

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS
CAMPUS V – ALCIDES CARNEIRO – JOÃO PESSOA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

RAPHAELA BATISTA DOS SANTOS

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *SPHOEROIDES TESTUDINEUS*
(TETRAODONTIFORMES: TETRAODONTIDAE) NO ESTUÁRIO DO RIO
PARAÍBA DO NORTE, PB**

JOÃO PESSOA-PB

2011

RAPHAELA BATISTA DOS SANTOS

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *SPHOEROIDES TESTUDINEUS*
(TETRAODONTIFORMES: TETRAODONTIDAE) NO ESTUÁRIO DO RIO
PARAÍBA DO NORTE, PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Professora Orientadora: Dra Ana Lúcia Vendel

JOÃO PESSOA-PB

2011

S237b

Santos, Raphaela Batista dos.

Biologia reprodutiva de *Spherooides testudineus* (*Tetraodontiformes: Tetraodontidae*) no estuário do Rio Paraíba do Norte, PB / Raphaela Batista dos Santos. – 2011.

47f. : il. color

Digitado.

Trabalho Acadêmico Orientado (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, Departamento de Ciências Biológicas, 2011.

“Orientação: Profa. Dra. Ana Lucia Vendel”.

1. *Spherooides testudineus*. 2. Maturação Gonodal. 3. Biologia Reprodutiva. I. Título.

21. ed. CDD 597.64

RAPHAELA BATISTA DOS SANTOS


**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Sphoeroides testudineus* (TETRAODONTIFORMES:
TETRAODONTIDAE) NO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA DO NORTE, PB**

Aprovado em: 29 de junho de 2011


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Ana Lúcia Vendel
Orientadora – UEPB



Prof. Dr. Douglas Zeppelini
Examinador – UFPB



Prof. Msc. Patricia Aguiar de Oliveira
Examinadora – UEPB

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente à minha orientadora, Prof^a Dra Ana Lúcia Vendel pelos ensinamentos valiosos, paciência, amizade e principalmente por sua dedicação.

Agradeço ao CNPq e a UEPB-PROPESQ pelo financiamento do projeto.

Aos amigos do laboratório de Ictiologia que estiveram todo tempo presente e que fazem parte dessa conquista também: Tayná Martins, Jéssica Gólzio, Fernando Queiroga, Bárbara Gicélia, aprendi muito com vocês.

Ao pescador Juceílton Soares dos Santos (Xéu), e a toda a colônia de pescadores Z13 de Bayeux, a ajuda deles foi imprescindível para esse trabalho.

A Paola Simões pela ajuda com as fotografias das lâminas.

A todos os professores que contribuíram para minha formação não só acadêmica, mas pessoal também.

Aos meus colegas de classe, aprendi muito convivendo esse tempo com eles.

A Davi, Dayse e Paula pela ajuda carinho, amizade. São amigos especiais que eu considero muito.

A minha família: Iraildes e Francisco, meus pais, que são os responsáveis por ter chegado até aqui e minhas irmãs, Renatha e Rachel. E especialmente ao meu vizinho, (*In memorian*), José Batista de Sousa, que sempre me incentivou nos estudos, que é a pessoa que eu mais queria que pudesse estar aqui hoje para compartilhar junto com minha família esse momento, o seu carinho e amor será eterno. Ele sempre será um exemplo para mim.

A todos os meus amigos que compartilham esse momento de felicidade comigo.

A Deus, acima de tudo, que é quem me proporciona tudo na vida!

Muito obrigado!

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Sphoeroides testudineus* (TETRAODONTIFORMES:
TETRAODONTIDAE) NO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA DO NORTE, PB

Autora

Raphaela Batista dos Santos – Bacharelado em Ciências Biológicas/ CCBSA/UEPB

Orientadora

Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel/CB/CCBSA/UEPB

Examinadores

Prof. Dr. Douglas Zeppelini - CB/CCBSA/UEPB

Profa. Msc. Patricia Aguiar de Oliveira - CB/CCBSA/UEPB

Um dos aspectos mais importantes na biologia de uma espécie é a reprodução, visto que de seu sucesso dependem o recrutamento e, conseqüentemente, a manutenção de populações viáveis favorecendo o equilíbrio ambiental. Os estuários são locais de grande importância e atuam como berçários para muitas espécies marinhas, que utilizam esses ecossistemas para se desenvolverem, principalmente em seus estágios iniciais. O objetivo deste estudo foi caracterizar a reprodução de *Sphoeroides testudineus* quanto à influência dos fatores abióticos no ciclo reprodutivo, frequência de estágios de maturação gonadal, proporção sexual, relação peso-comprimento, fator de condição, índice gonadosomático e tamanho de primeira maturação gonadal. Os indivíduos foram coletados entre agosto/2009 e setembro/2010 através de arrastos manuais e “tomadas”, arte de pesca local. No local foi feita a medição dos dados abióticos: temperatura da água, pH e salinidade e realizado levantamento da precipitação na cidade de Bayeux. Foram obtidos dados de comprimento total (mm), peso total e peso das gônadas (g). Para identificação do sexo, os animais foram dissecados e o estágio de maturação foi determinado macroscopicamente, como: A (imaturo), B (em maturação), C (maduro) e D (esvaziado). Foi calculado o índice gonadosomático (IGS) que posteriormente foi comparado com os fatores abióticos, a fim de verificar a influência dos mesmos na época de reprodução. Foi realizada a distribuição mensal dos sexos e do percentual dos estágios de maturação. A proporção sexual foi testada mensalmente e em todo o período pelo teste de qui-quadrado. Foi calculada a relação peso-comprimento, para sexos grupados e para fêmeas e machos separadamente, e fator de condição, para ambos os sexos, a fim de conhecer a flutuação da hígidez dos peixes ao longo do ano. O comprimento de primeira maturação (L_{50}) foi calculado através da distribuição da percentagem cumulativa dos indivíduos adultos (estádios B, C e D) em 16 classes de comprimento de 12 mm, para machos e fêmeas. Foram capturados 200 espécimes de *S. testudineus*, sendo 122 fêmeas, 53 machos e 25 indivíduos cujo sexo não foi possível identificar. A proporção sexual diferiu com predomínio de fêmeas para todo período analisado e mensalmente. A maior frequência de estágios C e D para fêmeas foram registradas em junho e julho, período em que ocorreu elevação do IGS. Esses foram indicativos que a desova ocorreu nesse período, o qual coincide com a maior precipitação na região. Quando a amostra total foi considerada, *S. testudineus* revelou um crescimento alométrico negativo, quando essa análise foi feita por sexo, as fêmeas exibiram um crescimento alométrico positivo e, em contrapartida, os machos exibiram um crescimento alométrico negativo. O fator de condição de fêmeas apresentou diferenças ao longo do período de coleta, com maiores valores imediatamente anteriores ao período de desova, enquanto os machos não exibiram variação. O tamanho de primeira maturação gonadal obtido para fêmeas foi 180 mm e para machos, 155 mm. Devido ao longo período, a desova de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte foi caracterizada como parcelada.

Palavras chave: período de desova, fator de condição, tamanho de primeira maturação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	07
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	09
3. METODOLOGIA.....	12
3.1. Área de Estudo	12
3.2. Atividades de Campo	13
3.3. Atividades de Laboratório	14
3.4. Fatores abióticos e sua relação com o IGS.....	14
3.5. Estádio de maturação gonadal	15
3.6. Proporção sexual	16
3.7. Fator de condição	16
3.8. Relação peso-comprimento	17
3.9. Índice gonadossomático	17
3.10. Comprimento médio de primeira maturação gonadal	17
4. RESULTADOS	19
4.1. Fatores abióticos e sua relação com o IGS.....	19
4.2. Fatores bióticos.....	21
5. DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÃO.....	38
7. Referências Bibliográficas	39
8. Anexo	46

1. INTRODUÇÃO

Estuário é um corpo de água costeiro, semifechado, que possui uma ligação livre com o mar aberto e no interior do qual a água do mar se dilui de forma mensurável, com água doce proveniente de drenagem terrestre (PRITCHARD, 1967). Por sua vez, a comunidade estuarina é tipicamente constituída por um conjunto de espécies endêmicas e espécies que nele adentram provenientes da região marinha adjacente e, ainda, por espécies com capacidade osmorreguladora que lhes permite entrar ou sair do ambiente estuarino. Os peixes dos estuários subtropicais e tropicais enfrentam um dos mais rigorosos ambientes aquáticos, onde muitas espécies operam nos seus limites fisiológicos, ou próximo deles (BLABER, 2000).

A região estuarina é um ecossistema essencial devido a sua elevada taxa de produtividade, sendo importante para manutenção da diversidade biológica. Os estuários atuam como berçários para muitas espécies de organismos marinhos, que utilizam esses ecossistemas para se desenvolverem, principalmente em seus estágios iniciais. Sabe-se que a comunidade de peixes estuarinos é usualmente constituída por espécies residentes e migrantes marinhas e dulciaquícolas (VENDEL e CHAVES, 2001). Essas espécies utilizam os estuários, durante pelo menos uma fase de sua vida, como áreas de alimentação, reprodução e, criação de larvas e jovens (BLABER, 2000).

Margeando os estuários destaca-se o manguezal que é um ecossistema costeiro de transição entre o ambiente terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais e sujeito ao regime das marés. Ele apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução para muitas espécies animais. É um dos mais importantes ecossistemas da costa do Brasil, apresentando a mais extensa área de manguezais do mundo, com cerca de 25.000 km². Possui elevada importância ecológica, social e econômica, e também considerado dominante na fisiografia do litoral, e se apresenta com características estruturais bastante distintas (ALVES e NISHIDA 2003; SILVA, BERNINI e CARMO, 2004; IUCN, 1983).

Conhecido popularmente como baiacu pintado, *Spherooides testudineus* (Linnaeus, 1758) distribui-se de Nova Jersey até o estado de Santa Catarina; vive em baías e estuários, chegando a penetrar em água doce.

O baiacu pintado pertence à ordem Tetraodontiformes, que se caracteriza pela produção de sons, ao ranger os dentes da mandíbula ou vibrando a bexiga natatória. A família

Tetraodontidae inclui 19 gêneros com 121 espécies, sendo presentes quatro gêneros no Brasil (*Canthigaster*, *Sphoeroides*, *Lagocephalus* e *Colomesus*) com 10 espécies. É representada por peixes que são conhecidos por ter a capacidade de inflar o corpo (FIGUEIREDO e MENEZES, 2000; NELSON, 2006). A inflação é causada por engolir água, que vai para um divertículo ventral do estômago, quando o peixe está assustado, irritado ou para se defender de predadores. A deflação ocorre pela expulsão da água. Se o peixe é retirado da água a inflação pode ocorrer com o ar (NELSON, 2006). No Brasil, espécies da família Tetraodontidae possuem baixo valor econômico devido à presença de uma toxina (tetrodotoxina) concentrada na pele, no fígado e nas gônadas. Porém, espécies asiáticas da mesma família possuem alto valor comercial no Japão e seu consumo esta condicionado a técnicas de preparo (ROCHA, FÁVARO e SPACH, 2002).

Um dos aspectos mais importantes na biologia de uma espécie é a reprodução, visto que de seu sucesso dependem o recrutamento e, conseqüentemente, a manutenção de populações viáveis favorecendo o equilíbrio ambiental. Falhas na reprodução, por anos consecutivos, causadas principalmente por modificações no habitat, podem levar os estoques naturais à depleção ou mesmo à extinção (ESPER, MENEZES e ESPER, 2000). Vazzoler (1996) enfatiza que estudos relativos à determinação dos estádios do ciclo reprodutivo, comprimento de primeira maturação gonadal e proporção sexual são fundamentais para se compreender o comportamento reprodutivo de uma espécie dentro de seu habitat, pois, conhecer estratégias e táticas do ciclo de vida dos peixes permite compreender melhor como esses se adaptam a diferentes ambientes e como interagem com os fatores bióticos e abióticos do meio em que vivem. Estas informações são subsídios necessários e importantes na regulamentação da pesca, permitindo a tomada de medidas racionais na preservação de estoques ou no controle de espécies indesejáveis (MARQUES, ROSA e GURGEL, 2000).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo estudar a biologia reprodutiva do baiacu pintado *S. testudineus* caracterizando sua reprodução quanto à influência dos fatores abióticos no ciclo reprodutivo, frequência de estádios de maturação gonadal, proporção sexual, relação peso-comprimento, fator de condição, índice gonadossomático e tamanho de primeira maturação gonadal.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os estuários constituem um importante ecossistema de transição, uma vez que é através destes ambientes que passa a maior parte da matéria originada da decomposição intempérica dos continentes em direção aos oceanos (SCHETTINI, 2002). A complexidade das interações biológicas que se observa nessas áreas, somada à extrema adaptabilidade das espécies frente a variações ambientais ali observadas, notadamente a salinidade, permite a manutenção de uma biodiversidade elevada. Suas águas apresentam-se, com frequência, muito turvas, devido à presença de grande quantidade de material particulado em suspensão (MARCELINO, 2000).

