

**Estrutura populacional e biologia reprodutiva de Tetraodontidae (pisces:
Tetraodontiformes) em canais de maré da costa norte do Brasil**

**Population structure and reproductive biology of Tetraodontidae (pisces:
Tetraodontiformes) in tidal channels on the north coast of Brazil**

**Estructura de la población y biología reproductiva de Tetraodontidae (piscis:
Tetraodontiformes) en canales de marea en la costa norte de Brasil**

Recebido: 15/09/2020 | Revisado: 22/09/2020 | Aceito: 25/09/2020 | Publicado: 29/09/2020

Flávio Miranda Golçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9967-2832>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: drk_flavio@hotmail.com

Niedja Luana da Costa Mescouto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6854-5654>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: niedjaluana@gmail.com

Mayra Souza do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2132-9561>

Rare, Brasil

E-mail: mayra.nascimento@ymail.com

Luciano de Jesus Gomes Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8236-1114>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: Luciano_jgp@hotmail.com

Suély Cristina Pereira Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7254-5219>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: suellycrispereira@hotmail.com

Ítalo Antônio Freitas Lutz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8664-6440>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: italofreitas91@hotmail.com

Bianca Bentes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4089-7970>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: bianca@ufpa.br

Resumo

Neste trabalho são atribuídas informações sobre a estrutura populacional, relações biométricas, morfométricas e densidade como indicador da abundância de *Colomesus psittacus* e *Sphoeroides testudineus*, relacionando-os às variáveis ambientais, para verificar possível interação do ambiente com a distribuição das espécies. As coletas foram realizadas no período de setembro de 2012 a outubro de 2013, utilizando rede de emalhar do tipo *block-net*. Realizaram-se análises das médias (ANOVA, com erro de 5%) de comprimento total (CT), peso (g) e variáveis abióticas por diversas fontes e métodos estatísticos. Determinou-se a densidade, regressão linear, proporção sexual e tamanho de primeira maturação (L_{50}). Foram capturados 1.476 indivíduos, 1.367 *C. psittacus* e 109 *S. testudineus*. Os resultados não foram significativos quando analisados o número de indivíduos (N) por sexo e comprimento total (CT) por espécie. As frequências relativas de fêmeas e machos foram próximas do esperado de 1:1 para ambas as espécies. As relações biométricas e morfométricas tiveram alometrias negativas, exceto, para machos de *S. testudineus*. O L_{50} de *C. psittacus* foi 14,72 cm. Evidentemente *C. psittacus* completa todo seu ciclo de vida no estuário. No entanto, *S. testudineus* demonstrou hábitos transitórios dentro do estuário, sendo encontrado abundantemente, em meses mais salinos.

Palavras-chave: Baiacu; Relações morfométricas; Tamanho de primeira maturação; L_{50} ; Estuário amazônico.

Abstract

In this work, information on population structure, biometric, morphometric and density relationships are attributed as an indicator of the abundance of *Colomesus psittacus* and *Sphoeroides testudineus*, relating them to environmental variables, to verify possible interaction of the environment with the distribution of species. The collections were carried out from September 2012 to October 2013, using block-net gillnet. Analyzes of the averages (ANOVA, with an error of 5%) of total length (TL), weight (w) and abiotic variables were performed by different sources and statistical methods. Density, linear regression, sex ratio and size of first maturation (L_{50}) were determined. 1,476 individuals, 1,367 *C. psittacus* and 109 *S. testudineus* were captured. The results were not significant when analyzing the number of individuals (N)

by sex and total length (TL) by species. The relative frequencies of females and males were close to the expected 1: 1 for both species. The biometric and morphometric relationships had negative allometries, except for males of *S. testudineus*. The *C. psittacus* L50 was 14.72 cm. Evidently *C. psittacus* completes its entire life cycle in the estuary. However, *S. testudineus* demonstrated transitory habits within the estuary, being found abundantly in more saline months.

Keywords: Blowfish; Morphometric relationships; Size at first maturity; L50; Amazon estuary.

Resumen

En este trabajo se atribuye información sobre estructura poblacional, relaciones biométricas, morfométricas y de densidad como indicador de la abundancia de *Colomesus psittacus* y *Sphoeroides testudineus*, relacionándolas con variables ambientales, para verificar posible interacción del ambiente con la distribución de especies. Las recolecciones se llevaron a cabo desde septiembre de 2012 hasta octubre de 2013, utilizando redes de enmalle en bloque. Los análisis de los promedios (ANOVA, con un error del 5%) de la longitud total (LT), el peso (g) y las variables abióticas se realizaron mediante diferentes fuentes y métodos estadísticos. Se determinó la densidad, regresión lineal, proporción de sexos y tamaño de primera maduración (L50). Se capturaron 1476 individuos, 1367 *C. psittacus* y 109 *S. testudineus*. Los resultados no fueron significativos al analizar el número de individuos (N) por sexo y la longitud total (LT) por especie. Las frecuencias relativas de hembras y machos estuvieron cerca del esperado 1: 1 para ambas especies. Las relaciones biométricas y morfométricas tuvieron alometrías negativas, excepto para los machos de *S. testudineus*. El *C. psittacus* L50 fue de 14,72 cm. Evidentemente *C. psittacus* completa todo su ciclo de vida en el estuario. Sin embargo, *S. testudineus* demostró hábitos transitorios dentro del estuario, encontrándose abundantemente en meses más salinos.

Palabras clave: Pez globo; Relaciones morfométricas; Talla de primera maduración; L50; Estuario del Amazonas.

1. Introdução

Colomesus psittacus (Bloch & Schneider, 1801) e *Shoeroides testudineus* (Linnaeus, 1758), pertencem à família Tetraodontidae (Figueiredo & Menezes, 2000). São indivíduos demersais que habitam fundos com resíduos lamosos e possuem como principal estratégia de defesa o aumento do volume corporal com ar ou água, além de conter maxilas modificadas,

constituídas por duas placas superiores e duas inferiores, resultantes da junção de unidades dentíferas (Figueiredo & Menezes, 2000).

O *C. psittacus* é conhecido popularmente como baiacu ou mamaiacu e é considerado estuarino-residente, possui o hábito de viver solitário ou em pequenos grupos de até três indivíduos (Barletta et al., 2005). Distribuem-se ao longo da costa do Leste da Venezuela até o Norte do Brasil, sendo encontrados abundantemente em todos os estuários amazônicos brasileiro (Cervigon et al., 1992).

A espécie *S. testudineus*, conhecida popularmente como baiacu-mirim ou baiacu-pintado, também ocorre com frequência em ambientes estuarinos, distribuindo-se do Atlântico, Flórida, América Central até ao estado de São Paulo, Brasil (FAO, 1999). Esta espécie é considerada transitória (Rosa & Sassi, 2002; Oliveira, 2011; Silva, 2012).

Ao predar crustáceos encontrados sobre raízes de plantas do manguezal, melhoram o consumo de oxigênio pelo seu sistema radicular, conseqüentemente, os detritos servem de alimento à fauna microbiana que é consumida pelos detritívoros (Brachyura), os quais servem de alimentos para vários peixes, inclusive os de importância comercial (Perry, 1988; Krumme et al., 2007).

