

## Complexidade do habitat e variação espaço-temporal da diversidade de Sciaenidae (Teleostei) em canais de maré da Costa Norte do Brasil

Camila de Nazaré Araújo Cardoso<sup>1\*</sup>, Mayra Sousa do Nascimento<sup>1</sup>, Wellington Matheus Gomes de Lima<sup>1</sup>, Nayara Cristina Barbosa Mendes<sup>1</sup>, Luciano de Jesus Gomes Pereira<sup>2</sup>, Bianca Bentes<sup>3</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental (Universidade Federal do Pará, Brasil).

2. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Pesqueiros Tropicais (Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil).

3. Professora Doutora da Universidade Federal do Pará, Brasil.

\*Autor para correspondência: [camilanacbio@yahoo.com.br](mailto:camilanacbio@yahoo.com.br)

**RESUMO.** Para estudar a composição, densidade e variação espaço-temporal na diversidade de Sciaenidae e a complexidade dos canais de maré da Península de Ajuruteua (Pará). Foram realizadas coletas entre setembro de 2012 e outubro de 2013. Os peixes foram capturados com redes de tapagem (*block nets*) e o registro das variáveis abióticas foi realizado através de uma sonda multiparâmetro. Foram capturados 471 indivíduos, distribuídos em nove espécies. O período seco correspondeu à maior biomassa e número de indivíduos capturados. Para a relação peso-comprimento, foram encontrados valores alométricos positivos para as espécies *Bairdiella ronchus*, *Stellifer microps*, *Stellifer rastrifer* e *Stellifer stellifer*. As curvas ABC apontaram stress ambiental no Furo Grande durante o período seco e transição chuvoso-seco. Foram observadas inclinações no espectro de tamanho especialmente no Furo do Taici, fato que pode estar relacionado ao grande número de recrutas nesse local. Os índices ecológicos mostraram maior riqueza de espécies no Furo Grande ( $d = 1,16$ ) e maior diversidade e equitabilidade no Furo do Taici ( $H'(\log_e) = 1,25$ ,  $J' = 0,77$ ). A PCA evidenciou que a turbidez foi a variável que melhor respondeu pela variabilidade dos dados nos canais de maré.

**Palavras-chave:** peixes estuarinos, sensibilidade ambiental, Península de Ajuruteua.

### Complexity of habitat and spatial-temporal variation of Sciaenidae diversity (Teleostei) in tidal channels of Brazil North Coast

**ABSTRACT.** To study the composition, density and spatial-temporal variation in diversity of Sciaenidae and complexity of tidal creeks Ajuruteua Peninsula (Pará), collections were carried out between September 2012 and October 2013. The fish were caught with block nets and the registration of abiotic variables was performed through a multiparameter probe. A total of 471 individuals, distributed in nine species were caught. Dry season corresponded to higher biomass and number of individuals captured. For the length-weight relationship, positive allometric values were found for the species *Bairdiella ronchus*, *Stellifer microps*, *Stellifer rastrifer* and *Stellifer stellifer*. The ABC curves showed environmental stress in the Furo Grande during the dry and rainy-dry transition season. Slopes were observed in the size spectra especially in the Taici, which may be related to the large number of recruits there. The ecological indexes showed greater species richness in the Furo Grande ( $d = 1.16$ ) and greater diversity and evenness in Furo do Taici ( $H'(\log_e) = 1.25$ ,  $J' = 0.77$ ). The PCA showed that the turbidity was the variable that best account for the variability of the data in the tidal channels.

**Keywords:** estuarine fishes, environmental sensitivity, Peninsula de Ajuruteua.

#### 1. Introdução

Os peixes da família Sciaenidae possuem ampla distribuição geográfica e ocorrem em águas rasas, geralmente próximas às regiões continentais, habitando os oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. Várias espécies marinhas entram no estuário e cerca de 28 delas são restritas à água doce nas Américas. Os gêneros de água doce que ocorrem na América do Sul são *Pachypops*, *Pachyurus* e *Plagioscion*, sendo este último o único que entra nos estuários (NELSON, 2006).

No Atlântico sul-ocidental, a família Sciaenidae está representada por 21 gêneros (CHAO, 1978) e na costa do Brasil são registradas um total de 30 espécies (MENEZES E FIGUEIREDO, 1980). Segundo Barthem (1985) existem pelo menos 7 espécies que ocorrem na Baía do Marajó (Pará): *Cynoscion acoupa*, *Cynoscion microlepidotus*, *Macrodon ancylodon*, *Plagioscion squamosissimus*, *Plagioscion auratus*, *Plagioscion* sp. e *Stellifer* sp.

No Nordeste do Estado do Pará, Cardoso et al. (2014a), listaram a ocorrência de 10 espécies para o estuário Taperaçu, localizado na cidade de Bragança, sendo elas: *Cynoscion acoupa*, *Cynoscion jamaicensis*, *Cynoscion microlepidotus*, *Cynoscion virescens*, *Macrodon ancylodon*, *Micropogonias furnieri*, *Stellifer microps*, *Stellifer naso*, *Stellifer rastrifer* e *Umbrina coroides*.

Um estudo realizado por Barletta et al. (2003) no estuário do

rio Caeté (que banha a cidade de Bragança, Pará) mostrou que pelo menos 85% das espécies requerem condições estuarinas para completar o seu ciclo de vida. Assim, muitos cianídeos utilizam este ambiente durante uma parte ou por todo o seu ciclo de vida e, outras ainda, recrutam indivíduos que posteriormente irão acrescentar a biomassa que será explorada pela pesca.

A dinâmica dos canais de maré confere às diversas espécies um ambiente propício à alimentação, crescimento, reprodução e refúgio contra predadores. Como são inundados diariamente pela maré, os peixes entram nos canais durante a maré enchente e são forçados a deixá-los na maré vazante, pois estes secam quase que por completo. Apesar dessas características, estes ambientes apresentam uma ictiofauna bem adaptada, rica e diversa, como mostram alguns estudos que citam a família Sciaenidae como uma das mais representativas nesses sistemas (CAMARGO-ZORRO, 1999; BARLETTA et al., 2003; CAMARGO; ISAAC, 2001; CAMARGO; ISAAC, 1998; CARDOSO et al. 2014a).

