



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

DIELE EMELE PONTES CARVALHO DE LIMA

**APLICAÇÃO DE ÍNDICES ECOMORFOLÓGICOS PARA COMPARAÇÕES
ENTRE ASSEMBLÉIAS DE PEIXES ESTUARINOS**

CAMPINA GRANDE – PB

DEZEMBRO DE 2017

DIELE EMELE PONTES CARVALHO DE LIMA

**APLICAÇÃO DE ÍNDICES ECOMORFOLÓGICOS PARA COMPARAÇÕES
ENTRE ASSEMBLEIAS DE PEIXES ESTUARINOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biologia.

Orientação: Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha

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

L732a Lima, Diele Emele Pontes Carvalho de.
Aplicação de índices ecomorfológicos para comparações entre assembleias de peixes estuarinos [manuscrito] : / Diele Emele Pontes Carvalho de Lima. - 2017.
30 p. : il. colorido.

Digitado.

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

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

1. Ecomorfologia. 2. Estuário tropical. 3. Gradiente ambiental. 4. Peixes de estuário.

21. ed. CDD 577.6

DIELE EMELE PONTES CARVALHO DE LIMA

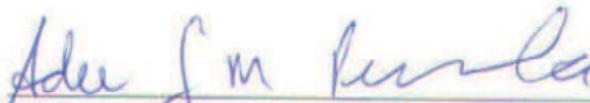
APLICAÇÃO DE ÍNDICES ECOMORFOLÓGICOS PARA COMPARAÇÕES ENTRE
ASSEMBLEIAS DE PEIXES ESTUARINOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biologia.

Área de concentração: Ecologia Marinha

Aprovada em: 17/12/2017.

BANCA EXAMINADORA



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



MSc. Natalice dos Santos Sales
Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro (UFRRJ)



Lidiane Gomes de Lima
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente por ter me iluminado todo esse tempo, depositando no meu coração o estímulo para continuar e seguir em frente diante das dificuldades e obstáculos.

Agradeço a minha família, principalmente aos meus pais, por terem apoiado a minha decisão de enveredar por esse caminho científico. Devo a minha paixão pela natureza a vocês, Leidson e Rossana, que me incentivaram desde pequena a observar as joaninhas, os passarinhos, as plantas e os outros animais, construindo em mim esse sentimento de bióloga.

Agradeço a Alexandre, amor meu, que esteve comigo nesse processo aguentando meus estresses e apertões. Sempre esteve ali disponível pra me acalmar e tentar fazer o melhor por mim, apesar de toda minha chatice kkk. Você é um presente que Deus me deu! Agradeço muito pela paciência e por toda a sua ajuda.

Agradeço a Carol e Ronnie, por terem me ajudado na construção desse trabalho, me enviando artigos para ler e dando dicas de como escrever. Agradeço a Natalice por ter me adotado em algumas horas de apertão, kkk. Agradeço aos peixes: Adara, Beth, Genielyson, Juan, Juliana, Lili, Mallu, Manu, Mara, Zé e Fernando. Agradeço a todos do laboratório que contribuíram de alguma forma com esse trabalho e aos recrutas, Bia, Leticia, Eden, Cassiano, Henrique e Lucas, que vocês permaneçam firmes no objetivo de vocês. Agradeço a todo esse cardume pelas conversas mais engraçadas e pelas brincadeiras. Essa família é a mais linda do Brasil!!!

Agradeço ao peixe pai, André, que teve toda paciência de me ensinar, de insistir em me convencer mesmo quando não compreendia o que estava dizendo kkk, de separar uma tarde inteira para me ajudar e de acreditar em mim. Agradeço pela confiança, pelo auxílio, pela disponibilidade, pela responsabilidade e pela oportunidade de tornar esse sonho possível.

RESUMO

Um estuário tropical é um ambiente propício para refúgio, alimentação e berçário das espécies estuarinas devido às características da água e da vegetação de manguezal que ele oferece, fundamental para a diversidade de espécies ao longo do gradiente ambiental. Este trabalho tem como objetivo verificar as diferenças morfológicas nas assembleias de peixes encontradas em duas zonas em um estuário tropical. Os peixes foram capturados utilizando uma rede do tipo “beach seine” e três redes do tipo “fyke nets”. As “fyke nets” foram instaladas na baixamar no canal principal em cada ponto e três arrastos foram realizados próximo as redes “fyke” instaladas. As amostragens ocorreram ao longo de seis meses. Quatorze medidas morfométricas foram estabelecidas e posteriormente foi efetuado o cálculo de dez índices ecomorfológicos para cada uma das 55 espécies estudadas. Diferentes grupos de espécies, mas com características morfo-funcionais semelhantes, foram agrupadas pela análise do cluster, sendo formadas 6 grupos na zona inferior e 4 grupos na zona superior, destacando-se os índices relacionados com a natação, captura do alimento e com utilização do habitat. Perciformes obtiveram maiores correlações com características que indicam o hábito de vida pelágico e com ingestão de presas maiores, características bem ligadas com os representantes carnívoros dessa ordem; os Clupeiformes apresentaram correlações com a capacidade natatória e com a capacidade de engolfar inúmeras presas pequenas, tendo em vista que são, em sua maioria, filtradores; já os Mugiliformes e Atheriniformes, tiveram maiores correlações com o índice de achatamento ventral, importante para a proteção dos cardumes nas áreas com águas menos turbulentas. Os grupos formados foram importantes para agrupar espécies de mesma função ambiental e, dessa forma, ter uma compreensão maior sobre o ecossistema ao longo do gradiente ambiental estuarino.

Palavras-chave: Ecomorfologia; Gradiente ambiental; Estrutura das assembleias; Estuário tropical

ABSTRACT

A tropical estuary is an environment conducive to the refuge, feeding and nursery of the estuarine species due to the characteristics of the water and the mangrove vegetation that it offers, fundamental for a diversity of species along the environmental gradient. This work aims to verify morphological differences in fish assemblages found in two zones in a tropical estuary. The fishes were captured using one beach seine net and three fyke nets. The fyke nets were installed in the low tide in the main channel at each one point and three trawls were performed near fyke nets. The samplings occurred during six months. Fourteen morphometric measures were established and ten ecomorphological indices were calculated for each one of the 55 species studied. Different groups of species, but with similar morpho-functional characteristics, were grouped by the analysis of the cluster, being formed 6 groups in the lower zone and 4 groups in the upper zone, being emphasized the indices related to the swimming, capture of the food and with utilization habitat. Perciformes obtained higher correlations with characteristics that indicate the habit of pelagic life and with ingestion of larger preys, characteristics well connected with the carnivorous representatives of that order; Clupeiformes showed correlations with the swimming capacity and with the capacity to engulf numerous small preys, considering they are, in the majority, filterers; the Mugiliformes and Atheriniformes, had greater correlations with the ventral flattening index, important for the protection of the shoals in the areas with less turbulent waters. The groups formed were important to group species of the same environmental function and thus to have a greater understanding about the ecosystem along the estuarine environmental gradient.

Keywords: Ecomorphology; Environmental gradient; Structure of assemblies; Tropical Estuary

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 METODOLOGIA | 9 |
| 2.1 <i>Caracterização da área de estudo</i> | 9 |
| 2.2 <i>Desenho amostral</i> | 10 |
| 2.3 <i>Análise dos dados</i> | 11 |
| 3 RESULTADOS | 14 |
| 4 DISCUSSÃO | 21 |
| 5 CONCLUSÕES | 24 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 25 |

1 INTRODUÇÃO

Os manguezais são ambientes encontrados em estuários tropicais e definidos pela presença de vegetação, no qual a disposição de suas raízes aéreas e pneumatóforos estabilizam o substrato, agregando diferentes formas de vida (NAGELKERKEN *et al.*, 2008). Devido à alta disponibilidade de alimento, abrigo e baixa predação, manguezais são altamente produtivos e formam um habitat ideal para diversas e abundantes assembleias de peixes (HINDELL; JENKINS, 2004; BLABER, 2008; NAGELKERKEN *et al.*, 2008).

A diversidade e quantidade de peixes marinhos e estuarinos no manguezal, principalmente juvenis, são ampliadas pela preferência às águas mais turvas, onde podem encontrar grande disponibilidade de alimento e um número menor de predadores (FRANÇA; COSTA; CABRAL, 2009). A alta densidade de zooplâncton também é perceptível nesse ambiente, disponibilizando alimento para os juvenis que são, na sua maioria, zooplantívoros (NAGELKERKEN *et al.*, 2008). Muitos dos itens alimentares presentes nesse ecossistema costeiro são raros ou ausentes em águas adjacentes, fornecendo, portanto, recursos alimentares importantes para os peixes do próprio manguezal e de outros habitats costeiros (ROBERTSON; DUKE, 1987, 1990; ABRANTES *et al.*, 2015).

A distribuição da comunidade de peixes nos manguezais tropicais ao longo do estuário é influenciada pelas diferentes condições de salinidade e turbidez no ambiente, com a tolerância em relação a essas condições, variando de espécie para espécie (NAGELKERKEN *et al.*, 2008). Pihl *et al.* (2002) indica que as associações entre os peixes e os recursos se diferenciam de acordo com os habitats do estuário, o que inclui as variáveis ambientais como a salinidade, turbidez, o volume de água, variação da maré, substrato e vegetação. Essas diferentes condições existentes sobre a distribuição e disponibilidade de alimento, divide a comunidade de peixes em uma abordagem ecomorfológica, facilitando o entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas (REECHT *et al.*, 2013).