Por não despertar interesse comercial, estudos com estes animais não ganham tanta relevância como as espécies de valor econômico, no entanto, é conhecida a sua importância nas cadeias tróficas tropicais e subtropicais (Giarrizzo & Krumme, 2009). Neste sentido, o trabalho vem atender a esta lacuna de informações com dados da estrutura populacional das espécies *C. psittacus* e *S. testudineus* em canais de maré da península de Ajuruteua, Bragança – PA, local de notável abundância deste táxon e um importante polo pesqueiro da costa Norte do Brasil.

2. Metodologia

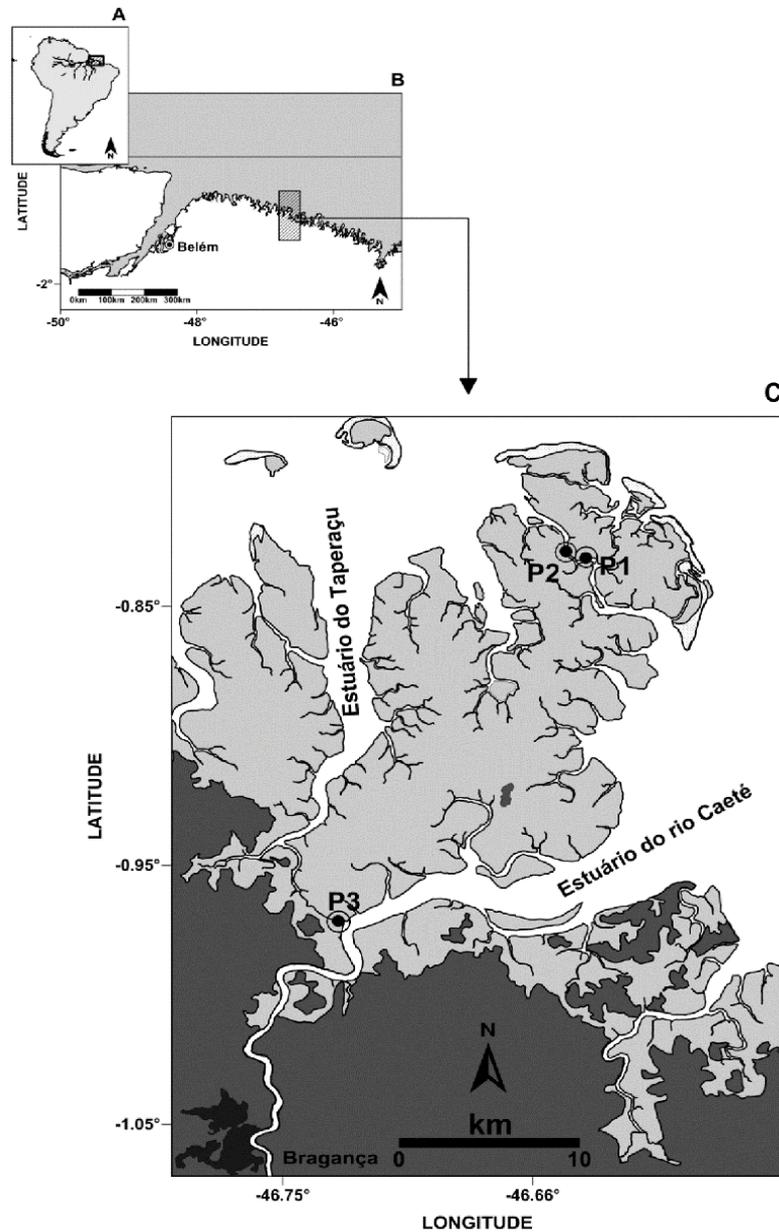
2.1. Área de estudo

A área de estudo localiza-se na península de Ajuruteua, entre os estuários do rio Caeté e Taperaçu. O estuário do rio Caeté está incluído na segunda faixa de manguezais contínuos do Norte do Brasil, com aproximadamente 220 Km² (Koch, 1999; Wolff et al., 2000). Essa área apresenta regime de macromarés semidiurnas, variando de 4 a 6 m durante os solstícios e equinócios (Silva & Pereira, 2010). Localiza-se em uma região tropical de clima úmido, pluviosidade elevada durante todo o ano (2300 a 2800 mm/ano) e com temperatura média anual de 27°C (Moraes et al., 2005).

Ao longo da extensão do estuário amazônico, é observada uma grande variação no gradiente de salinidade, iniciando-se no rio e seguindo até o oceano, também apresentando períodos de mudanças nos níveis de precipitação ao longo do ano (Miranda et al., 2002). Na escolha do local de coleta, foi levado em consideração canais de maré parecidos na forma, hidrodinâmica, característica das margens e substrato, porém distintos quanto ao gradiente de salinidade e cobertura vegetal, para que estes fatores pudessem ser descritos nas análises.

O Furo Grande (P1 e P2), localizado ao Norte da península de Ajuruteua, apresenta um período de inundação anual de aproximadamente 175 dias e possui salinidade intersticial entre 32, 2 (Fernandes et al., 2005) sendo considerado uma área mais aberta, se comparado ao Furo do Taici (P3). Este Furo, encontra-se localizado mais interno à península e mais sombreado pela vegetação. Tais características foram determinantes para a escolha de dois pontos no Furo Grande e apenas um no Furo do Taici (Figura 1).

Figura 1 - Localização geográfica da península de Ajuruteua (Bragança, Pará, Brasil) com os pontos de coletas de Tetraodontidae no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. **P1** e **P2**: Furo Grande, **P3** Furo do Taici.



Fonte: Lutz (2020).

2.2. Coleta de amostras

As coletas foram realizadas mensalmente, nos dois canais supracitados, sempre na maré de sizígia, em período de 12 horas. O material utilizado para a coleta das amostras foram redes de tapagem (*Block nets*) de 30 metros de comprimento, 4 metros de altura e 20 mm entre nós opostos. Estas redes eram armadas no pico de baixa-mar, levantadas no estofa de maré alta e

retiradas no próximo pico de baixa-mar do dia. Paralelamente às coletas de peixes, foi averiguado a salinidade utilizando sonda multi-parâmetro (Horiba). Os peixes coletados eram armazenados em caixas térmicas e levados ao laboratório de Bioecologia Pesqueira da Universidade Federal do Pará para identificação das espécies e coleta dos seguintes dados biológicos: medidas (cm) e pesos (g). Foram registrados o comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC), peso (P) e o estágio de maturação gonadal, segundo a metodologia de Vazzoler (1996), após a distinção do sexo.

Adicionalmente, foram solicitados, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia Estação Trauateua (INMET), os níveis de pluviosidade dos últimos 20 anos até o mês final da amostragem (Outubro/2013).

2.3. Análise de dados

O estudo segue a metodologia de pesquisa qualitativa (Ludke & Andre, 2013; Pereira et al., 2018).

As variações da salinidade foram relacionadas por local de coleta e mês através de gráficos produzidos por meio do *software* Excel 10.0. As médias do comprimento total CT (cm), peso (g) e por estágio de maturação gonadal foram relacionadas às seguintes variáveis categóricas: ano, mês, local e sexo por meio de análise de variância ANOVA *one-way* (erro de 5%). Quando as médias foram significativas foi realizado o teste *tukey* post hoc ($p < 0,05$).

A proporção sexual foi calculada em relação aos meses e intervalos de tamanho de 3,84 (valor tabelado) para o total de indivíduos estudados, com a utilização de cálculos de frequências absolutas e relativas. Aos resultados, foi aplicado o teste χ^2 (qui-quadrado), considerando a proporção de 1:1, admitindo erro de 5%.