O conhecimento a respeito dos padrões biológicos de espécies estuarinas é primordial para a compreensão do próprio sistema como um todo, além de que, conhecendo as espécies e de que forma as mesmas utilizam esses ambientes é possível pensar em boas práticas de manejo e de conservação dos estoques. Nesse sentido, o presente estudo objetiva investigar se a complexidade dos canais de maré amostrados

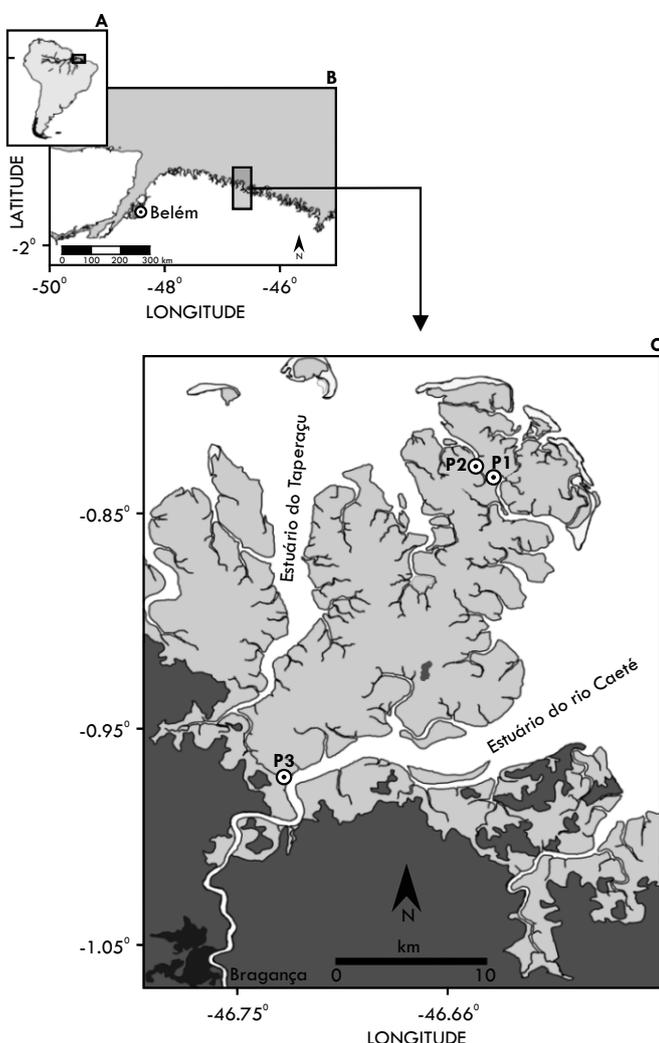
afeta aspectos populacionais de cianídeos tais como comprimento do corpo, densidade e biomassa.

## 2. Material e Métodos

### Área de estudo

O clima da região bragantina é quente e úmido, com média de precipitação anual de 2508,4 mm e temperatura média do ar de 25,6 °C nos últimos 24 anos (INMET, 2014).

Os manguezais da área de estudo originalmente recebem influência das águas provenientes dos estuários Caeté e Taperaçu e os canais de maré selecionados foram estrategicamente escolhidos pela sua similaridade na forma, hidrodinâmica, característica das margens e substrato, porém diferenciados do ponto de vista do gradiente de salinidade e cobertura vegetal. O Furo Grande (na porção norte da Península - pontos P1 e P2) é uma área mais aberta se comparada ao Furo do Taici (canal mais interno à Península, que faz a ligação entre os estuários Taperaçu e Caeté - ponto P3), mais sombreado pela vegetação (Figura 1).



**Figura 1.** Imagem da área de estudo, localizada na Península de Ajuruteua – PA. Furo Grande (P1 e P2) e Furo do Taici (P3). Imagem: Surfer 8.0 (Golden Software). A= América do Sul; B = faixa de manguezais na região norte do Brasil; C = Península de Ajuruteua na região nordeste do Pará. / **Figure 1.** Image of the study area, located in the peninsula of Ajuruteua - PA. Furo Grande (P1 and P2) and Furo of Taici (P3). Image: Surfer 8.0 (Golden Software). A = South America; B = extension of mangroves in northern Brazil; C = Ajuruteua Peninsula in northeastern Pará.

### Forma e periodicidade das coletas

As coletas foram realizadas mensalmente desde setembro de 2012 a outubro de 2013 sempre nas maiores amplitudes de maré (sizígia), em um período de 12 horas. Utilizaram-se redes

de tapagem (*Blocknet* - 30m de comprimento e 4m de largura com 12 mm entre nós opostos), que foram armadas sempre na primeira maré baixa, levantada na maré alta, e retiradas na segunda maré baixa do dia.

### Processamento das amostras

Utilizaram-se chaves de identificação especializadas de acordo com Menezes e Figueiredo (1980), Chao (2002) e Espírito-Santo et al. (2005). Todos os peixes coletados foram armazenados em caixas térmicas para identificação e análise no Laboratório de Bioecologia Pesqueira onde foram medidos em centímetros (CT - comprimento total, CP - comprimento padrão, CC - comprimento da cabeça, ALT - altura) e pesados em gramas.

### Análise dos dados

O período sazonal foi definido segundo Freire et al. (2012), que delimitou: período seco = SC (agosto, setembro, outubro e novembro), transição seco-chuvoso = TSC (dezembro), chuvoso = CH (janeiro, fevereiro, março, abril e maio) e transição chuvoso-seco = TCS (junho e julho).

Foram calculados os índices de diversidade ecológica de Shannon ( $H'(\log_e)$ ), riqueza de espécies a partir do índice de Margalef ( $d$ ) e equitabilidade das espécies através do índice de Pielou ( $J'$ ) com auxílio da rotina *Diverse* do software PRIMER 6.0 (*Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*) (CLARKE; WARWICK, 1994, 2001).

A análise de *size spectra* (espectro de tamanho) foi adicionada a partir dos valores de  $b$  (*slope* ou inclinação) em uma análise de regressão que correlacionou o tamanho corporal (CT mm) com a densidade das espécies nas áreas amostradas (KERR; DICKIE, 2001). As inclinações resultantes e a altura do ponto-médio de *size spectra* respondem às mudanças nas taxas de mortalidade e os efeitos indiretos da mesma, resultando em uma possível diminuição do número de peixes grandes, um aumento do número de peixes pequenos ou ambos (GRAHAM et al., 2005).

No PRIMER 6.0 foram gerados os gráficos das curvas ABC (*abundance-biomass curves* ou curvas de abundância e biomassa), uma análise que avalia a sensibilidade dos canais verificando os padrões de dominância a partir de valores cumulativos de peso (biomassa) e abundância das espécies em cada local amostrado (MAGURRAN, 2004). Nesse sentido, a sobreposição da curva de abundância sobre a curva de biomassa está relacionada com a degradação ambiental, sendo aqui expressadas pela estatística  $W$ . Valores negativos de  $W$  indicam relação de dominância em abundância (ambiente perturbado), valores próximos a zero indicam que as curvas estão muito próximas (ambiente moderadamente perturbado) e valores positivos indicam dominância em biomassa (ambiente sem estresse ambiental) (CLARKE; WARWICK, 2001; YEMANE et al., 2005).