O complexo do Estuário do Rio Paraíba do Norte está localizado no litoral do estado da Paraíba, situado nos municípios de João Pessoa, Bayeux, Santa Rita e Lucena, tendo sua foz em Cabedelo. Trata-se de um ambiente bastante diverso, constituído por vários rios, camboas, riachos, ilhas, restingas e uma vegetação típica de mangue. Do ponto de vista geomorfológico, o estuário constitui uma planície flúvio-marinha formada pelos rios Paraíba do Norte (canal principal), Sanhauá, Paroeira, Mandacaru, Tiriri, Tambiá, Ribeira e Guia. Estudos realizados no Estuário do Rio Paraíba do Norte, sobre sua dinâmica hidrológica, tem demonstrado que o ambiente em questão é extremamente dinâmico e predominantemente influenciado pelas águas marinhas costeiras, uma vez que os rios que drenam a região são, na maioria, de baixa vazão (GUEDES, 2002).

Peixes da família Tetraodontidae possuem maxilas modificadas em duas placas superiores e duas inferiores, resultantes da coalescência de unidades dentíferas; o corpo é desprovido de escamas típicas, mas com projeções espiniformes e apêndices dérmicos esparsos na maioria das espécies (FIGUEIREDO e MENEZES, 2000 e NELSON, 2006). *S. testudineus* possui corpo liso e alongado, tornando-se arredondado quando inflado; a cabeça é comprida e alta com narinas tubulares e a boca pequena e terminal. Possui abertura branquial em forma de fenda vertical, situada anteriormente às nadadeiras peitorais; nadadeiras pélvicas ausentes e, dorsal única localizada em posição posterior, correspondente e oposta à nadadeira anal, ambas próximas à nadadeira caudal, a qual é truncada. As características diagnósticas desta espécie são: ausência de apêndices dérmicos aliada ao padrão de coloração da região dorsal onde ocorrem linhas claras isolando manchas escuras de formatos diversos; lateralmente apresenta manchas negras arredondadas de tamanhos variados e geralmente

existe uma ou duas estrias brancas transversais na região interorbital. Possuem ainda projeções espinhosas normalmente embutidas na pele, sendo visíveis apenas os orifícios por onde os acúleos se exteriorizam; exemplares atingem comprimento máximo de aproximadamente 38,8 cm e possivelmente esta seja a espécie de baiacu mais comum no litoral brasileiro (FIGUEIREDO e MENEZES, 2000; ARAÚJO *et al.*, 2004).

Apesar da natureza tóxica dos Tetraodontiformes e seus reconhecidos efeitos nocivos, o peixe é considerado uma iguaria no Japão (AHASAN *et al.*, 2004). A tetrodotoxina é uma potente neurotoxina, ela é termo-estável e solúvel em água, características essas que a torna muito perigosa a saúde, caso ingerida (BUCHWALD *et al.*, 1964; AHASAN *et al.*, 2004; NETO *et al.*, 2010). Seu nível é sazonal, e as maiores concentrações são encontradas nas fêmeas em época reprodutiva (NETO *et al.*, 2010). Devido essa relação entre a atividade gonadal e toxicidade, os peixes são mais perigosos para se comer imediatamente antes e durante a época reprodutiva (AHASAN *et al.*, 2004). A tetrodotoxina age como um ferormônio feminino, atraindo os machos (MATSUMURA, 1995). Devido o importante papel desempenhado na reprodução e por representar risco para saúde humana, as propriedades e efeito de sua toxicidade são conhecidos (BUCHWALD *et al.*, 1964; AHASAN *et al.*, 2004; NETO *et al.*, 2010).

Na Baía de Paranaguá, PR, *S. testudineus* está entre as espécies mais abundantes, tanto nos canais do manguezal, chamados de gamboas, quanto nas planícies de maré adjacentes (VENDEL *et al.*, 2002).

Apesar de não ser uma espécie explorada comercialmente pelos pescadores da colônia Z 13 do Estuário do Rio Paraíba do Norte, *S. testudineus* possui grande importância na cadeia trófica (TARGETT, 1978). Chiaverine (2008) identificou 25 itens alimentares distribuídos em nove categorias taxonômicas para *S. testudinus* e incluiu a espécie na categoria trófica de carnívoro, de hábito bentofágico.

O sucesso reprodutivo de um peixe depende de onde e quando ele se reproduz e do recurso alocado para a reprodução (WOOTTON, 1990; WINEMILLER, 1995). Desta forma, a reprodução deverá ocorrer no período do ano em que a produção de descendentes seja maximizada. As larvas devem eclodir em período e locais com alimento apropriado, com proteção contra predadores e condições ambientais favoráveis (WINEMILLER, 1995).

De acordo com Vazoller (1996) a maturação gonadal ocorre até que as condições do ambiente sejam adequadas à fecundação e ao desenvolvimento da prole. Para indicar o

momento adequado há fatores exógenos, como fotoperíodo e temperatura, que sinalizam essa época; sincronizadores, que sinalizam a ocorrência de condições favoráveis à desova e finalizadores que sinalizam o final do período reprodutivo levando a regressão das gônadas.

Estudos sobre a biologia reprodutiva de *S. testudineus*, no Brasil, são bastante limitados. Rocha, Fávoro e Spach (2002) avaliaram sua reprodução na Baía de Paranaguá, PR, acompanhando a maturação macroscópica das gônadas através de uma escala de maturação macroscópica com seis estádios de desenvolvimento. Os autores determinaram a curva de maturação da espécie, o tamanho de primeira maturação gonadal, a proporção sexual e descreveram histologicamente cada estágio de maturação caracterizando as fases ovocitárias.

Poucas investigações têm sido realizadas em populações do gênero *Sphoeroides*. No litoral do Paraná foram caracterizados os parâmetros macroscópicos e microscópicos da reprodução de *S. annulatus* (Jenyns, 1842) (SCHULTZ, FÁVARO e SPACH, 2002). No litoral do México, na costa de Mazatlan, Sinaloa, Sanchez *et al.* (2007), também para esta espécie, determinaram uma escala morfocromática de estádios de maturação, com cinco fases para fêmeas e quatro fases para macho. No mesmo local, na costa de Mazatlan, Sanchez *et al.* (2011), estudaram a influência dos fatores abióticos, constatando a sazonalidade da reprodução, para essa espécie, e também caracterizaram histologicamente as fases de desenvolvimento ovocitário.

Por ser uma espécie estuarina residente e ter um importante papel na cadeia trófica local, interferindo em níveis tróficos diferentes, o estudo da biologia reprodutiva de *S. testudineus* é importante para o manejo e a conservação do Estuário do Rio Paraíba do Norte.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Norte apresenta uma extensão aproximada de 380 km, intercepta 37 municípios, possui área de 14.397,35 km², e subdivide-se em ‘alto Paraíba’, com 114,5 km de extensão, ‘médio Paraíba’, com 155,5 km, e ‘baixo Paraíba’ com 110,0 km (NISHIDA, 2000). O Estuário do Rio Paraíba do Norte localiza-se entre as latitudes 6°54’14’’ e 7°07’36’’S e as longitudes 34°58’16’’ e 34°49’31’’O, compreendendo a porção mais litorânea da bacia, denominada ‘baixo Paraíba’ (NISHIDA, 2000). O estuário é caracterizado pela presença de camboas (pequenos afluentes), croas (bancos areno-lodosos que ficam emersos durante a baixamar) e apicuns (áreas desprovidas de vegetação típica de mangue) (NISHIDA, 2000).

Nas áreas sob a influência das marés desenvolve-se uma vegetação halófila, que associada ao estuário, constitui um ecossistema altamente produtivo (NISHIDA, 2000). O manguezal é constituído pelas espécies arbóreas: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Conocarpus erectus* (NISHIDA, NORDI e ALVES, 2008).

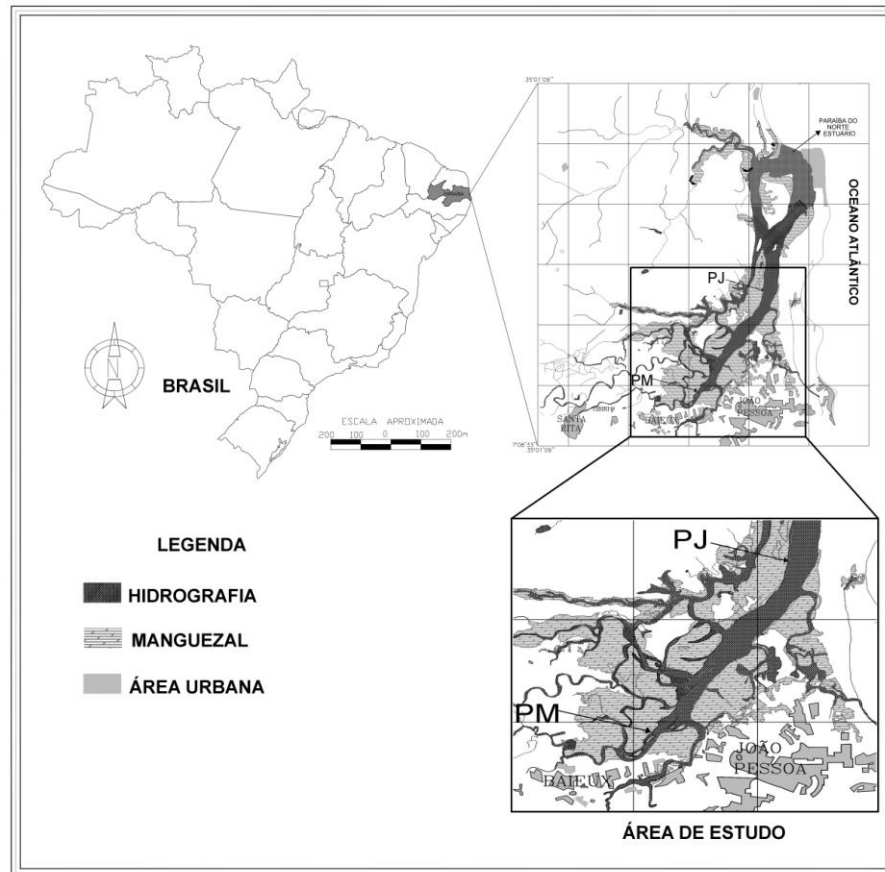


Figura 1 - Localização geográfica do Estuário do Rio Paraíba do Norte, Bayeux, PB.

3.2. Atividades de Campo

As coletas de peixes foram realizadas mensalmente, entre agosto/09 e setembro/10, preferencialmente na baixamar de quadratura, através de rede de arrasto manual, com 12 m de comprimento x 2 m de altura, com malha de 12 mm entre nós adjacentes (Autorização do IBAMA/ICMBio nº 18623-1). Foram realizados mensalmente dois arrastos consecutivos em cinco pontos amostrais, entre dois locais, um a montante ($07^{\circ}07'13''\text{S}$, $34^{\circ}54'51''\text{O}$) e outro a jusante ($07^{\circ}01'59''\text{S}$, $34^{\circ}51'45''\text{O}$) nas áreas marginais do Estuário do Rio Paraíba do Norte, porção Bayeux. A distância do primeiro ao último ponto de coleta é de 11,6 km. Imediatamente antes dos arrastos, foi feita a medição dos dados abióticos, em todos os pontos amostrais: temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) e pH com pHmetro portátil, e salinidade (%), com refratômetro. O deslocamento entre as áreas foi feito com canoa a motor, conduzida com auxílio de pescador da colônia de pescadores Z13 de Bayeux.

Foram ainda realizadas coletas através da arte de pesca denominada “tomada” que é amplamente utilizada no local, para isso foi necessário contatar pescadores que estão habituados a fazer uso dessa arte, a qual consiste na armação de uma extensa rede de pesca nos arredores de uma camboa, durante a baixamar, com a elevação da maré a rede captura os peixes que adentraram no manguezal para se alimentar, e ao saírem com a maré vazante, permanecem presos na rede armada. Devido à baixa captura, as coletas provenientes da “tomada” foram realizadas para garantir a obtenção dos baiacus e aumentar o número de indivíduos amostrados, pois os arrastos mostraram-se insuficientes. Outro fator que contribuiu para o uso dessa arte foi a diminuição da seletividade no porte dos indivíduos capturados nos arrastos.

3.3. Atividades de Laboratório

Em laboratório, foi realizada a identificação dos peixes para confirmação da espécie. Foi feita a contagem dos indivíduos, sua dissecação e biometria, com medição do comprimento total (mm, com ictiômetro), peso total (0,01 g, com balança digital) e peso das gônadas (0,001 g). Para identificar o sexo, os animais foram dissecados. O estágio de maturação gonadal foi determinado macroscopicamente através dos parâmetros indicados por Vazzoler (1996), visando o cálculo da variação mensal do Índice Gonadossomático ($IGS = \text{Peso da Gônada} / \text{Peso do Corpo}$), para fêmeas.

Parte das gônadas retiradas e pesadas foi armazenada em formol 10% tamponado, para confecção de lâminas histológicas, com o objetivo de confirmação do estágio visual da maturação gonadal. Posteriormente foram incluídas em parafina e coradas com Hematoxilina-Eosina. As gônadas foram analisadas em microscopia ótica. Quando necessário a correção da análise macroscópica dos estádios de desenvolvimento ovocitário foram baseadas em Vazzoloer (1996).

