

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**DISSERTAÇÃO**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DA TAINHA *Mugil liza* VALENCIENNES  
E DO PARATI *Mugil curema* VALENCIENNES (Actinopterygii,  
Mugilidae) NA BAIA DE SEPETIBA, RJ, BRASIL.**

**Rafael Jardim Albieri**

**2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DA TAINHA *Mugil liza* VALENCIENNES  
E DO PARATI *Mugil curema* VALENCIENNES (Actinopterygii,  
Mugilidae) NA BAIA DE SEPETIBA, RJ, BRASIL.**

**RAFAEL JARDIM ALBIERI**

Sob a orientação do professor  
Dr. FRANCISCO GERSON ARAÚJO

Dissertação submetida como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciências**, no Curso de  
Pós-Graduação em Biologia Animal.

Seropédica, RJ  
Janeiro 2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**RAFAEL JARDIM ALBIERI**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ----/----/-----

-----  
Francisco Gerson Araújo. Ph. D. – UFRRJ  
(Orientador)

-----  
Ronaldo Novelli. Dr - UENF

-----  
Marcus Rodrigues da Costa. Dr - UNIMÓDULO

-----  
Iracema David Gomes Dra. SEE/RJ

**AOS MEUS PAIS**

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Francisco Gerson Araújo, pela orientação e instruções que me auxiliaram não somente para realização deste trabalho, mas também para minha formação científica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado no período do curso.

Aos biólogos, amigos e quase parentes Leonardo e Tatiana Neves e ao biólogo e amigo Emerson Ribeiro Garcia, por me acompanharem desde o início da trajetória, incluindo troca de experiências e bons momentos de convivência durante toda minha vida acadêmica.

Aos pesquisadores e amigos que fazem ou fizeram parte do Laboratório de Ecologia de Peixes da UFRRJ, Marcus Rodrigues da Costa, Hamilton Hissa Pereira, Joaquim Neto de Souza, André Balbino dos Santos, Wagner Uehara, Ana Paula da Penha Guedes, Márcia Cristina Costa de Azevedo, André Luiz Machado Pessanha, Bianca de Freitas Terra, Alex “léquim” Braz Iacone Santos, Igor “dinho” Catharino de Souza, Paulo “Popou” César da Silva, Iracema D. Gomes e Adeilton do Nascimento pelos apoios psicológicos e científicos e pelo incentivo.

Ao professor Armando Sales e a mestrandia Thatiana Paz, do Laboratório de Histologia da UFRRJ, pela amizade e valioso auxílio nas análises das técnicas histológicas.

A todos os professores que “de alguma forma” contribuíram para minha carreira científica.

A todos os quais não foram citados nominalmente, mas que, em meu coração, sei que tiveram participação em minha vida profissional e pessoal.

## RESUMO

ALBIERI, Rafael Jardim. **BIOLOGIA REPRODUTIVA DA TAINHA *Mugil liza* VALENCIENNES E DO PARATI *Mugil curema* VALENCIENNES (Actinopterygii, Mugilidae) NA BAIA DE SEPETIBA, RJ, BRASIL.** 2009. xii + 63 p. Dissertação (Mestrado em biologia Animal). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

A biologia reprodutiva do parati (*Mugil curema*) e da tainha (*Mugil liza*) foi determinada principalmente pela observação do desenvolvimento gonadal, tamanho de maturação e fecundidade. Objetivou-se conhecer as estratégias reprodutivas desenvolvidas por estas espécies que mantêm suas populações num sistema onde existe uma intensa atividade pesqueira, bem como crescentes alterações ambientais. Hipotetizou-se que estas duas espécies proximamente relacionadas, utilizam diferentes estratégias reprodutivas para evitar competição, principalmente da prole. Os peixes foram coletados em capturas comerciais em uma baía no sudeste do Brasil durante Julho de 2006 e Junho de 2007. O ciclo gonadal foi determinado pelas observações macro e microscópicas das gônadas e pelo índice gonadossomático (GSI). As fêmeas atingiram maiores tamanhos do que os machos e apresentaram maior proporção sexual para tamanhos superiores a 275 mm e 500 mm de comprimento total (TL) para *M. curema* e *M. liza*, respectivamente. As populações alcançaram a atividade reprodutiva ( $L_{100}$ ) com 260 e 310 mm TL para machos e fêmeas de *M. curema*, respectivamente, e 550 mm e 570 mm TL para machos e fêmeas de *M. liza*, respectivamente. *Mugil curema* apresentou um longo período reprodutivo de Agosto a Janeiro enquanto *M. liza* reproduz em menor período, de Maio a Agosto. *Mugil curema* apresentou maiores GSI em Setembro/Outubro, antes da estação de chuvas. *Mugil liza* apresentou o pico de GSI em Junho. O índice hepatossomático (HSI) foi significativamente relacionado com o GSI para as duas espécies, indicando que a vitelogênese mobiliza energia hepática durante a reprodução. A fecundidade média foi de 415.000 ( $\pm 32 \times 10^3$ ) e 3.080.000 ( $\pm 104 \times 10^3$ ) ovócitos para *M. curema* e *M. liza*, respectivamente. A presença de apenas duas fases de desenvolvimento ovocitário em ovários maduros – ovócitos de estoques de reserva e uma população “clutch” de ovócitos pós-vitelogênicos – indicam que o desenvolvimento ovocitário é “sincrônico em dois grupos” com desova total, tanto para *M. curema* quanto para *M. liza*. Foi confirmada a hipótese de que existem diferenças nas estratégias e táticas reprodutivas destas duas espécies, como separação no período reprodutivo, diferentes fecundidades e tamanhos de ovócitos, a fim de evitar a competição larval e elevar as taxas de sobrevivência da prole.

Palavras chave: ciclo de vida; conservação de estoques pesqueiros; desova; estratégia reprodutiva; fecundidade; gametogênese; índices somáticos.

## ABSTRACT

ALBIERI, Rafael Jardim. **REPRODUCTIVE BIOLOGY OF MULLETES *Mugil liza* VALENCIENNES AND *Mugil curema* VALENCIENNES (ACTINOPTERYGII, MUGILIDAE) IN SEPETIBA BAY, RJ, BRAZIL.** 2009. xii + 63p. Dissertação (Mestrado em biologia Animal). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

The reproductive biology of the mullets *Mugil curema* and *Mugil liza* was determined mainly by observing gonad development, size at maturation and fecundity. The objective of this study was to learn about the strategies developed by these species to maintain their exploited populations in an increasingly altered system. It was hypothesized that there are differences in reproductive strategies, such as in reproductive timing, in order to avoid larval competition allowing highest survivorship rates of offspring in this environment. Fishes were collected from commercial catches from a tropical Bay in southeastern Brazil during July 2006 to June 2007. Spawning time was determined by observing macro and microscopic gonadal stages and the gonadosomatic index (GSI). Females were larger than males; the sex ratio was female-biased for sizes large than 275 mm and 500 mm total length (TL) for *M. curema* and *M. liza*, respectively. The populations reached reproductive activity ( $L_{100}$ ) at 260 and 310 mm TL for males and females *M. curema*, respectively and 550 mm and 570 mm TL for males and females *M. liza*, respectively. *Mugil curema* has a wide spawning season from August to January. Fish with mature gonads were present between August and January. The GSI had the highest values in September and October, prior to the rainy season. *Mugil liza* spawning season is from May to August and fish with mature gonads also were present at this period and the GSI peaked in June. The hepatosomatic index (HSI) was significantly related to the GSI, indicating that vitellogenesis mobilizes hepatic energy during the spawning season. Mean fecundity was found to be 415,000 ( $\pm 32 \times 10^3$ ) and 3,080,000 ( $\pm 104 \times 10^3$ ) oocytes for *M. curema* e *M. liza*, respectively. The presence of only two phases of oocyte development in ripe ovaries – a reserve stock and a clutch of post-vitellogenic oocytes – indicated that ovarian development is group synchronic, and these species are total spawner. The hypothesis was confirmed, therefore, there are differences in the reproductive strategies and tactics of these species such as segregation in reproductive timing, fecundity and oocytes size, tactics that allow higher rates of prole survival and avoid larval competition.

Key words: Fish stocks conservation; fecundity; gametogenesis; life cycle; reproductive strategy; somatic indexes; spawning.