Dessa maneira, áreas com altos valores de  $b$  (no caso do espectro de tamanho) e de  $W$  (curvas ABC) foram consideradas como de baixa prioridade à conservação, considerando que seriam áreas compatíveis com ambientes habitados preferencialmente por espécimes adultos.

A similaridade entre os locais de coleta foi testada através da análise de Cluster a partir de uma matriz de dados de presença/ausência das espécies por período sazonal. Posteriormente foram realizadas duas Análises de Componentes Principais (PCA) para testar a presença das espécies considerando os locais/período sazonal e a outra para testar as variáveis ambientais considerando os locais/período sazonal, cujo objetivo foi explicar a estrutura de variância e covariância

de um vetor aleatório, composto de p-variáveis aleatória, através da construção de combinações lineares das variáveis originais (MINGOTI, 2005).

As médias de biomassa e densidade de todas as amostras foram testadas com ANOVA (erro 5 %) por meio do programa STATISTICA 7.0 (STATSOFT INC., 2007). Adicionalmente, para a biometria, foram utilizadas correlações do tipo potência, onde a alometria foi determinada segundo a equação de Huxley

(1932) pela variação de 'b' (coeficiente angular de regressão) (FONTELES FILHO, 1989).

### 3. Resultados

A condutividade e a salinidade no Furo do Taici estiveram abaixo da média em comparação com o Furo Grande (Tabela 1). O pH foi a única virável abiótica cuja média diferiu estatisticamente entre as estações (Tabela 2).

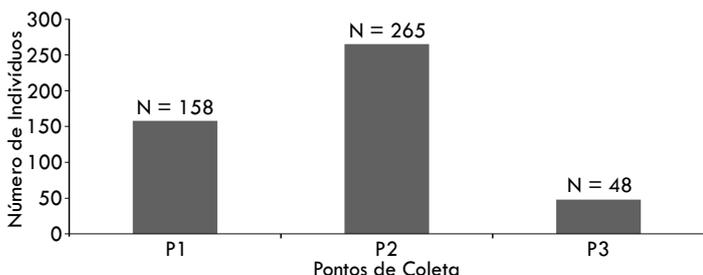
**Tabela 1.** Média e desvio padrão das variáveis abióticas ao longo do período sazonal da Península de Ajuruteua – PA, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. CH = chuvoso, SC = Seco, TCS = transição chuvoso-seco, TSC = transição seco-chuvoso. / **Table 1.** Average and standard deviation of the abiotic variables along the seasonal period of peninsula of Ajuruteua - PA, from September 2012 to October 2013. CH = rainy, SC = dry, TCS = rainy-dry transition, TSC = dry-rainy transition.

FURO GRANDE						
	Temperatura	Salinidade	pH	Condutividade	Turbidez	Oxigênio Dissolvido
CH	29,5 ± 0,4	28,3 ± 7,93	7,35 ± 0,7	43,3 ± 11,7	65,29 ± 28,1	6,11 ± 0,9
SC	29,1 ± 0,6	37,1 ± 2,22	7,54 ± 0,2	54,3 ± 3,26	45,35 ± 29,3	5,65 ± 0,5
TCS	28,8 ± 0,4	29,4 ± 0,91	8,32 ± 0,7	44,8 ± 1,17	51,11 ± 14,9	5,51 ± 0,4
TSC	28,8 ± 0,1	39,9 ± 0,07	7,76 ± 0,0	59,7 ± 0,07	38,03 ± 30,5	5,83 ± 0,9
FURO DO TAICI						
CH	28,4 ± 0,3	15,9 ± 11,9	6,89 ± 0,1	25,2 ± 17,9	147,5 ± 67,6	4,46 ± 0,6
SC	29 ± 0,5	16,8 ± 7,01	7,48 ± 0,7	26,6 ± 11,3	40,09 ± 19,6	5,64 ± 0,3

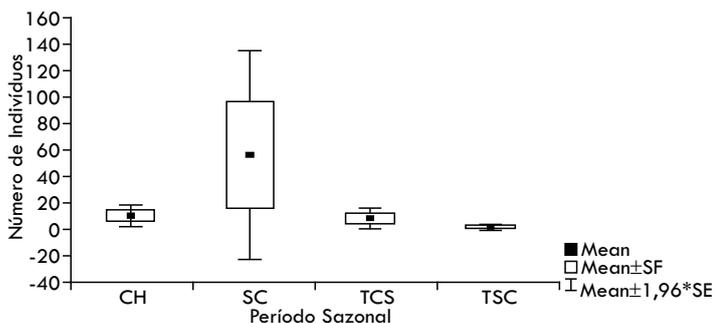
**Tabela 2.** Resultados de ANOVA (one way) para as variáveis abióticas ao longo do período sazonal da Península de Ajuruteua-PA, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. / **Table 2.** Results of ANOVA (one way) to the abiotic variables along the seasonal period of peninsula of Ajuruteua-PA, from September 2012 to October 2013.

Variáveis abióticas	ANOVA
Temperatura	F = 0,363; p > 0,05
Salinidade	F = 2,00; p > 0,05
pH	F = 7,63; p < 0,01
Condutividade	F = 1,83; p > 0,05
Turbidez	F = 3,72; p > 0,05
Oxigênio dissolvido	F = 0,31; p > 0,05

Foram coletados 471 espécimes distribuídos em nove táxons: *Bairdiella ronchus* (n = 57), *Cynoscion acoupa* (n = 33), *Macrodon ancylodon* (n = 21), *Micropogonias furnieri* (n = 69), *Stellifer sp* (n = 3), *Stellifer microps* (n = 7), *Stellifer naso* (n = 270), *Stellifer rastrifer* (n = 5) e *Stellifer stellifer* (n = 6). O maior número de indivíduos ocorreu no P2 (Furo Grande) (Figura 2). O período seco correspondeu à maior capturabilidade de Sciaenidae nos locais amostrados (Figura 3).