Quanto às gônadas coletadas, o conjunto de exemplares foi separado em dois grupos: 1 - indivíduos jovens (imaturos - A) e 2 - indivíduos adultos (em desenvolvimento - B, maduros - C e desovados - D).

3.4. Fatores Abióticos e sua relação com IGS

Para os dados abióticos foi feita análise de variância, ANOVA um critério, pois os mesmos apresentaram distribuição normal pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Tal análise teve a finalidade de verificar variações ao longo do período amostral. Após o teste foi feita a média mensal dos dados obtidos em cada ponto da coleta.

O IGS foi comparado com os fatores abióticos: precipitação, temperatura da água, pH e salinidade a fim de verificar a influência dos mesmos na época de maturação.

Para precipitação foi realizado levantamento da média mensal da precipitação na cidade de Bayeux, durante o período estudado (Fonte: AESA-PB, 2011).

3.5. Estádio de Maturação Gonadal

Para a determinação do estágio de maturação das gônadas foram considerados seus aspectos macroscópicos como: tamanho, coloração, transparência, vascularização superficial e, no caso dos ovários, a visualização dos ovócitos. Os estádios de maturação das gônadas foram determinados baseados em Vazzoler (1996), utilizando a seguinte escala de maturação:

- **Estádio A:** indivíduo imaturo (jovem), não participa da reprodução. Os ovários são filiformes e translúcidos, de tamanho muito reduzido, sem sinais de vascularização. Os testículos são reduzidos, filiformes e translúcidos.

- **Estádio B:** indivíduos em maturação, ocorrendo jovens e adultos. Os ovários, com tom rosa apresentam grânulos opacos (ovócitos) nítidos, mas pequenos e médios. Os testículos apresentam cor esbranquiçada em forma de filamento e ainda compacto, sua membrana pode se romper sob certa pressão.

- **Estádio C:** indivíduos maduros, com ovários muito volumosos, chegando a ocupar mais de 2/3 da cavidade abdominal, a olho nu observam-se grande quantidade de ovócitos grandes, opacos e/ou translúcidos, cuja frequência varia com o progresso da maturação. Testículos desenvolvidos apresentam-se túrgidos e esbranquiçados e são bem evidentes na cavidade abdominal. Gônadas rompem-se sob fraca pressão no abdômen.

- **Estádio D:** ovários muito flácidos e vascularizados, com membranas distendidas e de aspecto hemorrágico, observam-se ovócitos residuais pequenos. Testículos quebradiços e flácidos, de coloração rosa claro e de difícil localização, a membrana não se rompe sob pressão.

Foi realizada a distribuição mensal de frequência de indivíduos com gônadas em cada estágio de maturidade, para sexos separados.

3.6. Proporção sexual

Foi testada mensalmente e para todo o período através do teste do χ^2 para se identificar as diferenças significativas na proporção. Admitindo-se que a proporção sexual esperada, em todos os casos, seja de 1:1 utilizou-se a seguinte expressão: $\chi^2 = 2 \cdot (O-E)^2 / E$. Sendo que, para g.l. = 1, valores de $\chi^2 > 3,84$ indicam diferenças significativas (VAZZOLER, 1996).

3.7. Fator de condição

Com o objetivo de verificar a higidez dos peixes ao longo do ano, foi calculado o fator de condição. A fim de conhecer a flutuação da higidez do peixe, ao longo de todo período, calculou-se o fator de condição total (K1) para ambos os sexos, com toda amostra, através da expressão $K = PT/CT^b$. O fator de condição obtido dessa maneira foi relacionado graficamente com os comprimentos individuais respectivos de machos e fêmeas.

Para comparar a flutuação do IGS com o fator de condição, e realizar testes estatísticos entre ambos, calculou-se para fêmeas com peso de gônada disponível, o fator de condição total K2, o fator de condição somático (K') pela expressão $K = PC/CT^b$, e o fator de condição gonadal (ΔK), que é a diferença entre os valores mensais de K2 e K'. Nas fórmulas, PT indica o peso total dos indivíduos; PC indica o peso do corpo, ou seja, o peso total subtraído o peso das gônadas; CT é o comprimento total e b é o coeficiente angular da regressão entre PT e CT.

Para verificar se houve variação do K1 ao longo do período de coleta foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis para machos e fêmeas e para verificar diferenças entre K1 de machos e fêmeas, foi aplicado o teste de Mann-Whitney.

Foi realizado também teste de correlação de Pearson, que exhibe valores de r entre -1 e 1, onde quanto mais distante de 0 maior a correlação, seja ela positiva (quando o r for positivo) ou negativa (quando o r for negativo), entre fator de condição K2 e fator de condição somático (K') e ainda teste de Mann-Whitney entre esses dois índices para testar possíveis

diferenças entre eles. Todos os testes foram executados no pacote estatístico BioEstat 5.0, com nível de significância de 5%.

3.8. Relação peso-comprimento

A relação peso-comprimento, por sexo, foi obtida através da equação: $PT=a.CT^b$ onde PT = peso total, CT = comprimento total, a = coeficiente linear referente à interceptação do eixo y e b = coeficiente angular (Le CREN, 1951); os parâmetros a e b foram estimados após transformação logarítmica dos dados de peso e comprimento e subsequente ajuste de uma linha reta aos pontos, pelo método dos mínimos quadrados (VANZOLINI, 1993).

3.9. Índice Gonadossomático (IGS)

O índice gonadossomático, estimador do período reprodutivo, foi calculado apenas para fêmeas, em virtude da variação do peso dos ovários ser muito mais marcada que a dos testículos. Calculado para 81 fêmeas, das quais foi possível obter peso dos ovários, ela registra a participação das gônadas no peso total dos indivíduos e foi obtida através da equação:

$$RGS = Po / Pt . 100$$

Onde: **Po** = peso do ovário;

Pt = peso total do peixe.

Foi calculada a correlação, pelo teste de Pearson, entre IGS e K_2 , entre IGS e K' e, por último, entre fator de condição gonadal (ΔK) e IGS. Como ambos, ΔK e IGS são indicadores do período reprodutivo, foi aplicado o teste de Mann-Whitney na busca de diferenças entre ambos.

3.10. Comprimento médio de primeira maturação gonadal

O comprimento de primeira maturação (L_{50}) foi calculado através da distribuição da percentagem cumulativa dos indivíduos adultos (estádios B, C e D) em 16 classes de comprimento de 12 mm, para um total de 55 fêmeas e 24 machos. Em seguida, os valores

foram plotados e submetidos ao ajuste gráfico do tipo sigmoidal alostérico no programa GraphPad Prism 5, onde foi destacado o comprimento em que 50% da população encontra-se em atividade reprodutiva.

4. RESULTADOS

4.1. Fatores Abióticos e sua relação com IGS

O período de estiagem ocorreu entre setembro/2009 e dezembro/2009 variando entre 5,4 e 42,2 mm. Enquanto o período com maior precipitação ocorreu entre junho/2010 e agosto/2010, sendo junho o mês com maior registro cumulativo de chuvas no local: 226,2 mm. A variância dos fatores abióticos, ao longo do período de coleta (tabela I), apresentou valores significativos para temperatura ($F= 8,5135$; $p < 0,0001$), sendo registrados os menores valores médios de maio a setembro/2010 e os maiores valores médios de dezembro/2009 a abril/2010. Variação significativa também foi observada para pH ($F=8,9217$; $p < 0,0001$) e salinidade ($F=2,7094$; $p= 0,0126$). Para pH os maiores valores médios ocorreram em julho e setembro/2010; já a salinidade assumiu os menores valores de junho a setembro/2010. Quando comparado o IGS com relação aos fatores abióticos, observou-se que os maiores valores médios do IGS coincidem com o período chuvoso da região (Figura 2).

Tabela I: Média mensal dos fatores abióticos no Estuário do Rio Paraíba do Norte, entre agosto/09 e setembro/11.

	Prec. (mm)	T (°C)	pH	Sal(‰)
ago/09	115,1	28,40	7,64	7,5
set/09	57,0	28,57	7,50	11,4
out/09	5,4	28,40	-	15,0
nov/09	42,2	28,55	6,91	21,3
dez/09	23,8	30,10	7,20	30,0
jan/10	163,5	29,24	7,52	21,0
fev/10	107,6	30,42	7,88	14,0
mar/10	60,0	30,34	6,52	19,4
abr/10	134,4	30,63	8,34	10,0
mai/10	41,5	27,88	7,16	16,0
jun/10	226,2	28,15	6,46	15,0
jul/10	156,8	28,14	7,80	13,0
ago/10	170,5	-	-	-
set/10	38,4	27,40	7,94	15,0

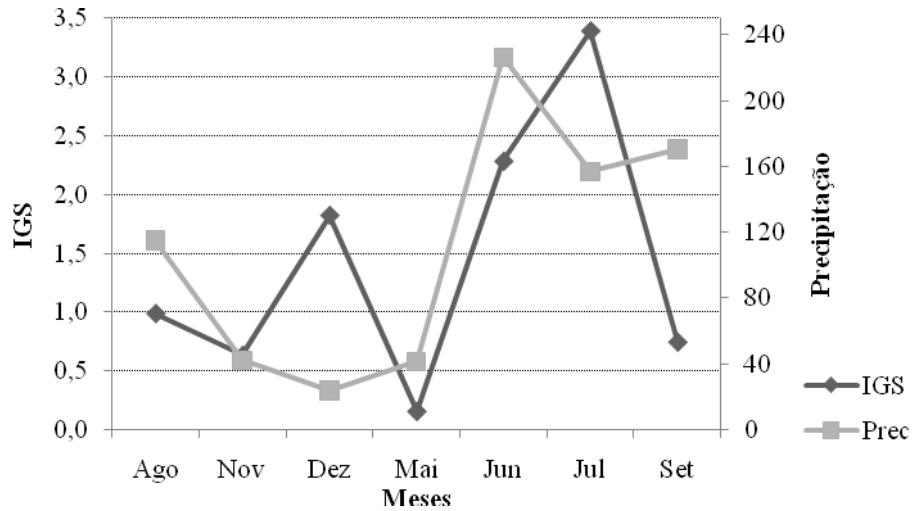


Figura 2: Índice Gonadosomático de *S. testudineus* em função da precipitação no Estuário do Rio Paraíba do Norte, entre agosto/2009 e setembro/2010.

A temperatura da água apresenta o menor valor médio ($28,14^{\circ}\text{C}$) durante o período de pico de maturação das fêmeas (Figura 3), que coincide com o período chuvoso.

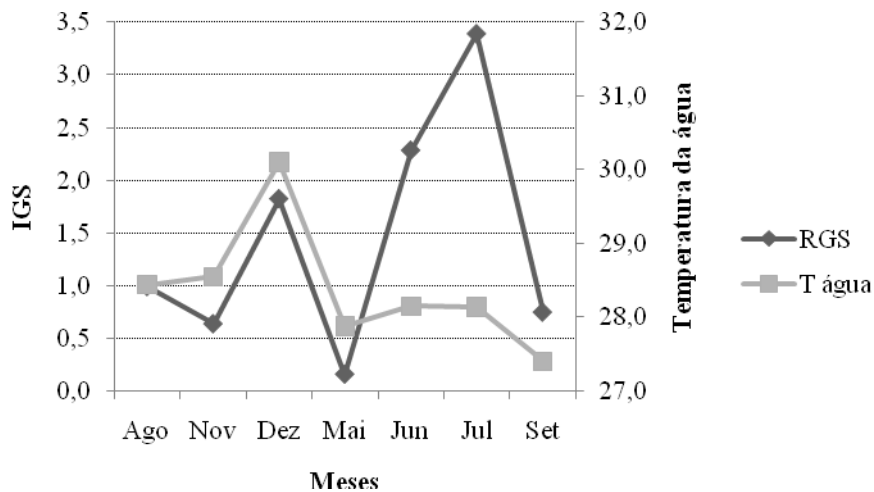


Figura 3: Índice Gonadosomático de *S. testudineus* em função da temperatura no Estuário do Rio Paraíba do Norte, entre agosto/2009 e setembro/2010.

O pH tem seu valor médio mais baixo (6,46) quando a curva de maturação começa a subir em junho, e acompanha o acréscimo do IGS em julho, quando foi registrado pH de 7,8 (Figura 4).

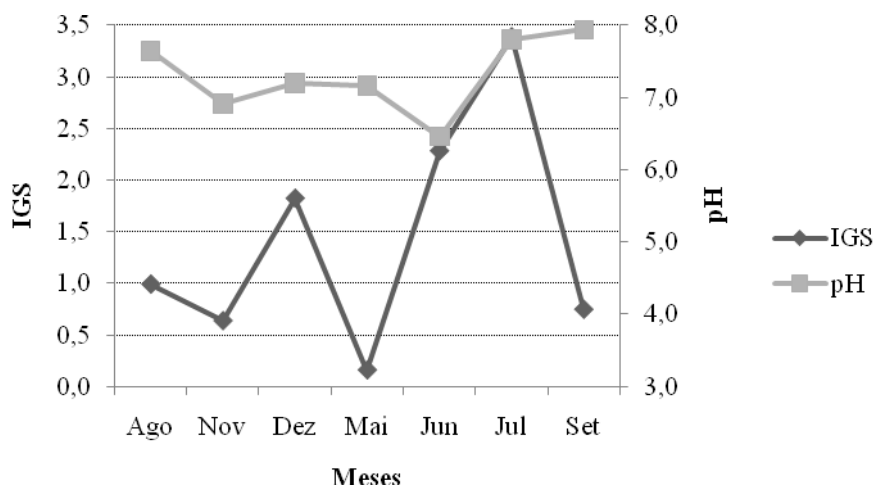


Figura 4: Índice Gonadossomático de *S. testudineus* em função do pH no Estuário do Rio Paraíba do Norte, entre agosto/2009 e setembro/2010.