<b>LISTAS DE TABELAS</b>		<b>Págs.</b>
<b>Capítulo II – Biologia reprodutiva da tainha <i>Mugil liza</i> VALENCIENNES numa baía tropical Brasileira.</b>		28
<b>Tabela 1</b> – Descrição macroscópica das gônadas de <i>Mugil liza</i> da Baía de Sepetiba.		34
<b>Tabela 2</b> – Descrição microscópica de diferentes estádios de maturação ovocitária de <i>Mugil liza</i> da Baía de Sepetiba		35
<b>Tabela 3</b> – Descrição microscópica dos diferentes estádios da espermiogênese de <i>Mugil liza</i> da Baía de Sepetiba. Os estádios foram divididos funcionalmente em imaturo, maturando, maduro funcional e recuperando, de acordo com o tipo celular predominante.		37
<b>Tabela 4</b> – Teste do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para comparação da proporção sexual por classe de tamanho de <i>Mugil liza</i> da Baía de Sepetiba. TL= comprimento total (mm); n= número de indivíduos; Ef= frequência esperada; * significante a 95% de nível de confiança; ns = não significativo.		39
<b>Capítulo III – Diferenças interespecíficas na estratégia reprodutiva entre duas espécies co-ocorrentes de mugilídeos (Teleostei, Mugilidae) em uma baía tropical.</b>		50
<b>Tabela 1</b> – Descrição macroscópica dos ovários de <i>Mugil liza</i> e <i>Mugil curema</i> da Baía de Sepetiba.		55
<b>Tabela 2</b> - Distribuição das classes de tamanho (TL em mm), peso total (g) e aspectos reprodutivos de fêmeas <i>Mugil liza</i> e <i>Mugil curema</i> da Baía de Sepetiba (média $\pm$ SE); n = número de indivíduos; no = número de ovários; amplitude do diâmetro de ovócitos em mm.		57

<b>LISTAS DE FIGURAS</b>		<b>Págs.</b>
<b>Capítulo I – Biologia reprodutiva do parati <i>Mugil curema</i> VALENCIENNES em uma baía tropical Brasileira.</b>		8
<b>Figura 1.</b> Mapa mostrando a área de coleta (círculo) de <i>Mugil curema</i> na Baía de Sepetiba.		12
<b>Figura 2</b> – Fotografias de secções histológicas de ovários de <i>Mugil curema</i> da Baía de Sepetiba em diferentes estádios de maturação. (a) Ovário imaturo contendo células germinativas, (b) ovário em contendo ovócitos peri-nucleolares, (c) ovário em desenvolvimento contendo ovócitos em vitelogênese lipídica, (d) ovário em maturação contendo ovócitos com vitelogênese lipídica e protéica, (e) ovário maduro contendo ovócitos pós-vitelogênicos e (f) ovário recuperando contendo folículos pós-ovulatórios e ovócitos do estoque de reserva. gc, células germinativas; pn, ovócito peri-nucleolar; fc, células foliculares; n, núcleo; nc, nucléolo; rs, ovócitos de estoque de reserva; od, gota de óleo; pg, grânulos protéicos; vm, membrana vitelina; pvo, ovócitos pós-vitelogênicos; pof, folículo pós-ovulatório. Escalas, (a) = 10 µm, (b) = 25 µm, (c, d, e, f) = 100 µm.		16
<b>Figura 3</b> - Fotografias de secções histológicas de testículos de <i>Mugil curema</i> da Baía de Sepetiba em diferentes estádios de maturação. (a) Testículo imaturo contendo espermatogônias, (b) disposição de espermatócitos primários (maturação), (c) disposição de diferentes células testiculares (maturação), e (d) disposição de espermatozóides em um testículo funcionalmente maduro; espermátides também estão presentes em pequenas quantidades. sg, espermatogônia; pt, espermatócito primário; ss, espermatócito secundário; st, espermátides; e sz, espermatozóides. Escala (a, b e c) = 25 µm e (d) = 50 µm.		17
<b>Figura 4</b> - Distribuição de tamanho de machos e fêmeas de <i>Mugil curema</i> da Baía de Sepetiba.		18
<b>Figura 5</b> - Variação temporal do índice gonadossomático (GSI), precipitação (mm), fator de condição (K) e índice hepatossomático (HSI) de fêmeas de <i>Mugil curema</i> da Baía de Sepetiba.		19
<b>Figura 6</b> - Variações mensais do percentual de estádios de maturação de fêmeas de <i>Mugil curema</i> da Baía de Sepetiba. Números acima das barras indicam o número de amostras. Imaturo (▨); Desenvolvimento (▤); Maturando (▥); Maduro (▦); Esvaziado (▧); Recuperando (▩).		20
<b>Capítulo II – Biologia reprodutiva da tainha <i>Mugil liza</i> VALENCIENNES numa baía tropical Brasileira.</b>		28
<b>Figura 1</b> - Mapa destacando a área de amostragem (círculo) de <i>Mugil liza</i> na Baía de Sepetiba.		32
<b>Figura 2</b> - Fotografias de secções histológicas de ovários de <i>Mugil liza</i> da Baía de Sepetiba em diferentes estádios de maturação. (a) Ovário imaturo contendo células germinativas e ovócitos jovens, (b) ovário durante o processo de vitelogênese, (c) ovário em desenvolvimento contendo ovócitos com vitelogênese lipídica, (d) ovário maturando contendo células em vitelogênese lipídica e protéica, (e) ovário maduro contendo ovócitos pós-vitelogênicos, (f) ovário em repouso contendo folículos vazios. gc, células germinativas; yo, ovócitos jovens; rs, estoque de reserva (ovócito peri-nucleolar); v, ovócito vitelogênico; l, lamela; olv, ovócito em vitelogênese lipídica; pn, ovócito peri-		

nucleolar; fc, células foliculares (formando a camada folicular); n, núcleo; yg, grânulo de vitelo; nc, nucléolo; pg, grânulo de proteína; vm, membrana vitelina; olv, ovócitos em vitelogênese lipídica e protéica; ao, ovócito atrésico; pvo, ovócito pós-vitelogênico; lv, vesículas de lipídio; ef, folículo vazio. Escalas, (a) = 50 µm, (b, c, f) = 100 µm, (d, f,) = 150 µm.	36
<b>Figura 3</b> - Fotografias de secções histológicas de testículos de <i>Mugil liza</i> da Baía de Sepetiba em diferentes estádios de maturação. (a) Testículo imaturo contendo espermatogônias, (b) disposição de espermatócitos primários formando cistos (maturando), (c) disposição de diferentes células testiculares (maturando), (d) testículo maturando após o estágio de recuperação, (e) disposição de espermatozóides em um testículo maduro (maduro funcional); espermátides também estão presentes em pequenas quantidades, e (f) testículo recuperando com túbulos seminíferos vazios e “frouxos”. sg, espermatogônia; ps, espermatócito primário; ss, espermatócito secundário; st, espermátides; sz, espermatozóide; e stw, paredes dos túbulos seminíferos. Escala, 25 µm.	38
<b>Figura 4</b> - Variação temporal do índice gonadossomático (GSI), precipitação (mm), fator de condição (K), e índice hepatossomático (HSI) de machos e fêmeas de <i>Mugil liza</i> da Baía de Sepetiba.	41
<b>Figura 5</b> - Variações mensais no percentual dos estádios de maturação de fêmeas (acima) e machos (embaixo) de <i>Mugil liza</i> na Baía de Sepetiba. Números acima das barras indicam a amostra de peixes (n). Imaturo (▨); Desenvolvimento (▤); Maturando (▥); Maduro (▦); Esvaziado (▧); Recuperando (▩).	42
<b>Capítulo III – Diferenças interespecíficas na estratégia reprodutiva entre duas espécies co-ocorrentes de mugilídeos (Teleostei, Mugilidae) em uma baía tropical.</b>	50
<b>Figura 1</b> - Mapa mostrando a área de amostragem (círculo) de <i>Mugil liza</i> e <i>Mugil curema</i> na Baía de Sepetiba.	54
<b>Figura 2</b> - Variações mensais na pluviosidade (-■-) e no índice gonadossomático (GSI) de fêmeas de <i>Mugil liza</i> (▤) e <i>Mugil curema</i> (▥) da Baía de Sepetiba.	56
<b>Figura 3</b> - Variações mensais no percentual dos estádios de maturação de fêmeas de <i>Mugil liza</i> (acima) e <i>Mugil curema</i> (a baixo) da Baía de Sepetiba. Números sobre as barras indicam o tamanho da amostra. Imaturo (▨); Desenvolvimento (▤); Maturando (▥); Maduro (▦); Esvaziado (▧); Recuperando (▩).	58