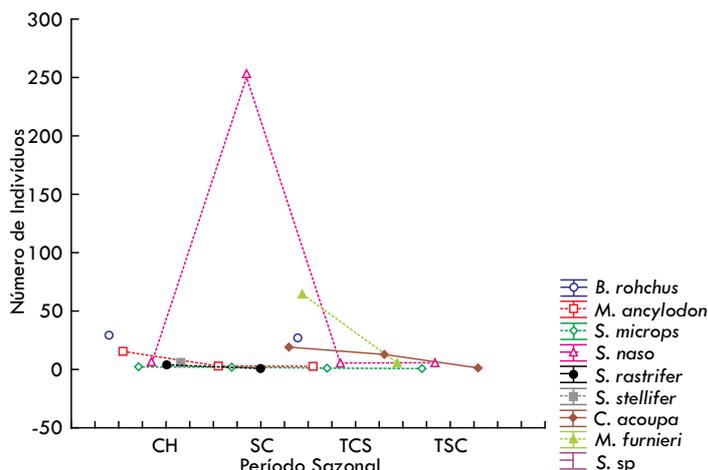


**Figura 2.** Número de indivíduos capturados em cada ponto de coleta na Península de Ajuruteua-PA, durante o período de setembro de 2012 a outubro de 2013. N = número de indivíduos. / **Figure 2.** Number of individuals captured in each point collection in the Peninsula of Ajuruteua-PA, during the period of September 2012 to October 2013. N = number of individuals.



**Figura 3.** Gráfico box-plot ilustrando a distribuição do número de indivíduos ao longo do período sazonal na Península de Ajuruteua-PA, entre setembro de 2012 e outubro de 2013. CH = chuvoso, TCS = transição chuvoso-seco, SC = seco, TSC = transição seco-chuvoso. / **Figure 3.** Graphic box-plot illustrating the distribution of the number of individuals over the seasonal period in the Peninsula Ajuruteua-PA, between September 2012 and October 2013. CH = rainy, TCS = rainy-dry transition, SC = dry, TSC = dry-rainy transition.

As espécies *S. naso* e *S. microps* foram capturadas em todas as épocas do ano, diferente de *S. stellifer* e *S. sp*, que ocorreram nos períodos chuvoso e transição seco-chuvoso, respectivamente. As demais espécies tiveram pelo menos duas ocorrências ao longo do período de coleta (Figura 4). O maior espécime capturado apresentou comprimento total máximo de 21,49 cm (*Cynoscion acoupa*) enquanto o menor espécime apresentou 5,30 cm (*Bairdiella ronchus*) (Tabela 3).

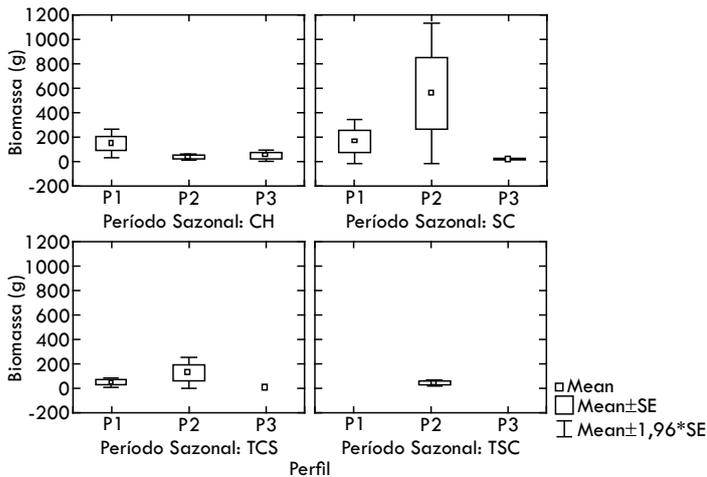


**Figura 4.** Número de indivíduos capturados em relação ao período sazonal na Península de Ajuruteua-PA, entre setembro de 2012 e outubro de 2013. CH = chuvoso, TCS = transição chuvoso-seco, SC = seco, TSC = transição seco-chuvoso. / **Figure 4.** Number of individuals captured in relation to the seasonal period in the Peninsula Ajuruteua-PA, between September 2012 and October 2013. CH = rainy, TCS = rainy-dry transition, SC = dry, TSC = dry-rainy transition.

**Tabela 3.** Média e desvio padrão do comprimento total (CT) em centímetros de Sciaenidae capturados na Península de Ajuruteua-PA, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. / **Table 3.** Average and standard deviation of the total length (TL) in centimeters of Sciaenidae captured in Peninsula Ajuruteua-PA, from September 2012 to October 2013.

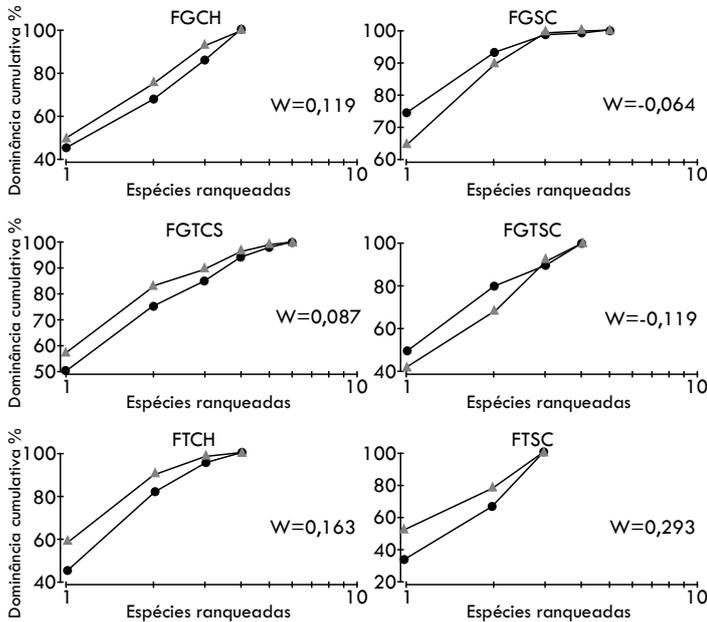
ESPÉCIES	Furo do Taici		Furo Grande	
	N	CT (cm)	N	CT (cm)
<i>Bairdiella ronchus</i>	20	7,42 ± 2,31	37	12,38 ± 1,49
<i>Cynoscion acoupa</i>	0	0	33	12,88 ± 3,43
<i>Macrodon ancylodon</i>	17	9,46 ± 2,13	4	9,46 ± 2,16
<i>Micropogonias furnieri</i>	0	0	69	11,3 ± 2,58
<i>Stellifer sp</i>	0	0	3	12,13 ± 0,67
<i>Stellifer microps</i>	0	0	7	9,99 ± 1,83
<i>Stellifer naso</i>	3	7,17 ± 2,71	267	10,4 ± 1,16
<i>Stellifer rastrifer</i>	1	9,5	4	12,15 ± 2,81
<i>Stellifer stellifer</i>	6	5,5	0	0

Com exceção dos meses chuvosos, onde o ponto de coleta P1 se destacou, o P2 foi o de maior representatividade da biomassa de Sciaenidae, principalmente na estação seca (Figura 5).