A salinidade apresenta maior valor médio (30) em dezembro, quando ocorre um incremento do IGS, em julho durante o pico de maturação gonadal foi registrado menor valor (13) (Figura 5).

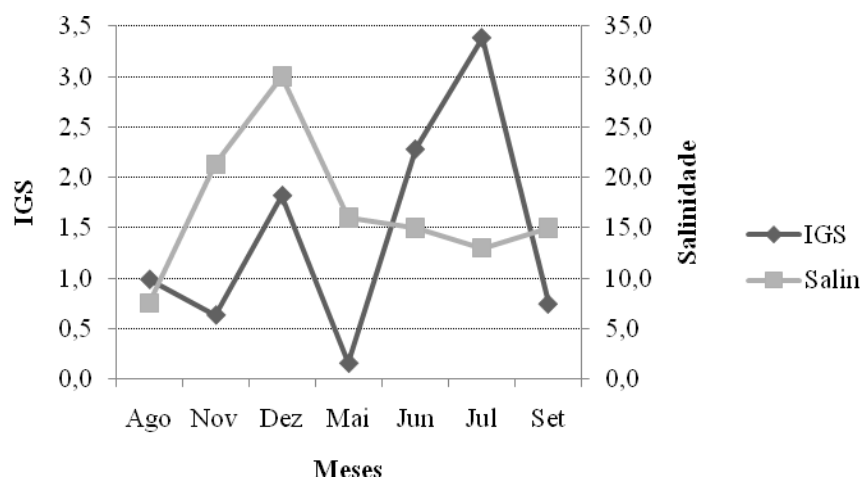


Figura 5: Índice Gonadossomático de *S. testudineus* em função da salinidade no Estuário do Rio Paraíba do Norte, entre agosto/2009 e setembro/2010.

4.2. Fatores bióticos

Entre agosto/2009 e setembro/2010 foram capturados 200 espécimes de *S. testudineus*, sendo 122 (61%) fêmeas, 53 (27%) machos e 25 (13%) cujo sexo não foi possível identificar. Para fêmeas a amplitude de tamanho e peso registrada foi de 75 mm a 260 mm e de 10,5 g a,

348,4 g respectivamente. Os machos variam entre 76 mm e 221 mm, quanto ao tamanho e entre 11,2 g e 262,2 g, quanto ao peso. A figura 6 exibe a distribuição dos espécimes por sexo, ao longo do ano.

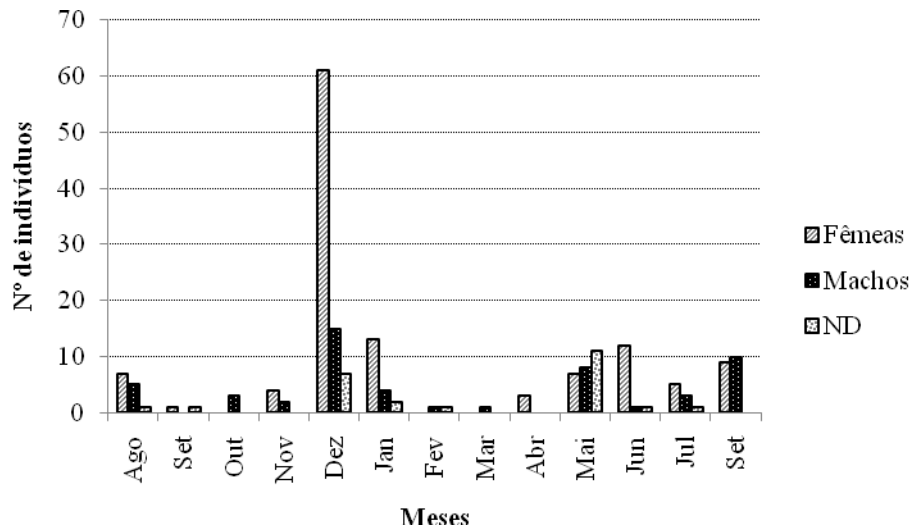


Figura 6 - Distribuição de *S. testudineus* por sexo entre agosto/2009 e setembro/2010 no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

A distribuição das fêmeas de *S. testudineus* de acordo com os estádios de maturação (Figura 7) mostra de dezembro a abril a predominância do estágio imaturo e em junho e julho a ocorrência de indivíduos maduros. Em julho observa-se maior frequência de indivíduos desovados em relação aos outros meses.

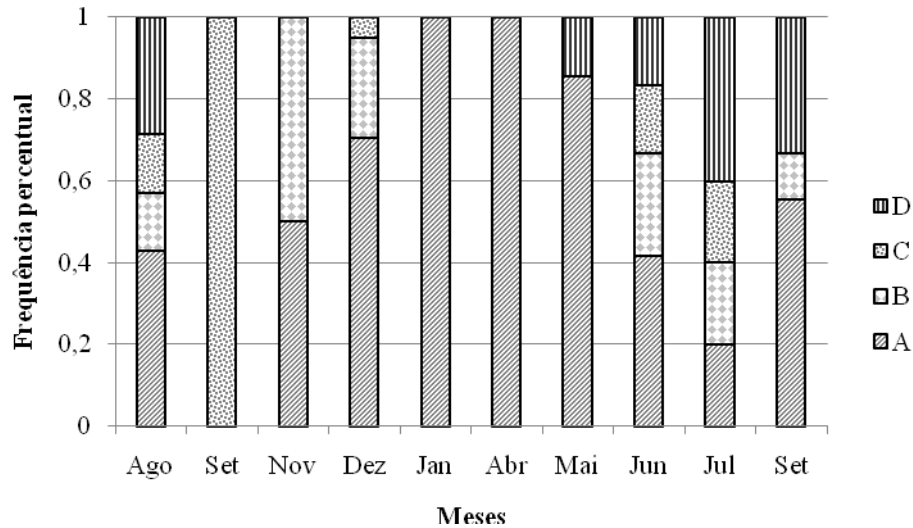


Figura 7 - Variação mensal das frequências dos estádios de maturação gonadal para fêmeas de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Em relação aos machos (Figura 8) observaram-se indivíduos imaturos de janeiro a abril e em maturação a partir de maio. Em junho, observou-se a maior frequência de indivíduos maduros.

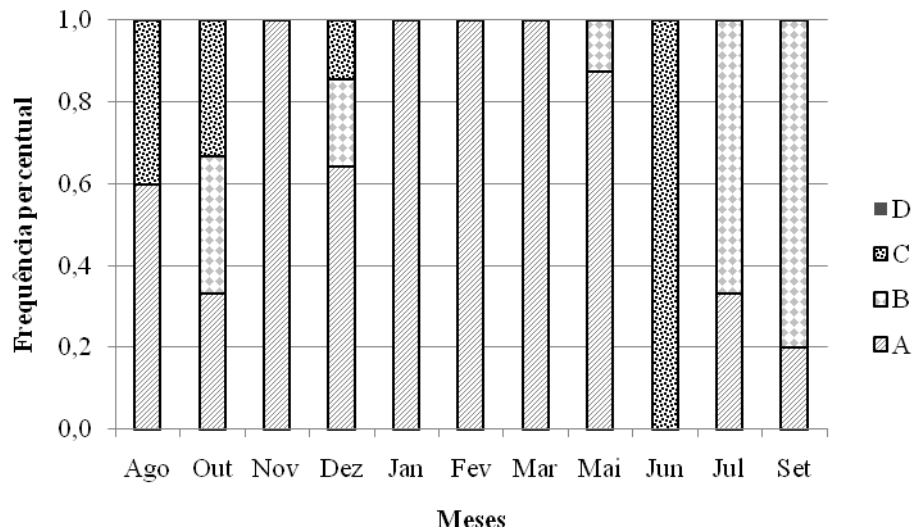


Figura 8 - Variação mensal das frequências dos estádios de maturação gonadal para machos de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

A proporção sexual entre machos e fêmeas para todo o período apresentou diferença estatisticamente significativa ($\chi^2 = 27,206$; $p < 0,0001$) com predomínio de fêmeas (Figura 9). Quando testada mensalmente, agosto ($X^2 = 0,333$; $p = 0,5637$), maio ($X^2 = 0,067$; $p = 0,7963$) e

setembro ($X^2 = 0,053$; $p = 0,8185$) foram os meses que não apresentaram diferenças e em nenhum mês houve predomínio de machos.

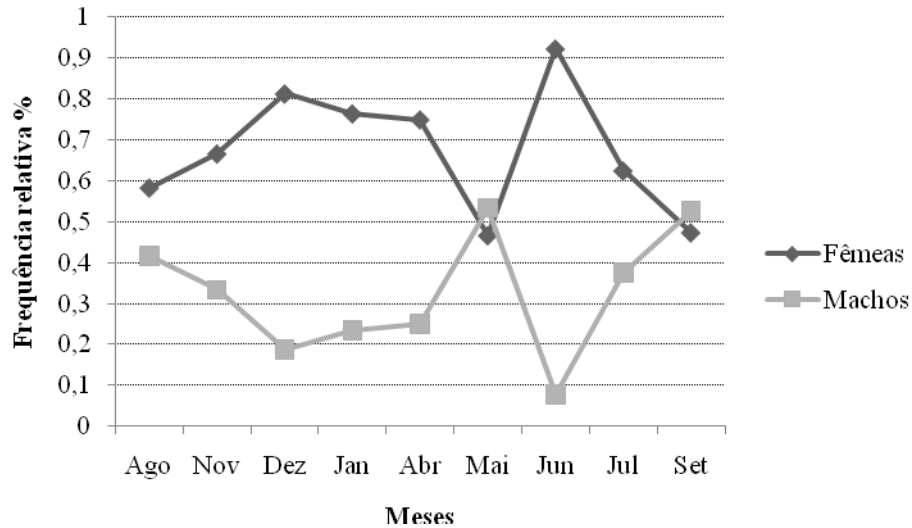


Figura 9: Proporção sexual entre machos e fêmeas de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte capturados entre por período.

A relação peso-comprimento de *S. testudineus* foi estabelecida para amostra total (Figura 10) e por sexo. Quando a amostra total foi considerada, *S. testudineus* mostrou um crescimento alométrico negativo ($b = 2,8831$).

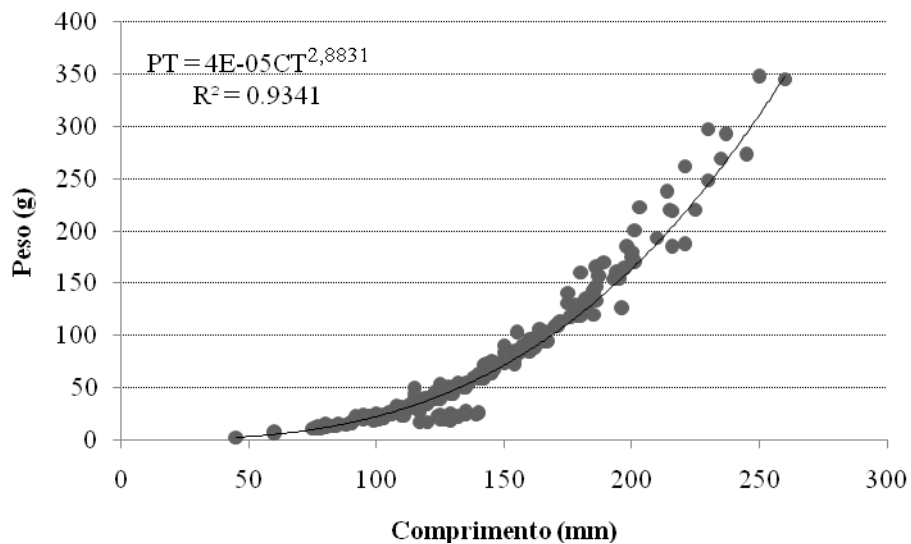


Figura 10: Relação peso e comprimento para os sexos grupados de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

No entanto, quando essa análise é feita por sexo, as fêmeas (Figura 11) exibem crescimento alométrico positivo ($b=3,0089$) e os machos (Figura 12) exibem crescimento alométrico negativo ($b= 2,9239$).