## SUMÁRIO

	<b>Págs.</b>
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
1. Introdução.....	1
1.1. Objetivo geral.....	2
1.2. Hipótese.....	2
2. Metodologia.....	2
2.1. Área de estudo.....	2
2.2. Programa de amostragem.....	3
2.3. Tratamento das amostras e análise laboratorial.....	4
2.4. Tratamento estatístico.....	5
3. Referências bibliográficas .....	5
<b>Capítulo I – Biologia reprodutiva do parati <i>Mugil curema</i> VALENCIENNES em uma baía subtropical no sudeste do Brasil.....</b>	<b>8</b>
Resumo.....	9
Abstract.....	10
4. Introdução .....	11
5. Material e métodos .....	11
5.1. Área de estudo.....	11
5.2. Programa de amostragem e análise laboratorial.....	12
6. Resultados.....	13
6.1. Morfologia macroscópica das gônadas.....	13
6.1.1. Estádios de desenvolvimento das gônadas.....	14
6.2. Observações histológicas.....	14
6.2.1. Tecido ovariano.....	14
6.2.2. Tecido testicular.....	14
6.3. Estrutura da amostra.....	18
6.4. Período reprodutivo.....	18
6.5. Condição dos Peixes.....	19
6.6. Fecundidade.....	20
7. Discussão .....	20
8. Conclusão.....	23
9. Referências bibliográficas .....	23
<b>Capítulo II – Biologia reprodutiva da tainha <i>Mugil liza</i> VALENCIENNES numa baía tropical Brasileira.....</b>	<b>28</b>
Resumo.....	29
Abstract.....	30
10. Introdução.....	31
11. Material e métodos.....	31
11.1. Área de estudo.....	31
11.2. Programa de amostragem e análise laboratorial.....	32
12. Resultados.....	33
12.1. Morfologia macroscópica das gônadas .....	33
12.2. Observações histológicas .....	33
12.2.1. Tecido ovariano .....	34
12.2.2. Tecido testicular.....	34
12.3. Estrutura da amostra .....	38

12.4. Período reprodutivo.....	39
12.5. Condição dos peixes.....	40
12.6. Fecundidade.....	42
13. Discussão.....	42
14. Conclusão.....	45
15. Referências bibliográficas.....	46
<b>Capítulo III – Diferenças interespecíficas na estratégia reprodutiva entre duas espécies co-ocorrentes de mugilídeos (Teleostei, Mugilidae) em uma baía tropical.....</b>	<b>50</b>
Resumo.....	51
Abstract.....	52
16. Introdução .....	53
17. Material e métodos.....	53
17.1. Área de estudo .....	53
17.2. Programa de amostragem e análise de dados.....	54
18. Resultados.....	54
18.1. Morfologia macroscópica das gônadas .....	54
18.2. Período reprodutivo.....	55
18.2.1. <i>Mugil liza</i> .....	55
18.2.2. <i>Mugil curema</i> .....	56
18.3. Fecundiade.....	56
19. Discussão.....	58
20. Conclusão.....	62
21. Referências bibliográficas.....	62
22. Considerações finais.....	63

## 1. INTRODUÇÃO

Os peixes da família Mugilidae, vulgarmente conhecidos como tainhas e paratis no sul e sudeste do Brasil, são muito semelhantes entre si quanto à morfologia externa e a forma de utilização do ambiente de baía e estuarino (MENEZES & FIGUEIREDO, 1985). A família apresenta ampla distribuição em águas costeiras, nas regiões tropicais e subtropicais. Muitas espécies vivem em lagunas costeiras e estuários, algumas penetram em rios. A maioria das espécies é eurihalina, deslocando-se livremente desde águas salinas ou hipersalinas para água doce (THONSON, 1963; MARTIN & DREWRY, 1978; VIEIRA, 1985).

As tainhas e paratis são encontrados normalmente formando cardumes em águas relativamente calmas. Migram em grandes cardumes na época de reprodução e desovam em águas abertas (zonas costeiras) próximas a entrada de baías e estuários (MENEZES & FIGUEIREDO, 1985; DITTY & SHAW, 1996). Os ovos, que são do tipo pelágicos não adesivos, e larvas são transportados por correntes para o interior destes ambientes mais protegidos, onde se desenvolvem. Juvenis e adultos alimentam-se de algas, microorganismos e detritos encontrados no lodo e na areia, que ingerem juntamente com a alimentação (YÁNEZ-ARACIBIA, 1976; VAZZOLER, 1996). Sua carne, do tipo gordurosa, é considerada de boa qualidade e possui grande importância comercial. Freqüente nos mercados é comercializada fresca ou salgada. São capturadas principalmente com rede de espera, rede de cerco, arrastão de praia, tarrafa e curral (cercadas). Suas ovas (ovários) são muito apreciadas, sendo comercializadas salgadas, secas ou *in natura*.

O Rio de Janeiro é o Estado da região sudeste do Brasil com a maior captura de tainhas e paratis (1.107 e 298 t, respectivamente), sendo que 75% destas capturas são feitas artesanalmente (IBAMA, 2005). Esta pressão sobre os estoques pesqueiros, além de possível utilização das espécies de mugilídeos na piscicultura (GODINHO et al., 1988, *apud* ROMAGOSA et al., 2000) traz à tona a necessidade de estudos sobre a biologia reprodutiva destas espécies, subsidiando o manejo de estoques e possíveis produções em cativeiro.

Sete espécies de mugilídeos ocorrem na costa do Brasil, porém apenas três têm sido mais exploradas comercialmente: *Mugil curema* VALENCIENNES, 1836, *Mugil liza* VALENCIENNES, 1836 e *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880 (MENEZES, 1985). Na Baía de Sepetiba OSHIRO & ARAÚJO (1987) identificaram cinco espécies de Mugilidae, embora, posteriormente ARAÚJO et al., (1997) tenham citado apenas três espécies (*M. liza*, *M. curema* e *M. platanus*) que utilizam a margem continental desta Baía, sendo *M. liza* e *M. curema* as espécies de mugilídeos mais abundantes deste ambiente; juntas constituíram 99,7% do número total de Mugilidae em amostragens experimentais entre 1994 e 1997 (SILVA & ARAÚJO, 2000).

A Baía de Sepetiba é considerada como um dos mais importantes ecossistemas costeiros do Estado do Rio de Janeiro devido a sua importância econômica e ecológica, embora se encontre em estado de crescente alteração devido à pressão antrópica, uma vez que esta se localiza perto de centros urbanos e parques industriais como de Santa Cruz e Itaguaí. A rápida destruição de habitats, causada pelo crescimento populacional e expansão econômica torna necessário o conhecimento da biologia destas espécies em seus mais amplos níveis, para que possam ser traçados planos de monitoramento e proteção ambiental. Em uma população de peixes, o sucesso na reprodução está associado à ocorrência de condições ambientais constantes, mantendo suas populações em elevada abundância; se o ambiente for desfavorável, o sucesso será limitado, pois as comunidades biológicas refletem as

condições ambientais, uma vez que são sensíveis às mudanças do meio (MOYLE & CECH-Jr, 1988).

O conhecimento da biologia da reprodução é um aspecto essencial na determinação do ciclo de vida das espécies. A estratégia reprodutiva é o padrão geral de reprodução mostrado por uma espécie ou população, enquanto as táticas reprodutivas são aquelas características variáveis no padrão, em resposta a flutuações do ambiente. Tanto as estratégias como as táticas são adaptativas. As estratégias reprodutivas são desenvolvidas pelas espécies para obterem seus sucessos no ambiente sendo determinadas pela capacidade de reproduzirem-se em ambientes variáveis, mantendo suas populações viáveis (VAZZOLER, 1996). Para determinação desta estratégia e caracterização da biologia reprodutiva são investigadas as táticas reprodutivas, como feito, por exemplo, por ALVAREZ-LAJONCHERE (1982) que determinou a fecundidade de mugilídeos em águas cubanas. ANDRADE-TALMELLI et al. (1996) que descreveram microscopicamente as fases de desenvolvimento ovocitário da tainha (*M. platanus*) e ROMAGOSA et al. (2000) que determinaram que o tipo da desova de *M. platanus* é total e sincrônica, ambos na região estuarino-lagunar da Cananéia, SP; ESPER et al. (2000) que caracterizaram a escala de desenvolvimento gonadal, e afirmaram que o tamanho de primeira maturação de fêmeas de *M. platanus* na Baía de Paranaguá, PR, é de 412 mm; MARIN E. & DODSON (2000) que determinaram a fecundidade de *M. curema* no nordeste da Venezuela.

