](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(02)00411-0)
- Pessoa, W.; Ramos, J.; Oliveira, P. 2019. Composition, density and biomass of fish community from the surf zone as a function of the lunar cycle at Miramar Beach in Cabedelo, Paraíba. *Neotropical Ichthyology*, 17(2). DOI: [10.1590/1982-0224-20170042](https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170042)
- Potter, I.C.; Beckley, L.E.; Whitfield, A.K.; Lenanton, R.C.J. 1990. Comparisons between the roles played by estuaries in the life cycles of fishes in temperate western Australian and southern Africa. *Environmental Biology of Fishes*, v.28: p.143–178. DOI: [10.1007/BF00751033](https://doi.org/10.1007/BF00751033)
- Potter, I.C.; Tweedley, J.R.; Elliott, M.; Whitfield, A.K. 2015. The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. *Fish and Fisheries*, v.16(2), p.230-239. DOI: [10.1111/faf.12050](https://doi.org/10.1111/faf.12050)
- R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>
- Ramos, L.A.; Vieira, J.P. 2001. Composição específica e abundância de peixes de zonas rasas dos cinco estuários do Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 27:p.109–121. [online] URL: <http://repositorio.furg.br/handle/1/5745>
- Reina-Hervás, J.A.; Serrano, P. 1987. Structural and seasonal variations of inshore fish populations in Málaga Bay, Southeastern Spain. *Marine Biology*, 95(4), p.501-508. <https://doi.org/10.1007/bf00393093>
- Reis-Filho, J.A. 2013. Efeito da perda de habitat natural sobre a ictiofauna de áreas rasas em um estuário tropical. 73p. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia). Available at: <<http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/12664>> Accessed on: 13 Apr 2017.
- Root, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological monographs*, v.37, 4: 317-350. <https://doi.org/10.2307/1942327>
- Ross, S.T.; MCMichael JR, R.H.; Ruple, D. L. 1987. Seasonal and diel variation in the standing crop of fishes and macroinvertebrates from a Gulf of Mexico surf zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 25, n. 4, p. 391-412. [https://doi.org/10.1016/0272-7714\(87\)90033-3](https://doi.org/10.1016/0272-7714(87)90033-3)

- Santana, F.D.S.; Severi, W. 2009. Composição e estrutura da assembleia de peixes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe, Itamaracá (PE). [Composition and structure of fish assemblage of the surf zone at Jaguaribe beach, Itamaracá (PE), Brazil]. *Bioikos* (Campinas-Brasil), (Ene-Jun, 23(1), p.3-17. [online] URL: <http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/bioikos/article/view/809/789>
- Santana, F.M.D.S.; Severi, W., Feitosa, C.V.; Araújo, M.E.D. 2013. The influence of seasonality on fish life stages and residence in surf zones: a case of study in a tropical region. *Biota Neotropica*, v.13(3), p.181-192. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032013000300021>
- Santos, M.N.; Gaspar, M.B.; Vasconcelos, P.V.; Monteiro, C.C. 2002. Weight-length relationship for 50 selected fish species of the Algarve coast (Southern Portugal). *Fisheries Research*, 9: 289-295. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00401-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00401-5)
- Scherer, M.E.; Asmus, M.L. 2016. Ecosystem-based knowledge and management as a tool for integrated coastal and ocean management: A Brazilian initiative. *Journal of Coastal Research*, v.75(sp1), pp.690-695. <https://doi.org/10.2112/SI75-138.1>
- Schlacher, T.A.; Schoeman, D.S.; Jones, A.R.; Dugan, J.E.; Hubbard, D.M.; Defeo, O.; Peterson, C.H.; Weston, M.A.; Maslo, B.; Olds, A.D.; Scapini, F. 2014. Metrics to assess ecological condition, change, and impacts in sandy beach ecosystems. *Journal of environmental management*, v.144, pp.322-335. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.036>
- Schlacher, T.A.; Lucrezi, S.; Connolly, R.M.; Peterson, C.H.; Gilby, B.L.; Maslo, B.; Olds, A.D.; Walker, S.J.; Leon, J.X.; Huijbers, C.M.; Weston, M.A. 2016. Human threats to sandy beaches: A meta-analysis of ghost crabs illustrates global anthropogenic impacts. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.169, p.56-73. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.11.025>
- Souza-Conceição, J. M. Praias estuarinas como habitat de criação para estágios iniciais de peixes na Ilha de São Francisco do Sul (Baía da Babitonga, Santa Catarina). PhD diss., Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. 198p. [online] URL: https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/18236/Tese_Jose_Maria_Souza_Conceicao_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y

3- **CAPÍTULO 2** (Artigo a ser submetido ao periódico Boletim do Instituto de Pesca, Qualis - B1 na área de Recursos Pesqueiros)

PADRÕES ECOMORFOLÓGICOS DA ICTIOFAUNA DE UMA ZONA DE
ARREBENTAÇÃO NO NORDESTE DO BRASIL

RESUMO:

As zonas de arrebentação são importantes áreas de alimentação e recrutamento de diferentes espécies de peixes. Sendo ambientes altamente dinâmicos, por conta da ação das ondas, costumam apresentar uma assembleia de peixes formada principalmente por espécies migrantes. Essas espécies possuem características morfológicas adaptadas para suportarem a sobrevivência nesse meio. Essas características ou traços funcionais, podem ser utilizados na aplicação de índices ecomorfológicos capazes de avaliar a estrutura e função específica. O objetivo desse estudo foi avaliar a organização da assembleia de peixes inventariada em uma zona de arrebentação de praia arenosa de acordo com a morfologia das espécies da Coleção de Referência de Ictiologia do Laboratório de Ictiologia/DEPAq/UFRPE. Para isso as espécies foram classificadas em dominantes, frequentes e raras. Posteriormente, medidas de 18 traços funcionais inerentes a locomoção e hábito alimentar, foram obtidas para consecutiva aplicação de 15 índices ecomorfológicos, sendo utilizadas nessa análise as 15 espécies classificadas como dominantes. Os resultados mostraram variedade de morfologia dentre as espécies analisadas, como maior número dessas apresentando corpo lateralmente achatado, olhos relativamente desenvolvidos e elevada adaptação corporal para natação rápida e manobrabilidade, características fundamentais para peixes que utilizam ambientes com elevada hidrodinâmica, como as zonas de arrebentação. Se diferenciando das outras, *Catharops spixii*, peixe achatado ventralmente e com hábito alimentar omnívoro, teve alta correlação apenas com os índices de comprimento do intestino (GI) e aceleração do pedúnculo caudal (CP). A utilização dos índices ecomorfológicos aplicados em estudos de organização e funcionamento de assembleias de peixes das zonas de arrebentação, mostrou ser um forte aliado para a compreensão do comportamento das espécies habituais desse meio, podendo agregar informações importantes para gerenciamento desses ambientes.

Palavras-chave: Traços funcionais, índices ecomorfológicos, espécies dominantes, peixes

ABSTRACT:

Surf zones are important areas for feeding and recruiting of different fish species. Being highly dynamic environments, due to the action of the waves, they usually present a fish assemblage formed mainly by migrant species. These species have morphological characteristics adapted to support survival in this environment. These characteristics or functional traits can be used in the application of ecomorphological indices capable of evaluating the specific structure and function. The objective of this study was to evaluate the organization of the inventoried fish assemblage in a sandy beach surf zone according to the species morphology of the Ichthyology Reference Collection /DEPAq /UFRPE. For this the species were classified into dominant, frequent and rare. Subsequently, measurements of 18 functional traits inferring locomotion and feeding habits were obtained for the consecutive application of 15 ecomorphological indices. The 15 species classified as dominant were used in this analysis. The results showed a variety of morphology among the analyzed species, such as the greater number of them presenting laterally flattened body, relatively developed eyes and high body adaptation for fast swimming and maneuverability, fundamental characteristics for fish that use environments with high hydrodynamics, such as surfzones. Different from the others, *Catharops spixii*, a ventrally flattened fish with an omnivore feeding habit, had a high correlation only with the bowel length (GI) and caudal peduncle (CP) acceleration indexes. The use of ecomorphological indices applied in studies of organization and functioning of fish assemblages in surfzones, proved to be a strong ally for understanding the behavior of the usual species of this environment, and may add important information for management of these environments.