A ecomorfologia é uma importante ferramenta para o estudo das relações entre as formas corporais dos organismos e os ambientes por eles utilizado, revelando um fenótipo com informações sobre a sua forma e função ecológica (SOUZA *et al.*, 2014). As diferenças morfológicas existentes entre as espécies podem ocorrer devido as distintas pressões seletivas que sofreram, ocasionando em adaptações e especializações para um melhor estabelecimento no habitat em questão (SOARES; RUFFEIL; MONTAG, 2013). Normalmente para a classificação e descrição das comunidades biológicas é usado um conjunto de atributos ecomorfológicos, reunindo as características morfológicas dos indivíduos (NAGELKERKEN;

VAN DER VELDE, 2004; AKIN *et al.*, 2005). Estes atributos são importantes para revelar as informações sobre estrutura e funcionamento das comunidades de peixes, além da dinâmica dos ecossistemas, designado pelos grupos funcionais presentes no ambiente (BLONDEL, 2003; ELLIOTT *et al.*, 2007).

As características morfológicas são importantes para entender a estrutura de uma comunidade juntamente com o estudo da ecomorfologia, principalmente para compreender a função que o indivíduo desempenha como parte integrante de um ecossistema. Essas diferentes formas morfológicas entre as espécies refletem os seus hábitos de vida, implicando em diferentes possibilidades de utilização do ambiente e de exploração dos recursos (SOUZA *et al.*, 2014). A partir disso, o comportamento das espécies e a preferência do habitat podem ser interpretados por um conjunto de medidas morfométricas utilizadas para calcular índices ecomorfológicos (SOARES; RUFFEIL; MONTAG, 2013).

Estuários tropicais são ambientes mais complexos quando comparado com os estuários temperados, tendo em vista a sua grande biodiversidade, a diversidade de habitats existentes e as relações entre os fatores bióticos e abióticos (SHEAVES, 2006). Devido a essas características, principalmente a biodiversidade, os estuários tropicais são afetados por serem localizados em países em desenvolvimento com crescente exploração dos recursos costeiros (BLABER, 2008). Por este motivo, são estudados os métodos de classificação para indicar a estrutura e funcionamento das comunidades biológicas como forma de garantir a manutenção e recuperação das comunidades afetadas pelas ações humanas (WHITFIELD; ELLIOTT, 2002; MCLUSKY; ELLIOT, 2004).

O conhecimento sobre funcionamento e estrutura da comunidade de peixes é importante para a compreensão das características biológicas de estuários, sendo possível através da classificação e da categorização da fauna estuarina, a gestão dos efeitos causados pelas atividades humanas nesse ambiente (WHITFIELD; ELLIOTT, 2002; MCLUSKY; ELLIOT, 2004). O estuário do rio Mamanguape, localizado numa área tropical, apresenta uma grande riqueza de espécies de peixes (XAVIER *et al.*, 2012) e tem sido alvo de vários estudos sobre a ictiofauna nos últimos anos (FIGUEIREDO; PESSANHA, 2015; PESSANHA *et al.*, 2015; ARAÚJO; DANTAS; PESSANHA, 2016; GARCIA; PESSANHA, 2017).

O presente trabalho visa esclarecer como as diferentes características encontradas em cada zona na região do manguezal ao longo do estuário influenciam nos traços ecomorfológicos da ictiofauna presente no ambiente, e dessa forma, verificar os tipos

morfológicos que se distribuem ao longo do gradiente de salino, devido as necessidades biológicas (refúgio, alimentação, reprodução) e fisiológicas (osmorregulação) dos peixes.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

O estuário do Rio Mamanguape está localizado no litoral norte do estado da Paraíba, dentro de uma Área de Proteção Ambiental (APA) entre 6° 43' 02"S' e 35° 67' 46"O', com extensão de 25 km no sentido leste-oeste e de 5 km no sentido norte-sul, fazendo parte dos municípios de Rio Tinto, Marcação e Baía da Traição (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

O clima da região é do quente e úmido, AS' de Köppen, apresentando duas estações: chuvosa, de março a agosto e seco, de setembro a fevereiro. A precipitação anual varia de 1750 mm e 2000 com temperatura média entre 24-26°C (ALVARES *et al.*, 2014).

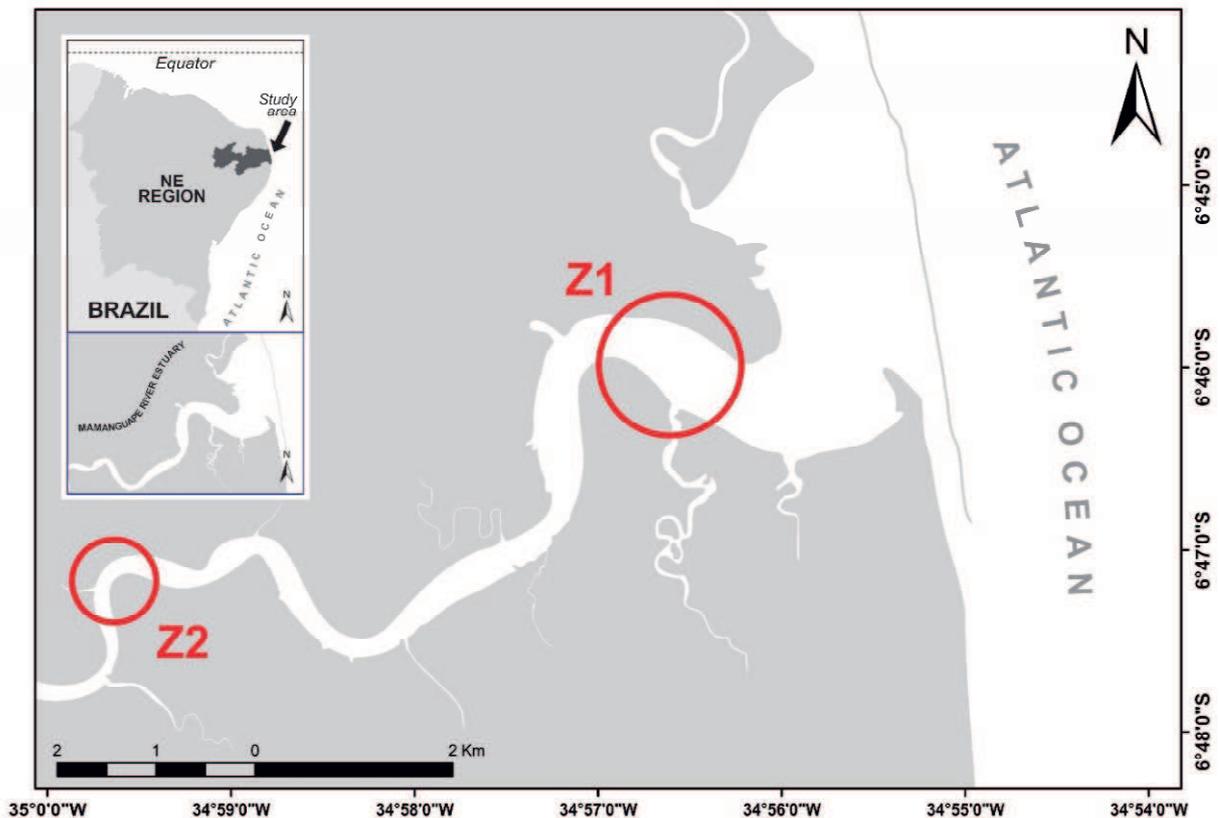
Ao longo do estuário são registradas áreas bem preservadas de manguezal que crescem em torno do canal principal e dos canais de mangue, totalizando cerca de 6.000 hectares, sendo representados principalmente por *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* e *Conocarpus erectus* (PALUDO; KLONOWSKI, 1999).

O estudo foi realizado no canal principal no estuário do rio Mamanguape, e foi dividido em duas zonas de acordo com a variação de salinidade. Uma zona mais inferior, próxima a desembocadura (Z1) e outra mais superior (Z2) (Figura 1). Os dados ambientais foram aferidos em campo a fim de caracterizar as duas zonas através da utilização de uma sonda multiparamétrica para medir a salinidade e o disco de Secchi para medir a profundidade e transparência. Além disso, os dados do sedimento foram obtidos através da granulometria e matéria orgânica realizadas em laboratório.

A Z1, mais próxima a foz do estuário, apresenta maior largura e profundidade do canal do rio, com predomínio de *R. mangle* e menor abundância de *C. erectus*. Esta zona apresenta maior salinidade ($44,17 \pm 0,72$ na seca e $40,50 \pm 1,41$ na chuva) pela influência da proximidade com o mar e a transparência da água varia entre $75,03 \pm 3,41$ na seca e $53,06 \pm 3,45$ na chuva. O sedimento encontrado é formado principalmente por cascalho e areia fina. Ao longo do estuário são encontradas camboas ou canais de maré que fluem para o canal principal, apresentando características distintas entre si. Na zona inferior os canais de maré são mais largos e extensos com o canal principal mais largo e maior profundidade.