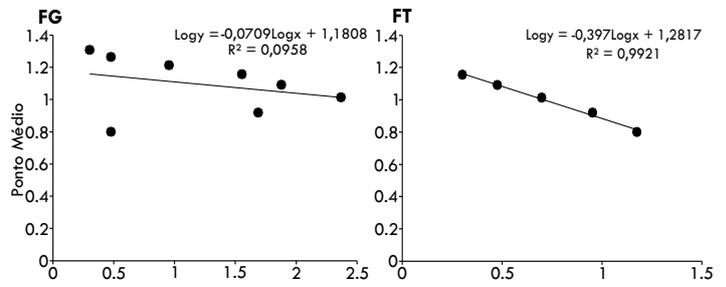
**Figura 5.** Gráficos box-plot ilustrando a distribuição biomassa (g) entre os perfis ao longo do período sazonal na Península de Ajuruteua-PA, entre setembro de 2012 e outubro de 2013. CH = chuvoso, TCS = transição chuvoso-seco, SC = seco, TSC = transição seco-chuvoso. P1, P2, P3 = pontos de coleta. / **Figure 5.** Graphic box-plot illustrating the distribution biomass (g) between the profiles over the seasonal period in the Peninsula Ajuruteua-PA, between September 2012 and October 2013. CH = rainy, TCS = rainy-dry transition, SC = dry, TSC = dry-rainy transition. P1, P2, P3 = points collection.

As curvas ABC mostraram valores negativos durante as estações seca e transição seca-chuvosa no Furo Grande ( $W = -0,064$  e  $W = -119$ , respectivamente), indicando perturbação no ambiente (Figura 6).



**Figura 6.** Curvas de abundância (círculo) e biomassa (triângulo) com valores de W (slope) por período sazonal para os espécimes de Sciaenidae capturados na Península de Ajuruteua - PA, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. (Triângulo = biomassa; Círculo = abundância). FGCH = Furo Grande no chuvoso, FGSC = Furo Grande no seco, FGTCs = Furo Grande na transição chuvoso-seco, FGTS = Furo do Taíci na transição seco-chuvoso, FTCH = Taíci no chuvoso, FTSC = Taíci no seco. / **Figure 6.** Curves of abundance (circle) and biomass (triangle) with W values (slope) to the seasonal period for specimens of sciaenids captured in the Peninsula Ajuruteua - PA, from September 2012 to October 2013. FGCH = Furo Grande in the rainy, FGSC = Furo Grande in the rainy-dry transition, FGTCs = Furo Grande in the rainy-dry transition, FGTS = Furo of Taíci in the dry-rainy transition, FTCH = Taíci in rainy, FTSC = Taíci in dry.

Na análise de espectro de tamanho foram observadas inclinações na altura do ponto médio em relação ao log do comprimento total, especialmente no Furo do Taíci, indicando a forte presença de indivíduos pequenos nesse local, indicando, assim, maior sensibilidade ambiental (Figura 7).



**Figura 7.** Média da altura do ponto médio do espectro de tamanho para as populações de Sciaenidae coletadas no Furo Grande (FG) e no Furo do Taíci (FT) no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. CT = comprimento total em centímetros. / **Figure 7.** Mid-point height of the average size spectra for populations Sciaenidae collected in Furo Grande (FG) and Furo do Taíci (FT) from September 2012 to October 2013. CT = total length in centimeters.

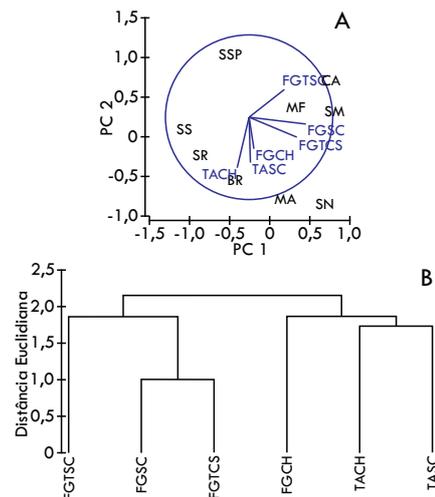
A maior riqueza foi registrada no Furo Grande ( $d = 1,16$ ) e maior diversidade e equitabilidade no Furo do Taíci ( $H'(\log_e) = 1,25$ ), ( $J' = 0,77$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Índices ecológicos dos cianídeos capturados na Península de Ajuruteua-PA, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. N = densidade de indivíduos, d = índice de Margalef, J' = equitabilidade, H'(log<sub>e</sub>) = índice de Shannon. / **Table 4.** Ecological indexes of sciaenids captured in the Peninsula de Ajuruteua-PA, from September 2012 to October 2013. N = density of individuals, d = Margalef index, J' = equitability, H' (loge) = Shannon index.

	N	d	J'	H'(log <sub>e</sub> )
<b>Furo Grande</b>	424	1,16	0,57	1,19
<b>Furo do Taíci</b>	47	1,04	0,77	1,25

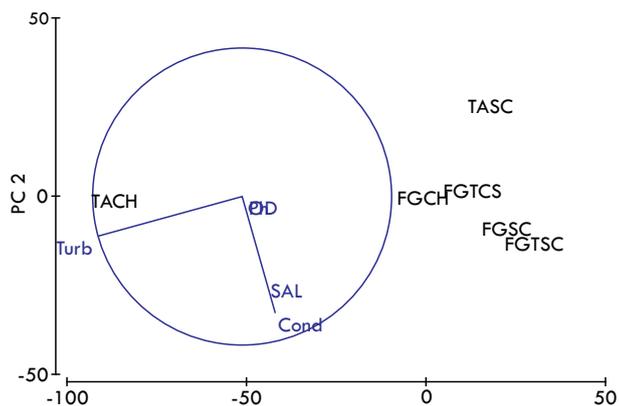
Foi observada uma alta similaridade entre os locais amostrados em relação à presença/ausência de Sciaenidae (com uma pequena diferença de cerca de 20%), onde o Furo Grande no período TSC, SC e TCS são ainda mais similares, enquanto o Furo Grande no período CH é bastante similar ao Furo do Taíci no período CH e no SC (Figura 8 B).

A análise de Cluster evidenciou a similaridade entre os locais e a PCA mostrou a ocorrência de *Cynoscion acoupa* somente no Furo Grande em três períodos sazonais (SC, TCS e TSC); assim como *Micropogonias furnieri*, que ocorreu apenas no Furo Grande em dois períodos (SC e TCS) (Figura 8 A).