Key words: Functional traits, ecomorphological indexes, dominant species, fish

INTRODUÇÃO

As características locais do habitat, fatores ambientais e a disponibilidade de recursos são fatores que podem influenciar as interações bióticas, determinar a organização funcional de uma comunidade (HOOPER *et al.*, 2002) e limitar a habilidade das espécies em persistir nesta comunidade (HOEINGHAUS *et al.*, 2007). Além disso, as perturbações locais dos ecossistemas podem alterar os fatores externos e a funcionalidade das espécies (BISWAS E MALLIK, 2010). Quando comparada a riqueza específica, a organização funcional das assembleias é influenciada de forma diferente por esses fatores abióticos (MARSH-MATTHEWS AND MATTHEWS, 2000).

A estrutura e composição das assembleias de peixes geralmente são descritas através da taxonomia, utilizando principalmente índices de riqueza e diversidade, sendo estes os mais comuns em estudos ecológicos (GASTON, 1996; MAGURRAN, 2013). Porém, esses tipos de análises levam em consideração que todas espécies e indivíduos desempenham papel semelhante dentro da comunidade, explicando pouco sobre a função de cada espécie no meio, além de não considerarem diferenças morfológicas, ecológicas e comportamentais entre as espécies (VILLÉGER *et al.*, 2010), tornando necessário abordagens mais significativas para compreender como as espécies atuam no funcionamento do ecossistema e como reagem às alterações ambientais, como se alcança no argumento crescente do estudo moderno de diversidade funcional (GRIME, 1998; ERNST *et al.*, 2006; LAURETO *et al.*, 2015).

No sentido de entender o papel das espécies e sua contribuição na estrutura das comunidades, Tilman (2001) propôs um conceito bastante aceito e utilizado de diversidade funcional, que abrange o valor e a amplitude dos atributos que atuam no funcionamento ecossistêmico, possibilitando a associação das diferenças do desempenho de cada espécie e suas contribuições para as relações de diversidade e funcionamento do meio (DIAZ E CABIDO, 2001).

Medidas de diversidade funcional são embasadas em características funcionais, ou seja, as características ou traços das espécies que podem ser medidas a nível individual e estão relacionadas ao crescimento, reprodução e sobrevivência de espécies (TECCO *et al.*, 2013; CORNELISSEN *et al.*, 2003). Assim, a abordagem baseada em traços funcionais está intimamente relacionada com os modelos de nicho: diferentes espécies se complementam, aumentando a eficiência dos processos, enquanto espécies semelhantes substituem umas às

outras, aumentando a resiliência do ecossistema (MACARTHUR, 1972; BLÜTHGEN E KLEIN, 2011).

A utilização de atributos ou tratos funcionais específicos para cada função das espécies que se deseja estudar é de extrema importância no estudo da ecomorfologia (WINEMILLER, 1991; VIOLLE *et al.*, 2007). Definidos como qualquer característica morfológica, fisiológica ou fenológica que se pode medir a nível individual, os atributos funcionais (do inglês, “*traits*”) devem ser abordados de forma distinta e com terminologias diferentes daqueles que envolvam populações (VIOLLE *et al.*, 2007).

Em estudos com peixes, duas abordagens complementares são normalmente utilizadas em pesquisas que envolvem ecomorfologia. A primeira evidencia o hábito alimentar das espécies baseadas nas características morfológicas relacionadas diretamente com o comportamento alimentar, dados que serão relacionados com a composição da dieta das espécies (WAINWRIGHT *et al.*, 2011). A segunda abordagem baseia-se na análise do uso do ambiente e locomoção através da identificação de parâmetros tais como, altura do corpo e a forma das nadadeiras, que refletem aspectos específicos da estrutura do habitat, como tipos de substrato e a dinâmica das marés e, como ocorre a partilha do uso do meio (WILLIS E BHAGWAT, 2010). A combinação dessas abordagens permite a identificação das estratégias adotadas pelas diferentes espécies para a exploração dos recursos espaciais e tróficos dentro do mesmo ambiente (DEUS E PETRERE, 2003).

Fundamentado no princípio da ecomorfologia, preferências de comportamento e hábito de alimentação podem ser interpretados através das medições biométricas utilizadas para calcular atributos ecomorfológicos (VILLÉGER *et al.*, 2008). Esses atributos podem ser interpretados em termos de modo de vida e os tipos de habitat frequentado, gerando informações sobre as estratégias de forrageamento e preferências de habitat de várias espécies em diferentes ambientes (BARRELLA, 1989).

Como as zonas de arrebentação são importantes áreas para espécies migratórias de peixes, principalmente em seus estágios iniciais de vida, por apresentarem riqueza alimentar, também servindo como área de proteção contra predadores e viveiros naturais de várias espécies, um bom conhecimento da assembleia ictiofaunística que ocupa esses sistemas é fundamental para a conservação ambiental. Além disso, a análise sistemática das estruturas diferenciadas pode fornecer importantes *insights* sobre a confiabilidade do princípio ecomorfológico (CLARK, 1997; PESSANHA e ARAÚJO, 2003).

Com isso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a funcionalidade específica dentro da comunidade, através dos traços funcionais de peixes dominantes da zona de arrebentação, para possível comparação com outras áreas biogeográficas, fornecendo informações necessárias para o gerenciamento ambiental local.

MATERIAL E MÉTODOS

O material biológico utilizado neste estudo faz parte da Coleção de Referência de Ictiologia do Laboratório de Ictiologia / DEPAq/ UFRPE (LIUFRPE).

Análise dos dados

As espécies da LIUFRPE utilizadas no estudo foram classificadas como dominantes, frequentes, ocasionais ou raras, de acordo com o sistema de Myers e Harms (2009), que se baseia na abundância relativa (AR) e frequência de ocorrência (FO) de cada espécie. Espécies foram classificadas como **dominante** quando sua FO foi superior a 0,6, e AR igual ou acima de 0,3; **frequente** quando o valor FO era entre 0,2 e 0,6, sendo AR acima de 0,06; **ocasional** quando FO era entre 0,05 e 0,19 e AR entre 0,001 e 0,06 e **rara** quando foram encontradas apenas uma vez durante o estudo. Após a classificação das espécies, foram selecionadas as espécies dominantes, e no mínimo dez exemplares de cada espécie foram selecionados para compor o estudo ecomorfológico.

Um total de 19 medidas morfométricas diferentes foram tomadas. Todas essas características, exceto a massa transformada em log (característica comum às duas funções - alimentação e locomoção), são proporções de medidas morfo-anatômicas: 17 morfológicas, (Figura 1) e duas características anatômicas – média do comprimento de 10 rastros do segundo arco branquial e comprimento do intestino). Estas medições foram utilizadas para calcular 15 índices ecomorfológicos (Tabela 1).

Nesta análise, foram utilizadas as medidas morfológicas das 15 espécies classificadas como dominantes. Duas funções-chave foram empregadas: aquisição de alimentos e locomoção (Figura 1), adaptadas do trabalho de Villéger *et al.* (2010).