A Z2 apresenta menor largura e profundidade do canal principal, com predomínio das espécies arbóreas *Avicennia* sp. e *L. racemosa* em suas margens. Nesta zona, há maior influência da descarga de água doce proveniente do rio, com salinidade variando entre $29,6 \pm 1,03$ e $17,20 \pm 1,88$. A transparência se apresenta na seca $84,71 \pm 4,21$ e na chuva $55,83 \pm 3,49$. O sedimento possui em maiores proporções silte, areia grossa e matéria orgânica. Além disso, a zona superior, os canais de maré são estreitos e rasos com o canal principal apresentando menor largura e profundidade. As diferentes características ambientais ao longo do estuário fornecem um gradiente ambiental com variação de salinidade, sedimento e transparência da água.

Figura 1. Mapa com representação das duas zonas de coleta. A primeira, Z1, mais próxima a desembocadura e a segunda, Z2, na porção mais superior do estuário.



2.2 Desenho amostral

As amostragens da ictiofauna foram conduzidas mensalmente durante seis meses nas marés de sizígia no estuário do Rio Mamanguape, realizadas durante os meses de abril, maio, junho, outubro, novembro e dezembro de 2016. As duas zonas de coleta foram definidas e para cada zona foram definidos dois pontos para eliminar possíveis erros amostrais.

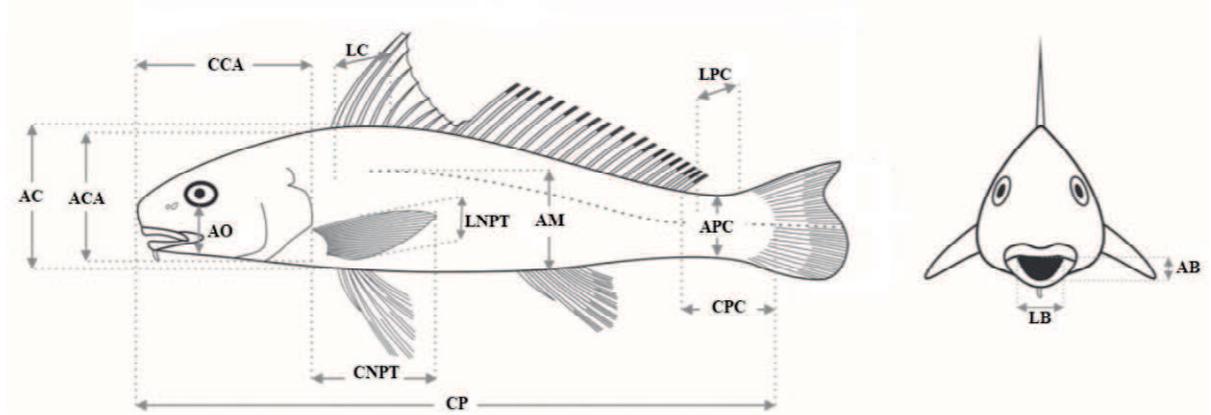
Os peixes foram amostrados com o auxílio de três redes do tipo “fyke” (Largura (asas+boca): 12m; Comprimento total: 5,5m; Altura: 1,5m; Boca: 1x1,5m; Comprimento de cada asa: 5,5m; Malha: 1cm) e uma rede do tipo “beach seine” (Comprimento: 10m; Altura: 1.5m; Malha: 0.8cm). As fyke nets foram instaladas paralelamente ao manguezal durante a baixamar, durante 4-6h, onde a maré cobriu a altura da rede. Em cada amostragem também foram realizados três arrastos, realizados paralelamente à margem durante um período de 3 minutos. Os peixes coletados foram fixados em formol a 10%, posteriormente acondicionados em álcool 70%, identificados com o auxílio da literatura inerente (FIGUEIREDO; MENEZES, 1978, 1980, 1985, 2000; MENEZES; FIGUEIREDO, 1980, 1985; MARCENIUK, 2005; MENEZES *et al.*, 2015), contados, medidos (mm) e pesados (g).

2.3 Análise dos dados

Para o cálculo dos atributos ecomorfológicos foram realizadas 14 medidas morfométricas nos peixes através da utilização de um paquímetro digital com precisão de 0,05 mm. As medidas foram as seguintes: Comprimento padrão (CP); Altura do corpo (AC); Largura do corpo (LC); Altura média (AM); Comprimento da cabeça (CCA); Altura da cabeça (ACA); Largura da boca (LB); Altura da boca (AB); Altura do olho (AO); Comprimento da nadadeira peitoral (CNPT); Largura da nadadeira peitoral (LNPT); Comprimento do pedúnculo caudal (CPC), Altura do pedúnculo caudal (APC); Largura do pedúnculo caudal (LPC) (Figura 2).

Os dados da morfometria foram reunidos para o calcular os índices ecomorfológicos seguindo o modelo de Pessanha *et al.* (2015), obtendo 10 índices que inferem sobre o modo de vida e adaptações desenvolvidas pelas espécies. Os índices calculados foram: índice de compressão (IC), altura relativa (AR), comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPCD), índice de compressão do pedúnculo caudal (ICPCD), índice de achatamento ventral (IAV), razão aspecto da nadadeira peitoral (RANP), comprimento relativo da nadadeira peitoral (CRNPT), posição relativa dos olhos (PRO), comprimento relativo da cabeça (CRC), largura relativa da boca (LRB) e aspecto da boca (ABO) (Tabela 1).

Figura 2. Representação esquemática das medidas morfométricas utilizadas para o cálculo dos índices ecomorfológicos das espécies de peixes do estuário do rio Mamanguape, Brasil.



Fonte: Pessanha *et al.* (2015)

Tabela 1. Índices ecomorfológicos adotados nesse estudo, bem como as fórmulas para o cálculo dos respectivos índices, função relacionada e a interpretação dos valores e características.

| Índices ecomorfológicos | Fórmula | Função | Implicação ecológica |
|--|-------------------|-----------|---|
| Índice de compressão | $IC = AC/LC$ | Locomoção | Altos valores indicam indivíduos comprimidos lateralmente e presentes em águas lênticas (Watson & Balon, 1984). |
| Altura relativa | $AR = AC/CP$ | Posição | Característica diretamente relacionada com a capacidade de realizar migrações verticais (Watson & Balon, 1984). |
| Comprimento relativo do pedúnculo caudal | $CRPCD = CPC/CP$ | Locomoção | Pedúnculos relativamente longos podem indicar boa capacidade de natação (Winemiller, 1991). |
| Índice de compressão do pedúnculo caudal | $ICPCD = APC/LPC$ | Locomoção | Altos valores indicam pedúnculos comprimidos, típica de nadadores menos ativos (Gatz, 1979). |
| Índice de achatamento ventral | $IAV = AM/AC$ | Posição | Baixos valores indicam peixes que habitam águas com hidrodinamismo elevado, permitindo que mantenha a posição sem |

| | | | |
|---|------------------|-------------|---|
| Razão aspecto nadadeira peitoral | $RANP=CNPT/LNPT$ | Locomoção | nadar (Watson & Balon, 1984). Altos valores indicam longas nadadeiras, presentes em peixes com excepcional capacidade de natação (Watson & Balon, 1984). |
| Comprimento relativo nadadeira peitoral | $CRNPT= CNPT/CP$ | Locomoção | Altos valores estão relacionados com a capacidade de fazer muitas manobras lentas e habitam águas com fluxo lento (Gatz, 1979). |
| Posição relativa dos olhos | $PRO= AO/AC$ | Posição | Indica a preferência vertical na água (Gatz, 1979). Os peixes nectônicos possuem olhos mais lateralizados e peixes bentônicos apresentam olhos mais dorsalmente (Watson & Balon, 1984). |
| Comprimento relativo da cabeça | $CRC= CCA/CP$ | Alimentação | Maiores valores estão relacionados a tamanho de presas maiores (Gatz, 1979). |
| Largura relativa da boca | $LRB= LB/CP$ | Alimentação | Altos valores podem indicar alimentação de presas maiores (Willis et al., 2005). |
| Aspecto da boca | $ABO= AB/LB$ | Alimentação | Aspecto relacionado a forma das presas, altos valores indicando bocas estreitas, mas de grande abertura (Beaumord & Petreter Jr., 1994). |

Para verificar os padrões dos índices ecomorfológicos ao longo do estuário, os valores foram transformados por Box-Cox para posterior análise. Uma análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*) foi efetuada utilizando o método de Ward para visualizar a formação dos grupos entre as diferentes regiões estuarinas. A mesma base de dados também foi utilizada para uma Análise Componentes Principais (PCA) visando observar quais os índices

ecomorfológicos apresentaram maiores correlações para formar cada grupo na Análise de Cluster. Todas as análises multivariadas foram realizadas no pacote estatístico PAST.

3 RESULTADOS

Foram analisadas 55 espécies pertencentes a 20 famílias e compreendem as ordens Clupeiformes, Siluriformes, Mugiliformes, Atheriniformes, Beloniformes, Perciformes, Pleuronectiformes e Tetraodontiformes. No total, 2.809 indivíduos foram analisados (Tabela 2), com destaque para *Atherinella brasiliensis* (473 exemplares), *Sphoeroides testudineus* (410), *Diapterus auratus* (271), *Hyporhamphus unifasciatus* (228), *Anchoa spinifer* e *Mugil brevirostris* (101, respectivamente).