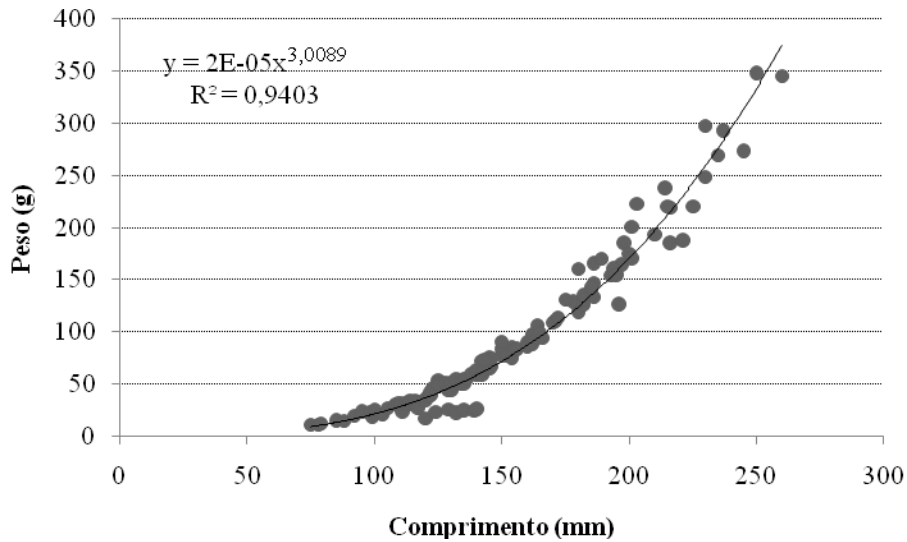


Figura 11: Relação peso e comprimento para fêmeas de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

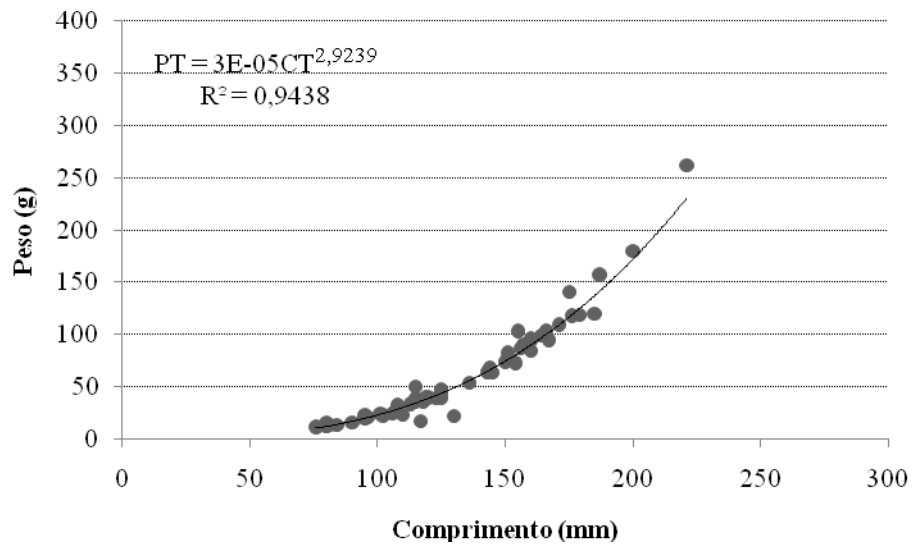


Figura 12: Relação peso e comprimento para machos de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

O fator de condição total (K1) para fêmeas (Figura 13) apresentou variação significativa ao longo do período de coleta, evidenciando crescimento a partir de janeiro, com

pico em maio e assumindo menor condição em julho (Kruskal-Wallis $H = 17,9343$; $p = 0,0217$).

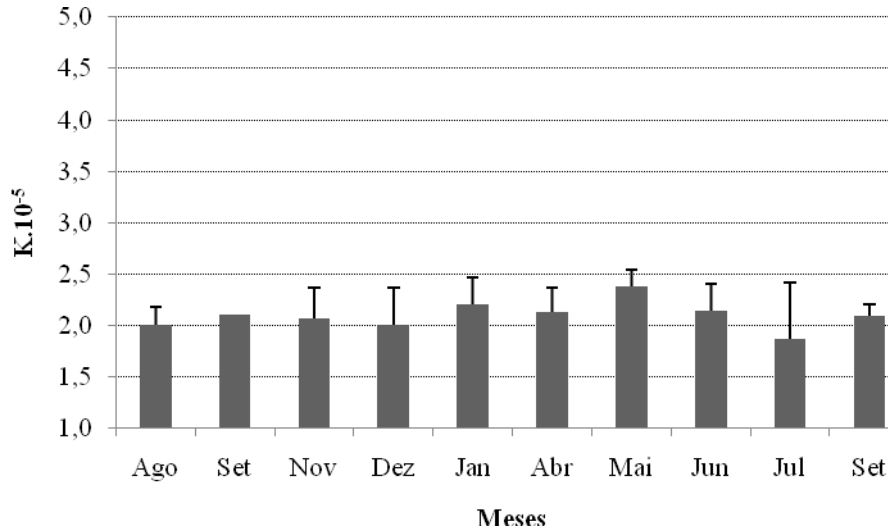


Figura 13: Fator de condição total (K1) para fêmeas de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Os machos, apesar da aparente oscilação, não apresentaram variação significativa ($H=7,9256$; $p=0,3392$) (Figura 14). A comparação entre K1 de machos e fêmeas revelou diferenças significativa entre eles (Mann-Whitney $p>0,0001$).

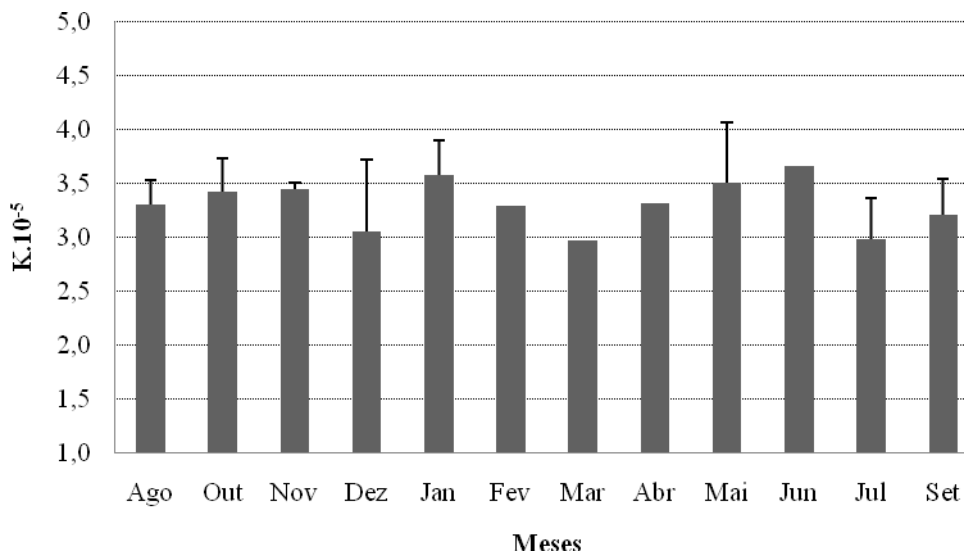


Figura 14: Fator de condição total (K1) para machos de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

As figuras 15 e 16 mostram a correlação entre o fator de condição (K1) com o comprimento total de *S. testudineus* para fêmeas e machos, respectivamente. A análise revela que o fator de condição não variou com o comprimento do peixe, e tanto machos quanto fêmeas possuem uma distribuição linear do K1 ao longo de suas respectivas amplitudes de tamanho. Porém, os machos apresentaram maiores valores do K1 em tamanho menor, quando comparados com as fêmeas.

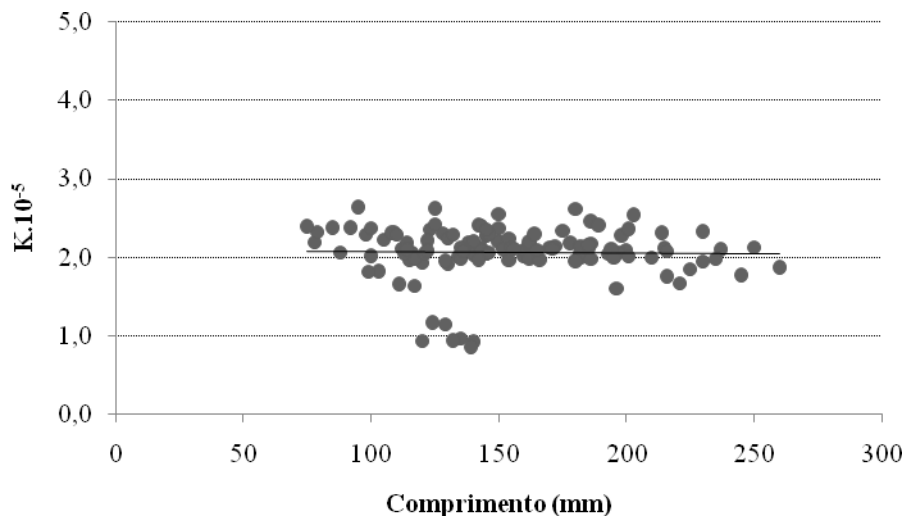


Figura 15: Relação do fator de condição total (K1) com o comprimento total de fêmeas de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

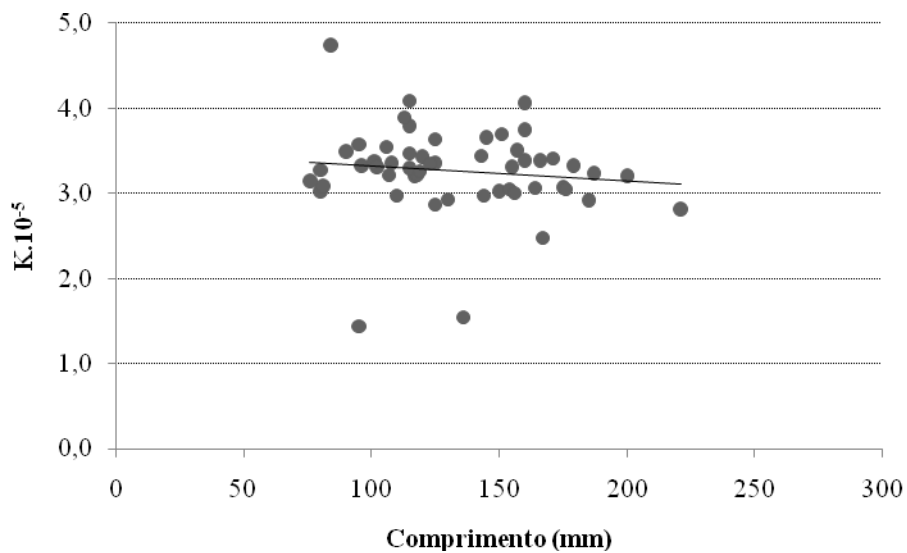


Figura 16: Relação do fator de condição total (K1) com o comprimento total de machos de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

O IGS aponta o início do período reprodutivo, baseado na presença de ovários em estádios maduros, em junho estendendo-se até setembro (Figura 17). Sendo o pico de atividade reprodutiva em julho e período final de desova em setembro, evidenciado pelo declínio do IGS. Há indícios que, para o baiacu pintado, ocorre desova também em dezembro, baseado no incremento do IGS nesse mês e na presença de gônadas maduras.

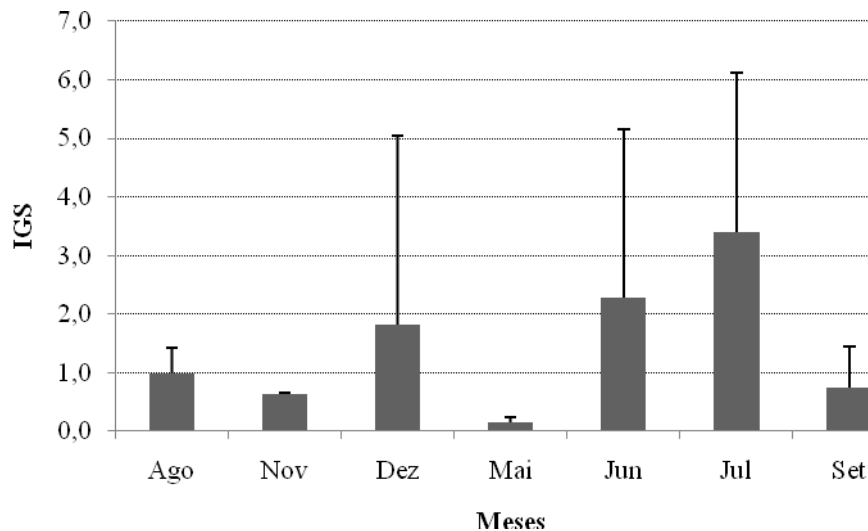


Figura 17 – Índice Gonadosomático mensal, entre agosto/2009 e setembro/2010, para fêmeas de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Constatou-se que os valores obtidos do fator de condição total (K2), para fêmeas, apresentam correlação significativa ($r= 0,9937$; $p < 0,0001$) com o fator de condição somático (K'). Além disso, observa-se também que os resultados calculados para K e K' não diferem estatisticamente entre si (Mann-Whitney, $p= 0,4822$). Quando comparado o IGS com o K obteve-se uma correlação significativamente negativa ($r= - 0,8014$; $p < 0,0001$), no momento que ocorreu o incremento das gônadas houve queda no fator de condição (Figura 18).