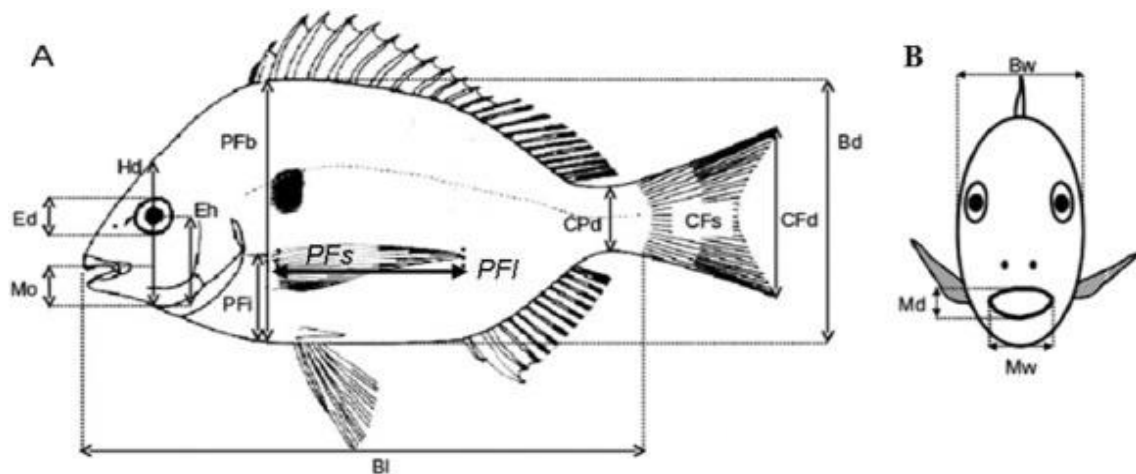


Figura 1: Características funcionais de locomoção (A): Bl- comprimento padrão; Bd- altura do corpo; CPd- altura do pedúnculo caudal; CFd- altura da nadadeira caudal; CFs - superfície da nadadeira caudal; PFI- distância entre a inserção da nadadeira peitoral e a parte inferior do corpo; PFI- altura do corpo no nível da inserção da nadadeira peitoral; PFI- comprimento da nadadeira peitoral; PFI- superfície da nadadeira peitoral; Hd -altura da cabeça ao longo do eixo vertical do olho; Ed- diâmetro do olho; Eh- distância do centro do olho até a parte inferior da cabeça; Mo- distância entre a parte superior da boca até a parte inferior da cabeça; e características funcionais de alimentação (B): Bw- largura do corpo; Md- abertura da boca e Mw- largura da boca. Figura adaptada de Villéger *et al.* (2010).

As medidas largura do corpo (Bw), largura da boca (Mw) e abertura da boca (Md) foram feitas com um paquímetro eletrônico (precisão de 0,1 mm). As outras medidas foram realizadas com fotografia digital (Canon PowerShot A620- 7.1 Mega Pixels) e o tratamento das imagens com o software livre ImageJ (SCHNEIDER *et al.*, 2012), com 0,1 mm de precisão.

Também foram medidos os rastros do segundo arco branquial (infere sobre o hábito de filtragem ou não) e o intestino (informa a respeito do hábito alimentar dos peixes quando comparado com comprimento total dos indivíduos), em lupa eletrônica e paquímetro eletrônico (precisão de 0,1 mm), respectivamente.

As equações para os cálculos dos traços funcionais estão descritas na Tabela 1, adaptada de Villéger *et al.* (2010).

As características de ecomorfologia foram analisadas usando uma correlação linear para eliminar traços que estão fortemente correlacionados, devido ao fato da multicolinearidade causar problemas em modelos de regressão múltipla. Simultaneamente com a análise da adequação da matriz, cada variável foi inspecionada quanto a sua contribuição para matriz por meio da Medida de Adequação da Amostra (MSA) em uma matriz de correlação anti-imagem, que compara as magnitudes dos coeficientes de correlação com as dos coeficientes de

correlação parcial. Esta medida varia de 0 a 1, e os valores acima de 0,5 são aceitáveis para validar a contribuição da variável (HAIR *et al.*, 2006).

Tabela 1: Lista dos quinze índices ecomorfológicos utilizados para as funções de aquisição de alimentos (6 índices) e locomoção (9 índices). O logaritmo da massa, $\log(\text{massa} + 1)$, também será considerado. As siglas para medidas morfo-ecológicas são as mesmas utilizadas nas características funcionais (Figura 1).

	Índices Ecomorfológicos	Fórmula	Significado Ecológico
AQUISIÇÃO DE ALIMENTOS	Superfície de abertura oral (OGS)	$Mw \times Md / Bw \times Bd$	Natureza/tamanho dos alimentos capturados (adaptado de Karpouzi e Stergiou, 2003)
	Forma da abertura oral (OGF)	Md / Mw	Método para capturar itens alimentares (Karpouzi e Stergiou, 2003)
	Posição de abertura oral (OGP)	Mo / Hd	Método de alimentação na coluna da água (adaptado de Sibbing e Nagelkerke, 2001)
	Comprimento do rastro branquial (GRI)	GRI / Hd	Capacidade de filtragem ou proteção de brânquias (adaptado de Sibbing e Nagelkerke, 2001)
	Comprimento do intestino (GI)	GI / BI	Processamento de recursos energéticos pobres, como vegetação e detritos (Kramer e Bryant, 1995)
	Tamanho do olho (ES)	Ed / Hd	Deteção de presas (adaptado de Boyle e Horn, 2006)
LOCOMOÇÃO	Posição do olho (EP)	Eh / Hd	Posição vertical na coluna de água (Gatz, 1979)
	Forma transversal do corpo (BTF)	Bd / Bw	Posição vertical na coluna de água e hidrodinamismo (Sibbing e Nagelkerke, 2001)
	Superfície transversal do corpo (BTS)	$\ln((\pi/4 \times Bw \times Bd) + 1) / (\ln \text{Mass} + 1)$	Distribuição em massa ao longo do corpo para hidrodinamismo (Villéger <i>et al.</i> , 2010)
	Posição da nadadeira peitoral (PFP)	Pfi / PFb	Uso de barbatana peitoral para manobrabilidade (Dumay <i>et al.</i> , 2004)
	Relação de aspecto da nadadeira peitoral (RPF)	PFi^2 / PFs	Uso da aleta peitoral para a propulsão (adaptado de Fulton <i>et al.</i> , 2001)
	Aceleração do pendúnculo caudal (CP)	CFd / CPd	Eficiência de propulsão caudal através da redução do arrasto (Webb, 1984)
	Relação de aspecto da nadadeira caudal (CF)	CFd^2 / CFs	Uso da nadadeira caudal para propulsão e/ou direção (Webb, 1984)
	Área da nadadeira (FSR)	$2 \times PFs / CFs$	Tipo principal de propulsão entre as nadadeiras caudal e peitoral (Villéger <i>et al.</i> , 2010)

Relação do tamanho entre as nadadeiras e o corpo (FSBR)	$(2 \times \text{PFs}) + \text{CFs} / \pi/4 \times \text{Bw} \times \text{Bd}$	Aceleração e/ou eficiência de manobrabilidade (Villéger <i>et al.</i> , 2010)
---	--	---

Na sequência da retirada dessas características, uma análise de componentes principais (ACP) foi utilizada para identificar os atributos ecomorfológicos que respondem melhor à variação morfológica entre espécies e ordens, considerando somente os valores com uma correlação de mais de 70% com os dois eixos principais explicativos. Essa abordagem permitiu a identificação dos componentes que mais contribuíram para a variação nos dados e permitindo uma redução do número de variáveis (EL-DERENY E RASHWAN, 2011).

Duas análises de Agrupamento pelo método de Ward foram efetuadas, uma em relação aos tratos funcionais e outra para os índices ecomorfológicos, para visualização da formação dos grupos de acordo com os resultados das ACP's.

Grupos de espécies foram determinados visualmente no diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos de análise de componentes principais e seus resultados foram comparados com ANOSIM, visto que os dados satisfizeram os pressupostos necessários para um teste paramétrico.

Para analisar os dados sobre locomoção e comportamento de forrageamento, foi utilizado o valor do Índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Este índice varia de 0 a 1, sendo 0,5, o valor mínimo aceitável para a adequação da matriz de correlação (HAIR *et al.*, 2006).

RESULTADOS

Das 125 espécies da LIUFRPE, 22 foram classificadas como raras, 8 espécies ocasionais, 15 frequentes e 15 espécies dominantes (Tabela 2). As 65 espécies restantes não se enquadraram em nenhuma dessas classes.

Tabela 2: Abundância relativa (AR%) e frequência de ocorrência (FO%) das espécies da LIUFRPE classificadas como dominantes, frequentes, ocasionais e raras.