O objetivo deste estudo foi descrever e determinar características da biologia reprodutiva das populações de tainhas e paratis na Baía de Sepetiba, para testar a hipótese de que existem diferenças na estratégia reprodutiva destas espécies proximamente relacionadas permitindo assim o sucesso e a coexistência destas na Baía. Para testar essa hipótese foram respondidas algumas perguntas, tais quais: 1- Existem diferenças no tipo de desova? 2- Qual é o comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) e o comprimento em que todos os indivíduos da população já reproduziram ( $L_{100}$ )? 3- Existe diferenciação no período reprodutivo? Adicionalmente foram determinados a fecundidade e diâmetro dos ovócitos, os índices gonadossomático, hepatossomático e o fator de condição bem como a proporção sexual. Foram descritos macroscopicamente os estádios gônadas. Análises histológicas foram feitas para descrição da gametogênese.

### **1.1. Objetivo geral**

Determinar a estratégia e táticas reprodutivas das espécies de tainhas (*Mugil liza*) e paratis (*Mugil curema*) moldadas pelas pressões ambientais e bióticas, enfocando os aspectos comparativos que possibilitam a coexistência e sucesso destas espécies, que são tão proximamente relacionadas, na Baía de Sepetiba.

### **1.2. Hipótese**

As espécies de Mugilidae da Baía de Sepetiba não possuem as mesmas estratégia e táticas reprodutivas, existindo diferenças entre algumas características reprodutivas que permitem o sucesso e a coexistência destas espécies proximamente relacionadas neste ambiente (segregação).

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Área de estudo**

A Baía de Sepetiba localiza-se no Estado do Rio de Janeiro e possui uma zona costeira semi-aberta de 520 km<sup>2</sup> apresentando forma alongada e limitando-se a Norte e a Leste pelo

continente, ao Sul pela Restinga da Marambaia e a Oeste pela Baía da Ilha Grande. Seu maior comprimento é de 43 km no sentido Este - Oeste e sua maior largura de 17 km no sentido Norte-Sul, sendo seu perímetro de aproximadamente 123 km. A bacia hidrográfica apresenta uma área aproximadamente de 1800km<sup>2</sup> (ARAÚJO et al., 1997). Apesar de atingir 30 metros nas proximidades do limite com o mar, apresenta profundidades inferiores a 5 metros em 40% de sua área. Suas águas mais interiores, ao norte, são caracterizadas por sofrerem elevada pressão antrópica devido à proximidade aos parques industriais e centros urbanos como a Zona Oeste do município do Rio de Janeiro e o município de Itaguaí.

A poluição é crescente e existem fontes pontuais de poluentes metálicos (LACERDA, et al., 1983), destacando-se zinco, cromo, cobre e cádmio. Não obstante, a Baía produz uma grande diversidade de pescado, o que pode estar ampliando o acesso destes metais às populações humanas, particularmente aos núcleos onde a dieta básica é constituída de itens de origem marinha. A região encontra-se em processo de expansão de sua área portuária aliada ao desenvolvimento do complexo industrial e turístico.

O período de maior pluviosidade na região da baía, concentra-se em Dezembro e Janeiro, alongando-se por vezes até Março, enquanto o período seco estende-se de Maio a Setembro. Ventos de quadrante sul e brisas marinhas que descarregam sua umidade contra as escarpas da serra que circulam a baía podem contribuir para ocorrência de chuvas na estação seca de inverno (BARBIÉRI & KRONEMBERG, 1994).

Na baía de Sepetiba o principal mecanismo responsável pela geração de correntes é a maré (SIGNORINI 1980<sup>A, B</sup>). SIGNORINI (1980<sup>B</sup>) aponta um grande contraste entre a circulação gerada pela maré nas duas baías, estudando resultados obtidos por correntômetros e por simulação numérica. Um dos prováveis fatores que causariam este contraste está relacionado com a posição da baía vizinha, a Baía da Ilha Grande, conectada ao oceano por duas entradas, a onda de maré chegaria em fase nas duas entradas e se dividiria em duas ondas separadas que entrariam na baía propagando-se em direções opostas, tendo seus efeitos parcialmente anulados. Embora as correntes marinhas na baía de Sepetiba sejam fracas, a entrada de águas oceânicas frias e densas, provenientes da baía da Ilha Grande e da área costeira adjacente ocorre pela parte oeste da baía, entre as ilhas de Itacuruçá e Jaguanum. Ao se misturarem com as águas de drenagem continental proveniente dos rios da Guarda, Itaguaí e Guandu, estas correntes se aquecem e tornam-se superficiais, contornando a baía e saindo pelo canal entre as ilhas Jaguanum e da Marambaia, onde existe uma sobreposição de correntes superficiais menos salinas e quentes que saem e profundas e frias que entram (COSTA, 1992).

O substrato da Baía é predominantemente lodoso, com formações de silte, argila e com poucas áreas de areia e cascalho na zona mais externa. Segundo MOURA (1982), na região de maior ligação com o mar, os sedimentos são do tipo arenoso e mais grosseiro, revelando uma maior energia deposicional ligada à circulação marinha com predomínio de movimentação de fundo. Nas faixas atingidas pelas flutuações de marés, encontram-se formações de manguezais típicas de ambientes estuarinos tropicais e praias arenosas.

## **2.2. Programa de amostragem**

Os espécimes foram coletados quinzenalmente junto a APAIM (Associação dos Pescadores Artesanais da Ilha da Madeira), entre o período de Julho de 2006 a Junho de 2007. A pesca da tainha e do parati praticada pela APAIM é feita com canoas na parte mais interna da Baía de Sepetiba (onde se encontra o Porto de Sepetiba). Os pescadores da APAIM, para a pesca da tainha, utilizam rede de espera (feiticeira) com dois tipos de

panagens, um com malha de 45 mm entre nós opostos e o outro com malha de 50 mm entre nós opostos, ambos com comprimento total de 1500 metros (dez panagens de 150 metros cada) e altura de 3 metros. A rede de espera para pesca do parati apresenta três tipos de panagens, uma com malha de 35 mm, outro com 40 mm e o terceiro com 45 mm de malha entre nós opostos, com comprimento total de 1500 metros (dez panagens com 150 metros cada) e altura de 3 metros.

Todos os peixes coletados foram acondicionados em gelo para melhor conservação e transportados para laboratório onde foi realizada a dissecação do material.

### **2.3. Tratamento das amostras e análise laboratorial**

O material foi identificado segundo FIGUEIREDO & MENEZES (1985). Foram tomadas as medições do comprimento total, comprimento da cavidade celomática e das gônadas em milímetros e o peso total e eviscerado, bem como o peso do fígado, gônadas, em gramas. A classificação macroscópica dos estádios de maturação foi feita com base na coloração, intensidade de irrigação vascular, turgidez e proporção de ocupação da cavidade celomática. Para os ovários também foram consideradas as formas, o grau de visualização, coloração e tamanho dos ovócitos.

Parte desse material (gônadas) foi conservado em Bouin por 4h (ácido pícrico, formol e ácido acético na proporção 15:5:1, respectivamente), para análises microscópicas, as quais seguiram os seguintes procedimentos:

- Lavagem em água corrente por 1 hora para retirada do excesso de fixador;
- Desidratação subsequente de álcoois 70%, 80%, 95%, absoluto I, absoluto II, absoluto III, em uma hora cada;
- Diafanização subsequente de xilol I, II e III, durante 1 hora cada;
- Impregnação de parafina de 1 a 3 horas;
- Inclusão em parafina;
- Corte em bloco fixando-o ao suporte de metal (pino) através de aquecimento;
- Encaixe do material no micrótomo;
- Microtomia com obtenção de cortes histológicos de 5 µm de espessura;
- Cortes histológicos dispostos em cuba elétrica com água em banho-maria com temperatura a 40°C;
- Adesão dos cortes às lamínas de vidro;
- Lâminas submetidas à estufa de 40°C;
- Coloração em Hematoxilina-Eosina;
- Montagem em lamínas com uma gota de bálsamo do Canadá sobre a lamínula e pressionando-a na lâmina que contem o corte.