Tabela 2. Tabela das espécies em cada zona estuarina com suas respectivas famílias e ordens baseadas em Nelson (2006).

| Ordem | Família | Espécie | Abv. | Número de indivíduos | |
|---------------------------|----------------|-----------------------------------|------|----------------------|--------|
| | | | | Zona 1 | Zona 2 |
| Clupeiformes | Engraulidae | <i>Anchoviella lepidentostole</i> | ANLE | 49 | 15 |
| | | <i>Anchoa hepsetus</i> | ANHE | 58 | 6 |
| | | <i>Anchoa januaria</i> | ANJA | 2 | 42 |
| | | <i>Anchoa spinifer</i> | ANSP | 67 | 34 |
| | | <i>Anchovia clupeoides</i> | ANCL | 33 | 27 |
| | | <i>Lycengraulis grossidens</i> | LYGR | 10 | 9 |
| | Clupeidae | <i>Lile piquitinga</i> | LIPI | 13 | 0 |
| | | <i>Rhinosardinia bahiensis</i> | RHBA | 0 | 77 |
| Siluriformes | Ariidae | <i>Sciades hezbergii</i> | SCHE | 26 | 22 |
| Mugiliformes | Mugilidae | <i>Mugil brevirostris</i> | MUBR | 7 | 94 |
| | | <i>Mugil curema</i> | MUCU | 5 | 37 |
| | | <i>Mugil liza</i> | MULI | 11 | 4 |
| | | <i>Mugil rubrioculus</i> | MURU | 2 | 3 |
| | | <i>Mugil incilis</i> | MUIN | 0 | 3 |
| Atheriniformes | Atherinopsidae | <i>Atherinella brasiliensis</i> | ATBR | 117 | 356 |
| Beloniformes | Hemiramphidae | <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> | HYUN | 52 | 176 |
| | Belonidae | <i>Strongylura timucu</i> | STTI | 19 | 5 |
| Perciformes | Centropomidae | <i>Centropomus undecimalis</i> | CEUN | 10 | 3 |
| | | <i>Centropomus parallelus</i> | CEPA | 0 | 5 |
| | | <i>Centropomus pectinatus</i> | CEPE | 5 | 3 |
| | Serranidae | <i>Rypticus randalli</i> | RYRA | 3 | 0 |
| | Echeneidae | <i>Echeneis naucrates</i> | ECNA | 3 | 0 |
| | Carangidae | <i>Caranx hippos</i> | CAHI | 10 | 15 |
| | | <i>Caranx latus</i> | CALA | 49 | 27 |
| | | <i>Oligoplites saurus</i> | OLSA | 6 | 0 |
| | | <i>Oligoplites palometa</i> | OLPA | 0 | 4 |
| | | <i>Lutjanus alexandrei</i> | LUAL | 3 | 2 |
| | Lutjanidae | <i>Lutjanus apodus</i> | LUAP | 2 | 4 |
| | | <i>Lutjanus jocu</i> | LUJO | 5 | 6 |
| | Gerreidae | <i>Eucinostomus argenteus</i> | EUAR | 10 | 51 |
| | | <i>Eucinostomus melanopterus</i> | EUME | 22 | 48 |
| | | <i>Ulaema lefroyi</i> | ULLE | 47 | 2 |
| <i>Diapterus rhombeus</i> | | DIRO | 12 | 55 | |
| <i>Diapterus auratus</i> | | DIAU | 101 | 170 | |

| | | | | | |
|-------------------|-----------------|----------------------------------|------|-----|-----|
| | Polynemidae | <i>Polydactylus virginicus</i> | POVI | 4 | 0 |
| | Sciaenidae | <i>Bairdiella ronchus</i> | BARO | 16 | 52 |
| | | <i>Cynoscion leiarchus</i> | CYLE | 3 | 0 |
| | | <i>Cynoscion acoupa</i> | CYAC | 0 | 2 |
| | | <i>Stellifer brasiliensis</i> | STBR | 0 | 8 |
| | | <i>Stellifer stellifer</i> | STST | 0 | 4 |
| | Eleotridae | <i>Erotelis smaragdus</i> | ERSM | 0 | 2 |
| | Gobiidae | <i>Bathygobius soporator</i> | BASO | 20 | 9 |
| | | <i>Ctenogobius boleosoma</i> | CTBO | 13 | 34 |
| | | <i>Gobionellus oceanicus</i> | GOCE | 0 | 19 |
| | | <i>Gobionellus stomatus</i> | GOST | 3 | 5 |
| Pleuronectiformes | Paralichthyidae | <i>Citharichthys arenaceus</i> | CIAR | 4 | 2 |
| | | <i>Citharichthys macrops</i> | CIMA | 9 | 25 |
| | | <i>Citharichthys spilopterus</i> | CISP | 4 | 6 |
| | Achiridae | <i>Achirus achirus</i> | ACAC | 0 | 8 |
| | | <i>Achirus lineatus</i> | ACLI | 5 | 15 |
| Tetraodontiformes | Tetraodontidae | <i>Trinectes paulistanus</i> | TRPA | 0 | 21 |
| | | <i>Colomesus psittacus</i> | COPS | 5 | 24 |
| | | <i>Lagocephalus laevigatus</i> | LALE | 2 | 0 |
| | | <i>Sphoeroides greeleyi</i> | SPGR | 5 | 6 |
| | | <i>Sphoeroides testudineus</i> | SPTE | 202 | 208 |

Os resultados do Cluster indicaram diferentes formações entre as duas zonas do estuário: seis grupos foram observados na zona inferior (Figura 3) e quatro grupos na zona superior (Figura 5), sendo corroborado pela Análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 4 e 6). Na zona inferior, no grupo 1 foram agrupadas quatro espécies representantes da ordem Tetraodontiformes, com maior correlação com a posição relativa do olho (PRO). O grupo 2 apresentou um total de doze espécies, subdividido em dois subgrupos A e B (B1 e B2), com a seguinte configuração: o grupo A foi composto somente por *Diapterus rhombeus* que apresentou maiores correlações com comprimento relativo da nadadeira peitoral (CRNPT), enquanto o subgrupo B1 com a largura relativa da boca (LRB) e B2 com comprimento relativo da cabeça (CRC), comprimento relativo do pedúnculo caudal (CRPCD), com representantes de Perciformes. O grupo 3, foi formado pelos quatro representantes dos Pleuronectiformes com maior correlação com o índice de compressão (IC), enquanto o grupo 4 foi formado também por quatro representantes que apresentaram menores correlações com a altura relativa do corpo, pertencentes as ordens dos Perciformes e um representante de Beloniformes. Já o grupo 5, diferentemente do anterior, foi formado principalmente por espécies com maiores valores de altura relativa (AR), representada também por quatro espécies classificadas nas mesmas ordens do grupo 4. O grupo 6 foi subdividido em três subgrupos (A, B e C): o grupo A apresentou maiores índices de compressão do pedúnculo caudal (ICPCD), contendo cinco representantes de Clupeiformes; o grupo B apresentou maiores correlações com aspecto da nadadeira peitoral (RANP) e Aspecto da boca (ABO), com três espécies de Perciformes, enquanto o subgrupo C foi composto por

espécies com maiores índices de achatamento ventral (IAV), sendo representado por sete espécies das ordens: Clupeiformes, Perciformes, Mugiliformes e Atheriniformes.

O Cluster para a zona superior reuniu as espécies em quatro grupos, sendo o grupo 1 formado pelas mesmas espécies de Pleuronectiformes presentes na zona inferior, mas com a presença *Achirus achirus* (ACAC) e *Trinectes paulistanus* (TRPA) apenas na zona 2, apresentando novamente maiores correlações com IC. O grupo 2 compreende em sua maioria as espécies da ordem Clupeiformes, contendo sete representantes desta e outras duas espécies fazendo parte de Beloniformes. Os índices correlacionados com esse segundo grupo foram RANP, ABO e ICPCD. O grupo 3 reuniu dezoito espécies da ordem dos Perciformes e apenas uma de Mugiliformes, apresentando com maiores correlações de AR e o CRC. O grupo 4 também foi subdividido em A e B, o subgrupo A inclui os indivíduos com maior IAV, presente em oito espécies que estão em Mugiliformes, Perciformes e Atheriniformes, enquanto o subgrupo B apresentou maiores relações com PRO, observada em seis espécies presentes em Perciformes, Siluriformes e Tetraodontiformes.

Figura 3. Análise de agrupamento utilizando os índices ecomorfológicos para a zona inferior (Z1) do estuário do rio Mamanguape, Brasil. Abreviatura das espécies de acordo com a Tabela 2.