Espécies dominantes	AR%	FO%
<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	0,67	0,87
<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	1,03	1,04
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	1,54	1,05
<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	11,94	1,08
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	2,38	1,17
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	3,27	1,35
<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	2,93	2,66
<i>Chirocentrodon bleekermanus</i> (Poey, 1867)	1,55	2,94
<i>Haemulopsis corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	2,06	3,12
<i>Anchoa tricolor</i> (Spix & Agassiz, 1829)	3,48	7,22
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix & Agassiz, 1829)	6,80	8,04
<i>Larimus breviceps</i> Cuvier, 1830	11,08	8,34
<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	6,66	9,61
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	15,91	19,65
<i>Pellona harroweri</i> (Fowler, 1917)	5,84	19,99
Total	79,45	89,89
Espécies frequentes	AR%	FO%
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	0,83	0,23
<i>Anchoa clupeoides</i> (Swainson, 1839)	0,64	0,24
<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann & Marsh, 1900)	0,06	0,25
<i>Umbrina coroides</i> Cuvier, 1830	0,39	0,27
<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	0,08	0,30
<i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)	0,16	0,35
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	0,48	0,38
<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	0,25	0,40
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	0,36	0,41
<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	0,25	0,43
<i>Haemulon plumierii</i> (Lacepède, 1801)	0,30	0,44
<i>Nicholsina usta</i> (Valenciennes, 1840)	0,18	0,44
<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1847)	0,97	0,48
<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	0,12	0,51
<i>Trinectes paulistanus</i> (Miranda Ribeiro, 1915)	3,28	0,51
Total	8,36	5,64
Espécies ocasionais	AR%	FO%
<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)	0,04	0,05
<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	0,02	0,05
<i>Sparisoma chrysopterum</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0,05	0,05
<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)	0,05	0,05
<i>Haemulon chrysargyreum</i> Günther, 1859	0,04	0,06

<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	0,03	0,07
<i>Syngnathus pelagicus</i> Linnaeus, 1758	0,01	0,13
<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)	0,06	0,18
Total	0,30	0,64

Espécies Raras	NT
<i>Alphestes afer</i> (Bloch, 1793)	1
<i>Centropomus ensiferus</i> Poey, 1860	1
<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	1
<i>Chlopsis bicolor</i> Rafinesque, 1810	1
<i>Engraulis anchoita</i> Hubbs & Marini, 1935	1
<i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)	1
<i>Eugerres brasiliensis</i> (Cuvier, 1830)	1
<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	1
<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	1
<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839	1
<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	1
<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)	1
<i>Notarius grandicassis</i> (Valenciennes, 1840)	1
<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1
<i>Pontinus rathbuni</i> Goode & Bean, 1896	1
<i>Pseudobatos percellens</i> (Walbaum, 1792)	1
<i>Sciades proops</i> (Valenciennes, 1840)	1
<i>Scomberomorus brasiliensis</i> Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978	1
<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	1
<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	1
<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	1
Total	22

O estudo dos gradientes funcionais pode ser feito por meio de técnicas multivariadas. Para a análise dos tratos ecomorfológicos, os dados foram padronizados através de distância Euclidiana e método *average*. Posteriormente, utilizou-se da ANOSIM para testar o agrupamento de acordo com a morfologia das espécies ($R = -0.08893$), como mostrado na Figura 2.

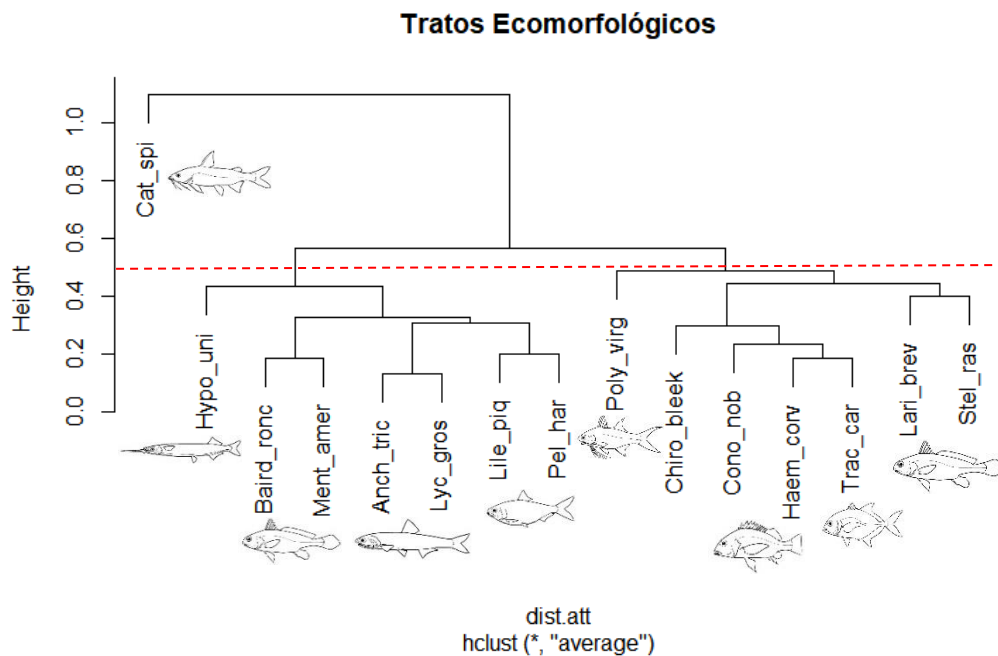


Figura 2: Agrupamento em cluster das 15 espécies dominantes (Cat_spi – *Catarophs spixii*/ Ariidae; Hypo_uni – *Hyporhamphus unifasciatus*/ Hemiramphidae; Baird_ronc – *Bairdiella Ronchus* e Ment_amer – *Menticirrhus americanus*/ Sciaenidae; Anch_tric – *Anchoa tricolor* e Lyc_gros – *Lycengraulis grossidens*/ Engraulidae; Lile_piq – *Lile piquitinga* e Pel_har – *Pellona harroweri*/ Clupeidae; Poly_virg – *Polydactylus virginicus*/ Polynemidae; Chiro_bleek – *Chirocentrodon bleekermanus*/ Clupeidae; Cono_nob – *Conodon nobilis* e Haem_corv – *Haemulopsis corvinaeformis*/ Haemulidae; Trac_car – *Trachinotus carolinus*/ Carangidae; Lar_brev – *Larimus breviceps* e Stel_ras – *Stellifer rastriifer*/ Sciaenidae) da Coleção de Referência de Ictiologia do Laboratório de Ictiologia/ DEPAq/ UFRPE, de acordo com os traços funcionais dessas espécies.

Notoriamente, os grupos das diferenças dos traços funcionais foram divididos pelas famílias, exceto pelo fato de *Chirocentrodon bleekermanus*, que sendo Clupeidae, como *Lile piquitinga*, se distanciou delas por conta do tamanho do olho (Ed), como mostrado no gráfico da ACP (Figura 3), pertencendo ao grupos dos peixes carnívoros e de hábito noturno. O bagre, *Catarophs spixii*, se separou de todos os grupos, e sua morfologia achatada de peixe de fundo foi responsável por esse distanciamento.

Os dados coletados de cada espécie foram organizados em uma primeira matriz de correlação, a fim de verificar se ela possuía correlações suficientes para a aplicação da análise

fatorial. O KMO encontrado foi considerado bom (0,81) e a inspeção da matriz de correlação anti-imagem revelou que dentre os 19 atributos ecomorfológicos, todos apresentaram valores de MSA acima de 0,65, sendo assim todos os atributos continuaram na matriz para análise de ACP.

A análise de componentes principais (ACP) para os índices de ecomorfologia, produziu dois eixos com autovalores maiores que 1,0 (Figura 3, Tabela 3).