**Figura 8.** A) Análise de componentes principais (PCA) de Sciaenidae em relação ao local/período sazonal. B) Dendrograma da análise de Cluster quanto à presença/ausência de Sciaenidae capturados na Península de Ajuruteua-PA, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. FGCH = Furo Grande no chuvoso, TACH = Taíci no chuvoso, FGSC = Furo Grande no seco, TASC = Taíci no seco, FGTS = Furo do Taíci na transição seco-chuvoso, FGTCs = Furo Grande na transição chuvoso-seco. BR = *Bairdiella ronchus*, CA = *Cynoscion acoupa*, MA = *Macrondon ancylodon*, MF = *Micropogonias furnieri*, SM = *Stellifer microps*, SN = *Stellifer naso*, SR = *Stellifer rastrifer*, SS = *Stellifer stellifer*, SSP = *Stellifer sp.* / **Figure 8.** A) Principal components analysis (PCA) of in relation to local/seasonal period. B) Dendrogram of the Cluster analysis about the presence/absence of Sciaenidae captured in the Peninsula of Ajuruteua-PA, in the period of September 2012 to October 2013. FGCH = Furo Grande in the rainy, TACH = Taíci in the rainy, FGSC = Furo Grande in the dry, TASC = Taíci in the dry, FGTS = Furo of Taíci in the dry-rainy transition, FGTCs = Furo Grande in the rainy-dry transition. BR = *Bairdiella ronchus*, CA = *Cynoscion acoupa*, MA = *Macrondon ancylodon*, MF = *Micropogonias furnieri*, SM = *Stellifer microps*, SN = *Stellifer naso*, SR = *Stellifer rastrifer*, SS = *Stellifer stellifer*, SSP = *Stellifer sp.*

A PC2 explicou em 100% a variabilidade dos dados abióticos em relação ao local/período sazonal, onde a turbidez foi a variável ambiental que mais se destacou, agrupando-se com o Furo do Taici durante o período CH (Figura 9 e Tabela 5).



**Figura 9.** Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais em relação ao local/período sazonal da Península de Ajuruteua – PA, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. FGCH = Furo Grande no chuvoso, TACH = Taici no chuvoso, FGSC = Furo Grande no seco, TASC = Taici no seco, FGTC = Furo do Taici na transição seco-chuvoso, FGSC = Furo Grande na transição chuvoso-seco. Turb = Turbidez, OD = Oxigênio dissolvido, pH = Potencial hidrogeniônico, SAL = salinidade, Cond = Condutividade. / **Figure 9.** Principal Component Analysis (PCA) of environmental variables in relation to local/seasonal period in the Peninsula of Ajuruteua-PA, from September 2012 to October 2013. FGCH = Furo Grande in rainy, TACH = Taici in the rainy, FGSC = Furo Grande in the dry, TASC = Taici in the dry, FGTC = Furo do Taici in the dry-rainy transition FGSC = Furo Grande in the wet-dry transition. Turb = Turbidity, OD = dissolved oxygen, pH= hydrogenionic potential, SAL = salinity, Cond= Conductivity.

**Tabela 5.** Sumário da Análise de Componentes Principais das variáveis ambientais em relação ao local/período sazonal da Península de Ajuruteua-PA, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. / **Table 5.** Summary of Principal Component Analysis of the environmental variables in relation to local/seasonal period, in the Peninsula of Ajuruteua-PA, in the period of September 2012 to October 2013.

PC	Auto Valores	% Variação	% Variação acumulada
1	1,86E+03	91,2	91,2
2	180	8,8	100

Na relação peso-comprimento, foram encontrados valores alométricos positivos para as espécies *Bairdiella ronchus*, *Stellifer microps*, *Stellifer rastrifer* e *Stellifer stellifer*, indicando um maior incremento em peso do que em comprimento (Tabela 6).

**Tabela 6.** Relação peso-comprimento para as espécies de Sciaenidae capturadas na Península de Ajuruteua-PA, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. / **Table 6.** Relation of weight-length for the species of sciaenids captured in the Peninsula of Ajuruteua-PA, in the period of September 2012 to October 2013.

Espécies	Equação	R <sup>2</sup>	Alometria
<i>Bairdiella ronchus</i>	$y = 0,0221x^{3,0379}$	0,9897	+
<i>Cynoscion acoupa</i>	$y = 0,023x^{2,8509}$	0,9287	-
<i>Macrondon ancyloдон</i>	$y = 0,0405x^{2,5501}$	0,844	-
<i>Micropogonias furnieri</i>	$y = 0,2558x^{1,7972}$	0,7217	-
<i>Stellifer sp</i>	$y = 0,089x^{2,2193}$	0,6178	-
<i>Stellifer microps</i>	$y = 0,0106x^{3,3468}$	0,9908	+
<i>Stellifer naso</i>	$y = 0,1224x^{2,1263}$	0,4741	-
<i>Stellifer rastrifer</i>	$y = 0,0115x^{3,3177}$	0,9991	+
<i>Stellifer stellifer</i>	$y = 0,0026x^{4,5149}$	0,9586	+

#### 4. Discussão

Estudos sobre diversidade e complexidade do habitat se fazem necessários para o entendimento da dinâmica de um determinado ambiente e, para tal, associá-los às variáveis ambientais locais é um ponto extremamente importante para a compreensão do funcionamento de um sistema. A salinidade tem relação direta com a condutividade elétrica, logo, esta relação

explica o fato de se ter obtido baixos valores para estas duas variáveis ambientais no Furo do Taici, no estuário superior.

A influência do mar é um dos fatores que pode contribuir para o aumento do pH em ambientes estuarinos devido a característica alcalina dos oceanos (pH de aproximadamente 8,2) (ODUM, 2004). Esta prerrogativa corrobora com o achado para o presente estudo, onde o ponto que recebe maior influência do mar (Furo Grande) apresentou um valor médio de 8,32 durante o período TCS.

A turbidez foi a variável que mais diferiu entre as estações, segundo a PCA, especialmente no Furo do Taici. Tal resultado deve estar relacionado ao fato de que este local recebe grande influência de água doce vinda dos estuários Caeté e Taperaçu, que carregam grande quantidade de material em suspensão.

O maior número de capturas de peixes da família Sciaenidae se deu na porção mais externa da Península de Ajuruteua, onde a salinidade é maior. As pescadas são peixes primariamente costeiro-marinhos (CHAO, 2002) e *Stellifer naso* foi o cianídeo mais capturado no presente estudo, com 270 indivíduos, corroborando com Isaac (2005), que cita esta espécie como uma das mais abundantes na região do estuário do rio Caeté.