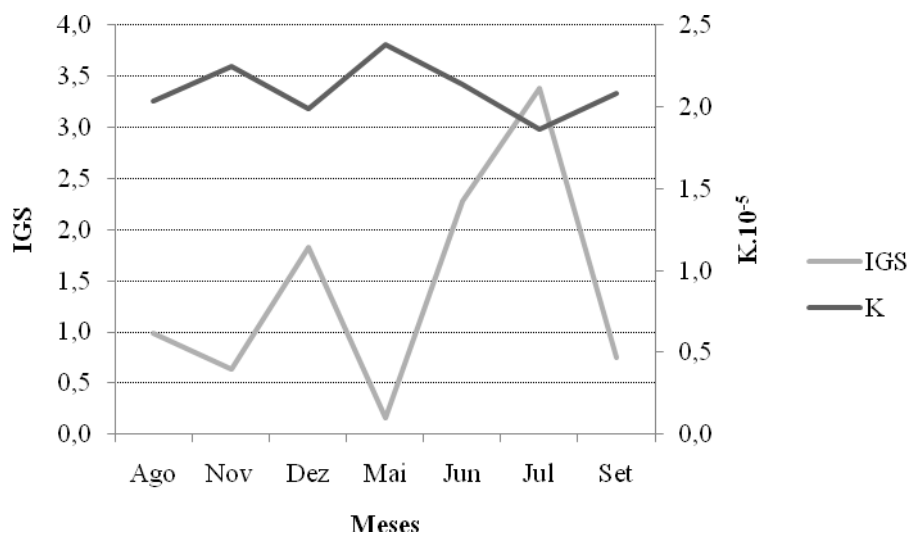


Figura 18: Flutuação do fator de condição total (K2) comparado ao IGS de fêmeas de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

O mesmo ocorreu com IGS e K', sendo a correlação significativamente positiva ($r=0.9962$; $p < 0,0001$). O fator de condição gonadal (ΔK), outro indicador do período reprodutivo, revelou resultados semelhantes aos do IGS, com correlação significativa ($r=0.9952$; $p < 0,0001$) (Figura 19), apresentando também uma elevação em dezembro e de junho a setembro. Mesmo apresentando resultados semelhantes com relação ao período reprodutivo, quando testados, o IGS e o ΔK revelaram diferenças significativas (Mann-Whitney, $p=0,0060$).

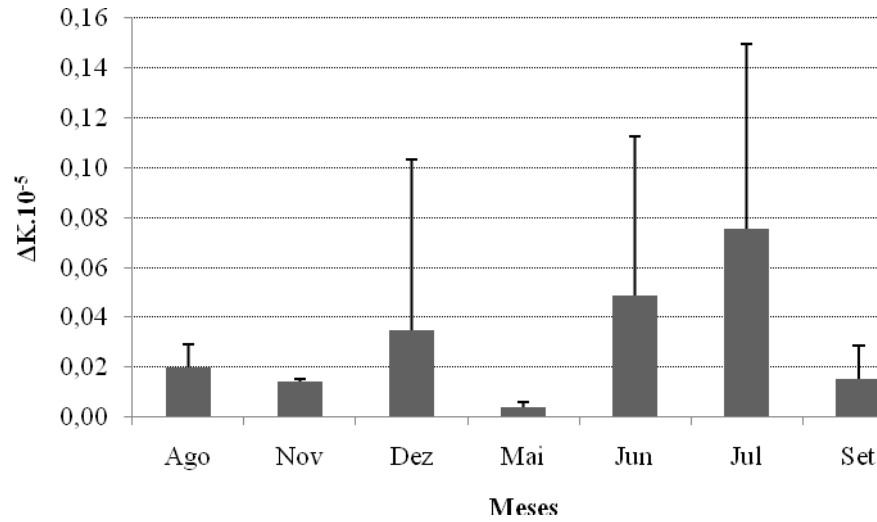


Figura 19: Flutuação do fator de condição gonadal (ΔK) de fêmeas de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.1

O tamanho de primeira maturação gonadal obtido, para fêmeas (Figura 20) foi 180 mm e para machos (Figura 21) 155 mm.

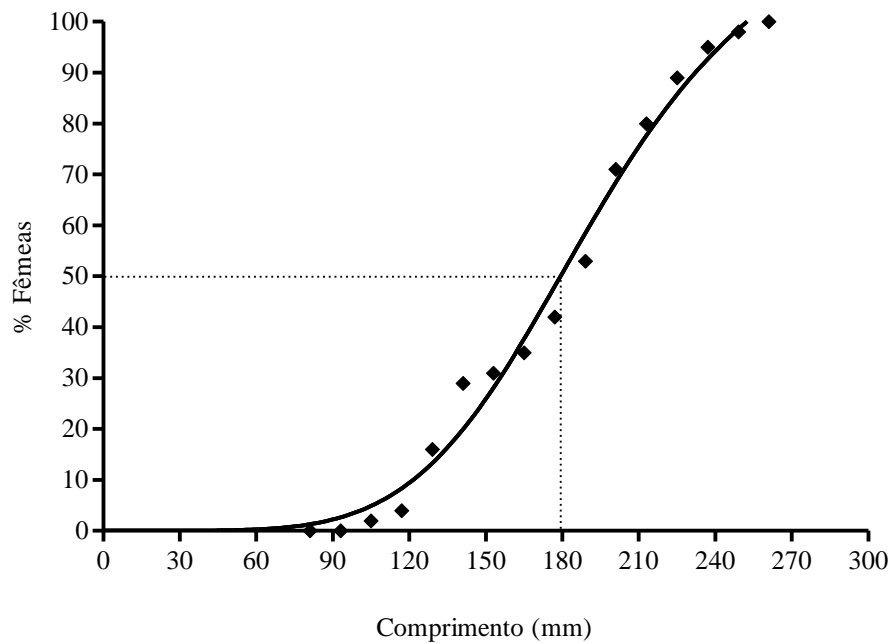


Figura 20 – Comprimento de primeira maturação para fêmeas de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

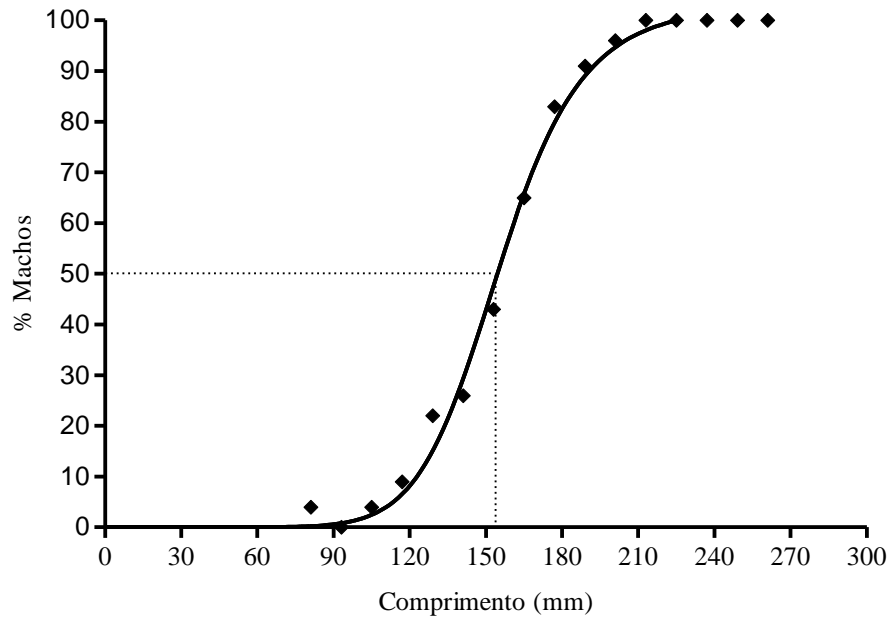


Figura 21 – Comprimento de primeira maturação para machos de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

Durante este estudo, foram analisadas 26 lâminas histológicas para fins de ajuste na escala macroscópica. Foi necessário ajuste em apenas cinco indivíduos no mês de dezembro. Histologicamente, o estágio A caracteriza-se pela disposição paralela das lamelas ovígeras e pela presença de ovócitos na fase II. O estágio B caracteriza-se por apresentar ocorrência simultânea de várias fases ovocitárias (II, III e IV). Histologicamente, a característica fundamental do estágio C é a alta frequência de ovócitos na fase V e do estágio D é a presença de folículos vazios (vide Anexo, figuras 22 a 25).

5. DISCUSSÃO

O processo reprodutivo em peixes depende da interação de fatores exógenos e endógenos (hormônios). Muito se tem discutido sobre a influência dos fatores abióticos no desencadeamento do processo reprodutivo em peixes (VAZZOLER, 1996; BARBIERI, SALLES e CESTAROLLI, 2000), de acordo com Vazzoler (1996) a maturidade sexual de uma espécie ocorre quando condições ambientais, como a temperatura, o fotoperíodo e a precipitação, são as mais favoráveis possíveis. No sentido de que essas variáveis assegurem que nesse período ocorra disponibilidade de alimento adequado às fases iniciais de desenvolvimento, para garantir a sobrevivência e o crescimento da prole e minimizar riscos de predação.

O ciclo reprodutivo de peixes teleósteos é controlado pelo sistema endócrino sob a influência de estimuladores ambientais sazonais (MUNRO, 1990). Para que a influência ambiental desencadeie o desenvolvimento do ciclo reprodutivo, ela precisa ser cíclica e regular, para que os peixes possam perceber os estímulos e assim transformá-los em eventos endócrinos que dirigirão a reprodução (SUMPTER, 1990). A análise da curva de maturação em função da variação dos fatores ambientais tem sido motivo de atenção de especialistas em dinâmica populacional (BARBIERI, SALLES e CESTAROLLI, 2000). No presente trabalho, verificou-se que a variação do índice gonadossomático acompanha o aumento da precipitação e declínio da temperatura e salinidade, sendo que a precipitação parece ser o fator chave para desencadear a época de desova. Foi verificado que teleósteos de regiões tropicais e subtropicais apresentam uma estreita relação entre o período reprodutivo e a estação chuvosa (LOWE-McCONNEL, 1975).

Chiaverini (2008) analisando a ecologia trófica de *S. testudineus* na gamboa do Perequê, PR relaciona a primavera, período de maior precipitação no local, com maior disponibilidade dos principais organismos da dieta da espécie. Corroborando com essa afirmativa, Kolm e Andreatta (2003) constataram que o período a partir do qual aumenta a precipitação, por consequência aumenta a matéria orgânica em circulação, favorecendo com isso, a alimentação de indivíduos jovens, sendo essa época mais propícia para maximizar a sobrevivência da prole.

Schultz, Fávaro e Spach (2002) determinaram o período reprodutivo para *S. annulatus* como sendo a época com maiores médias de temperaturas, o oposto do encontrado aqui. No

entanto, para esse estudo a queda da temperatura é consequência do período chuvoso. O mesmo ocorre para salinidade, os valores mínimos no período reprodutivo são relacionados às descargas de chuva no estuário. Para algumas espécies estuarinas, a redução da salinidade representa um fator de estresse, não sendo este, o período mais adequado para desenvolvimento da prole, mas para *S. testudineus*, que é uma espécie eurihalina, frequente em estuários e excelente osmoreguladora, esse fator não foi limitante para o período de desova. Prodócimo *et al.* (2008) estudaram a capacidade osmoregulatória de *S. testudineus* constatando que essa espécie permanece no estuário mesmo com baixa salinidade, enquanto uma espécie do mesmo gênero nessas condições, *S. greeleyi* Gilbert, 1900, retorna para o mar. O valor mais elevado do pH, relacionado à queda do IGS, sugere que esse fator seja sinalizador do final do período reprodutivo.

A amplitude de tamanho e peso dos indivíduos capturados indica que a amostra analisada foi representativa do descrito para a espécie. A arte de pesca tomada, utilizada para complementar a amostra devido o reduzido número de captura com rede de arrasto, foi responsável por essa amplitude.

A distribuição dos sexos mostrou, ao longo de todo período, a predominância de fêmeas. A proporção sexual detectou essa diferença e revelou uma distribuição esperada de 1:1 apenas em agosto, maio e setembro, meses que foram encontrados os menores valores de IGS. Rocha *et al.* (2002), estudando a mesma espécie na Baía de Paranaguá, constatou um predomínio de machos durante o início da desova. Por outro lado, a proporção sexual para *S. greeleyi*, também na Baía de Paranaguá, destacou que o número de fêmeas foi superior ao de machos durante a maior parte do ano. Ao longo do ciclo de vida dos peixes, a proporção sexual pode variar em função de diversos fatores que atuam de forma diferente sobre os indivíduos de cada sexo. A proporção sexual pode fornecer subsídios importantes para o conhecimento da relação entre os indivíduos e o meio ambiente, bem como da situação populacional em uma dada espécie (SOUZA, 2006). Para Vazzoler (1996), a mortalidade e o crescimento são fatores que podem atuar de modo diferencial sobre machos e fêmeas, determinando o predomínio de indivíduos de um dos sexos.