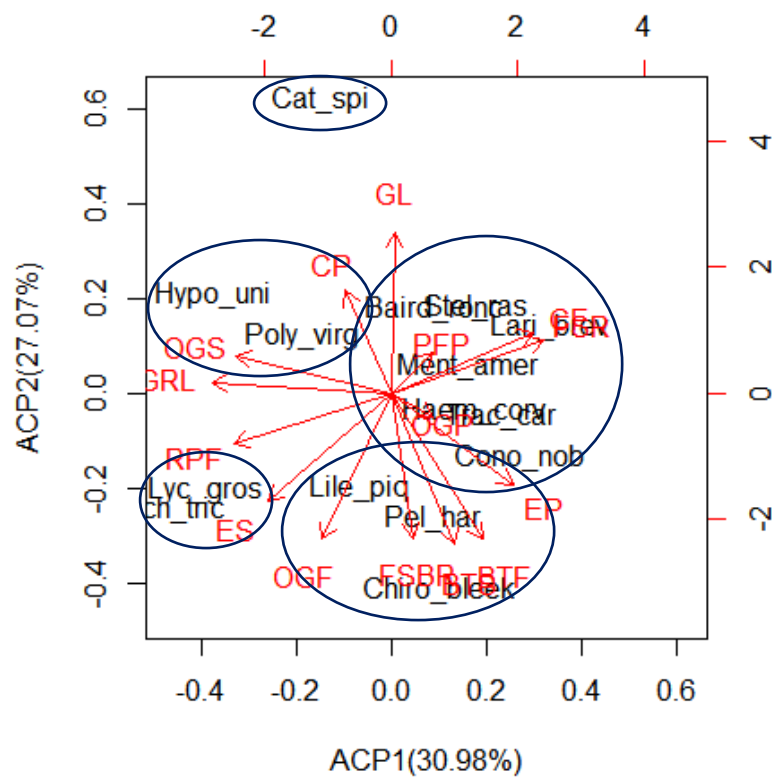


Figura 3: Análise de componentes principais baseado nos índices ecomorfológicos das quinze espécies dominantes da ictiofauna pertencente a Coleção de Ictiologia do Laboratório de Ictiologia/ DEPAq/ UFRPE.

Tabela 3: Resultado da análise de componentes principais nos dois primeiros eixos calculados em relação às espécies de peixes da LIUFRPE. Valores em negrito destacam os escores que mais contribuíram para a variância observada.

	CP1 (2.15)	CP2 (2.01)
OGS	-0.367836964	0.09560025
OGF	-0.165381373	-0.36898385
OGP	0.100723997	-0.05970841
GRL	-0.424586804	0.02870755
GL	0.008646548	0.40829912
ES	-0.292932045	-0.27416241

EP	0.288820225	-0.23132706
BTF	0.215477935	-0.36939247
BTS	0.151097913	-0.38292449
PFP	0.096710973	0.10176290
RPF	-0.374062684	-0.12768479
CP	-0.109639299	0.26095718
CF	0.337409999	0.15556132
FSR	0.361477670	0.13773608
FSBR	0.050547113	-0.36595987
Variância%	0.3098	0.2707
Variância Total		58.05

‡ Siglas dos índices ecomorfológicos relacionados a alimentação - Superfície de abertura oral (OGS), Forma da abertura oral (OGF), Posição de abertura oral (OGP), Comprimento do rastro branquial (GRL), Comprimento do intestino (GI), Tamanho do olho (ES) e, locomoção - Posição do olho (EP), Forma transversal do corpo (BTF), Superfície transversal do corpo (BTS), Posição da nadadeira peitoral (PFP), Relação de aspecto da nadadeira peitoral (RPF), Aceleração do pendúnculo caudal (CP), Relação de aspecto da nadadeira caudal (CF), Área da nadadeira (FSR), Relação do tamanho entre as nadadeiras e o corpo (FSBR).

Os atributos que mais contribuíram para a variância do primeiro eixo (CP1) foram FSR, CF, EP e BTF apresentando valores positivos, e GRL, RPF, OGS e ES com valores negativos. Os Clupeiformes (clupeídeos e engraulídeos) foram caracterizados como peixes de olhos grandes, referindo-se à detecção de presas. Entre esses, *A. tricolor* e *L. grossidens* se destacaram pelo comprimento dos rastros branquiais, o que confirma o hábito filtrador dessas espécies. *Conodon nobilis*, *T. carolinus* e *H. corvinaeformis* se enquadraram dentro do grupo de peixes ágeis, com elevada hidrodinâmica e capacidade de manobrabilidade utilizando as nadadeiras caudal e peitorais, características comuns em peixes que se deslocam verticalmente na coluna d'água e que nadam atrás de suas presas.

O segundo eixo (CP2) teve como principais contribuições à sua variância os atributos GL e CP com valor positivo e BTS, BTF, OGF, EP, ES e FSBR apresentando valores negativos. *Lile piquitinga*, *P. harroweri* e *C. bleekermanus* foram caracterizados como tendo bom desempenho hidrodinâmico e olhos grandes, além de corpos caracterizados como relativamente baixos possuindo compressão lateral. *Hyporhamphus unifasciatus* e *P. virginicus* apresentaram escores positivos projetados em CP2, sendo caracterizadas como espécies com grande abertura de boca e corpos alongados. *Bairdiella ronchus*, *S. rastrifer*, *L. breviceps* e *M. americanus* situaram-se em posições intermediárias ao longo de CP2, com as nadadeiras peitorais bem desenvolvidas e a propulsão caudal aperfeiçoada através da redução do arrasto.

O corpo baixo e intestino relativamente grande do bagre, *Catharops spixii*, fez a espécie se distanciar das demais tanto em relação aos tratos funcionais, como em referência aos índices ecomorfológicos. Seu enquadramento na guilda funcional de omnívoro (FAVERO, 2018), confirmada, principalmente pela relação do tamanho do intestino em relação ao comprimento do corpo da espécie.

As espécies explanadas no presente estudo foram divididas em cinco grupos, de acordo com os resultados dos índices ecomorfológicos (Figura 4). Cada um destes grupos apresentou entre seus membros atributos ecomorfológicos em comum, ainda que tenham sido observadas também variações intragrupo no que concerne à forma do corpo.

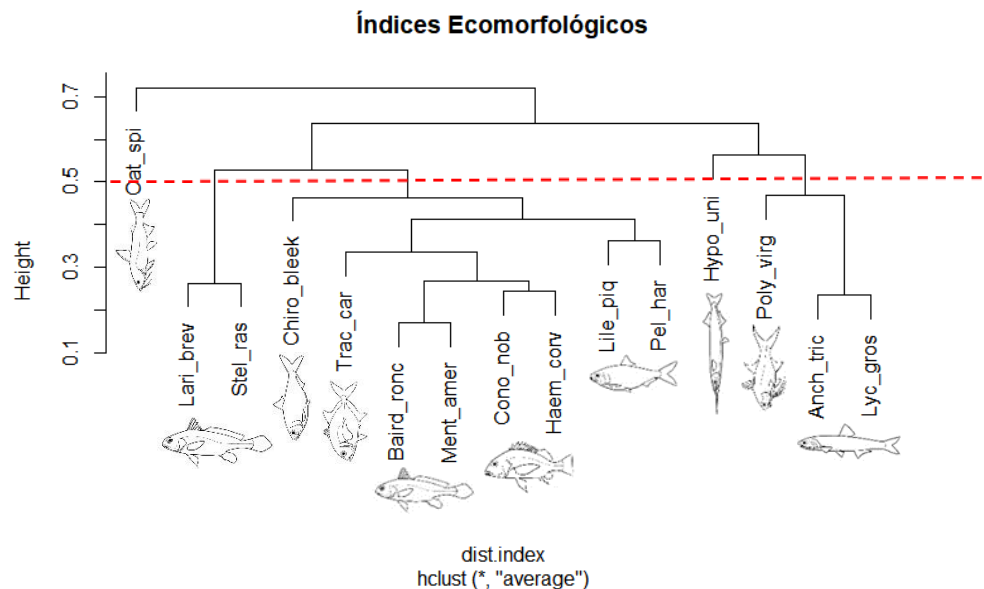


Figura 4: Agrupamento em cluster das 15 espécies dominantes (Cat_spi – *Catharops spixii*/ Ariidae; Hypo_uni – *Hyporhamphus unifasciatus*/ Hemiramphidae; Baird_ronc – *Bairdiella Ronchus* e Ment_amer – *Menticirrhus americanus*/ Sciaenidae; Anch_tric – *Anchoa tricolor* e Lyc_gros – *Lycengraulis grossidens*/ Engraulidae; Lile_piq – *Lile piquitinga* e Pel_har – *Pellona harroweri*/ Clupeidae; Poly_virg – *Polydactylus virginicus*/ Polynemidae; Chiro_bleek – *Chirocentron bleekermanus*/ Clupeidae; Cono_nob – *Conodon nobilis* e Haem_corv – *Haemulopsis corvinaeformis*/ Haemulidae; Trac_car – *Trachinotus carolinus*/ Carangidae; Lar_brev – *Larimus breviceps* e Stel_ras – *Stellifer rastriifer*/ Sciaenidae) da LI/ UFRPE, de acordo com os índices ecomorfológicos.