Através da observação microscópica, foram identificadas células da linhagem germinativa. A presença dos tipos celulares e estruturas do tecido gonadal, como organização de lamelas ovulíferas, possibilitou a determinação de cada fase de desenvolvimento. A frequência de indivíduos na fase madura, principalmente de fêmeas, foi usada para auxiliar na determinação do período de desova.

Os ovócitos foram classificados microscopicamente de acordo com a morfologia, afinidade ao corante utilizado e a presença de inclusões (gotas lipídicas, grânulos de vitelo e vesículas de vitelo). O padrão de desenvolvimento ovariano e o tipo de desova foram determinados de acordo com os estádios dos ovócitos durante a gametogênese.

A partir dos dados foram determinadas a distribuição de frequência de comprimento e a proporção sexual. A proporção sexual foi calculada através do percentual, por sexo, para o total de peixes e distribuição por frequência de comprimento onde as espécies foram agrupadas em intervalos de classe de 50 mm.

As gônadas maduras foram mantidas em solução de Gilson para dissociação dos ovócitos e o cálculo da fecundidade, a qual foi estimada pelo método gravimétrico e calculada como:  $F = n \times GW/GWS$ , onde  $F$  = fecundidade;  $n$  = número de ovócitos pós-vitelogênicos da subamostra;  $GW$  = peso da gônada;  $GWS$  = peso da subamostra da gônada.

Os valores médios mensais do fator de condição ( $K$ ), também denominado “índice de bem estar do peixe” (ANDERSON & GRUTEUTER, 1989), foram calculados através da expressão matemática:  $K = (EW/TL^3) \times 1000$ . O índice hepatossomático ( $HSI = LW/EW \times 100$ ) foi calculado para observações de possíveis relações entre a reprodução e o peso do fígado. O índice gonadossomático ( $IGS$ ) de fêmeas e machos foi calculado mensalmente para estimar o período reprodutivo, correspondendo a seguinte equação:  $IGS = GW/EW \times 100$ ; -  $GW$  = peso das gônadas; -  $EW$  = peso eviscerado do peixe; -  $TL$  = comprimento total; -  $LW$  = peso do fígado. O período da desova também foi avaliado pela distribuição da frequência do percentual dos estádios gonadais por mês, para fêmeas e machos.

O modelo logístico,  $Y = 1 / (1 + e^{-(a + bX)})$ , foi usado para descrever a relação entre a proporção dos estádios de maturação e o  $TL$  onde  $X$  é o  $TL$  e  $a$  e  $b$  são constantes e podem ser estimadas por procedimento não-linear baseado no número de machos e fêmeas de *M. curema* e *M. liza*. O tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ) e o tamanho no qual toda a população esta madura ( $L_{100}$ ) foi então obtido pela substituição  $Y = 0,5$  e  $Y = 1,0$ , respectivamente, na equação acima.

#### 2.4. Tratamento Estatístico

O teste do qui-quadrado ( $X^2$ ) foi utilizado para testar possíveis diferenças na proporção sexual das populações entre os grupos de tamanho.

O fator de condição e os índices gonadossomático e hepatossomático foram comparados ao longo dos meses, através da ANOVA. Foram feitas correlações não-paramétricas de Spearman entre estes índices para cada sexo visando determinar possíveis influências do ciclo reprodutivo na condição dos peixes.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ-LAJONCHERE, L. 1982. The fecundity of mullet (Pisces, Mugilidae) from Cuban waters. *Journal of Fish Biology* 21, 607-613.
- ANDERSON, O.R. & GUTREUTER, S.J. 1989. Length Weight Associated Structural Indices. In: Nielsen, L. D. & D. L. Johnson. *Fisheries Tecnology Americam Fisheries Society* 283-300.
- ANDRADE-TALMELLI, E.F.; ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y.; GODINHO, H.M. 1996. Características reprodutivas de tainha *Mugil platanus* (Teleostei, Perciformes, Mugilidae), na região estuarino-lagunar de Cananéia, São Paulo. *Revista Ceres* 43(246): 165-185.
- ARAÚJO, F.G.; CRUZ-FILHO, A.G.; AZEVEDO, M.M.C.; SANTOS, A.C.A.; FERNANDES, L.A.M. 1997. Estrutura da comunidade de peixes jovens da margem continente Baía de Sepetiba, RJ. *Acta Biológica Leopoldinsiana* 19 (1): 61-83.

- BARBIÉRI, E.B. & KRONEMBERGER, D.M.P. 1994. Climatologia do litoral sul-sudeste do estado do Rio de Janeiro (Um subsídio à análise ambiental). IBGE – Caderno de Geociências 12:57-73.
- COSTA, R. N. L.T. 1995. Pensar o mar para poder pescar: o espaço da pesca de litoral na Baía de Sepetiba, RJ. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- DITTY, J.G. & SHAW, R.F. 1996. Spatial and temporal distribution of larval striped mullet (*Mugil cephalus*) and white mullet (*Mugil curema*, family: Mugilidae) in the northern Gulf of Mexico, with notes on mountain mullet, *Agonostomus monticola*. Bulletin of Marine Science 59: 271-288.
- ESPER, M.L.P.; MENEZES, M.S. DE & ESPER, W. 2000. Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de *Mugil platanus* Günther, 1880 da baía de Paranaguá, PR, Brasil. Acta Biológica Paranaense, 29 (1, 2, 3, 4): 255-263.
- IBAMA, 2005. Estatística da pesca 2005, Brasil: grandes regiões e unidades da federação. In: Passo, C., Calaf, C.E., Teixeira, M.J., (Eds.), Relatório técnico. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- LACERDA, L.D.; LIMA, N.W.; PFEIFFER, N.C. & FISZMAN, N. 1983. Size and metal concentration in mangrover mussel *Mytella guyanensis* (Mollusca, Bivalvia) from Sepetiba Bay, Brazil. Revista de Biologia Tropical 31(2): 333-335.
- MARIN E., J.B. & DODSON, J. 2000. Age, growth and fecundity of the silver mullet, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), in coastal areas of northeastern Venezuela. Revista de biologia tropical 48, 2-3.
- MARTIN, F.D. & DREWRY, G.E. 1978. Mulletts, Mugilidae in development of fishes of the Mid-Atlantic Bight, 6: 59-86.
- MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil V. Telostei (4), 105 p. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- MOURA, J.A.; DIAS-BRITO, D. & BRONNIMAM, P. 1982. Modelo ambiental de laguna costeira clássica – Baía de Sepetiba, RJ. In: Atas do IV Simpósio Quaternário do Brasil, 135-152p.
- MOYLE, P.B. & CECH-Jr, J.J. 1988. Fishes. An introduction to ichthyology. 2<sup>nd</sup>. Ed, Prentice Hall Englewood Clifs, New Jersey, 559p.
- OSHIRO, L.M.Y.O. & ARAUJO, F.G. 1987. Estudos dos peixes e crustáceos decápodos da Baía de Sepetiba, RJ. Simpósio Ecossistemas costeiros do Sudeste – Sul do Brasil. Academia de Ciência de São Paulo 3 (54): 283-297.
- PESSANHA, A.L.M. 2000. Variações espaciais, temporais e diurnas nas assembleias de peixes jovens da Baía de Sepetiba. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ.
- ROMAGOSA, E.; ANDRADE-TALMELLI, E.F.; NARAHARA M.Y. & GODINHO, H.M. 2000. Desova e Fecundidade da tainha *Mugil platanus* (teleostei, Mugilidae) na região estuarino-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil (25° 01'S; 47° 57'W). Atlântica, 22: 5-12.
- SIGNORINI, S. R. 1980a. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, part I, a survey of the circulation based on experimental field data. Boletim do Instituto Oceanográfico, 29(1): 41-55.