Os dados sobre comprimento e peso dos peixes tem sido comumente analisados para gerar informações biológicas (Le CREN, 1951). A relação peso-comprimento é frequentemente utilizada nos estudos de crescimento, além de comparações morfométricas entre populações e do fator de condição (BOLGER e CONNOLY, 1989). O fator de condição

é um índice muito utilizado em estudos de biologia pesqueira, pois indica o grau de bem estar do peixe frente ao meio em que vive, o qual deve permanecer constante, independente do tamanho que o peixe atinja, em um determinado período. Le CREN (1951) interpreta o fator de condição como um indicador do estado geral do peixe, podendo variar segundo o teor de gordura, adequação ao meio e desenvolvimento gonadal. Esse índice foi estudado para diversas espécies (SANTOS *et al.*, 2002; GOMIERO e BRAGA, 2003; JOYEUX *et al.*, 2008; DIAS *et al.*, 2010; GOMIERO *et al.*, 2010) e seu uso evidencia alterações da condição das populações de peixes, ao longo de um determinado período.

A análise da relação peso-comprimento conduzida para sexo grupado, indica que *S. testudineus* apresenta um crescimento alométrico negativo, ou seja, o peixe cresce de forma mais acentuada no comprimento do que em massa. Isso se opõe as conclusões apresentadas por Joyeux *et al.* (2008) que encontraram para *S. testudineus*, crescimento alométrico positivo ($b=3,132$), com um crescimento mais acentuado em termos de massa em relação ao comprimento. Por outro lado, a análise por sexo revela que os machos exibem um crescimento alométrico negativo, enquanto fêmeas de *S. testudineus* exibem um crescimento alométrico positivo. Uma provável explicação é que nas fêmeas, os ovários desenvolvem-se de maneira acentuada, com uma taxa de incremento em peso muito superior à do resto do corpo. Esse incremento reflete-se em um aumento do peso total do organismo e, como não é acompanhado de um incremento proporcional no comprimento, reflete-se no valor do fator de condição, que atinge seu máximo antes da desova. Nesse estudo isso fica claro pelo fato das fêmeas exibirem variação significativa do fator de condição (K1), ao longo do período de coleta, enquanto os machos não apresentaram essa variação.

Vazzoler (1996) afirma que o fator de condição é um importante indicador do grau de higidez de um indivíduo e seu valor reflete as condições nutricionais recentes e/ou gastos das reservas em atividades cíclicas, sendo possível relacioná-lo às condições ambientais e aos aspectos comportamentais das espécies. Este parâmetro representa uma ferramenta importante e eficiente para evidenciar mudanças na condição dos peixes ao longo do ano, podendo ser usado para indicar o período reprodutivo, períodos de alterações alimentares e de acúmulo de gordura, assim como mudanças sazonais nas condições do ambiente (GOMIERO, JÚNIOR e BRAGA, 2010).

Como esperado, a relação K1 com o comprimento mostrou que apesar do aumento do comprimento do peixe, o K1 manteve-se constante. Resultado semelhante foi encontrado para

Oligosarcus hepsetus (GOMIERO, JÚNIOR e BRAGA, 2010) e para *Arapaima gigas* (DIAS *et al.*, 2010) onde também não houve diferenças para o fator de condição alométrico com o comprimento do peixe.

O índice gonadossomático revelou dois períodos de desova para *S. testudineus*, um em dezembro/2009 e outro entre junho/2010 e setembro/2010. Isso é corroborado pela frequência de fêmeas maduras em dezembro e de fêmeas em maturação e desovadas entre junho e setembro. Outro fator importante que indica isso reside na comparação do IGS com K2, como esperado quando o IGS assume os maiores valores, o fator de condição sofre uma queda, isso ocorre devido à transferência das reservas energéticas para as gônadas, durante seu processo de maturação.

Shanchez-Cardenas *et al.* (2007), abordando a biologia reprodutiva de *S. annulatus* consideraram o IGS como um bom indicador de desenvolvimento gonadal. Para estes autores, *S. annulatus*, no México, apresentou dois períodos reprodutivos durante o ano. Um primeiro, considerado como mais importante, teve lugar na primavera-verão, de abril a agosto. O segundo período, de menor intensidade, ocorreu em outubro-novembro. Resultado semelhante ao encontrado para *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte, um período curto e outro longo de desova. Esse tipo de desova, que ocorre mais de uma vez por ano durante um longo período, é caracterizada como sendo parcelada. A desova do tipo parcelada representa uma vantagem em relação às espécies com desova total, porque possibilita uma minimização de competição interespecífica, tanto entre as fêmeas adultas desovantes, quanto entre as larvas e juvenis, conferindo-lhes maior capacidade de adaptação no meio ambiente (NIKOLSKY, 1963).

De acordo com Vazzoler (1996), a utilização de um indicador quantitativo do período reprodutivo, como o IGS, é importante para contrabalancear a subjetividade dos dados sobre estágio de maturidade, baseados em análises macroscópicas das gônadas.

O ΔK expressa, de modo relativo, a parcela das reservas energéticas transferidas para as gônadas, essa razão justifica seu uso como mais uma ferramenta indicadora do período reprodutivo. Ele apresenta diferença com relação ao IGS, possivelmente por ser calculado a partir da relação peso-comprimento, mas destaca-se que, como esperado, ele evidencia a mesma época reprodutiva para a espécie.

Para outras espécies de diferentes áreas, a época de reprodução ocorre em diferentes épocas do ano; de setembro a janeiro para *S. testudineus* na Baía Paranaguá (ROCHA,

FÁVARO e SPACH, 2002) e de outubro a janeiro para *S. greeleyi* na mesma baía (SHULTZ, FÁVARO e SPACH, 2002), isso ocorre devido às características específicas relacionadas com as condições ambientais da área de estudo.

O tamanho relativo à primeira maturação gonadal de *S. testudineus*, no local de estudo, ocorreu quando as fêmeas atingiram 46,4% e os machos 39,9% do tamanho máximo conhecido para essa espécie. O L_{50} obtido para os machos ser inferior ao das fêmeas, pode estar relacionado ao fato de que machos de menor porte seriam capazes de alocar energia para desenvolvimento dos testículos antes do que as fêmeas, para desenvolvimento dos ovários. Sendo assim, os machos possuem um menor gasto de energia para o amadurecimento, e por essa razão, iniciam mais cedo o período reprodutivo. Da mesma forma, isso também pode ser associado à relação peso-comprimento, pois sua curva se estabiliza antes nos machos do que nas fêmeas.

O comprimento que *S. testudineus* e *S. greeleyi*, na Baía de Paranaguá, atingiram o tamanho de primeira maturação, foi com apenas 28% e 39% de seus respectivos comprimentos máximos total (ROCHA, FÁVARO e SPACH, 2002; SHULTZ, FÁVARO e SPACH, 2002). Sanchez-Cardenas *et al.* (2011), na costa de Mazatlan, no México, encontrou para *S. annulatus* o tamanho de primeira maturação de 28,2 cm e 28,6 cm, para fêmeas e machos respectivamente, isso quando os indivíduos atingiram 64% e 65% do tamanho máximo para essa espécie. Essas variações indicam que o L_{50} deve ser estimado para populações, as quais estão sujeitas a condições bióticas e abióticas variáveis. De acordo com Vazzoler (1996) o comprimento de primeira maturação está intimamente relacionado às condições ambientais abióticas e bióticas prevaletentes na região e às mudanças ambientais, as quais ocasionam a queda na idade de maturação.

A determinação do tamanho da primeira maturação é importante, pois além de ajudar na tomada de medidas preservacionistas, permite o esclarecimento de importantes fatores da dinâmica das populações, dentre eles está à representatividade genética nas gerações futuras, proporcionada pela eficiência na reprodução, que se relaciona diretamente ao tamanho em que a espécie entra em maturação reprodutiva e às condições que estabelecem esse processo (FONTOURA, BRAUN e MILANI, 2009).

Sanchez-Cardenas *et al.* (2007) ao estudar a biologia reprodutiva de *S. annulatus* utilizaram cinco estádios de maturação para caracterizar o ciclo reprodutivo desta espécie. Neste trabalho, foram utilizados apenas quatro. No entanto, esta escala de maturidade das

gônadas desempenhou importante papel na descrição dos fenômenos do ciclo reprodutivo. Tal escala de maturação foi utilizada na tentativa de evitar erros decorrentes da imprecisão que poderia ocorrer em uma escala macroscópica mais minuciosa. A análise histológica foi de importância fundamental para precisar a identificação dos estádios macroscópicos de desenvolvimento das gônadas e confirmou os estádios gonadais. No entanto, as análises histológicas demonstraram a necessidade de se acrescentar o estágio de maturação gonadal em repouso. Mas somente após o final da análise microscópica tornou-se clara a importância da caracterização macroscópica desse estágio.

6. CONCLUSÕES

- O longo período de desova coincide com a época em que há maior precipitação, sendo esse fator abiótico determinante para a desova, a qual foi caracterizada como uma desova do tipo parcelada.
- Houve predomínio de fêmeas na população de *Sphoeroides testudineus* estudada no Estuário do Rio Paraíba do Norte. As mesmas apresentaram crescimento alométrico positivo, enquanto os machos exibiram crescimento alométrico negativo.
- O fator de condição (K1) não varia com o tamanho do peixe e, para os machos não há variação ao longo do período de coleta.
- Ocorreram dois períodos de desova no estuário, um curto (em dezembro) e outro prolongado (de junho a setembro) como indicado pelos estimadores aqui utilizados, IGS e ΔK .
- O pico do fator de condição (K2) em maio, reflete a alocação energética do peixe para o desenvolvimento das gônadas, imediatamente anterior ao início do período reprodutivo. O fator de condição gonadal (ΔK) mostrou-se um bom indicador do período reprodutivo.
- O comprimento de primeira maturação para fêmeas e machos de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte, foi 180 mm e 155 mm, respectivamente.
- Recomenda-se a descrição histológica das fases de desenvolvimento gonadal e dos estádios de maturidade, bem como o acréscimo do estágio macroscópico em repouso para *S. testudineus*.

7. Referências Bibliográficas

- AESA - PB Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarChuvasDiarias>. Acesso em 10 fevereiro de 2011.
- AHASAN, H.; MAMUN. A. A.; KARIM. S. R.; BAKAR, M. A.; GAZI, E. A.; BALA, C. S. Paralytic Complications of Puffer Fish (Tetrodotoxin) Poisoning. **Singapore Medical Journal**, v. 45, n. 2, p. 73-74, 2004.
- ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de Caranguejo-Uçá *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) do Estuário do Rio Mamanguape, Nordeste do Brasil. **Revista Interciência**, v. 28, n. 1, 2003.
- ARAÚJO, M. E.; TEIXEIRA, J. M. C.; OLIVEIRA, A. M. E. **Peixes Estuarinos Marinhos do Nordeste Brasileiro**: Guia Ilustrado. 1. Ed. Fortaleza: Edições UFC, 2004. 260p.
- BARBIERI, G.; SALLES, F. A.; CESTAROLLI, M. A. Influência de fatores abióticos na reprodução do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* do Rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 12, p. 85-91, 2000.
- BLABER, S. J. M. **Tropical estuarine fishes**: ecology, exploitation and conservation. Blackwell Science, 2000. 372p.
- BOLGER, T.; CONNOLLY, P. L. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. **Journal of Fish Biology**, v. 34, n. 2, p. 171-182, 1989.

- BUCHWALD, H. D.; DURHAM, L.; FISCHER, H. G.; HARADA, R.; MOSHER, H. S.; KAO, C. Y.; FUHRMAN, F. A. Identity of Tarichatoxin and Tetrodotoxin. **Science**, v. 143, n. 3605, p. 474-475, 1964.
- CHIAVERINI, A. P. **Ecologia trófica de *Sphoeroides testudineus* (Linnaeus, 1758) e *Sphoeroides greeleyi* Gilbert, 1900 da gamboa do Perequê, Pontal do Sul, Paraná, Brasil.** 2008. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- DIAS, M. T.; ARAÚJO, C. S. O.; GOMES, A. L. S.; ANDRADE, S. M. S. Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 12, n. 1, p. 59-65, 2010.
- ESPER, M. L. P.; MENEZES, M. S.; ESPER, W. Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de *Mugil platanus* Gunther, 1880 da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paanaense**, v. 29, p. 55-263, 2000.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5).** São Paulo, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 2000. 116p.
- FONTOURA, F. F.; BRAUN, A. S.; MILANI, C. C. Estimating size at first maturity (L50) from Gonadosomatic Index (GSI) data. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 2, p. 217-222, 2009.
- GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande-MG/SP. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 25, n. 1, p. 79-86, 2003.

GOMIERO, L. M.; JUNIOR, G. A. V.; BRAGA, F. M. S. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 1, p. 101-105, 2010.

GUEDES, L. S. **Monitoramento Geoambiental do Estuário do Rio Paraíba do Norte-PB por meio da cartografia temática digital e de produtos de sensoriamento remoto**. 2002. 77f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

IUCN. **Global status of mangrove ecosystems. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources**. Gland, Switzerland: IUCN, 1983, 88p.