Para as relações morfométricas, Comprimento Total (CT), Comprimento Padrão (CP), Comprimento da Cabeça (CC), foram utilizados modelos lineares de regressão ($Y=a+bx$) e para as biométricas foram utilizadas as unidades de peso (g) e comprimento (CT) e, a posteriori, correlações do tipo potência ($Y=a.X^b$). Posteriormente, foi determinado o nível de alometria para cada caso (referência de $b=1$ para equações lineares e de $b=3$ para equações geométricas).

Para a biologia reprodutiva foram utilizados apenas os dados da espécie *C. psittacus*. Os estágios de maturação foram classificados em: Fêmea Imatura, Fêmea em Maturação, Fêmea Madura e Fêmea Desovada; Macho Imaturo, Macho em Maturação e Macho Maduro; em seguida, foi comparada a frequência dos sexos em cada estágio de desenvolvimento gonadal em relação aos meses de coleta através de análise gráfica. Após o agrupamento dos indivíduos

machos e fêmeas, em classes de comprimento total (cm), a porcentagem dos espécimes com gônadas desenvolvidas em relação ao comprimento, foi plotada em um gráfico de frequência acumulada. Posteriormente, por extrapolação gráfica, determinou-se o comprimento médio no qual 50% (L_{50}) dos sexos agrupados atingiram a maturidade sexual. A curva logística destes gráficos foi obtida utilizando-se a equação de King, 1995:

$$P = \frac{1}{1 + \exp[-r(L - L_{50})]}$$

Onde:

P – proporção de indivíduos maduros;

L – comprimento máximo obtido;

L_{50} – comprimento que corresponde à proporção de 0.5 (50%) dos exemplares nas condições analisadas;

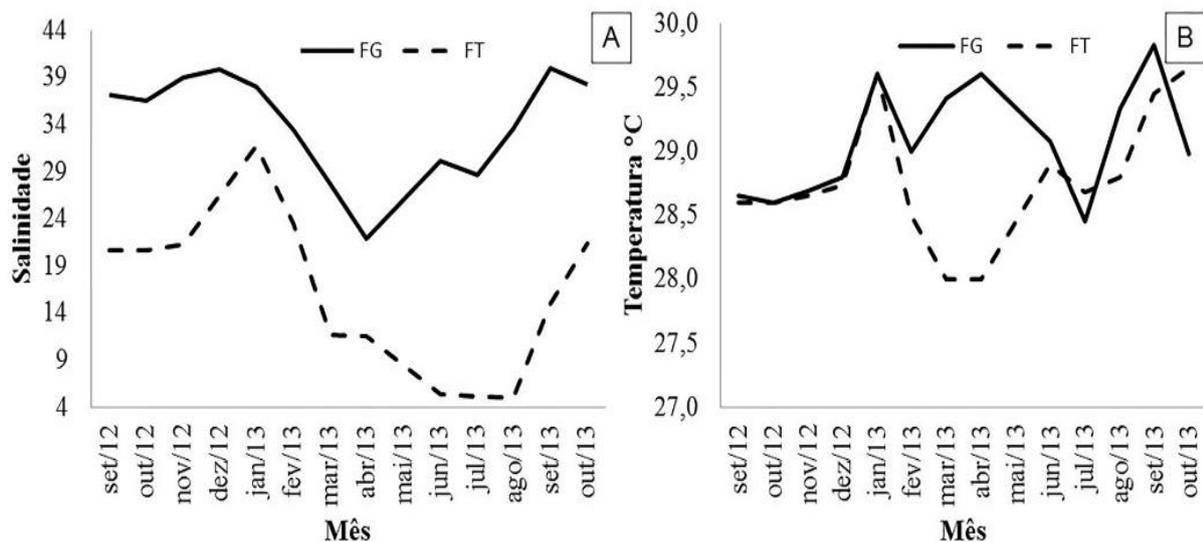
r – ângulo da curva

3. Resultados

3.1. Fator abiótico

A salinidade nos locais variou de 0,8 a 40,5, sendo que no Furo Grande se registrou a maior média (34,17), enquanto que a média registrada no Furo do Taici foi de 16,85 (Figura 2A e 2B).

Figura 2 - Flutuação da salinidade no Furo Grande e do Taici, cujos dados foram registrados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Meteorológica de Tracuateua-PA), dos últimos 20 anos (janeiro de 1993 a outubro de 2013).



Fonte: Os autores (2020).

3.2. Fatores bióticos

Foram capturados o total de 1.476 indivíduos distribuídos em dois táxons: *C. psittacus* (N=1367) e *S. testudineus* (N=109). Destes, 77,57% (1145 espécimes) foram coletados no Furo Grande e no Furo do Taici.

A espécie *C. psittacus* foi a que apresentou indivíduos com o menor e o maior comprimento capturada no Furo Grande (0,8cm no FG e 29,03cm no FG) e no Furo do Taici (3,4cm no FT e 28,1cm no FT) (Tabela 1).

Na região do Furo Grande *S. testudineus* foi encontrado em maior abundancia com espécimes de comprimento mínimo e máximo de 6,7cm e 20,5cm, respectivamente. No Furo do Taici, a espécie pode ser considerada como transitória, sendo coletadas apenas dois exemplares em todo o período estudado.

No Furo Grande foram encontradas as maiores médias de CT (cm) e massa (g) em dezembro.

Tabela 1. Número de indivíduos (N), média (Méd), mínimo (Mín), máximo (Máx) e desvio padrão (SD) do comprimento total (CT) (cm) e massa (g) de *Colomesus psittacus* e *Sphoeroides testudineus*, capturados com rede de emalhar do tipo *block-net*, em duas localizações (P1 e P2: Furo Grande e P3: Taici), na Península de Ajuruteua, Nordeste paraense, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. NI = Não identificado.