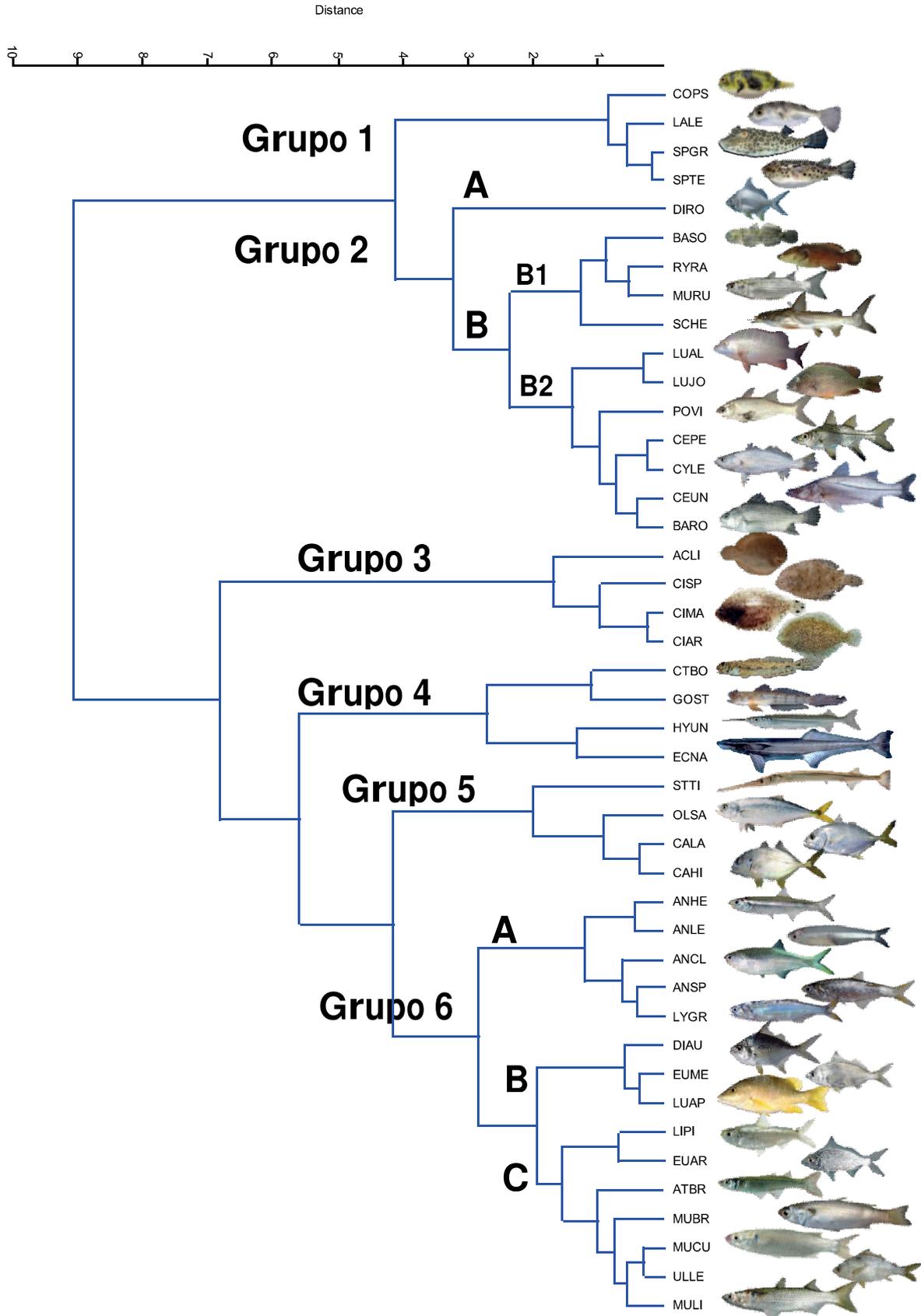


Figura 4. Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando os índices ecomorfológicos para a zona inferior (Z1) do estuário do rio Mamanguape, Brasil. Abreviaturas dos índices ecomorfológicos e das espécies, de acordo com as Tabelas 1 e 2, respectivamente.

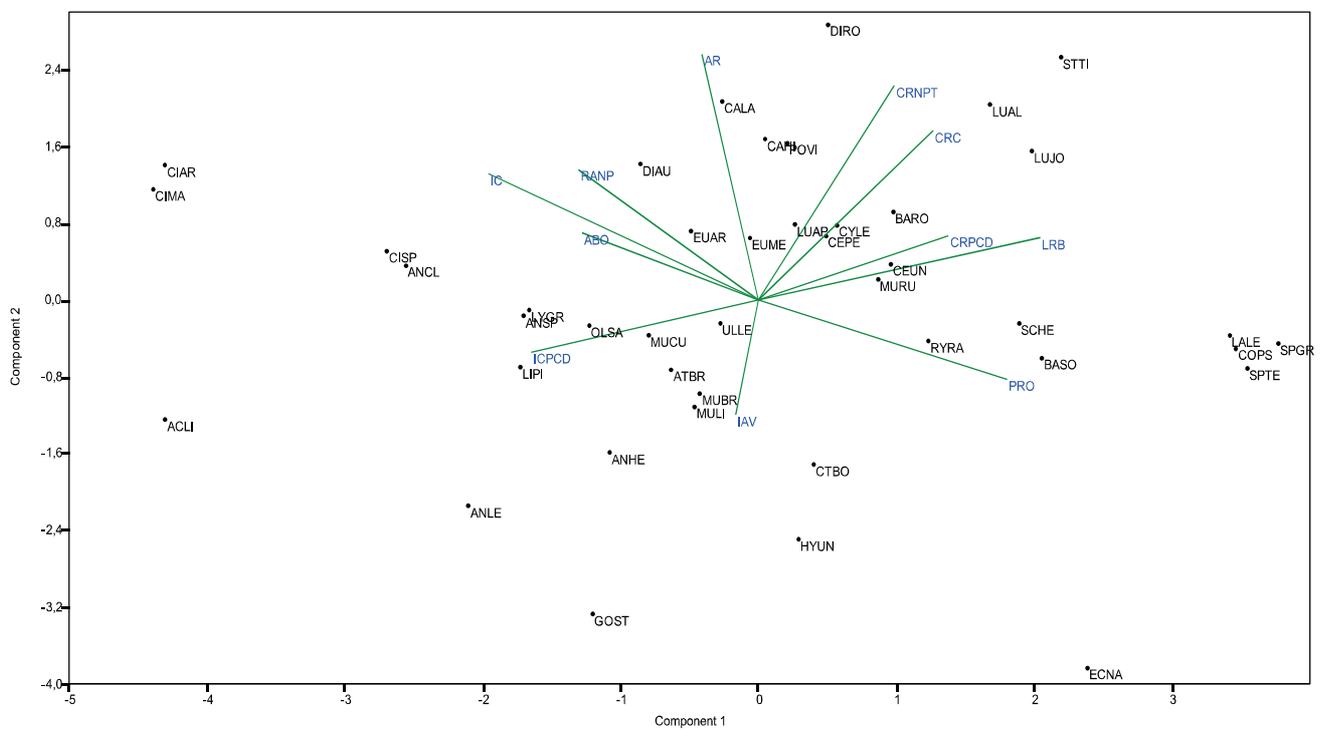


Figura 5. Análise de agrupamento utilizando os índices ecomorfológicos para a zona superior (Z2) do estuário do rio Mamanguape, Brasil. Abreviatura das espécies de acordo com a Tabela 2.