JOYEUX, J. C.; GIARRIZZO, T.; MACIEIRA, R. M.; SPACH, H. L.; VASKE, J. T. Length-weight relationships for Brazilian estuarine fishes along a latitudinal gradient. **Journal of Applied Ichthyology**, p. 1-6, 2008.

KOLM, H. E.; ANDRETTA, L. Bacterioplankton in different tides of the Perequê tidal creek, Pontal do Sul, Paraná, Brasil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 34, n. 2, p. 97-103, 2003.

Le CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v. 20, n. 2, p. 201-209, 1951.

LOWE-McCONNEL, R. H. **Fish communities in tropical freshwaters**. Longman, London, 1975. 337p.

- MARCELINO, R. L. **Diagnóstico Sócio-Ambiental do Estuário do Rio Paraíba do Norte-PB com ênfase nos conflitos de usos e nas interferências humanas em sua área de influência direta**. 2000. 101f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Gerenciamento Ambiental), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2000.
- MARQUES, D. K. S.; ROSA, I. L.; GURGEL, H. C. B. Descrição histológica de gônadas de traíra *Hoplis malabaricus* (Bloch) (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do Rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, p. 573-582, 2000.
- MATSUMURA, K. Tetrodotoxin as a Pheromone. **Nature**, v. 378, p. 563-564, 1995.
- MUNRO, A. D. General introduction. In: MUNRO, A. D.; SCOTT, A. P e LAM, T. J. (Ed.) **Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences**. CRC Press, Florida. 254p, 1990.
- NELSON, J. S. **Fishes of the World**. Inc. New York. 601p. 2006.
- NETO, P. L. S.; AQUINO, E. C. M.; SILVA, J. A.; AMORIM, M. L. P.; JÚNIOR, A. E. O.; JÚNIOR, V. H. Envenenamento fatal por baiacu (Tetrodontidae): relato de um caso em criança. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, n. 1, p. 92-94, 2010.
- NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fishes**. Academic press, 1963.
- NISHIDA, A. K. **Catadores de moluscos do litoral paraibano. Estratégias de subsistência e formas de percepção**. 2000. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

NISHIDA, A. K.; NORDI, N.; ALVES, R. R. N. Aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos do litoral paraibano, nordeste do Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, 2008.

PRITCHARD, D. W. **What is an Estuary: Physical View Point**. In: LAUFF, G.H. (eds). Estuaries. Washington, American Association for Advance of Science, p. 3-5. 1967.

PRODOCIMO, V.; SOUZA, C. F.; PESSINI, C.; FERNANDES, L. C.; FREIRE, C. A. Metabolic substrates are not mobilized from the osmoregulatory organs (gills and kidney) of the estuarine pufferfishes *Sphoeroides greeleyi* and *S. testudineus* upon short-term salinity reduction. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 4, p. 613-620, 2008.

ROCHA, C.; FÁVARO, L. F.; SPACH, H. L. Biologia reprodutiva de *Sphoeroides testudineus* (Linnaeus,1758), Tetraodontidae, da Gamboa do Bagaço, Baía de Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 57-63, 2002.

SANCHEZ-CARDENAS, R.; CEBALLOS-VÁZQUEZ, B. P.; ARELLANO-MARTÍNEZ, M.; VALDEZ-PINEDA, M. C.; MORÁN-ANGULO, R. E. Reproductive aspects of *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontiformes, Tetraodontidae) inhabiting the Mazatlan coast, Sinaloa, México. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 42, n. 3, p. 385-392, 2007.

SANCHEZ-CARDENAS, R.; ARELLANO-MARTÍNEZ, M.; VALDEZ-PINEDA, M. C.; MORÁN-ANGULO, R. E.; CEBALLOS-VÁZQUEZ, B. P. Reproductive cycle and sexual maturity of *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontiformes, Tetraodontidae) from the coast of Mazatlan, Sinaloa, Mexico. **Journal of Applied Ichthyology**, p. 1-7, 2011.

- SANTOS, A. F. G. N.; SANTOS, L. N.; ARAÚJO, F. G.; SANTOS, R. N.; ANDRADE, C. C.; SILVA, P. S.; ALVARENGA, R. J.; CAETANO, C. B. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, v. 22, n. 2, p. 115-121, 2002.
- SCHETTINI, C.A.F. Caracterização Física do Estuário do Rio Itajaí-açu, SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 123-142, jan/ mar. 2002.
- SCHULTZ, Y. D.; FAVARO, L. F.; SPACH, H. L. Aspectos reproductivos de *Sphoeroides greeleyi* (Gilbert), Pisces, Osteichthyes, Tetraodontidae, da gamboa do Bagaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 65-76, 2002.
- SILVA, M. A. B.; BERNINI, E.; CARMO, T. M. S. Características estruturais de bosques de mangue do Estuário do Rio São Mateus, ES, Brasil. **Revista Acta Botânica Brasileira**, v. 19, n. 3, 2004.
- SOUZA, L. L. G. **Ecologia reprodutiva do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* Cuvier, 1830 (Osteichthyes: Pomacentridae) em arrecifes rochosos da praia de Búzios, Rio Grande do Norte, Brasil**. 2006. 91f. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- SUMPTER, J. P. 1990. General concepts of seasonal reproduction. pp. 13–28. In: A. D. MUNRO, A. P. SCOTT; T. J. LAM (ed.) **Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences**, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- TARGETT, T. E. Food Resource Partitioning by the pufferfishes *Sphoeroides spengleri* and *S. testudineus* from Biscayne Bay, Florida. **Marine Biology**, v. 49. p. 83-91, 1978.
- VANZOLINI, P. E. **Métodos estatísticos elementares em sistemática zoológica**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1993.

- VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes Teleósteos: teoria e prática.** EDUEM. Maringá-PR, 1996. 169p.
- VENDEL, A. L.; CHAVES, P. T. C. **Baía de Guaratuba, Paraná: Um estudo de caso sobre ictiofauna em estuários.** In: Reunião Técnica sobre Ictiologia em Estuários. Eds. CHAVES, P. T. C.; VENDEL, A. L. Curitiba, 2001. 109p.
- VENDEL, A. L.; SPACH, H. L.; LOPES, S. G. Structure and Dynamics of Fish Assemblages in a Tidal Creek Environment. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 3, p. 365-373, 2002.
- WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes.** London: Chapman and Hall, 1990. 404p.
- WINEMILLER, K. O.; KELSO-WINEMILLER, L. C.; BRENKERT, A. L. Ecomorphological diversification and convergence in fluvial cichlid fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 44, p. 235-261, 1995.

ANEXO

Fotos do desenvolvimento ovariano (estádios de maturação gonadal) de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte.

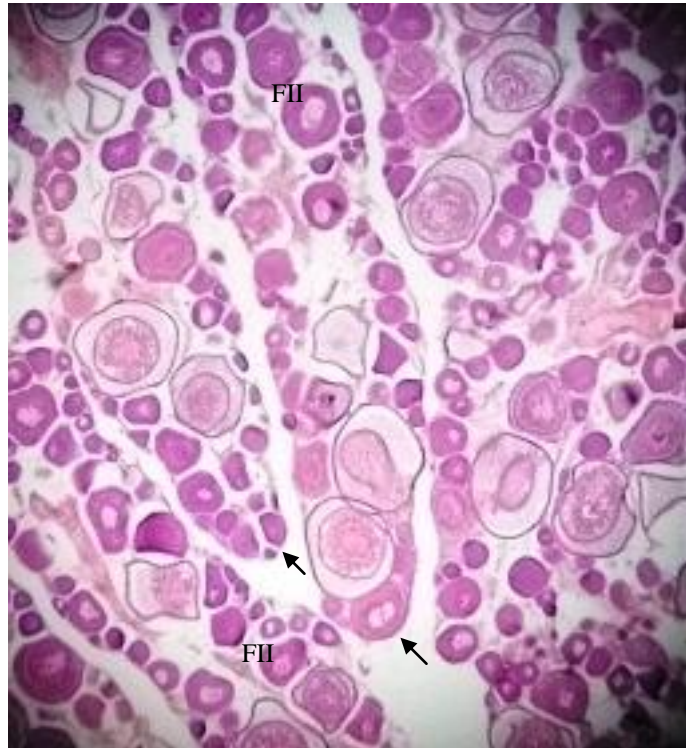


Figura 22: Corte de ovário imaturo (estádio A): presença de ovócitos na fase II (FII) e lamelas ovíferas (setas), de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte. (Aum. 10X).



Figura 23: Aspecto geral de um ovário em maturação (estádio B): presença de ovócitos na fase II (FII), fase III (FIII) e fase IV (FIV), de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte. (Aum. 10X).

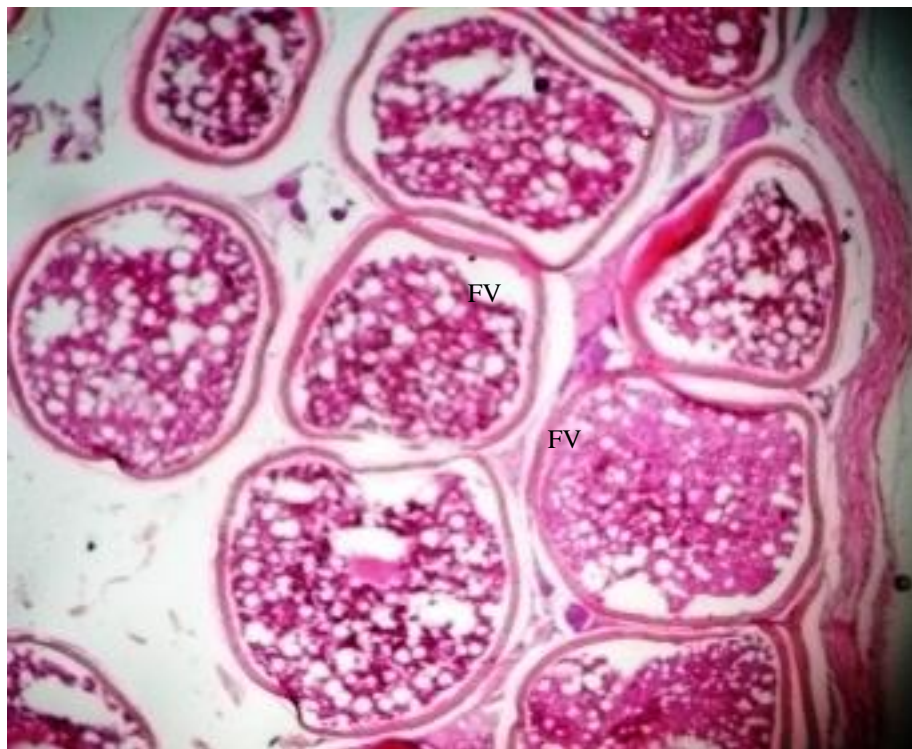


Figura 24: Aspecto geral de um ovário maduro (estádio C): predominância de ovócitos na fase V (FV), de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte. (Aum. 40X).

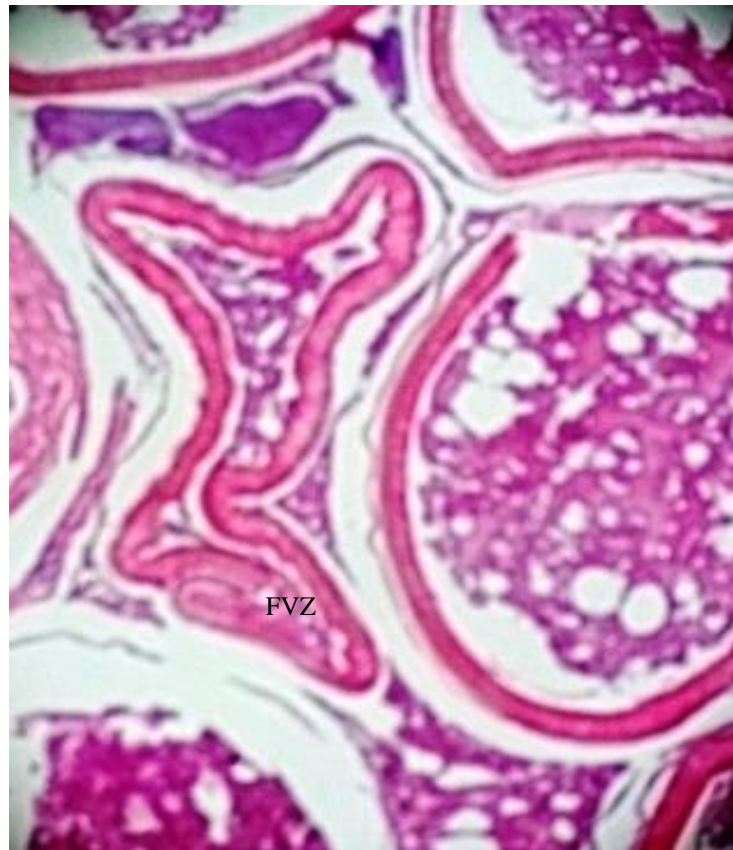


Figura 25: Aspecto geral de um ovário semidesovado (estádio D): com folículo vazio (FVZ), de *S. testudineus* no Estuário do Rio Paraíba do Norte. (Aum. 40X).