| <i>Colomesus psittacus</i> | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Local | Mês/ano | N | CT (cm) | | | | Massa (g) | | | |
| | | | Máx | Mín | Méd | SD | Máx | Mín | Méd | SD |
| FG | set/12 | 12 | 15,2 | 8,2 | 10,67 | 2,17 | 84,62 | 12,4 | 34,04 | 21,01 |
| | out/12 | 88 | 21,6 | 0,8 | 10,55 | 3,72 | 252,94 | 4,71 | 36,35 | 45,57 |
| | nov/12 | 12 | 18 | 6,5 | 11,57 | 2,91 | 124,19 | 6,54 | 42,64 | 30,04 |
| | dez/12 | 129 | 28 | 7,08 | 14,59 | 4,23 | 531,19 | 6,58 | 83,27 | 84,22 |
| | jan/13 | 14 | 23,4 | 6,7 | 15,36 | 4,51 | 402 | 6,95 | 131,50 | 125,19 |
| | abr/13 | 28 | 17,2 | 6,5 | 10,71 | 2,79 | 135,48 | 7,43 | 37,33 | 31,25 |
| | jun/13 | 208 | 29,3 | 6 | 10,81 | 4,28 | 744 | 4,39 | 45,26 | 87,57 |
| | jul/13 | 14 | 23,7 | 8,2 | 13,03 | 4,34 | 73,84 | 13,03 | 36,22 | 16,29 |
| | ago/13 | 324 | 26,9 | 6 | 12,21 | 4,70 | 422,66 | 4,35 | 52,17 | 68,75 |
| | set/13 | 95 | 18,2 | 4,5 | 9,29 | 2,61 | 134,05 | 2,2 | 21,67 | 19,87 |
| | out/13 | 114 | 26 | 3,1 | 10,46 | 5,13 | 434,97 | 2,22 | 51,69 | 78,30 |
| | Total | 1038 | 29,3 | 0,8 | 11,61 | 4,53 | 744 | 2,2 | 50,60 | 73,00 |
| FT | out/12 | 26 | 17 | 7,9 | 11,67 | 2,043 | 104,46 | 11,8 | 39,13 | 20,98 |
| | nov/12 | 17 | 17,5 | 7,1 | 11,64 | 3,741 | 121,99 | 7,72 | 40,76 | 39,18 |
| | jan/13 | 29 | 20,9 | 3,6 | 11,39 | 4,138 | 224,91 | 4,66 | 47,65 | 54,13 |
| | fev/13 | 54 | 27,5 | 6,9 | 13,15 | 4,288 | 589,18 | 5,77 | 74,00 | 99,34 |
| | mar/13 | 143 | 24,3 | 3,4 | 8,74 | 3,863 | 412,17 | 0,76 | 28,46 | 67,00 |
| | jun/13 | 10 | 28,1 | 8,5 | 12,49 | 5,800 | 459,06 | 11,9 | 72,34 | 136,88 |
| | set/13 | 35 | 10,8 | 5 | 7,77 | 1,076 | 25,18 | 2,36 | 11,06 | 4,85 |
| | out/13 | 15 | 11,4 | 6,4 | 9,13 | 1,819 | 35,59 | 6,13 | 19,77 | 10,08 |
| Total | 329 | 28,1 | 3,4 | 10,11 | 4,084 | 589,18 | 0,76 | 38,19 | 69,34 | |
| <i>Sphoeroides testudineus</i> | | | | | | | | | | |
| FG | Mês/ano | N | Máx | Mín | Méd | SD | Máx | Mín | Méd | SD |
| | set/12 | 10 | 17,1 | 10,6 | 14,75 | 1,88 | 103,33 | 23,83 | 68,52 | 22,51 |

| | | | | | | | | | | |
|----|--------------|------------|-------------|------------|--------------|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | nov/12 | 5 | 17,6 | 11,4 | 14,60 | 2,42 | 105,59 | 34,73 | 69,03 | 28,13 |
| | dez/12 | 27 | 20,5 | 9,2 | 15,14 | 2,61 | 155,86 | 15,69 | 74,80 | 38,71 |
| | jan/13 | 8 | 19,2 | 6,7 | 13,33 | 5,07 | 138,15 | 6,01 | 69,37 | 53,90 |
| | jun/13 | 5 | 12,8 | 7,8 | 11,18 | 1,97 | 38,97 | 9,62 | 29,73 | 11,75 |
| | jul/13 | 1 | 14,3 | 14,3 | - | - | 50,08 | 50,08 | - | - |
| | ago/13 | 9 | 20,1 | 13,3 | 15,84 | 2,06 | 167,01 | 40,73 | 71,99 | 38,58 |
| | out/13 | 42 | 17,8 | 6,9 | 13,44 | 2,39 | 133,02 | 6,66 | 55,90 | 27,35 |
| | Total | 107 | 20,5 | 6,7 | 14,14 | 2,79 | 167,01 | 6,01 | 63,54 | 34,10 |
| FT | out/12 | 2 | 16 | 15 | 15,5 | 0,71 | 80,07 | 62,14 | 71,11 | 12,68 |
| | Total | 2 | 16 | 15 | 15,5 | 0,71 | 80,07 | 62,14 | 71,11 | 12,68 |

Fonte: Os autores (2020).

O mês de agosto apresentou maior número de *C. psittacus* capturados por unidade amostral (rede), no entanto, não foi observada diferença significativa entre as médias. Em relação à massa, houve diferença significativa entre os meses ($F: 0,8; p < 0,05$), onde o mês de dezembro apresentou maiores médias para *C. psittacus* e agosto para *S. testudineus* (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados de ANOVA *one-way* da densidade (N), comprimento total (CT) em centímetros (cm) e peso (g) por ano, local e sexo de *Colomesus psittacus* e *Shoeroides testudineus* capturados com redes de emalhar do tipo *block-net*, em dois locais (P1 e P2: Furo Grande e P3: Taici), na península de Ajuruteua, Nordeste paraense, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. F = teste de Fisher, P = probabilidade, SE = significado estatístico e SG = significado gráfico.

| Variável | <i>Colomesus psittacus</i> | | | | <i>Shoeroides testudineus</i> | | |
|----------|----------------------------|------|---------|---|-------------------------------|---------|---------------------------------|
| | Fator | F | P | SE e/ou SG | F | P | SE e/ou SG |
| CT | Mês | 22,4 | < 1% | Dez>Fev>Jul>Jan>Ago>Nov>Jun>Abr>Out>Set>Mar | 2,52 | < 5% | Ago>Dez>Set>Nov>Jul>Out>Jan>Jun |
| | Local | 28,8 | < 5% | FG>FT | 0,47 | > 5% | FT>FG |
| | Sexo | 35,3 | < 1% | Fêmea>Macho>Não Identificado | 6,78 | < 1% | Fêmea >Não identificado> Macho |
| Peso | Mês | 8,3 | < 1% | Dez>Jan>Fev>Ago>Jun>Out>Nov>Abr>Jul>Mar>Set | 1,66 | > 5% | Dez>Ago>Jan>Nov>Set>Out>Jul>Jun |
| | Local | 7,39 | < 5% | FG>FT | 0,97 | > 5% | FT>FG |
| | Sexo | 32,7 | < 5% | Fêmea>Macho>Não Identificado | 35,3 | < 5% | Fêmea>Macho |

Fonte: Os autores (2020).

No Furo Grande, assim como no mês de dezembro, foram encontradas as maiores médias de CT (cm) e massa (g) (Figura 3).

3.3. Relações morfométricas e biométricas

A alometria indicou um crescimento negativo para todas as relações morfométricas (CT, CP, CC), indicando que há um maior incremento do comprimento total em relação ao comprimento padrão e comprimento total em relação à cabeça para ambas as espécies estudadas (Tabela 3).

Tabela 2 - Equações de regressão linear das relações morfométricas de CT (cm) (comprimento total), CP (cm) (comprimento padrão) e CC (cm) (comprimento da cabeça) por sexo e sexo agrupado de *Colomesus psittacus* e *Shoeroides testudineus*, capturados com rede de emalhar do tipo *block-net*, em duas localizações (P1 e P2: Furo Grande e P3: Taici), no período de setembro de 2012 a outubro de 2013, na península de Ajuruteua, Nordeste paraense. R²= coeficiente de determinação. (-) Alometria negativa.

| <i>Colomesus psittacus</i> | | | | |
|--------------------------------|----------------------|----------------|---------------------|-----------|
| Sexo | Relação Morfométrica | R ² | Modelo Linear | Alometria |
| Agrupado | CT X CP | 0,97 | y= 0,8017x - 0,181 | - |
| | CT X CC | 0,86 | y= 0,2632x + 0,2897 | - |
| Macho | CT X CP | 0,98 | y= 0,8069x - 0,2602 | - |
| | CT X CC | 0,91 | y=0,2575x + 0,4376 | - |
| Fêmea | CT X CP | 0,96 | y=0,7995x - 0,1228 | - |
| | CT X CC | 0,86 | y=0,2774x + 0,1923 | - |
| <i>Sphoeroides testudineus</i> | | | | |
| Agrupado | CT X CP | 0,96 | y= 0,8064x - 0,1631 | - |
| | CT X CC | 0,89 | y= 0,277x - 0,0094 | - |
| Macho | CT X CP | 0,96 | y= 0,8041x - 0,1703 | - |
| | CT X CC | 0,91 | y= 0,279x + 0,0041 | - |
| Fêmea | CT X CP | 0,97 | y= 0,7808x + 0,1468 | - |
| | CT X CC | 0,86 | y= 0,2972x - 0,2997 | - |

Fonte: Os autores (2020).