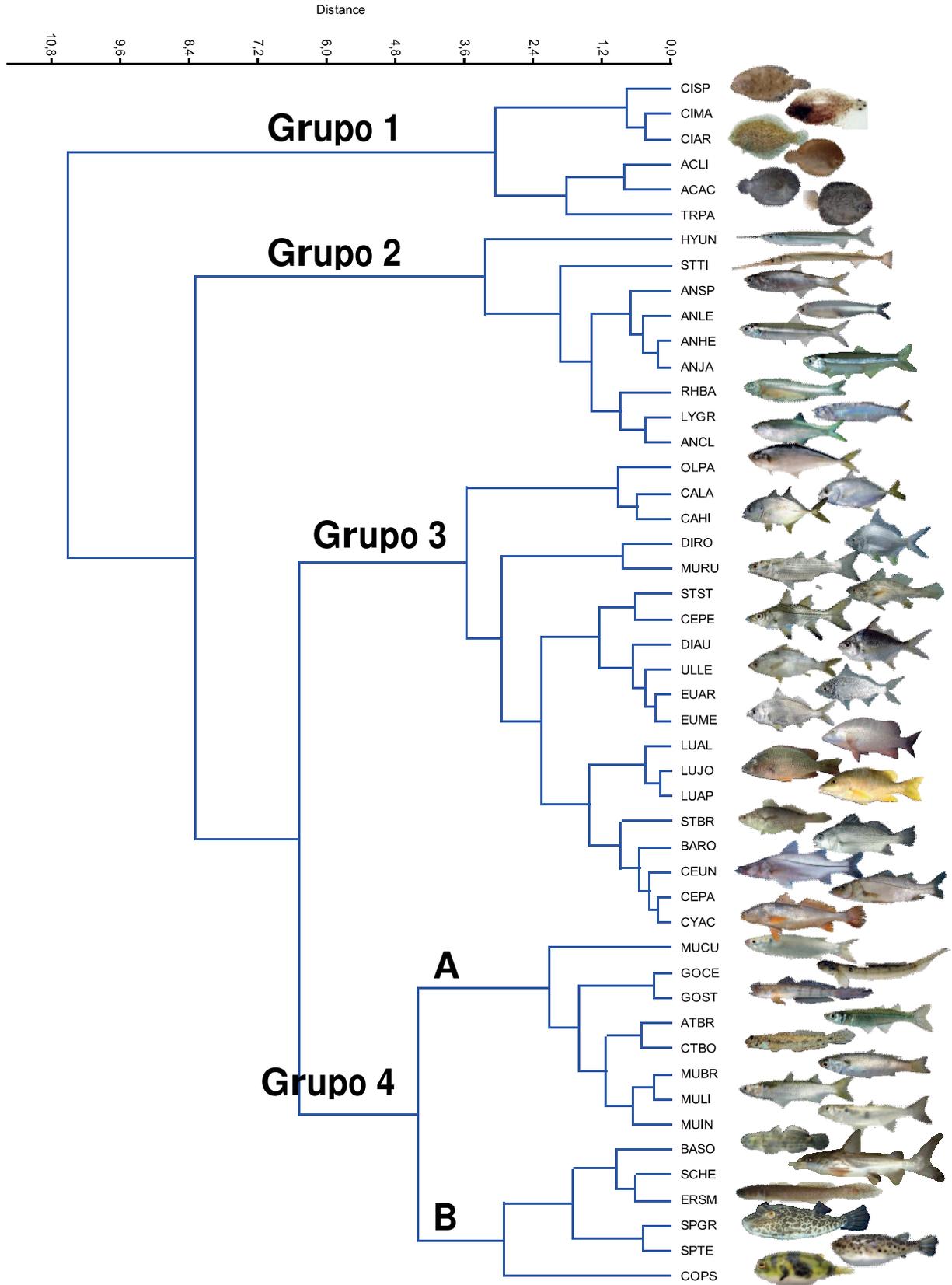
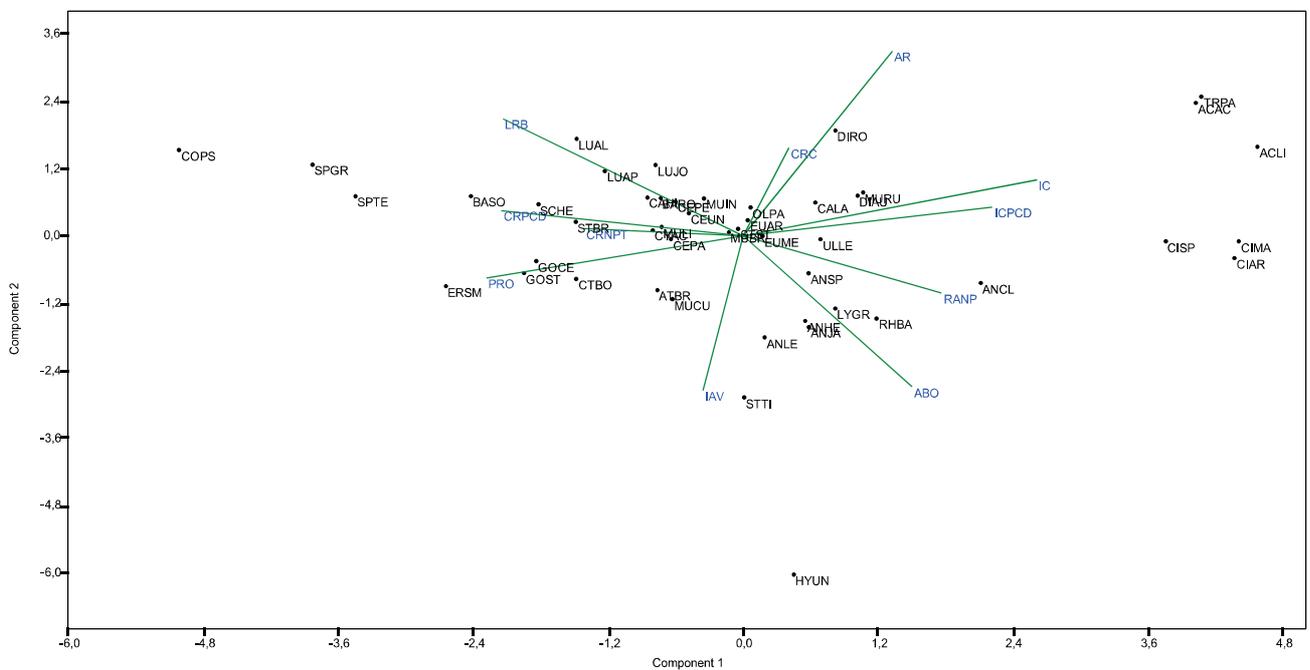


Figura 6. Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando os índices ecomorfológicos para a zona superior (Z2) do estuário do rio Mamanguape, Brasil. Abreviatuas dos índices ecomorfológicos e das espécies, de acordo com as Tabelas 1 e 2, respectivamente.



4 DISCUSSÃO

Os resultados do nosso estudo indicaram que os padrões ecomorfológicos das espécies variam de acordo com o nicho que elas desempenham e do local onde são capturadas no estuário do rio Mamanguape, indicando que tais mudanças podem ser entendidas como importantes mecanismos que atuam também nos processos ecológicos. Estas diferenças, portanto, são explicadas pelo conjunto de características morfológicas que funcionam como preditoras do hábito de cada uma das espécies (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Entretanto algumas espécies, como as representantes da ordem Tetraodontiformes e Pleuronectiformes, não apresentaram mudanças morfológicas evidenciadas pelas correlações com os índices ecomorfológicos, indicando um padrão constante ao longo do desenvolvimento ontogenético, com maiores correlações para os índices de compressão e posição dos olhos, respectivamente. Trabalhos utilizando os índices ecomorfológicos indicam que espécies próximas filogeneticamente, apresentam características semelhantes devido a compartilharem um ancestral comum (PERES-NETO, 1999; PESSANHA *et al.*, 2015).

Os índices agruparam as espécies com características morfológicas relacionadas com a alimentação, locomoção e a posição desses indivíduos na coluna d'água. Segundo Blasina *et al.* (2016), os maiores valores do índice de compressão indicam peixes lateralmente comprimidos, característica positivamente relacionada com a velocidade de natação. Entretanto, o índice compressão nesse estudo, obtiveram maiores correlações com a ordem dos Pleuronectiformes, evidenciando uma importante adaptação para seu hábito bentívoro. Em um estudo que analisou a dieta de espécies dessa ordem, na Grécia, os itens de maior contribuição estiveram ligados ao substrato, como por exemplo, Polychaeta e Brachyura, sendo esse comportamento fundamental para conversão da energia dos bentos para os níveis tróficos superiores (KARACHLE; STERGIOU, 2011). A associação entre o formato do corpo dessas espécies e a posição dos indivíduos na coluna d'água, favorece papel importante na determinação dos itens preferenciais na dieta, além de torná-los “invisíveis” aos predadores devido a sua capacidade de camuflagem com o substrato (RUSSO *et al.*, 2008, SPINNER *et al.*, 2016).

A posição relativa do olho foi uma característica mais compartilhada com os representantes da ordem dos Tetraodontiformes nas zonas estuarinas estudadas. A posição superior dos olhos bem como o seu tamanho reduzido está relacionada ao hábito bentônico dessas espécies, facilitando assim a captura das presas (MOTTA *et al.*, 1995; SOARES; RUFFEIL; MONTAG, 2013). A captura de itens junto ao substrato pelos representantes de

Tetraodontidae indica a sua associação com o sedimento, predando principalmente Brachyura e Mollusca (ARAÚJO *et al.*, 2016).

As maiores correlações do índice de achatamento ventral foram principalmente com as espécies da família Mugilidae, Gobiidae e por um representante de Atherinopsidae, *Atherinella brasiliensis*, que nesse caso são espécies que formam cardumes e/ou preferem águas calmas. Segundo Gatz (1979), os altos valores desse índice implicam maiores relações com águas de hidrodinamismo menor. A preferência por águas lênticas está relacionada com o desenvolvimento dos cardumes e a proteção dos juvenis contra predadores, que encontram refúgio entre as raízes do mangue e em águas mais turvas (THAYER *et al.*, 1987; CYRUS; BLABER, 1987). Blaber e Whitfield (1977 a, b) ao estudarem os peixes estuarinos, apontaram a importância dos recursos alimentares e águas mais calmas como importantes fatores que influenciam na distribuição de juvenis de Mugilidae e de Gobiidae, corroborando com o presente estudo. Além disso, a utilização de áreas de menor hidrodinamismo e menos salinas, como as que ocorrem na zona superior do estuário, estão relacionadas com a Teoria Isosmótica, na qual infere sobre a redução do gasto energético com a osmorregulação, para investir no crescimento dos juvenis (LISBOA *et al.*, 2015). Assim, a salinidade e o hidrodinamismo afetam o recrutamento e as taxas de crescimento dos peixes juvenis em estuários (GIBSON, 1994).

Outras representantes de peixes estuarinos em áreas tropicais, e formadores de cardume são os representantes da ordem Clupeiformes. Nesse estudo, tais representantes apresentam correlações com ICPCD e RANP, índices ecomorfológicos diretamente relacionados com a capacidade de natação. Além disso, houve também uma maior correlação com o aspecto da boca (ABO), tendo em vista que espécies de Engraulidae apresentam bocas mais estreitas e de grande abertura, importantes para predação do plâncton. Estudos realizados em diferentes estuários tropicais apontam a utilização desses itens por essas espécies (SERGIPENSE *et al.*, 1999; PASSOS *et al.*, 2013), sendo considerado, em alguns casos, a base da cadeia alimentar pelágica (CAMPOS *et al.*, 2015). Esse hábito alimentar envolve a capacidade de engolfar uma maior quantidade de água para captação do alimento através da filtração (PESSANHA *et al.*, 2015). A grande abertura da boca possibilita que grandes capturas desses itens seja uma importante adaptação para maior aproveitamento energético, uma vez que Clupeiformes apresentam um crescimento rápido característica ligada a sua capacidade r estrategista (CLARK; PESSANHA, 2015).