Os índices ecomorfológicos analisados neste estudo inferem a respeito do hábito alimentar e locomoção das espécies dominantes. Quanto maior o valor do resultado do índice para espécie, mais ela está apta a função determinada pelo índice ecomorfológico (Tabela 4).

Tabela 4: Resultados dos índices ecomorfológicos relacionados a alimentação - Superfície de abertura oral (OGS), Forma da abertura oral (OGF), Posição de abertura oral (OGP), Comprimento do rastro branquial (GRL), Comprimento do intestino (GL), Tamanho do olho (ES) e, locomoção - Posição do olho (EP), Forma transversal do corpo (BTF), Superfície transversal do corpo (BTS), Posição da nadadeira peitoral (PFP), Relação de aspecto da nadadeira peitoral (RPF), Aceleração do pendúnculo caudal (CP), Relação de aspecto da nadadeira caudal (CF), Área da nadadeira (FSR), Relação do tamanho entre as nadadeiras e o corpo (FSBR) - realizados com as 15 espécies dominantes da zona de arrebentação da praia de Jaguaribe/PE, depositadas na LI/ UFRPE.

Espécies	Índices alimentação						Índices locomoção								
	OGS	OGF	OGP	GRL	GL	ES	EP	BTF	BTS	PFP	RPF	CP	CF	FSR	FSBR
<i>A. tricolor</i>	0.64	2.93	0.23	0.94	0.31	0.51	0.65	1.64	3.47	0.19	7.94	0.89	1.62	0.42	1.27
<i>B. roncus</i>	0.29	0.96	0.23	0.34	0.45	0.34	0.64	1.41	2.76	0.40	3.04	1.10	19.48	1.21	0.94
<i>C. spixii</i>	0.45	0.58	0.48	0.57	1.59	0.25	0.62	0.52	1.50	0.15	4.47	1.98	19.21	0.76	0.52
<i>C. bleekermanus</i>	0.39	2.59	0.84	0.37	0.24	0.41	0.80	2.99	3.58	0.29	4.69	1.21	17.75	0.90	2.72
<i>C. nobilis</i>	0.22	1.38	0.33	0.16	0.37	0.42	0.77	2.48	3.93	0.33	2.74	1.17	33.62	1.25	1.62
<i>H. corvaeniformes</i>	0.21	1.14	0.63	0.17	0.33	0.38	0.75	2.07	2.99	0.35	3.65	1.25	22.33	0.89	1.31
<i>H. unifasciatus</i>	0.64	0.84	0.69	1.10	0.45	0.56	0.60	0.78	1.82	0.64	4.08	1.62	3.01	0.63	1.29
<i>L. breviceps</i>	0.35	1.46	0.74	0.27	0.58	0.31	0.76	1.88	2.38	0.39	3.75	1.05	65.12	1.72	1.11
<i>L. piquitinga</i>	0.18	1.20	0.67	0.37	0.34	0.50	0.72	1.76	3.12	0.16	5.65	1.10	4.54	0.53	1.75
<i>L. grossidens</i>	0.51	3.06	0.35	0.88	0.37	0.51	0.65	1.98	3.08	0.25	6.77	1.68	4.40	0.51	1.86
<i>M. americanus</i>	0.26	1.08	0.25	0.31	0.63	0.32	0.71	1.46	3.59	0.33	3.11	1.11	24.21	1.09	1.55
<i>P. harroweri</i>	0.20	1.71	0.47	0.30	0.32	0.41	0.69	3.55	4.80	0.28	3.12	1.12	3.26	0.49	1.08
<i>P. virginicus</i>	0.69	1.19	0.41	0.39	0.54	0.39	0.75	1.28	1.96	0.24	5.33	1.58	10.10	0.52	1.15
<i>S. rastrifer</i>	0.30	1.14	0.42	0.27	0.64	0.36	0.69	1.70	2.41	0.45	3.86	1.44	57.10	1.19	1.47
<i>T. carolinus</i>	0.17	1.59	0.59	0.20	0.75	0.37	0.70	3.18	4.09	0.40	2.46	1.80	26.28	0.92	1.72

DISCUSSÃO

A relação existente entre os aspectos da variação morfológica, que revelam diferenças morfofuncionais associadas aos hábitos de vida, alimentação, locomoção e comportamento, é denominada ecomorfologia (LEMOS, 2006). Ribeiro (2013) enfatizou que diferentes condições estruturais de um habitat são diretamente correlacionadas às estruturas ecomorfológicas da ictiofauna e sendo assim, outras dimensões da comunidade de peixes podem ser influenciadas.

Os índices estudados neste trabalho agruparam as espécies com características morfológicas relacionadas com a alimentação, locomoção e posição das espécies na coluna d'água. Segundo Blasina *et al.* (2016), os maiores valores do índice de relação do tamanho entre as nadadeiras e o corpo (FSBR) indicam peixes lateralmente comprimidos, característica

positivamente relacionada com a velocidade de natação e manobrabilidade, característica importante para peixes que utilizam águas turbulentas da zona de arrebentação (VILLÉGER *et al.*, 2010). Em nosso estudo o representante da ordem Siluriformes, entre as quinze espécies dominantes analisadas ecomorfológicamente, possuiu o menor valor de FSBR (0,52), mostrando que a espécie de bagre, *Catharops spixii*, é ventralmente achatada, diferente de todas as outras 14 espécies dominantes, sendo a única associada ao substrato e que possui hábito alimentar omnívoro. A associação entre o formato do corpo dessas espécies e a posição na coluna d'água, constitui papel importante na determinação do hábito e tática alimentar das espécies (SPINNER *et al.*, 2016).

As espécies com forma do corpo mais generalistas (fusiforme) estão no centro do gradiente ecomorfológico (Figura 4). O corpo fusiforme apresenta o tronco com a altura máxima, localizada na região anterior do corpo, pedúnculo baixo e nadadeira caudal alta, tratos que reduzem a resistência no meio aquático (WEBB, 1984). A localização da altura máxima na região anterior do corpo evita sua oscilação lateral durante a propulsão (WEBB, 1984). O pedúnculo baixo promove redução da turbulência causada pelo movimento desta região anterior e, associado com as extremidades superiores e inferiores da nadadeira caudal fora da zona de turbulência, permite que o peixe tenha propulsão eficiente e manutenção de velocidade com menor custo energético (GOSLINE, 1971). Estas características permitem que espécies com corpos fusiformes alcancem uma alta velocidade de natação nas regiões pelágicas abertas (WERNER, 1977). Rincón *et al.* (2007) mostrou que a especialização morfológica fusiforme (indivíduos mais simplificados) melhora o desempenho de natação constante, mas reduz o sucesso na captura de presas pela diminuição da capacidade de manobra.

Apesar de os trabalhos relacionados a estudos ecomorfológicos realizados nas últimas duas décadas apresentarem resultados contrastantes entre si sendo encontradas relações consistentes entre morfologia e ecologia (WATSON E BALON, 1984; TEIXEIRA E BENNEMANN, 2007; PINHEIRO E FARIAS, 2016), outros observaram apenas fraca correlação (DOUGLAS E MATTHEWS, 1992) ou mesmo ausência de relação entre forma e ecologia das espécies (FELLEY, 1984). No presente trabalho, foi possível observar padrões ecomorfológicos entre as espécies, assim como Pessanha *et al.* (2015), que comprovou a hipótese de que os padrões morfológicos determinam a utilização dos recursos em habitats estuarinos.