As relações biométricas (peso-comprimento) mostraram resultados semelhantes às morfométricas, cujas fortes correlações apresentaram alometria negativa, ou seja, o crescimento é maior em comprimento do que em peso, exceto para os machos de *S. testudineus*, que apresentaram crescimento alométrico positivo nesta relação, indicando que há um maior incremento em peso do que em comprimento (Tabela 4).

Tabela 3 - Equação de regressão de potência das relações biométricas CT (cm) (Comprimento total) e PT (g) (Peso total) de *Colomesus psittacus* e *Sphoeroides testudineus*, capturados com rede de emalhar do tipo *block-net*, em duas localizações (P1 e P2: Furo Grande e P3: Taici), na península de Ajuruteua, Nordeste paraense de setembro de 2012 a outubro de 2013. R² = coeficiente de determinação.

| Sexo | R ² | Regressão | Alometria |
|--------------------------------|----------------|---------------------------------|-----------|
| <i>Colomesus psittacus</i> | | | |
| Agrupado | 0,90 | Y=0,0381 X ^{2,7581} | - |
| Machos | 0,91 | Y=0,0358 X ^{2,7884} | - |
| Fêmea | 0,90 | Y=0,0337 X ^{2,8285} | - |
| <i>Sphoeroides testudineus</i> | | | |
| Agrupado | 0,96 | Y=0,0229 X ^{2,9513} | - |
| Machos | 0,98 | Y=0,0186 X ^{3,0346} | + |
| Fêmea | 0,93 | Y=0,0252 X ^{2,9204} | - |

Fonte: Os autores (2020).

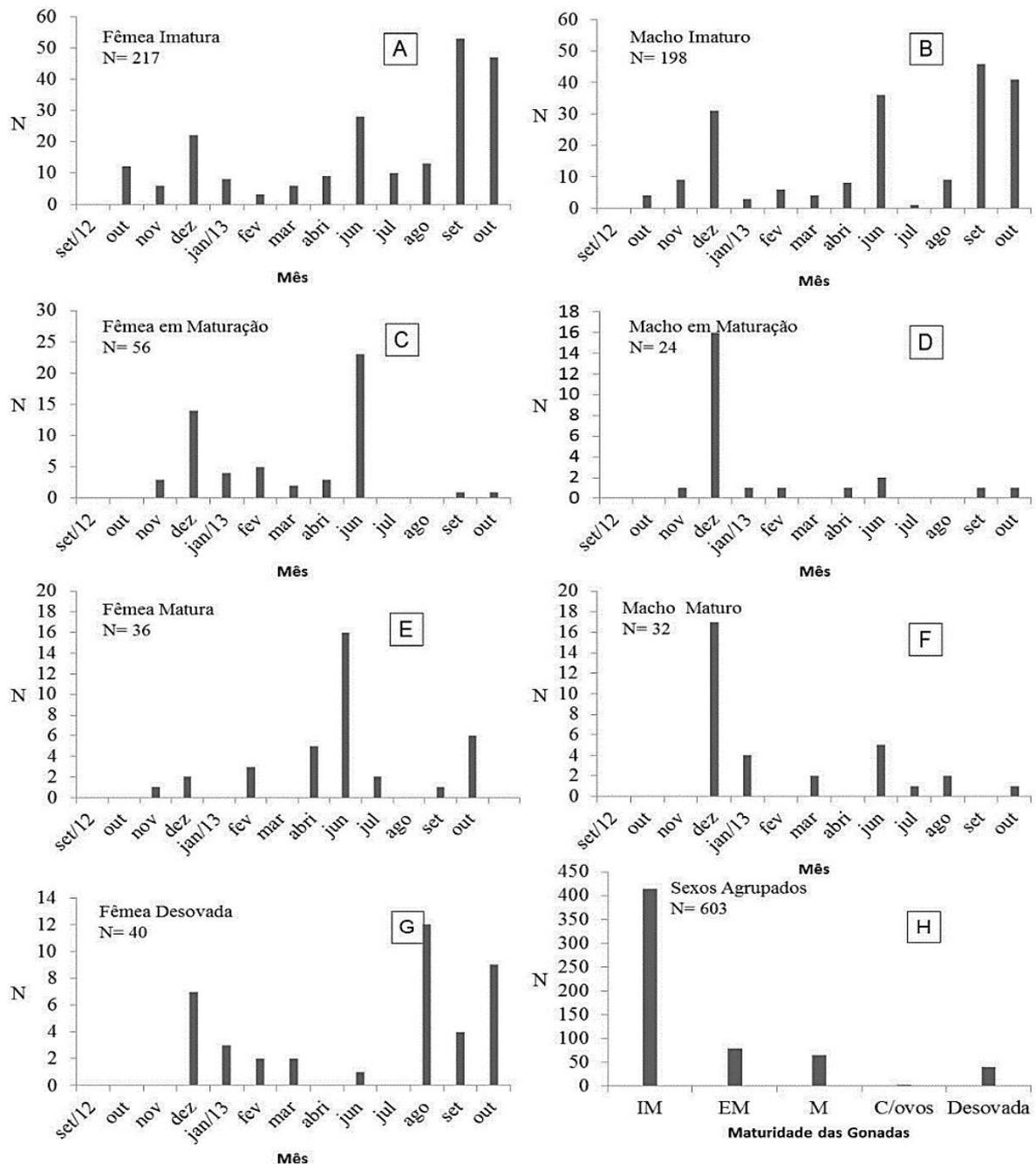
3.4. Estádios gonadais, proporção sexual e tamanho de primeira maturação (L₅₀)

Dos 1.367 *C. psittacus* capturados, 603 espécimes foram sexados, sendo 254 machos e 349 fêmeas. Todos os espécimes de *C. psittacus* sexados foram identificados os estágios

gonadais (Figura 4). Todos os espécimes de *S. testudineus* foram retirados destas análises devido ao baixo número amostrado.

Indivíduos imaturos de ambos os sexos foram encontrados durante quase todo o período de coleta, exceto em setembro de 2012, com picos de densidade em setembro de 2013 (Figura 3A e 3B). As fêmeas em maturação foram mais frequentes nos meses de dezembro de 2012 e junho de 2013 (Figura 3C), os machos em maturação foram significativos em dezembro de 2012 (Figura 3D). Houve maior captura de fêmeas maduras em junho de 2013 e de machos maduros em dezembro de 2012 (Figura 3E e 3F). As fêmeas desovadas foram mais presentes nos meses de agosto e outubro de 2013 (Figura 3G). Os sexos agrupados resultaram em maior número de indivíduos imaturos (Figura 3H).