Os Perciformes formaram grupos representativos nos “clusters”, devido características envolvendo o comprimento da cabeça e altura relativa do corpo, que também são encontradas

em peixes carnívoros e pelágicos, como os representantes de Carangidae, Lutjanidae, Centropomidae e Sciaenidae registradas nesse estudo. Um estudo realizado com quatro sciaenídeos apresentaram correlações positivas do comprimento da cabeça com a ingestão de presas maiores, como Teleósteos e Peneidae (BLASINA *et al.*, 2016).

Outra importante característica ligada a esse grupo está relacionada ao comprimento relativo do pedúnculo caudal, indicando que essas espécies são representadas principalmente por aquelas que possuem boa capacidade natatória. As espécies que estão na coluna d'água possuem um grande desempenho na natação através da propulsão promovida pelo pedúnculo caudal, influenciada também pelo formato do corpo e pelas nadadeiras (VILLÉGER *et al.*, 2017). Um exemplo a ser citado está relacionado com os representantes do gênero *Centropomus*, no qual a nadadeira caudal permite uma maior propulsão, favorecendo que as espécies alcancem maiores velocidades durante a captura das presas, sendo portanto, uma importante adaptação para a otimização com os gastos energéticos e o desempenho da natação (TOLLEY; TORRES, 2002).

As diferenças morfológicas observadas nesse estudo indicaram a importância das diferentes formas de exploração dos recursos de acordo com o hábito de vida dos peixes estuarinos, adquirindo comportamentos específicos na captura de presas, competição por recursos e locomoção nesses sistemas (PERES-NETO, 2004; PESSANHA *et al.*, 2015). O conjunto de variáveis ambientais, que apesar de não estarem contempladas nesse estudo, mas pelo amplo conhecimento destas ao longo do gradiente estuarino são considerados fatores que favorecem a diferenciação morfo-funcional das espécies, estruturando as comunidades de peixes conforme apontados nos trabalhos de Farré *et al.* (2015) e Gammanpila *et al.* (2017). Além disso, a principal condicionante ambiental, a salinidade, é um fator chave para composição dessas espécies nas comunidades estuarinas (BARLLETA *et al.*, 2005). Essa variável abiótica influencia no potencial osmorregulatório, afetando as taxas metabólicas das espécies e conseqüentemente na energia acumulada para o seu desenvolvimento (LISBOA *et al.*, 2015). Portanto, as diferenças de salinidade funcionam como filtro ambiental para a seleção das espécies de peixes e sua distribuição em estuários (CYRUS; BLABER, 1992; EICK; THIEL, 2014).

É importante destacar, que em estudos de ecomorfologia, é importante padronizar os cálculos e retirar a influência do tamanho do corpo, pois diferenças alométricas nos padrões de crescimento influenciam nos resultados. Os autores Winemiller (1991) e Oliveira *et al.* (2010) apontam que os índices ecomorfológicos são razões e por sua vez, independentemente do tamanho do indivíduo, eliminam o efeito dessa influência e permitem as comparações

apenas entre os formatos do corpo. Desta forma, estes autores fazem uso dos índices ecomorfológicos para que a análise não seja dominada por uma única variável, o tamanho do corpo. Análises posteriores, com a retirada dessa influência do tamanho dos peixes, são indicadas para incrementar os resultados obtidos.

5 CONCLUSÕES

Os índices ecomorfológicos são uma abordagem que fornecem subsídios para entender a utilização das áreas estuarinas pelas espécies de peixes. Os padrões morfológicos das espécies de peixes variaram entre as zonas estudadas, com exceção de Tetraodontiformes e Pleuronectiformes, indicando pequenas mudanças ao longo do desenvolvimento dessas espécies. Além disso, os índices relacionados com a natação, captura do alimento e com utilização do habitat foram importantes para formação de grupos compostos por diferentes espécies com características morfo-funcionais semelhantes. Os Perciformes obtiveram maiores correlações com características que indicam o hábito de vida pelágico e com ingestão de presas maiores, características ligadas com os representantes carnívoros dessa ordem; os Clupeiformes apresentaram correlações com a capacidade natatória e com a capacidade de engolfar inúmeras presas pequenas, tendo em vista que são, em sua maioria, filtradores; já os Mugiliformes e Atheriniformes, tiveram maiores correlações com o índice de achatamento ventral, importante para a proteção dos cardumes nas áreas com águas menos turbulentas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, K. G.; JOHNSTON, R.; CONNOLLY, R. M.; SHEAVES, M. Importance of Mangrove Carbon for Aquatic Food Webs in Wet–Dry Tropical Estuaries. **Estuaries and Coasts**, v. 38, n. 1, p. 383-399, 2015.

ALVARES, C.A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map of Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p. 711-728, 2014.

ARAÚJO, A. L. F.; DANTAS, R. P.; PESSANHA, A. L. M. Feeding ecology of three juvenile mojarras (Gerreidae) in a tropical estuary of northeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2016.

ARAÚJO, P. R. V.; COSTA, S. Y. L.; DUARTE, M. R. N.; PESSANHA, A. L. M. Feeding and spatial distribution of two estuarine puffer fish in a tropical estuary, north-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p. 1-8, 2016.

AKIN, S.; BUHAM, E.; WINEMULLER, K.O.; YILMAZ, H. Fish assemblage structure of Koycegiz Lagoon-Estuary, Turkey: spatial and temporal distribution patterns in relation to environmental variation. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 64, n.4, p. 671-684, 2005.

BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 66, n. 1, p. 45-72, 2005.

BEAUMORD, A. C.; M. PETRERE Jr. Fish communities of Manso River, Chapada dos Guimarães, MT, Brazil. **Acta Biologica Venezuelica**, v. 152, p. 21-35, 1994.

BLABER, S. J. M. **Tropical estuarine fishes: ecology, exploration and conservation**. Oxford: Wiley-Blackwell Science, 2008. 384p.

BLABER, S.J.M.; BLABER, T.G. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. **Journal of Fish Biology**. v.17, n. 2, p. 143-162. 1980.

BLABER, S.J.M.; WHITFIELD, A. K. The feeding ecology of juvenile mullet (Mugilidae) in southeast African estuaries. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 9, n. 3, p. 277-284, 1977a.

BLABER, S.J.M.; WHITFIELD, A. K. The biology of the burrowing goby *Croilia mossambica* Smith (Teleostei, Gobiidae). **Environmental Biology of Fishes**, v. 1, n. 2, p. 197-204, 1977b.

BLASINA, G.; MOLINA, J.; CARZOLA, A. L.; ASTARLOA, J. D. Relationship between ecomorphology and trophic segregation in four closely related sympatric fish species (Teleostei, Sciaenidae). **Comptes Rendus Biologies**, v. 339, n. 11-12, p. 498-506, 2016.

BLONDEL, J. Guilds or functional groups: does it matter?. **Oikos**, v. 100, n. 2, p. 223-231, 2003.

- CAMPOS, D. M. A. R.; SILVA, A. F.; SALES, N. S.; OLIVEIRA, R. E. M. C. C.; PESSANHA, A. L. M. Trophic relationships among fish assemblages on a mudflat within a Brazilian Marine protected area. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 63, n. 2, p. 429-442, 2015.
- CLARK, F. J. K.; PESSANHA, A. L. M. Diet and ontogenetic shift in habitat use by *Rhinosardinia bahiensis* in a tropical semi-arid estuary, north-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, V. 95, N. 1, P. 175-183, 2015.
- CYRUS, D. P.; BLABER, S. J. M. The influence of turbidity on juvenile marine fishes in estuaries. Part 2. Laboratory studies, comparisons with field data and conclusions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 109, n. 1, p. 71-91, 1987.
- CYRUS, D. P.; BLABER, S. J. M. Turbidity and Salinity in a Tropical Northern Australian Estuary and their Influence on Fish Distribution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 35, n. 6, p. 545-563, 1992.
- EICK, D.; THIEL, R. Fish assemblage patterns in the Elbe estuary: guild composition, spatial and temporal structure, and influence of environmental factors. **Marine Biodiversity**, v. 44, n. 4, p. 559-580, 2014.
- 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*. v. 8, p. 241-268, 2007.
- FARRÉ, M.; LOMBARTE, A.; RECASENS, L.; MAYNOU, F.; TUSET, V. M. Habitat influence in the morphological diversity of coastal fish assemblages. **Journal of Sea Research**, v. 99, p. 107-117, 2015.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. II. Teleostei (1). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1978.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. III. Teleostei (2). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. IV. Teleostei (3). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. V. Teleostei (4). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. VI. Teleostei (5). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2000.
- FIGUEIREDO, G. G. A. A.; PESSANHA, A. L. M. Comparative study of trophic organization of juvenile fish assemblages of three tidal creeks in a tropical semi-arid estuary. **Journal Fish biology**, v. 89, n. 1, p. 680-695, 2015.