- SIGNORINI, S. R. 1980b. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, part II, an assessment to the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29(1): 57-68.
- SILVA M.A. & ARAÚJO, F.G. 2000. Distribuição e abundancia de tainhas e paratis (Osteichthyes, Mugilidae) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista Brasileira Zoologia* 17 (2): 473-480.
- THONSON, J.M. 1963. Synopsis of biological data on the grey mullet *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758. Fish. Synop. Div. Fish. Oceanogr. C.S.I.R.O. Austrália.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. *Biologia da Reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. Maringá, Editora Universidade Estadual de Maringá e Sociedade Brasileira de Ictiologia, 169p. Brasília, CNPq/Programa Nacional de Zoologia, 169p.
- VIEIRA, J.P. 1985. Distribuição e abundância e alimentação dos jovens de Mugilidae no estuário de Lagoa dos Patos e movimentos reprodutivos da “tainha” (*Mugil platanus* Günther, 1880) no litoral sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade do Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.
- YÁNEZ-ARACIBIA, L.A. 1976. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes, em áreas naturales de crianza, maduración, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 2: 211-243.

**CAPÍTULO I**  
**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO PARATI *Mugil curema* VALENCIENNES**  
**EM UMA BAÍA TROPICAL BRASILEIRA.**

*Reproductive biology of white mullet Mugil curema VALENCIENNES in a  
Tropical Brazilian Bay.*

Rafael J. Albieri, Francisco G. Araújo, Thatiana da P. Ribeiro.

## RESUMO

A estratégia reprodutiva do parati (*Mugil curema*) foi determinada principalmente pela observação do desenvolvimento gonadal para se conhecer as estratégias desenvolvidas por essa espécie para manter sua explorada população num sistema com alterações crescentes. Os peixes foram coletados em capturas comerciais em uma baía no sudeste do Brasil durante Julho de 2006 e Junho de 2007. A desova foi determinada pelas observações macro e microscópicas das gônadas e pelo índice gonadossomático (GSI). As fêmeas foram maiores que os machos; a proporção sexual foi a favor das fêmeas para tamanhos maiores que 275 mm de comprimento total (TL). A população alcança a atividade reprodutiva com 260 e 310 mm TL para machos e fêmeas, respectivamente. *Mugil curema* tem desova total e um amplo período reprodutivo de Agosto a Janeiro. O desenvolvimento do tecido ovariano é “sincrônico em dois grupos”. Espécimes com gônadas maduras estiveram presentes entre Agosto e Janeiro. O GSI teve seus maiores valores em Setembro e Outubro, antes da estação de chuvas. Hipotetizou-se que rios, durante a estação chuvosa, carregam grandes quantidades de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento de peixes planctófagos estimulando o início do processo reprodutivo. O índice hepatossomático (HSI) foi significativamente relacionado com o GSI, indicando que a vitelogênese mobiliza energia hepática durante a reprodução. A fecundidade média foi de 415.000 ovócitos, variando de  $123 \times 10^3$  a  $711 \times 10^3$ .

Palavras chaves: *Mugil curema*; reprodução de peixes; desova; maturação gonadal; índice hepatossomático; baías.

### ABSTRACT

The reproductive activity of the white mullet (*Mugil curema*) was determined by observing gonad development, to learn about the strategies developed by this species to maintain their exploited populations in an increasingly altered system. Fishes were collected from commercial catches from a tropical Bay in southeastern Brazil during July 2006 to June 2007. Spawning time was determined by observing macroscopic and microscopic gonadal stages and the gonadosomatic index (GSI). Females were larger than males; the sex ratio was female-biased for sizes large than 275 mm total length (TL). The population reached reproductive activity at 260 and 310 mm TL for males and females, respectively. *Mugil curema* is a total spawner, with a wide spawning season from August to January. Ovarian-tissue development is group synchronic. Fish with mature gonads were present between August and January. The GSI had the highest values in September and October, prior to the rainy season. We hypothesize that the rivers, during the rainy season, carried higher levels of nutrients, favoring the development of planktofagous fish and triggering the reproductive process. The hepatosomatic index (HSI) was significantly related to the GSI, indicating that vitellogenesis mobilizes hepatic energy during the spawning season. Mean fecundity was found to be 415,000 oocytes with a range of  $123 \times 10^3$  to  $711 \times 10^3$ .

Key words: *Mugil curema*; fish reproduction; spawning; gonadal maturation; hepatosomatic index; bays.

#### 4. INTRODUÇÃO

O parati *Mugil curema* VALENCIENNES é um peixe costeiro amplamente distribuído encontrado, no Atlântico oeste, de Massachusetts ao sul do Brasil. É considerado como catádromo e, como tal, os peixes jovens recrutam em lagoas e estuários após um período de desova em mar aberto (MENEZES & FIGUEIREDO, 1985; IBÁÑEZ-AGUIRRE, 1993; DITTY & SHAW, 1996). O parati é um importante recurso econômico suportando pequenas comunidades através da pesca e da aquacultura (ALVAREZ-LAJONCHERE, 1982; GÓMEZ & CERVIGÓN, 1987).

O ciclo de vida do *M. curema* tem sido bem documentado em áreas temperadas (JACOT 1920; ANDERSON 1957; MOORE 1974) e mesmo em países subtropicais e tropicais como a Venezuela (ANGELL 1973; ALVAREZ-LAJONCHERE 1976; MARIN E. & DODSON 2000; MARIN E. et al. 2003), México (YAÑEZ-ARANCIBIA, 1976; IBÁÑEZ-AGUIRRE, 1993), Cuba (ALVAREZ-LAJONCHERE, 1980; GARCIA & BUSTAMENTE, 1981; ALVAREZ-LAJONCHERE, 1982) e Trinidad e Tobago (SOLOMON & RAMNARINE, 2007). No Brasil, tais investigações são raras e superficiais. RODRIGUES & NASCIMENTO (1980) descreveram observações histológicas de ovários de espécimes de aquacultura, e BENETTI & NETTO (1991) estudaram a taxa de crescimento em condições experimentais. Portanto, não há nenhum estudo abrangendo observações histológicas das variações sazonais do desenvolvimento das células gonadais ou a influência da reprodução nos tecidos somáticos de *M. curema* da costa brasileira. A falta de informações sobre estes aspectos básicos da atividade reprodutiva em ambientes naturais ressalta a importância de conhecer sua estratégia reprodutiva para que se tomem medidas visando manter os estoques desta espécie tão importante, tanto para a pesca industrial, como para a artesanal.

O objetivo deste estudo foi examinar a biologia reprodutiva de *M. curema* na Baía de Sepetiba, focando-se no desenvolvimento gonadal, no período de reprodução, tamanho de maturação e fecundidade, importantes táticas que compõem a estratégia reprodutiva de uma espécie. Adicionalmente, tentou-se investigar possíveis relações do período de reprodução exibido por esta espécie com índices somáticos e com a pluviosidade, variável ambiental que pode modular o “timing” reprodutivo em áreas tropicais.