Figura 3 - Frequência dos estádios gonadais de fêmeas e machos de *Colomesus psittacus* e *Shoeroides testudineus*, capturados com rede de emalhar do tipo *block-net*, em duas localizações (P1 e P2: Furo Grande e P3: Taici) na península de Ajuruteua, Nordeste paraense, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013. A = fêmeas imatura; B = macho imaturo; C = fêmea em maturação; D = macho em maturação; E = fêmea madura; F = macho maduro; G = fêmea desovada; H = sexos agrupados. Notar que o eixo das abscissas está em escalas diferentes.

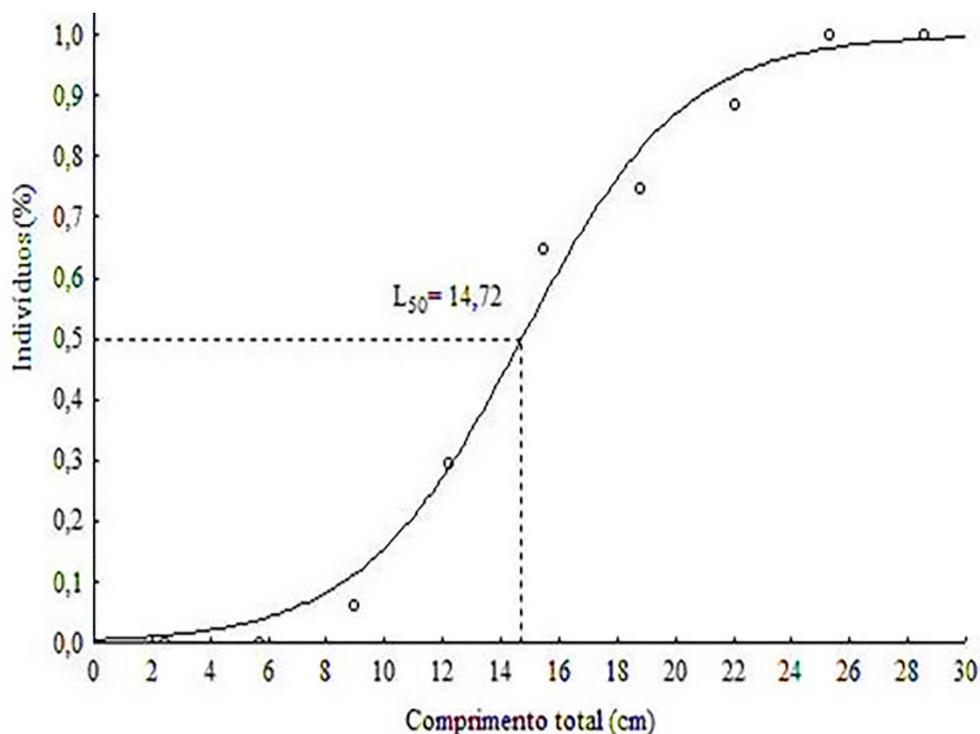


Fonte: Os autores (2020).

Os valores de χ^2 para as duas espécies estudadas mostraram-se superiores ao valor tabelado (3,84). As proporções sexuais foram próximas a 1:1 tanto entre os meses, quanto entre as classes de tamanho.

O L_{50} foi estimado em 14,72 cm, inferindo que de acordo com comprimento médio, 50% da população de *C. psittacus* está apta a se reproduzir (Figura 4). Portanto, indivíduos menores que 14,72 cm não podem ser capturados, visando a manutenção e progressão do número de indivíduos por área, o que reforça a necessidade da implantação redes de pesca seletivas.

Figura 4 - Distribuição de frequências acumuladas para os sexos agrupados, por classe de comprimento total para os espécimes de *Colomesus psittacus* capturados na Península de Ajuruteua, no período de setembro de 2012 a outubro de 2013.



Fonte: Os autores (2020).

4. Discussão

A espécie *C. psittacus* foi encontrada em maior densidade e biomassa, sendo coletada em todo período de estudo e áreas de coleta, Furo Grande e Taici, sugerindo que a espécie pode suportar variações de salinidade, o que corrobora com os trabalhos de Barthem (1985), Castro (2001), Barletta et al. (2003) e Krumme et al. (2004), que afirmam terem encontrado a mesma espécie

durante todo o ano em canais de marés da costa Norte do Brasil e a consideram como indivíduos dominantes na área, o que evidencia uma ampla distribuição. No entanto, *S. testudineus* foi capturado sempre nos períodos de maiores salinidades, classificando-o como espécie estuarino visitante ou espécie transitória, assim como nos trabalhos de Rosa & Sassi (2002), Krumme et al. (2007) e Xavier et al. (2012). Este padrão também foi encontrado em outros locais onde sua ocorrência é associada aos períodos de menores precipitações e maiores salinidades (Araújo 2012; Silva Júnior et al. 2013). Barletta e Lima (2019) afirmam que a maior diversidade e abundância de peixes migratórios foram predominantes durante o período seco no complexo estuarino amazônico.

Os resultados obtidos nesse trabalho sugerem que a oscilação de densidade de *C. psittacus* não apresentou variações de densidade em relação ao período sazonal. Contudo, *S. testudineus* é fortemente influenciada pela variação de salinidade local, sendo abundante em períodos de maiores salinidade no estuário do Caeté.

Blaber (2000) observou que as variáveis abióticas são as mais relevantes quando comparados aos bióticos para a determinação da presença e densidade das espécies em ambientes estuarinos, mostrando que as observações das variáveis abióticas são de fundamental importância para se entender sobre a distribuição das espécies encontradas nesses ambientes. No estuário do rio Caeté as variações sazonais de salinidade são apontadas como principal fator estruturador da assembleia de peixes em todo o sistema estuarino (Barletta et al. 2005).

As duas espécies estudadas, *C. psittacus* e *S. testudineus*, possuem características e exigências fisiológicas distintas as quais interferem na sua distribuição devido suas preferências ambientais (Araujo, 2012). Admite-se que a presença de *S. testudineus* em períodos marcantes, esteja associada a uma exigência fisiológica da espécie, intolerância à baixa salinidade, pois além da densidade ser maior em períodos com maior salinidade, apresentam maior ocorrência no Furo Grande. Da mesma forma e, considerando os resultados, a presença de *S. testudineus* não é um fator modificador da densidade de *C. psittacus*, entretanto, os padrões de dominância de Tetraodontiformes na península de Ajuruteua ainda precisam ser mais bem investigados.

Mesmo considerando que as médias de tamanho e peso de *S. testudineus* foram superiores que as de *C. psittacus*, acredita-se que esta variação tenha ocorrido devido ao número de espécimes capturados por espécie. A amplitude de tamanho para *C. psittacus* foi muito maior que a de *S. testudineus*, considerando que para *S. testudineus* não foram capturados indivíduos menores que 6,7cm. Portanto, questiona-se qual seria o habitat de *S. testudineus* quando estes estão inferiores a 6,7cm.