Segundo Camargo-Zorro (1999), a distribuição espaço-temporal da família Sciaenidae segue um padrão sazonal, onde nos meses de menor precipitação (outubro até o início de novembro) a maior biomassa ocorre na área costeira da região do estuário do rio Caeté. Nos meses de chuva (fevereiro a junho) a maior biomassa ocorre na baía e, por fim, no mês de agosto (período de transição) a maior biomassa concentra-se no rio.

A estação seca foi a mais representativa tanto para número de indivíduos capturados quanto para a biomassa. Segundo Fonteles Filho (2011), durante a fase juvenil, a qual a maioria dos peixes coletados no presente estudo foi classificada, é um período em que o metabolismo apresenta saldo positivo, de modo que a biomassa adquirida supera, em muito, a biomassa perdida, sendo toda a energia gasta apenas com termorregulação e locomoção à procura de alimento.

A biomassa de peixes em ecossistemas costeiros sofre influência de fatores ambientais ou mesmo de fenômenos como, por exemplo, o El Niño, que podem determinar a distribuição espaço-temporal da fauna íctica e, assim, sua variação na biomassa ao longo do ano (PAULY, 1994). Vale ressaltar também que o ciclo de vida, que inclui o período reprodutivo e a migração de espécies, também contribui com a dinâmica da biomassa, assim como efeito pesqueiro, pois a seletividade da arte de pesca pode ser determinante para a captura de indivíduos maiores ou menores.

Dessa forma, o aparecimento ou desaparecimento de espécies de Sciaenidae pode estar relacionado a algum dos efeitos supracitados. Algumas espécies apareceram apenas em determinadas épocas do ano, como no caso de *Bairdiella ronchus*, que foi capturada somente no período chuvoso e transição chuvoso-seco, pois a mesma é uma espécie costeira que também habita ambientes salobros ou de baixa salinidade (CHAO, 2002). Ademais, *Stellifer microps* e *Stellifer naso* ocorreram em todas as épocas do ano, inferindo que estas espécies fecham todo o seu ciclo de vida dentro das áreas amostradas.

Os indivíduos menores foram capturados na porção mais interna da Península (Furo do Taici), com comprimento total médio de 7,82 cm, enquanto os maiores foram capturados na porção mais externa (Furo Grande), com comprimento total médio de 10,90 cm. Isto provavelmente está relacionado ao fato de que

o Furo do Taici, por ser um canal mais estreito e fechado por conta da densa vegetação, ofereça melhores condições de refúgio para os indivíduos menores.

Quanto às curvas de abundância e biomassa, os valores negativos registrados no período seco ( $W = -119$ ) e transição seco-chuvoso ( $W = -0,064$ ) evidenciam que o Furo Grande sofre algum tipo de *stress*, logo, configura-se como uma área de maior prioridade à conservação. Para tal, deve-se levar em consideração que se trata de uma área com significativa atividade pesqueira, em que são observados desembarques e circulação de barcos de pequeno e médio porte, se comparado ao Furo do Taici, o que pode ser uma das causas dessas perturbações no ambiente.

Alguns autores não relacionam esses valores negativos das curvas ABC somente a integridade ambiental, como foi observado por Otero et al. (2006) na baía de Antonina e Paranaguá (PR), onde os valores estavam relacionados à presença de juvenis e à seletividade dos artefatos de pesca utilizados. Da mesma forma, no presente estudo foi capturado um grande número de juvenis, principalmente no período seco, onde se registraram os valores negativos das curvas ABC. Fica claro que somente a metodologia das curvas ABC não permite evidenciar se as perturbações ambientais estão diretamente ligadas aos distúrbios antropogênicos (OTERO et al., 2006).

O espectro de tamanho evidenciou inclinações mais acentuadas na altura do ponto médio no Furo do Taici, denotando a forte presença de indivíduos menores, caracterizando-o como uma área sensível às perturbações ambientais. Segundo Gaedke (1993), a inclinação do espectro de tamanho pode ser compreendida como um indício da eficiência de transferência da biomassa a indivíduos de tamanho maior. Nesse sentido, essas inclinações podem refletir a existência de perturbações antropogênicas, servindo como um indicador potencial de alterações induzidas no fluxo de energia do ecossistema (RICE; GISLASON, 1996).

O índice de Margalef apontou valores abaixo de 2,0 para os locais de coleta, indicando que a riqueza não é alta, o que geralmente está associando às ações antropogênicas. Valores superiores a 5,0 são considerados bons indicadores de riqueza de espécies (MARGALEF, 1958). Essa baixa riqueza pode também estar relacionada à composição e instabilidade do sedimento (ELLIOTT, 2002).

O índice de Shannon também não foi alto para ambos os locais (1,19 no Furo Grande e 1,25 no Furo do Taici), uma vez que valores entre 1,5 e 3,5 são considerados bons indicadores de diversidade segundo Magurran (1988). Vale ressaltar que, em estuários, onde as diferenças nos fatores ambientais são agudas, as alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas resultam num pronunciado *stress* ambiental que pode estar relacionado com sua baixa diversidade quando comparados com outros sistemas aquáticos que não possuem tantas variações (KENNISH, 1986).

*Bairdiella ronchus*, *Stellifer microps*, *Stellifer rastrifer* e *Stellifer stellifer* mostraram valores de alometria positiva para a relação peso-comprimento, evidenciando que a massa aumenta em maior proporção que o comprimento do corpo. Este fato mostra que as áreas amostradas favorecem a engorda destes organismos, corroborando com os trabalhos de Giarizzo et al. (2006) e Cardoso et al. (2014b).

## 5. Conclusões

A estação seca compreendeu o período com o maior número de indivíduos capturados, bem como a de maior biomassa para os peixes da família Sciaenidae, provavelmente por coincidir

com o período reprodutivo de muitas espécies que foram capturadas.

Aparentemente as espécies *Stellifer naso* e *Stellifer microps* configuram-se como estuarino-residentes, uma vez que foram capturadas ao longo de todo o período de estudo.

O Furo Grande e o Furo do Taici são áreas sensíveis às perturbações ambientais por abrigarem grande quantidade de espécimes jovens que, em algum momento irão compor o estoque dos indivíduos adultos, renovando assim o estoque capturável. Dessa maneira, ambos os canais se classificam como prioritários à conservação, fato apoiado também pelos resultados das análises de espectro de tamanho e curvas ABC.