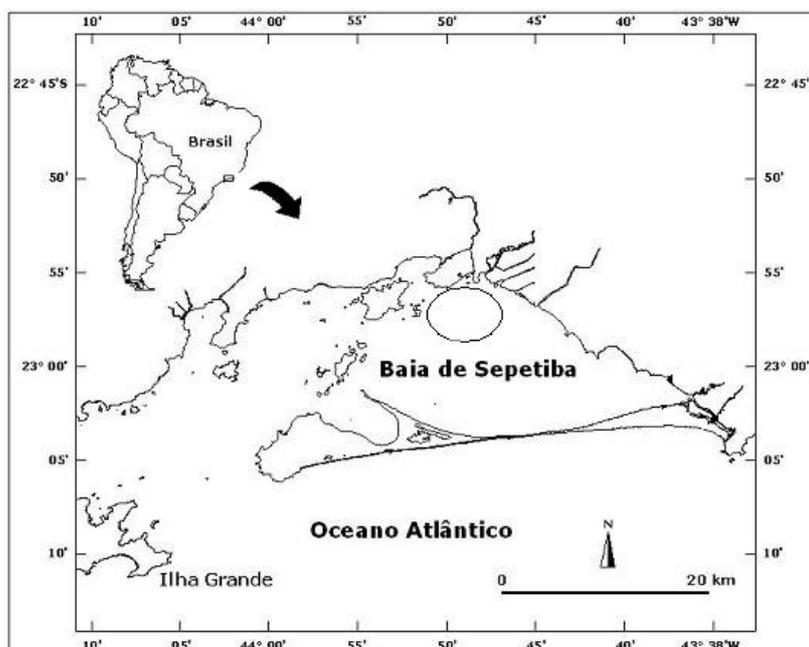
#### 5. MATERIAL E METODOS

##### 5.1. Área de estudo

A Baía de Sepetiba está localizada no sudeste do Estado do Rio de Janeiro (22°54'-23°04'S; 43°34'-44°10'W) (Fig. 1) e possui uma área de aproximadamente 520 km<sup>2</sup>. A baía possui duas zonas distintas; uma zona mais interna, a qual é influenciada por rios e variações das marés, possuindo substrato lodoso com praias de pedras, areia e lama, podendo aparecer formações de mangues. A zona mais externa é próxima ao mar com substrato predominante de cascalho e areia; ilhas rochosas são comuns. Apesar de apresentar profundidades de 30 m na zona externa, cerca de 40% da área da baía tem menos de 5m de profundidade. A salinidade varia de 28 a 34, e a temperatura varia de 21,5 °C no inverno a 27 °C no verão (ARAÚJO et al., 2002). A amplitude de marés é de aproximadamente 1 m, e ventos do quadrante sudoeste e noroeste contribuem para trazer água oceânica para dentro da baía e retirar água do interior da baía para plataforma continental, respectivamente (SIGNORINI, 1980<sup>A,B</sup>).

O período de chuvas na região da baía é concentrado entre Dezembro e Janeiro (Verão), podendo se estender até Março. O período de seca é de Março a Setembro (Inverno).

Ventos de quadrante sul e brisas marinhas descarregam sua umidade nas escarpas das montanhas que rodeiam a baía e podem aumentar as chuvas em períodos de seca (BARBIÉRI & KRONENBERG, 1994). Na baía de Sepetiba o principal mecanismo responsável pela geração de correntes é a maré (SIGNORINI 1980<sup>A, B</sup>). Embora as correntes marinhas na baía de Sepetiba sejam fracas, a entrada de águas oceânicas frias e densas, provenientes da baía da Ilha Grande e da área costeira adjacente ocorre pela parte oeste da baía, entre as ilhas de Itacuruçá e Jaguanum. Ao se misturarem com as águas de drenagem continental proveniente dos rios da Guarda, Itaguaí e Guandu, estas correntes se aquecem e tornam-se superficiais, contornando a baía e saindo pelo canal entre as ilhas Jaguanum e da Marambaia, onde existe uma sobreposição de correntes superficiais menos salinas e quentes que saem e profundas e frias que entram (COSTA, 1992). Muitos peixes marinhos entram e saem da baía para diversos propósitos como criação/ desenvolvimento, reprodução e alimentação. Impactos antrópicos como a agricultura, indústrias e a pesca intensiva são provenientes da periferia da cidade do Rio de Janeiro e de algumas cidades costeiras (ARAÚJO et al., 2002).



**Figura 1.** Mapa mostrando a área de captura (círculo) de *Mugil curema* na Baía de Sepetiba.

## 5.2. Programa amostral e análise laboratorial

Os espécimes foram coletados junto a Associação de Pescadores Artesanais da Ilha da Madeira (APAIM) de Julho/2006 a Junho/2007. A APAIM opera na zona interna da baía com pequenos barcos. As redes, do tipo “feiticeira”, possuem de 1500 m de comprimento, 3 m de altura e três panagens com diferentes malhas (35 40 e 45 mm entre nós opostos). Os dados de pluviosidade foram coletados a partir do site <[www.rio.rj.gov.br/georio](http://www.rio.rj.gov.br/georio)> Base Meteorológica de Sepetiba.

Os indivíduos foram coletados mensalmente aleatoriamente. Todos os peixes foram preservados em gelo e transportados para o laboratório. O comprimento total (TL) com

precisão de 1 mm foi medido. Os pesos total (TW) e eviscerado (EW) foram tomados com precisão de 1 g, e os pesos do fígado (LW) e da gônada (GW) foram tomados com precisão de 0,01 g. As gônadas foram preservadas em álcool 70% após 4h em solução Bouin. As gônadas maduras foram mantidas em solução de Gilson para dissociação dos ovócitos e o cálculo da fecundidade. A descrição macroscópica dos estádios de maturação gonadal foi baseada na forma, tamanho, cor, % de ocupação na cavidade celomática e irrigação sanguínea. Adicionalmente, cor, tamanho e grau de visualização dos ovócitos também foram considerados.

Para as análises histológicas, foram cortados pequenos pedaços das gônadas fixadas. Estes foram desidratados por uma série gradativa de etanol, embebidos em parafina, cortados em seções de 5 µm e corados com HE. A terminologia usada para descrição microscópica do desenvolvimento dos tecidos gonadais seguiu VAZZOLER (1996) e KANAK & TACHIYARA (2008) com algumas modificações. Através do exame de seções transversais de diferentes regiões das gônadas se constatou que não há diferenças regionais no curso da gametogênese.

A estrutura de tamanho de cada sexo foi acessada pela distribuição da frequência de comprimento. Possíveis diferenças na proporção sexual entre as classes de comprimento foram testadas através do teste do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ). O modelo logístico,  $Y = 1 / (1 + e^{-(a + bX)})$ , foi usado para descrever a relação entre a proporção dos estádios de maturação e o TL onde X é o TL e a e b são constantes e podem ser estimadas por procedimento não-linear baseado no número de machos e fêmeas de *M. curema* e *M. liza*. O tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ) e o tamanho no qual toda a população esta madura ( $L_{100}$ ) foi então obtido pela substituição  $Y = 0,5$  e  $Y = 1,0$ , respectivamente, na equação acima.

O índice gonadossomático ( $GSI = GW \times EW^{-1} \times 100$ ) e a frequência de distribuição dos estádios de maturação determinaram o ciclo gonadal. A condição dos peixes foi estabelecida pelo índice hepatossomático ( $HSI = LW \times EW^{-1} \times 100$ ) e o fator de condição ( $K = [EW \times TL^{-1}]^3 \times 1000$ ). O GSI, HSI e K foram testados para eventual correlação através do teste de Spearman ( $r_{sp}$ ). A análise de variância (*One-way ANOVA*) foi usada para determinar possíveis variações mensais significativas ( $P < 0,05$ ) do GSI, HSI e K. O peso eviscerado foi usado nos cálculos para se evitar a influência dos conteúdos do trato digestório e/ou o peso das gônadas nos índices. Todos os dados foram expressos como média  $\pm$  erro padrão.

A fecundidade foi estimada pelo método gravimétrico e calculada como:  $F = n \times GW/GWS$ , onde F = fecundidade; n = número de ovócitos pós-vitelogênicos da subamostra; GW = peso da gônada; GWS = peso da subamostra da gônada.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Morfologia das gônadas

As gônadas de *M. curema* são pares, cobertas por uma fina camada peritoneal e são desde filiformes até piriformes nos ovários e de filiformes a forma de fita nos testículos, dependendo do estágio de maturação. A porção cranial é mais larga, afinando em direção a porção caudal. Cada gônada possui seu ducto localizado na porção dorso-mediana. Estes ductos têm uma pequena junção que leva a um orifício comum. Através das gônadas, as artérias ocupam uma posição supra-visceral e se espalham através de ramificações laterais que se tornam evidentes durante a maturação gonadal. A gônada direita é normalmente maior que a esquerda, como reportado previamente por IBÁÑEZ AGUIRRE & GALLARDO-CABELLO (2004).

### 6.1.1 Estádios de desenvolvimento das gônadas

**Imaturo** – Ovários e testículos são pequenos, filiformes e aderidos à bexiga natatória. Ambos são transparentes sem sinal de irrigação sanguínea. Ovócitos são invisíveis.

**Desenvolvimento** – Ovários são mais redondos e largos do que o estágio anterior, ocupando quase 1/3 da cavidade abdominal, fusiformes e de coloração avermelhada. Ovócitos ainda invisíveis a olho nu. Testículos são mais largos do que no estágio anterior, com as pontas finas e em formato de fita ocupando quase 1/3 da cavidade abdominal. Coloração de creme a branco.