A proporção sexual em espécies de peixes varia ao longo do ciclo de vida em função de consecutivos eventos, tendo como os principais a mortalidade e o crescimento, os quais podem determinar diferenças na proporção sexual, atuando de modo distinto sobre indivíduos de cada sexo (Vazzoler, 1996), estas informações podem fornecer importantes subsídios para compreender a relação dos indivíduos com o meio ambiente. No Furo Grande e Taici ocorreram mais fêmeas que machos de *C. psittacus* e *S. testudineus*, no entanto, a proporção sexual foi próximo do esperado de 1:1. Este predomínio de fêmeas pode estar ocorrendo por fatores comportamentais diferenciados entre os sexos, como por exemplo, os machos podem ser mais ágeis que as fêmeas, otimizando o escape da arte de pesca ou pode estar associado à estratégia reprodutiva.

Santos e Rodriguez (2011), ao analisar a proporção sexual de *S. testudineus* no estuário do Rio Paraíba do Norte, capturados com rede de arrasto, encontrou resultados semelhantes. Ambas as redes, de emalhar quanto a de arrasto, são considerados apetrechos de baixa seletividade, sugerindo que este padrão pode ser comum nestas modalidades de pesca. Adicionalmente, existe também a hipótese de machos serem menos frequentes que fêmeas na população, portanto, admite-se que possivelmente um mesmo macho possa fecundar mais de uma fêmea.

Segundo Santos (1978), não existe um tamanho que determina quando os indivíduos iniciam sua maturidade sexual e sim uma frequência relativa de adultos que aumenta consequentemente com o comprimento. Para *C. psittacus*, essa estimativa foi em 14,72cm do comprimento total para os sexos agrupados, sendo menor do que o encontrado no estuário de Curuçá - Pará (19,9cm) por Giarrizzo et al. (2010). No presente trabalho, o comprimento médio foi estimado em 11,25cm para os sexos agrupados, sendo esse, um valor menor que o encontrado no estudo de Giarrizzo et al. (2010). Isso indica que a espécie, em sua maioria, é vulnerável à pesca antes da sua maturação gonadal, o que pode acarretar em prejuízos futuros para a sua estrutura. Os baiacus são capturados como *bycath* e descartados mortos no ambiente em grande densidade nas pescarias artesanais que ocorrem nos estuários da região Norte do Brasil (Barros et al. 2011; Fonseca & De Souza 2013). Desta forma, a mortalidade por pesca pode ser considerada até mesmo como um fator controlador da densidade destes táxons, no entanto, as mudanças ambientais antropogênicas podem resultar em uma menor biomassa nos estuários (Costa & Barletta, 2016; Ríos-Pulgarín et al. 2016) e mesmo considerando esse controle como positivo no ponto de vista da pesca, questiona-se como ocorreria a manutenção do tamanho populacional quando há a ausência da pesca mesmo que acidental. Possivelmente,

esta espécie tenha mecanismos intrínsecos de controle da densidade populacional que ainda não são conhecidos.

Peixes com desovas parceladas são comuns em ambientes tropicais e são caracterizados pelo aparecimento de gametas em maturação irregular e contínua. Sua liberação ocorre de acordo com a evolução parcial do processo de maturação (Fonteles Filho, 2011). Araujo (2012), ao analisar microscopicamente gônadas de *C. psittacus* capturados na baía de São Marcos no Maranhão, observou a presença de lotes de células ovíferas em diferentes fases nas gônadas, com ovócitos variando entre 150 a 300 µm, sendo assim, definiu-se que o tipo de desova para a espécie é parcelada. Também se concluiu que a espécie está apta a se reproduzir o ano inteiro, pois as fêmeas maduras e desovadas foram encontradas durante todo o período de estudo. Resultados semelhantes foram observados no presente trabalho, onde as fêmeas maduras e desovadas de *C. psittacus* foram encontradas praticamente em todos os meses de coleta, com picos de maturação em junho e outubro e desova em agosto e outubro, sugerindo que esta espécie apresenta desova parcelada no sistema.

Juvenis de *C. psittacus* foram observados durante o ano todo, com picos de densidade nos meses de setembro e outubro, mostrando que esse período provavelmente seja o de recrutamento da população desta espécie. No período chuvoso, os baiacus iniciaram a maturação, apresentando um pico no mês de junho. O mesmo foi observado por Silva (2012), quando analisou os aspectos reprodutivos de *C. psittacus* capturados na baía de São Marcos, Maranhão. Provavelmente, isso ocorre devido à quantidade de nutrientes no estuário, tornando-se um ambiente propício à reprodução.

Contudo, a espécie não possui mercado consumidor na região Nordeste paraense devido sua toxicidade (Krumme et al., 2007; Santana Neto et al., 2010). No entanto, considerando a situação de trabalho das comunidades que dependem dos ambientes de manguezal como meio de subsistência na região (Glaser, 2003), os baiacus representam possíveis fontes de divisas para a região estuarina amazônica através da utilização deste pescado para a pesca sustentável, buscando uma alternativa comercial no mercado da aquariofilia (Duncan & Parra, 2002; Gasparini et al., 2005), além da espécie *C. psittacus* ser utilizada como isca na pesca do mero, *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822), (Pereira et al., 2020). Diante disso, através dos dados ecológicos e biológicos, pode-se elaborar planos para a controle populacional, manutenção e uso sustentável da espécie.

5. Considerações Finais

Os baiacus, mesmo não possuindo valor econômico, são importantes para estudos e pesquisas pois possuem importância ecológica, utilizando e contribuindo para o ecossistema do manguezal. O *C. psittacus*, utiliza-o para o seu crescimento, recrutamento, reprodução e completa todo o seu ciclo de vida nessas áreas. As mesmas conclusões não puderam ser feitas para o *S. testudineus* devido a baixa densidade amostrada, no entanto, pode-se dizer que para o estuário do rio Caeté a espécie demonstrou hábitos transitórios dentro do sistema, sendo encontrada abundantemente em meses mais salinos.

Pontando, informações complementares abrangendo estudos sobre reprodução, estrutura populacional das espécies *C. psittacus* e *S. testudineus* em outros pontos da costa norte brasileira, assim como, sua incidência como *bycatch* nas pescarias artesanais da região, são necessárias para um melhor entendimento ecológico e possíveis trabalhos que servirão como base para um plano de manejo para as espécies de baiacu.

Referências

Araujo, P. R. V. (2012). *Variação espaço-temporal e ecologia trófica de Sphoeroides testudineus (Linnaeus, 1758) e Colomesus psittacus (Block & Schneider, 1801) no estuário do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil*. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 55p.

Barletta, M., Barletta-Bergan, A., Saint-Paul, U., & Hubold, G. (2003). 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. 217-228p.

Barletta, M., Barletta-Bergan, A., Saint-Paul, U., & Hubold, G. (2005). The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 66, 45-72.

Barletta, M., & Lima, A. R. A. (2019). Fish Ecology and Anthropogenic Impacts in South American Estuaries: Setting Priorities for Ecosystem Conservation. *Frontiers in Marine Science*, 6, 237. 3.

Barros, B., Caetano, J. V. O., Abrunhosa, F. A., & Vallinoto, M. (2011). Artisanal Fisheries as indicator of productivity in Amazonian Extractivist reserve (Curucá River Estuary, NE Amazonian Coast, Brazil). *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 64. 1950-1954.

Barthem, R. B. (1985). Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía de Marajo, Estuário Amazônico. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi série Zoologia*, 2(1), 49-69.