- FRANÇA, S.; COSTA, M. J.; CABRAL, H. N. Assessing habitat specific fish assemblages in estuaries along the Portuguese coast. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, v. 83, n. 1, p. 1-12, 2009.
- GAMMANPILA, M.; AMARASINGHE, U. S.; WIJEYARATNE, M. J. S. Morphological correlates with diet of fish assemblages in brush park fisheries of tropical estuaries. **Environmental Biology of Fishes**, v. 100, n. 10, p. 1285-1299, 2017.
- GARCIA, A. F. S.; PESSANHA, A. L. M. Temporal dynamics of tidal mudflat fish assemblages in north-eastern Brazil: short and medium-term variations. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p. 1-11, 2017.
- GATZ, A. J., Jr. Community Organization in Fishes as Indicated by Morphological Features. **Ecology**, v. 60, n. 4, p. 711-718, 1979.
- GIBSON, R.N. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. **Netherlands Journal of Sea Research**, v. 32, n. 2, p. 191-206, 1994.
- HINDELL, J.S.; JENKINS, G.P. Spatial and temporal variability in the assemblage structure of fishes associated with mangroves (*Avicennia marina*) and intertidal mudflats in temperate Australian embayments. **Marine Biology**, v. 144, n. 2, p. 385-395, 2004.
- KARACHLE, P. K.; STERGIOU, K. I. Feeding and ecomorphology of seven flatfish species in the North-North-West Aegean Sea, Greece. **African Journal of Marine Science**, v. 33, n. 1, p. 67-78, 2011.
- KEAST, A.; WEBB, D. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 23, p. 1845-1874, 1966.
- LISBOA, V.; BARCAROLLI, I. F.; SAMPAIO, L. A.; BIANCHINI, A. Acclimation of juvenile Mugil liza Valenciennes, 1836 (Mugiliformes: Mugilidae) to different environmental salinities. **Neotropical Ichthyology**, v. 13, n. 3, p. 591-598, 2015.
- MARCENIUK, A. P. Chave de identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da costa brasileira. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 2, p. 89-101, 2005.
- MCLUSKY, D.S.; ELLIOTT, M. **The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats and Management**. 3 ed. Oxford University Press, Oxford, 2004. 224p.
- MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3)**. Museu de Zoologia/USP, São Paulo, 1980.
- MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4)**. Museu de Zoologia/USP, São Paulo, 1985.
- MENEZES, N. A.; NIRCHIO, M.; OLIVEIRA, C.; SICCHARAMIREZ, R. Taxonomic review of the species of Mugil (Teleostei: Perciformes: Mugilidae) from the Atlantic South Caribbean and South America, with integration of morphological, cytogenetic and molecular data. **Zootaxa**, v. 3918, n. 1, p. 1-38, 2015.

MOTTA, P. J.; CLIFTON, K. B.; HERNANDEZ, P.; EGGOLD, B. T. Ecomorphological correlates in ten species of subtropical seagrass fishes: diet and microhabitat utilization. **Environmental Biology of Fishes**, v. 44, p. 37-60, 1995.

NAGELKERKEN, I.; BLABER, S.J.M.; BOUILLON, S.; GREEN, P.; HAYWOOD, M.; KIRTON, L.G.; MEYNECKE, J.-O.; PAWLIK, J.; PENROSE, H.M.; SASEKUMAR, A.; SOMERFIELD, P.J. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. **Aquatic Botany**, v. 89, n.2, p. 155-185, 2008.

NAGELKERKEN, L. A. J.; ROSSBERG, A. G. Trophic niche-space imaging, using resource and consumer traits. **Theoretical Ecology**. v. 7, n. 4, p. 423-434, 2014.

NAGELKERKEN, I.; VAN DER VELDE, G. A comparison of fish communities of subtidal seagrass beds and sandy seabeds in 13 marine embayments of a Caribbean island, based on species, families, size distribution and functional groups. **Journal of Sea Research**. v. 52, n.2, p. 127-147, 2004.

NASCIMENTO, D. M.; ALVES, A. G. C.; ALVES, R. R. N.; BARBOZA, R. R. D.; DIELE, K.; MOURÃO, J. S. An examination of the techniques used to capture mangrove crabs, *Ucides cordatus*, in the Mamanguape River estuary, northeastern Brazil, with implications for management. **Ocean & Coastal Management**, v. 130, p. 50-57, 2016.

NELSON, J.S. **Fishes of the World**. 4. ed. Hoboken (New Jersey, USA): John Wiley & Sons, 2006. 622 p.

OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E.; BREDA, L.; MINTE-VERA, C.V.; PAIVA, L. R. 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, n. 3, p. 569-586, 2010.

PALUDO, D.; KLONOWSKI, V.S. Barra de Mamanguape e PB: estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo, 1999.

PASSOS, A. C.; CONTENTE, R. F.; ABBATEPAULO, F. V.; SPACH, H. L.; VILAR, C. C.; JOYEUX, J. C.; CARTAGENA, B. F. C.; FÁVARO, L. F. Analysis of fish assemblages in sectors along a salinity gradient based on species, families and functional groups. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 61, n. 4, p. 251-264, 2013.

PERES-NETO, P. R. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (Eds) Ecologia de Peixes de Riachos. **Série Oecologia Brasiliensis**, v. 6, p. 209-236, 1999.

PERES-NETO, P. R. Patterns in the co-occurrence of fish species in streams: the role of site suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. **Oecologia**, v. 140, n. 2, p. 352-360, 2004.

- PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G.; OLIVEIRA, R. E. M. C. C.; SILVA, A. F.; SALES, N. S. Ecomorphology and resource use by dominant species of tropical estuarine juvenile fishes. **Neotropical Ichthyology**, v. 13, n. 2, p. 410-412, 2015.
- PIHL, L.; CATTRIJSE, A.; CODLING, I.; MATHIESON, S.; MCLUSKY, D. S. Habitat Use by Fishes in Estuaries and Other Brackish Areas. In: ELLIOTT, M.; HEMINGWAY, K. (Eds) *Fishes in Estuaries*. Blackwell, p. 10-51, 2002.
- REECHT, Y.; ROCHET, M.-J.; TRENKEL, V. M.; JENNINGS, S.; PINNEGAR, J. K. Use of morphological characteristics to define functional groups of predatory fishes in the Celtic Sea. **Journal of Fish Biology**. v. 83, n. 2, p. 355–377, 2013.
- ROBERTSON, A.I.; DUKE, N.C. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. **Marine Biology**. v. 96, n.2, p. 193-205, 1987.
- ROBERTSON, A.I.; DUKE, N.C. Mangrove fish communities in tropical Australia: spatial and temporal patterns in densities, biomass and community structure. **Marine Biology**. v. 104, n.3, p. 369-379, 1990.
- RUSSO, T.; PULCINI, D.; O'LEARY, Á.; CATAUDELLA, S.; MARIANI, S. Relationship between body shape and trophic niche segregation in two closely related sympatric fishes. **Journal of Fish Biology**, 2008, v. 73, p. 809-828.
- SERGIPENSE, S.; CARAMASCHI, E. P.; SAZIMA, I. Morfologia e hábitos alimentares de duas espécies de Engraulidae (Teleostei, Clupeiformes) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 47, n. 2, p. 173-188, 1999.
- SHEAVES, M. J. Scale-dependent variation in composition of fish fauna among sandy tropical estuarine embayments. **Marine Ecology Progress Series**, v. 310, p. 173-184, 2006.
- SOARES, B. E.; RUFFEIL, T. O. B.; MONTAG, L. F. A. Ecomorphological patterns of the fishes inhabiting the tide pools of the Amazonian Coastal Zone, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 4, p. 845-858, 2013.
- SOUZA, M. A.; FAGUNDES, D. C.; LEAL, C. G.; POMPEU, P. S. Ecomorphology of *Astyanax* species in streams with different substrates. **Zoologia (Curitiba): An International Journal For Zoology**, v. 31, n. 1, p. 42-50, 2014.
- 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** 6, n.26308, 2016.
- TAYER, G. W.; COLBY, D. R.; HETTLER, W. F., Jr. Utilization of the red mangrove prop root habitat by fishes in south Florida. **Marine Ecology Progress Serie**, v. 35, p. 25-38, 1987.
- TOLLEYA, S. G.; TORRES, J. J. Energetics of swimming in juvenile common snook, *Centropomus undecimalis*, **Environmental Biology of Fishes**, v. 63, n. 4, p. 427-433, 2002.
- VILLÉGER, S.; BROSSE, S.; MOUCHET, M.; MOILLOT, D.; VANNI, M. J. Functional ecology of fish: current approaches and future challenges. **Aquatic Sciences**, v. 79, n. 4, p. 783-801, 2017.

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

WHITFIELD, A.K.; ELLIOTT, M. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries – a review of progress and some suggestions for the future. **Journal of Fish Biology**, v. 61(Suppl. A), p. 229–250, 2002.

WINEMILLER, K. O. Ecomorphological Diversification in Lowland Freshwater Fish Assemblages from Five Biotic Regions. **Ecological Monographs**, v.61, n. 4, p. 343-365, 1991.

WILLIS, S. C.; WINEMILLER, K. O.; LÓPEZ-FERNADEZ, H. Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. **Oecologia**, v. 142, n. 2, p. 284-295, 2005.

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