Os resultados desse estudo indicaram que os padrões ecomorfológicos das espécies analisadas variam de acordo com o nicho ao qual pertencem, local que utilizam na coluna d'água da zona de arrebentação e sua função no meio. Estas diferenças são explicadas pelo conjunto de características morfológicas que funcionam como preditoras do hábito de vida de cada uma das espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Padrões ecomorfológicos ficaram bem claros nesse estudo ao se analisar os resultados dos índices ecomorfológicos, por exemplo de *Hyporhamphus unifasciatus*, a agulha-branca, peixe de importância econômica e uma das espécies dominantes da zona de arrebentação estudada. Conhecendo a espécie, sabe-se que é um peixe de corpo e boca alongados, herbívora, com natação rápida e que geralmente nada na região superficial da água, formando grandes cardumes. Ao analisarmos os índices relacionados a estas características da *H. unifasciatus* obtivemos as seguintes informações: OGS (superfície da abertura oral = 0,64 ↑), natureza dos alimentos capturados; OGF (forma da abertura oral = 2,93 ↑), método de captura do alimento; OGP (posição da abertura oral = 0,23 ↓), método de alimentação na coluna da água; GRL (comprimento dos rastros branquiais = 0,94 ↑), capacidade de filtração; GL (comprimento do intestino = 0,31 ↑), processamento de recursos energéticos pobres, como vegetação; BTS (superfície transversal do corpo = 3,47 ↑), hidrodinamismo; CP (aceleração do pendúnculo caudal = 0,89 ↓), eficiência de propulsão caudal; FSBP (relação do tamanho entre as nadadeiras e o corpo = 1,27 ↑), aceleração e eficiência de manobrabilidade. Ao compararmos com as informações conhecidas, vemos que as características se encaixam perfeitamente aos hábitos de vida da espécie, podendo assim analisar cada espécie detalhadamente, para a compreensão da funcionalidade específica do meio.

As diferenças morfológicas observadas no presente estudo indicaram a importância das diferentes formas de exploração dos recursos, de acordo com o hábito de vida dos peixes, adquirindo comportamentos específicos na captura de presas, competição por recursos e locomoção nesses sistemas (PESSANHA *et al.*, 2015).

Em resumo, concluímos que a fauna de peixes da zona de arrebentação é ecomorfolologicamente estruturada, mostrando uma organização espacial bem evidente na coluna d'água, independente das relações filogenéticas. Esta estrutura da assembleia também foi confirmada e é delimitada pelos padrões de diversificação ecomorfológica interespecífica e pela previsão dos ecomorfotipos relacionados com as características funcionais analisadas. Os padrões ecomorfológicos principais da fauna de peixes verificada neste estudo foram caracterizados por corpos (i) deprimido e nadadeiras peitorais, pélvicas e caudais desenvolvidas

para detritívoros, (ii) fusiformes, com nadadeiras desenvolvidas e pedúnculo caudal baixo promovendo alta eficiência de manobrabilidade e hidrodinamismo, grande abertura de boca sendo característicos de peixes que se alimentam de presas grandes e, (iii) alongados, com nadadeiras peitorais utilizadas para propulsão e rastros branquiais desenvolvidos, identificando o hábito alimentar de filtragem.

Esses padrões consolidam uma forte tendência para a confiabilidade na relação entre a morfologia das espécies e seus nichos potenciais. Neste contexto, baseado na ecomorfologia, é possível identificar as preferências ecológicas das espécies e, conseqüentemente, considerá-la como uma ferramenta importante na análise da estrutura da assembleia de peixes.

REFERÊNCIAS

- BARRELLA, W. Estrutura da comunidade de peixes da Bacia do Rio Jacaré - Pepira (SP) em diferentes biótopos. 171 p. Dissertação (Mestrado) – UNICAMP, Campinas, 1989.
- BLASINA, G.; MOLINA, J.; CAZORLA, A.L.; DE ASTARLOA, J.D. Relationship between ecomorphology and trophic segregation in four closely related sympatric fish species (Teleostei, Sciaenidae). **Comptes rendus biologiques**, v. 339(11-12), pp.498-506, 2016.
- BLÜTHGEN, N.; KLEIN, A.M. Functional complementarity and specialisation: the role of biodiversity in plant–pollinator interactions. **Basic and Applied Ecology**, v.12(4), pp.282-291, 2011.
- BISWAS, S.R.; MALLIK, A.U. Disturbance effects on species diversity and functional diversity in riparian and upland plant communities. **Ecology**, v. 91:28-35, 2010.
- BOYLE, K. S., AND M. H. HORN. 2006. Comparison of feeding guild structure and ecomorphology of intertidal fish assemblages from central California and central Chile. *Marine Ecology-Progress Series* 319:65–84.
- CORNELISSEN, J.H.C.; LAVOREL, S.; GARNIER, E.; DIAZ, S.; BUCHMANN, N.; GURVICH, D.E.; REICH, P.B.; TER STEEGE, H.; MORGAN, H.D.; VAN DER HEIJDEN, M.G.A.; PAUSAS, J.G. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian journal of Botany**, v.51(4), pp.335-380, 2003.
- CLARK, B.M., Variation in surf-zone fish community structure across a wave-exposure gradient. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 44(6), pp.659-674, 1997.
- DEUS, C.D. E PETRERE-JUNIOR, M. Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 63(4), pp.579-588, 2003.

- DIAZ, S.; CABIDO, M. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in ecology & evolution**. v.16(11):646-55, 2001.
- DOUGLAS, M.E.; MATTHEWS, W.J., Does morphology predict ecology? Hypothesis testing within a freshwater stream fish assemblage. **Oikos**, pp.213-224, 1992.
- DUMAY, O.; TARI, P.S.; TOMASINI, J.A.; MOUILLOT, D. Functional groups of lagoon fish species in Languedoc Roussillon, southern France. **Journal of Fish Biology** 64:970–983, 2004.
- EL-DERENY, M.; RASHWAN, N.I. Solving multicollinearity problem using ridge regression models. **International Journal of Contemporary Mathematical Sciences**, v.6(12), pp.585-600, 2011.
- ERNST, R., LINSENMAIR, K.E. E RÖDEL, M.O. Diversity erosion beyond the species level: dramatic loss of functional diversity after selective logging in two tropical amphibian communities. **Biological Conservation**, v. 133(2), pp.143-155, 2006.
- FAVERO, F.L.T.; DA SILVA ARAUJO, I.M.; SEVERI, W. Structure of the fish assemblage and functional guilds in the estuary of Maracaípe, northeast coast of Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.45(1), 2019.
- FELLEY, J.D. Multivariate identification of morphological-environmental relationships within the Cyprinidae (Pisces). **Copeia**, pp.442-455, 1984.
- FULTON, C. J.; BELLWOOD, D. R.; WAINWRIGHT, P. C. The relationship between swimming ability and habitat use in wrasses (Labridae). **Marine Biology**, 139:25–33, 2001.
- GASTON KJ. Biodiversity-congruence. **Progress in physical geography**, v. 20(1):105-12, 1996.
- GATZ, A. J. Community organization in fishes as indicated by morphological features. **Ecology**, v. 60:711–718, 1979.
- GOSLINE, W. A. 1971. Functional Morphology and Classification of Teleostean Fishes. Honolulu, University Press of Hawaii, 208p.
- GRIME, J.P. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. **Journal of Ecology**, v. 86(6):902-10, 1998.
- HAIR, JR; BLACK, W. C; BABIN, B. J; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. Multivariate Data Analysis. 6ª edição. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.
- HOEINGHAUS, D.J.; WINEMILLER, K.O.; BIRNBAUM, J.S. Local and regional determinants of stream fish assemblage structure: inferences based on taxonomic vs. functional groups. **Journal of Biogeography**, v. 34:324-338, 2007.

HOOVER, D.U.; SOLAN, M.; SYMSTAD, A.; DIAZ, S.; BUCHMANN, N.; DEGRANGE, V.; GRIME, P.; HULOT, F.; MERMILLOD-BLONDIN, F.; ROY, J.; SPEHN, E.; VAN PEER, L. Species diversity, functional diversity, and ecosystem functioning. Pages 195-281 in M. Loreau, S. Naeem and P. Inchausti, editors. **Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives**. Oxford University Press, USA. 2002.