Blabler, S. J. M. (2000). Tropical Estuarine Fishes. *Aquatic Resources Series 7*. Blackwell Science, Oxford, 372p.

Castro, A. C. L. (2001). *Diversidade da assembléia de peixes em igarapés do estuário do Rio Paciência (MA-Brasil)*. 23, 39-47.

Cervigon, F., Cipriani, R., Fisher, W., Garibaldi, L., Hendrickx, M., Lemus, A. J., Márquez, R., Poutiers, J. M., Robaina, G., & Rodriguez, B. (1992). *Guia de Campo de lãs espécies comerciales marinas y de águas salobres de la costa septentrional de Sur América*. FAO, 513p.

Costa, M. F., & Barletta, M. (2016). Special challenges in the conservation of fishes and aquatic environments of South America. *Journal of fish biology*, 89(1), 4-11.

Duncan, N., & Parra, I. (2002). A. Marine fish specialists focus on puffer fish. *World Aquaculture*, 33(3), 34-37.

FAO (Roma, Itália). (1999). *The state of world fisheries and aquaculture 1998*. 112p.

Fernandes, M. E. B., Silva, E. F., Lima, F. J., Varela, E. S., Hercos, P. A., Fernandes, C. M.; *et al.* (2005). Distribuição espacial das macroalgas associadas às florestas de mangue na península de Ajuruteua, Bragança-Pará. *Boletim do laboratório de Hidrobiologia*, 7p.

Figueiredo, J. L., & Menezes, N. A. (2000). *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*. IV. Teleostei (5). Museu de Zoologia – USP, 116p.

Fonseca, A. F., & De Souza, R. A. L. (2013). Relações morfométricas de algumas espécies de peixes da fauna acompanhante capturada nas pescarias artesanais do camarão em região

estuarina do rio Taperaçu (Bragança, PA - Brasil). *Boletim Técnico Científico do CEPNOR*, 6(1), 79-87.

Fonteles Filho, A. A. (2011). *Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 464 p.

Gasparini, L. J., Floeter, S. R., Ferreira, C. & Sazima, I. (2005). Marine ornamental trade in Brazil. *Biodiversity & Conservation*, 14(12), 2883-2899.

Giarrizzo, T., & Krumme, U. (2009). Temporal patterns in the occurrence of selected tropical fishes in mangrove creeks: Implications for the fisheries management in north Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(3), 679-688.

Giarrizzo T., Krumme U., & Wosniok, W. (2010). Size-structured migration and feeding patterns in the banded puffer fish *Colomesus psittacus* (Tetraodontidae) from north Brazilian mangrove creeks. *Marine Ecology Progress Series*. 419, 157-70.

Glaser, M. (2003). Interrelations between mangrove ecosystem, local economy and social sustainability in Caeté Estuary, north Brazil. *Wetlands Ecology and Management* 11,265-272.

Koch, V. (1999). *Epibenthic production and energy flow in the Caeté mangrove estuary, North Brazil* (Vol. 6). Zentrum für Marine Tropenökologie.

Krumme, U., Saint-Paul, U., & Rosenthal, H. (2004). Tidal and diel dynamics in a nurse area: patterns in fish migration in a mangrove in north Brazil. *Aquatic Living Resources*. 17, 215-229.

Krumme, U., Keuthen, H., Saint-Paul, U., & Villwock, W. (2007). Contribution to the feeding ecology of the banded puffer fish *Colomesus psittacus* (Tetraodontidae) in north Brazilian mangrove creeks. *Brazilian Journal of Biology*, 67(3), 383-392.

Ludke, M. & Andre, M. E. D. A. (2013) *Pesquisa em educação: uma abordagem qualitativa*. (2a ed.), São Paulo: EPU.

Miranda, L. B., Castro Filho, B. M. & Kjerfve, B. (2002). *Princípios de oceanografia física de estuários*. Edusp. Vol. 42.

Moraes, B. C.; Costa, J. M. N., Costa, A. C. L., & Costa, M. H. (2005). Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. *Acta Amazonica* 35 (2), 207-214.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE.

Pereira, L. de J. G., Fernandes, S. C. P. Gonçalves, F. F. M., Andrade, C. E. R. de., & Bentes, B. (2020). Análise multidisciplinar de uma pescaria proibida: estudo de caso da pesca do mero *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) no litoral paraense, Amazônia oriental. *Research, Society and Development*, 9(8), e944986338.

Perry, D. M. (1988). Effects of associated fauna on growth and productivity in the red mangrove. *Ecology*. 69(4), 1064-1075.

Ríos-Pulgarín, M. I., Barletta, M., & Mancera-Rodriguez, N. J. (2016). Hydrological cycle effects on the aquatic community in a Neotropical stream of the Andean piedmont during the 2007–2010 ENSO events. *Jornal Fish Biology*. 89,131–156p.

Rosa, R. S., & Sassi, R. (2002). Estudo da biodiversidade da área de proteção ambiental barra do rio Mamanguape. *Relatório Técnico Final*. IBAMA. Universidade Federal da Paraíba, 371p.

Santana Neto, P. L., Aquino, E. C., Silva, J. F., Amorim, M. L. C., Oliveira Júnior, A. E., & Haddad Júnior, V. (2010). Envenenamento fatal por baiacu (Tetraodontidae): relato de um caso em criança. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 43(1), 92-94.

Santos, E. P. (1978). Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. HUCITEC/Ed. da Universidade de São Paulo, 130p.

Santos, A. C. A., & Rodriguez, F. N. C. (2011). Ocorrência e alimentação do baiacu *Sphoeroides testudineus* (Actinopterygii – Tetraodontiformes) na margem oeste da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas*, 11(1), 31-36.

Silva, I. R., & Pereira, L. C. C. (2010). Estudo sócio-ambiental da comunidade de Bacuriteua (Pará, Litoral Amazônico, Brasil). *Revista da Gestão Costeira Integrada*.

Silva, I. M. (2012). *Aspectos reprodutivos de baiacu, Colomesus psittacus (Bloch & Schneider, 1801) (Osteichthyes, Tetraodontiformes), capturados na baía de São Marcos, Maranhão-Brasil*. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade estadual do Maranhão – UEMA.

Silva Júnior, M. G., Castro, A. C., Saint-Paul, U., & Porto, H. L. (2013). Caracterização da ictiofauna em três canais de maré do estuário do rio Paciência, Ilha de São Luíz, Estado do Maranhão. *Arquivo de Ciências do Mar*. 46(1), 5-21.

Vazzoler, A. E. A. (1996). *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM, 169 p.

Wolff, M., Koch, V., & Isaac, V. (2000). A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. *Estuarine, coastal and shelf science*, 50(6), 789-803.

Xavier, J. H. A., Cordeiro, C. A. M. M., Tenório, G. D., Diniz, A. F., Júnior, E. P. N. P., Rosa, R. S., & Rosa, I. L. (2012). Fish assemblage of the Mamanguape Environmental Protection Area, NE Brazil: abundance, composition and micro-habitat availability along the mangrove-reef gradient. *Neotropical Ichthyology*, 10(1), 109-122.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Flávio Miranda Golçalves – 15%

Niedja Luana da Costa Mescouto – 15%

Mayra Souza do Nascimento – 15%

Luciano de Jesus Gomes Pereira – 15%

Suélly Cristina Pereira Fernandes – 10%

Ítalo Antônio Freitas Lutz – 15%

Bianca Bentes – 15%