Mais estudos que comprovem tais pressupostos se fazem necessários a fim de contribuir com subsídios para a manutenção desses ambientes importantes tanto para a comunidade de organismos aquáticos, como para as pescarias artesanais locais.

## 6. Agradecimentos

Petrobras, por meio do Programa Petrobras Ambiental.

## 7. Referências Bibliográficas

- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). *Marine Ecology Progress Series*, v. 256, p. 217-228, 2003.
- BARTHEM, B. R. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía do Marajó, Estuário Amazônico. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 2, n. 1, p. 49-69, 1985.
- CAMARGO, M AND ISAAC, V. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) in the Caeté Estuary, Northern Brazil. *Brazilian Journal Oceanography*, v. 53, n. 1/2, p. 13-21, 2005.
- CAMARGO, M.; ISAAC, V. J. Variação espaço-temporal da abundância relativa da ictiofauna no estuário do Rio Caeté, Bragança, Pará, com referência à família Sciaenidae. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 17, n. 2, p. 119-132, 2001.
- CAMARGO-ZORRO, M. **Biologia e estrutura populacional das espécies da família Sciaenidae (Pisces: Perciformes), no estuário do rio Caeté, município de Bragança, Pará-Brasil**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará e do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 1999.
- CAMARGO, M. AND ISAAC, V. J. Population structure of fish fauna in the estuarine area of Caeté River, Bragança, Pará, *Brazilian Acta Science*, v. 20, n. 2, p. 171-177, 1998.
- CARDOSO, C. N. A.; NASCIMENTO, M. S.; CRUZ, P. A. P.; MENDES, N. C. B.; FONTES, V. B.; MARQUES, C. B.; ASP, E. N.; BENTES, B. S. Composição e estimativa da abundância das principais espécies de Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) em uma região estuarina do norte do Brasil. *Arquivo de Ciências do Mar*, v. 47, n. 2, p. 39-45, 2014a.
- CARDOSO, C. N. A.; NASCIMENTO, M. S.; PEREIRA, L. J. G.; BENTES, B. S. Crescimento relativo e dieta do 'roncador' *Bairdiella ronchus* (Pisces: Sciaenidae) em canais de maré da costa Norte do Brasil. *Revista Engrenagem*, p. 28-36, 2014.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: Na Approach to Statistical Analysis and Interpretation**. 1st edition: Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK, 144p. 2nd edition: PRIMER-E, Plymouth, UK, p. 172. 1994, 2001.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation**. United Kingdom: Natural Environment Research Council. p. 144. 2001.
- CHAO, L. N. **A Basis for Classifying Western Atlantic Sciaenidae (Teleostei: Perciformes)**. NMSF. Technical Report Circular, n. 415, 62 p. 1978.
- CHAO, N. L. Sciaenidae. Croakers. In K. E. Carpenter (ed.) **FAO species identification guide for fishery purposes**. The living marine resources of the Western Central Atlantic, p. 1583-1653. 2002.

- ELLIOTT, M. AND MCLUSKY, D.S. The need for definitions in understanding Estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, p. 815-827. 2002.
- ESPÍRITO SANTO, R.V.; ISAAC, V.J.; SILVA, L.M.A.; MARTINELLI, J.M.; HIGUCHI, H.; SAINT-PAUL, U. **Peixes e camarões do litoral bragantino, Pará, Brasil**. Projeto MADAM, 268 p. Belém, 2005.
- FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros**. Expressão Gráfica e Editora, 464p. 2011.
- FONTELES-FILHO, A. A. **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional**. Imprensa Oficial do Ceará, 296 p. 1989.
- FREIRE, J. L.; MARQUES, C. B.; BENTES, B. S. Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da região Nordeste do Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 65-7, 2012.
- GAEDKE, U. Ecosystem analysis based on biomass size distributions: a case study of the plankton community in a large lake. **Limnology And Oceanography**, v. 38, p. 112-127, 1993.
- GIARRIZZO, T.; JESUS, A. S.; LAMEIRA, E.; ALMEIDA, J. B.; ISAAC, V.; SAINT-PAUL, U. Weight-length relationship for intertidal fish fauna in a mangrove estuary in Northern Brazil. **Journal Applied Ichthyology**, v. 22, n.4, p. 325-327. 2006.
- GRAHAM, N. A. J.; DULVY, N. K.; JENNINGS, S.; POLUNIN, N. V. C. Size-spectra as indicators of the effects of fishing on coral reef fish assemblages. **Coral Reefs**, v. 24, p. 118-124. 2005.
- HUXLEY, J.S. **Problems of relative growth**. London: Methuen, 276p. 1932.
- KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries**. CRC PRESS, Flórida, v. 2: Biological Aspects. pp.272. 1986.
- KERR, S. R., AND L. M. DICKIE. **The biomass spectrum: a predator-prey theory of aquatic production**. Columbia University Press, New York. 2001.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Editora Croom Helm. 179p, 1988.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Blackwell Science Ltd., UK. 2004.
- MARGALEF, R. **Perspectivas de La Teoria Ecológica**. Barcelona: Editora Blume, 110 p. 1958.
- MENEZES N.A.; FIGUEIREDO J.L. **Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV Teleostei (3)**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 96 p, 1980.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**. Uma abordagem aplicada. Editora UFMG. 297 p. 2005.
- NELSON, J. S. **Fishes of the world**. Wiley, 4<sup>th</sup> edition, 624 p. 2006.
- ODUM, E.P. **Fundamentos de Ecologia**. Lisboa, Editora Guanabara Koogan, 7<sup>a</sup> ed., 927p. 2004.
- OTERO, M. E. B.; SPACH, H. L.; QUEIROZ, G. M. L. N. D.; SANTOS, C. AND SILVA, A.L.C.D. O uso de atributos das assembleias de peixes para avaliar a integridade biótica em habitats rasos das Baías de Antonina e Paranaguá, Paraná. **Acta Biológica Paranaense**, v. 35, n. 1-2, p. 69-82, 2006.
- PAULY, D. **On the Sex of fish and the gender of scientists: essays in fisheries science**. Chapman & Hall, London, 250 p. 1994.
- RICE, J. C.; GISLASON, H. Patterns of change in the size spectra of numbers and diversity of the North Sea fish assemblage, as reflected in surveys and models. **Journal of Marine Science**, v. 53, p. 1214-1225, 1996.
- STATSOFT. Inc. **Statistica**. (data analysis software system), version 7. URL: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). 2007.
- YEMANE, D.; FIELD, J. G. AND LESLIE, R. W. Exploring the effects of fishing on fish assemblages using Abundance Biomass Comparison (ABC) curves. **Journal of Marine Science**, v. 62, p. 374-379, 2005.