KARPOUZI, V. S., E K. I. STERGIOU. 2003. The relationships between mouth size and shape and body length for 18 species of marine fishes and their trophic implications. *Journal of Fish Biology* 62:1353–1365.

KRAMER, D. L.; BRYANT, M. J. Intestine length in the fishes of a tropical stream. 2. Relationships to diet: The long and short of a convoluted issue. **Environmental Biology of Fishes**, v. 42:129–141, 1995.

LAURETO, L.M.; CIANCIARUSO, M.V.; SAMIA, D.S. Functional diversity: an overview of its history and applicability. **Natureza & Conservação**, v.13(2):112-6, 2015.

LEMOS, R. H. S. Ecomorfologia de dez espécies de peixes marinhos mais abundantes de Galinhos/RN. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

LOTZE, H.K.; HUNTER, S.L.; BRUCE, J.B.; ROGER, H.B.; RICHARD, G.C.; MATTHEW, C.K.; SUSAN, M.K.; MICHAEL, X.K.; CHARLES, H.P.; JEREMY, B.C.J. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. **Science**, v. 312, no. 5781: 1806-1809, 2006.

MACARTHUR, R.H.; DIAMOND, J.M.; KARR, J.R. Density compensation in island faunas. **Ecology**, 53(2), pp.330-342, 1972.

MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. John Wiley & Sons, 2013.

MARSH-MATTHEWS, E.; MATTHEWS, W.J. Geographic, terrestrial and aquatic factors: which most influence the structure of stream fish assemblages in the Midwestern United States? **Ecology of Freshwater Fish**, v. 9:9-21, 2000.

PESSANHA, A.L.M. E 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**, 57(1-2):1-12, 2003.

PESSANHA, A.L.M.; ARAÚJO, F.G.; OLIVEIRA, R.E.M.; SILVA, A.F.D.; SALES, N.S., Ecomorphology and resource use by dominant species of tropical estuarine juvenile fishes. **Neotropical Ichthyology**, v.13, pp. 401-412, 2015.

PINHEIRO, W.M.; FARIAS, A.C.D.S. Specific composition, bioecology and ecomorphology of marine ichthyofauna from small scale fishery. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 42(1), pp.181-194, 2016.

MYERS, J.A.; HARMS, K.E. Local immigration, competition from dominant guilds, and the ecological assembly of high-diversity pine savannas. **Ecology**, 90(10), pp.2745-2754, 2009.

OLIVEIRA, E.F.; GOULART, E.; BREDAS, L.; MINTE-VERA, C.V.; PAIVA, L.R.D.S.; VISMARA, M.R. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. **Neotropical Ichthyology**, v. 8(3), pp.569-586, 2010.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, Mariela Domiciano. A diversidade morfológica da ictiofauna reflete a estrutura do habitat em riachos? 2013. 101 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2013.

RINCÓN, P. A., M. BASTIR, G. D. GROSSMAN. Form and performance: body shape and prey-capture success in four drift-feeding minnows. *Oecologia*, 152: 345-355, 2007.

SANTANA, F.M.D.S., SEVERI, W., FEITOSA, C.V. E ARAÚJO, M.E.D. The influence of seasonality on fish life stages and residence in surf zones: a case of study in a tropical region. **Biota Neotropica**, v.13(3), pp.181-192, 2013.

SCHNEIDER C.A., RASBAND W.S., ELICEIRI K.W., NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature Methods**, v.9, pp. 671-675, 2012.

SIBBING, F. A.; E NAGELKERKE, L. A. J. Resource partitioning by Lake Tana barbs predicted from fish morphometrics and prey characteristics. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.10:393–437, 2001.

SPINNER, M.; KORTMANN, M.; TRAINI, C.; GORB, S.N. Key role of scale morphology in flatfishes (Pleuronectiformes) in the ability to keep sand. **Scientific reports**, v.6, p.26308, 2016.

TECCO, P.A.; URCELAY, C.; DIAZ, S.; CABIDO, M.; PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. Contrasting functional trait syndromes underlay woody alien success in the same ecosystem. **Austral Ecology**, v.38(4), pp.443-451, 2013.

TEIXEIRA, I.; BENNEMANN, S.T. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7(2), pp.67-76, 2007.

TILMAN, D. Functional diversity. **Encyclopedia of biodiversity**, v.3(1), pp.109-120, 2001.

VILLÉGER, S.; MASON, N.W.H. E MOUILLOT, D. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. **Ecology**, v.89: 2290-2301, 2008.

VILLÉGER, S.; MIRANDA, J.R.; HERNÁNDEZ, D.F.; MOUILLOT, D. Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. **Ecological Applications**, v. 20: 1512–1522, 2010.

VIOLLE, C.; NAVAS, M.L.; VILE, D.; KAZAKOU, E.; FORTUNEL, C.; HUMMEL, I. E GARNIER, E. Let the concept of trait be functional! **Oikos**, v.116(5), 882-892, 2007.

WAINWRIGHT, J.; TURNBULL, L.; IBRAHIM, T.G.; LEXARTZA-ARTZA, I.; THORNTON, S.F.; BRAZIER, R.E. Linking environmental regimes, space and time: Interpretations of structural and functional connectivity. **Geomorphology**, v.126(3-4), pp.387-404, 2011.

WATSON, D.J.; BALON, E.K. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. **Journal of Fish Biology**, v. 25(3), pp.371-384, 1984.

WEBB, P. W. Form and function in fish swimming. **Scientific American**, v. 251:72–82, 1984.

WERNER, E.E. Species packing and niche complementarity in three sunfishes. **American Naturalist**, v.111(979): 553-578, 1977.

WILLIS, K.J. AND BHAGWAT, S.A. Questions of importance to the conservation of biological diversity: answers from the past. **Climate of the Past**, v. 6(6), pp.759-769, 2010.

WINEMILLER, K.O. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. **Ecological Monographs**, v.61(4), pp.343-365, 1991.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, os atributos ecomorfológicos se mostram relacionados à integridade da assembleia de peixes, sendo assim possível pressupor que as espécies de peixes que usufruem da zona de arrebentação, desempenham papéis específicos e relevantes dentro da comunidade, de acordo com suas características funcionais.

Considerando a importância das zonas de arrebentação para o ciclo de vida dos peixes e tendo conhecimento da falta de gerenciamento e manejo desses ambientes, principalmente no Brasil, estimulamos a sociedade científica da área de ecologia dos peixes costeiros a utilizarem a diversidade funcional em futuros estudos de levantamento ictiofaunístico, para uma análise aprofundada das comunidades, tendo em mãos material para auxiliar nas decisões de gestão ambiental.

Em estudos ecológicos, muita ênfase é dada à heterogeneidade e qualidade do habitat local para explicar a distribuição, abundância e funcionalidade das espécies presentes. Entretanto, considerar a influência de processos ou fatores espaciais é essencial no estudo de comunidades, já que é um termo que considera que algumas dessas são influenciadas por processos históricos, biogeográficos, fatores locais e eventos de migração e extinção. Caracterizar as relações entre atributos funcionais e ambiente é uma abordagem alternativa e útil no entendimento das respostas de comunidades ecológicas a variações temporais e espaciais. Neste estudo, verificamos que as variáveis espaciais medidas não possuem importância na determinação da diversidade funcional apresentada pelas espécies encontradas, sendo que as funções avaliadas para calcular essa diversidade se referem a capacidades dispersivas/natatórias e de uso de recursos no ambiente.

Cabe ressaltar, que os processos que determinam o estabelecimento de comunidades dentre o pool regional disponível não são apenas aqueles relacionados ao nicho, os quais seguem regras ditadas por filtros ambientais locais e o princípio da exclusão competitiva. Há, também, processos que resultam da limitação à dispersão espacial, eventos evolutivos e históricos, sendo que estes dois últimos enfatizam condições iniciais e padrões históricos de especiação. Desta maneira, como perspectivas futuras para o seguimento do estudo nesta abordagem, seria essencial incluir a avaliação de características ecomorfológicas e filogenéticas das espécies, pois foram encontrados conjuntos de espécies similares em zonas de arrebentação, com características espaciais parecidas, onde, apenas o uso da abordagem taxonômica não se mostrou suficiente para explicar apropriadamente este padrão.