**Maturando** – Gônadas ocupam quase 2/3 da cavidade abdominal e as artérias são facilmente visíveis. Ovários com coloração vermelho-amarelada com aparência granular devido aos ovócitos. Testículos são brancos, desenvolvidos e em forma de fita.

**Maduro** – Gônadas ocupam quase toda a cavidade abdominal e a irrigação sanguínea é evidente. Ovários são maiores, amarelos, túrgidos e redondos. Ovócitos são distinguidos macroscopicamente como grânulos. Testículos com coloração leitosa (brilhosa), túrgidos e largos com extremidades mais largas do que nos estádios anteriores.

**Esvaziado** – Ovários com coloração arroxeadada e aparência enrugada. Testículos com coloração esbranquiçada ou transparente com fragmentos brancos e de aparência enrugada.

**Recuperando** – As paredes das gônadas são mais largas e rígidas. Gônadas com coloração creme ocupando menos de 1/3 da cavidade abdominal. A massa ovariana é firme e avermelhada. Testículos em forma de fita e coloração cremosa.

## 6.2. Observações histológicas

### 6.2.1. Ovogênese

Ovários imaturos contêm células germinativas que sofrem profundas mudanças em suas estruturas nuclear, citoplasmáticas, e de suas membranas. O desenvolvimento ovocitário foi classificado em duas fases: fase pré-vitelogênica (células germinativas jovens e ovócitos peri-nucleolares do estoque de reserva) e fase vitelogênica (ovócitos com vitelogênese lipídica, com vitelogênese lipídica e protéica e em pós-vitelogênese).

**Oogonia** (Fig. 2a) – Muito pequenas, < 10 µm de diâmetro, e com formato esférico a oval. O citoplasma é fracamente corado. O núcleo é grande e basófilo, normalmente com um único nucléolo. Estas células localizam-se na periferia da lamela ovariana, isoladas ou formando cistos e são visíveis em ovários imaturos ou recuperando.

**Peri-nucleolar (estoque de reserva; Fig. 2b)** – Esférica a poliédrica devido à pressão das células, medindo de 10 a 120 µm de diâmetro. O citoplasma é bem definido e possui forte afinidade por hematoxilina. O núcleo é mais evidente e possui vários nucléolos esféricos, basófilos, que se tornam mais numerosos e volumosos, migrando para a periferia nuclear. A camada folicular é de difícil visualização.

Oogonias e ovócitos peri-nucleoláres estão presentes nos ovários durante todo o ciclo anual.

**Vitelogênese lipídica** (Fig. 2c) – Ocorre a vacuolização do citoplasma que representa a deposição e acumulação de inclusões lipídicas. Vesículas lipídicas (gotas de óleo) aparecem no citoplasma abaixo da membrana celular, envolvendo o núcleo. Estas vesículas crescem progressivamente em número e tamanho. Há uma perda progressiva da afinidade do citoplasma por hematoxilina. O núcleo, com os nucléolos alongados e achatados próximos da membrana, se torna irregular. A camada folicular e a membrana vitelina (acidófila) são visíveis. Presente principalmente nos ovários no estágio de desenvolvimento e medem de 80 a 240  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

**Vitelogênese lipídica e protéica** (Fig. 2d) – Deposição de proteínas na forma de plaquetas acidófilas. Gotas de óleo são formadas pela fusão das inclusões lipídicas. O núcleo é similar ao do último estágio. A membrana vitelina torna-se mais espessa e as células foliculares crescem e tornam-se mais alongadas e evidentes. Presente principalmente nos ovários no estágio maturando e medem de 130 a 350  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

**Pós-vitelogênese** (Fig. 2e) – Ovócitos muito maiores, medindo de 340 to 710  $\mu\text{m}$  de diâmetro, em função do aumento acelerado do número de grânulos de vitelo acidófilo. Já não mais se percebem as vesículas lipídicas. O núcleo ainda está presente e perde sua forma esférica. A largura da membrana vitelina é maior nesse estágio. Presente nos ovários maduros.

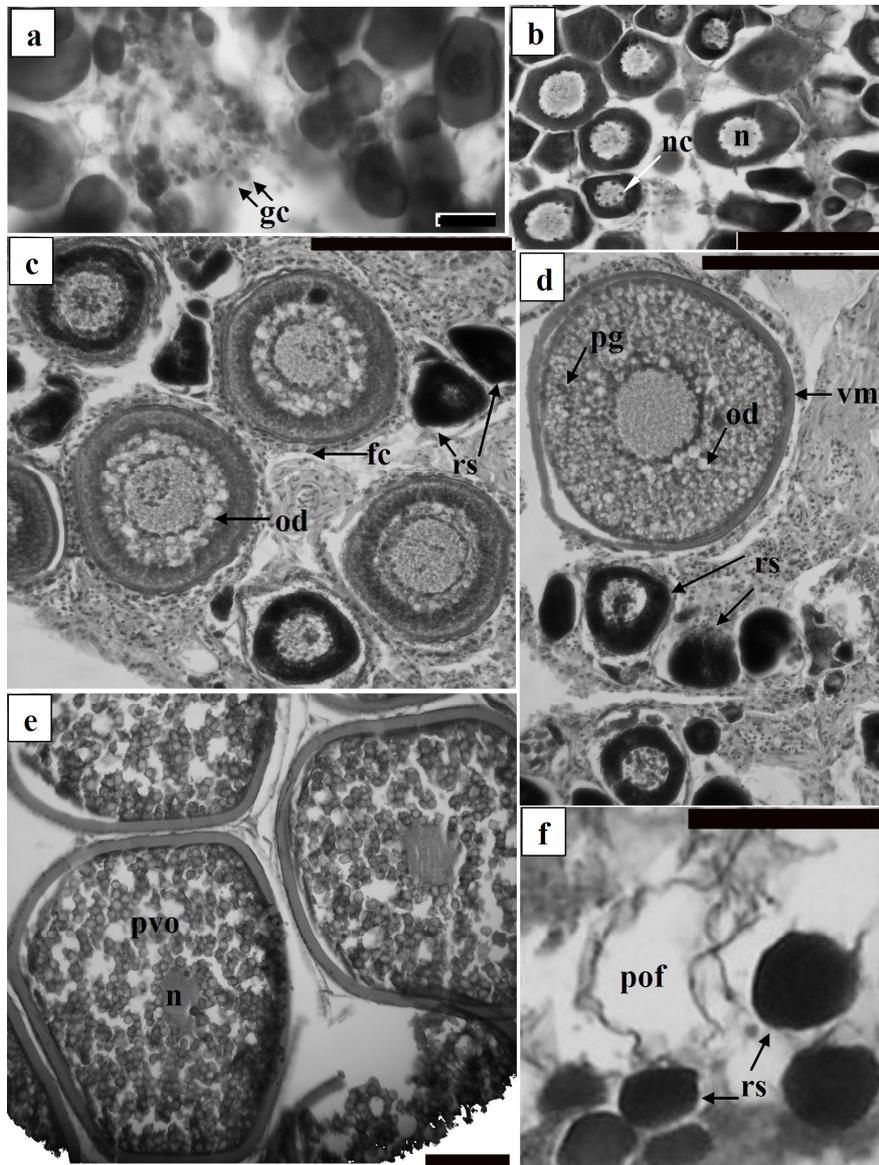
### 6.2.2. Espermatogênese

Os testículos são envoltos pela túnica albugínea, que também envolve os túbulos seminíferos (TS). Internamente dos TS, estão as células de Sertoli que cercam os cistos formados pelas células espermatogênicas, as quais são todas menores de que 10  $\mu\text{m}$  (espermatogônia, espermatócitos primário e secundário, espermatídes e espermatozóide). Funcionalmente, os testículos foram divididos em três estágios, de acordo com o tipo celular predominante: imaturo, maturando e maduro funcional.

**Imaturo** (Fig. 3a) – Destaca-se a espermatogônia, a maior célula da linhagem espermatogênica, geralmente associada com a túnica albugínea e com um núcleo volumoso contendo cromatina dispersa e muitos nucléolos. Existem dois tipos de espermatogônias: primária – citoplasma claro e um núcleo largo e proeminente; secundária – compostas por primárias porém são menores e formam cistos.

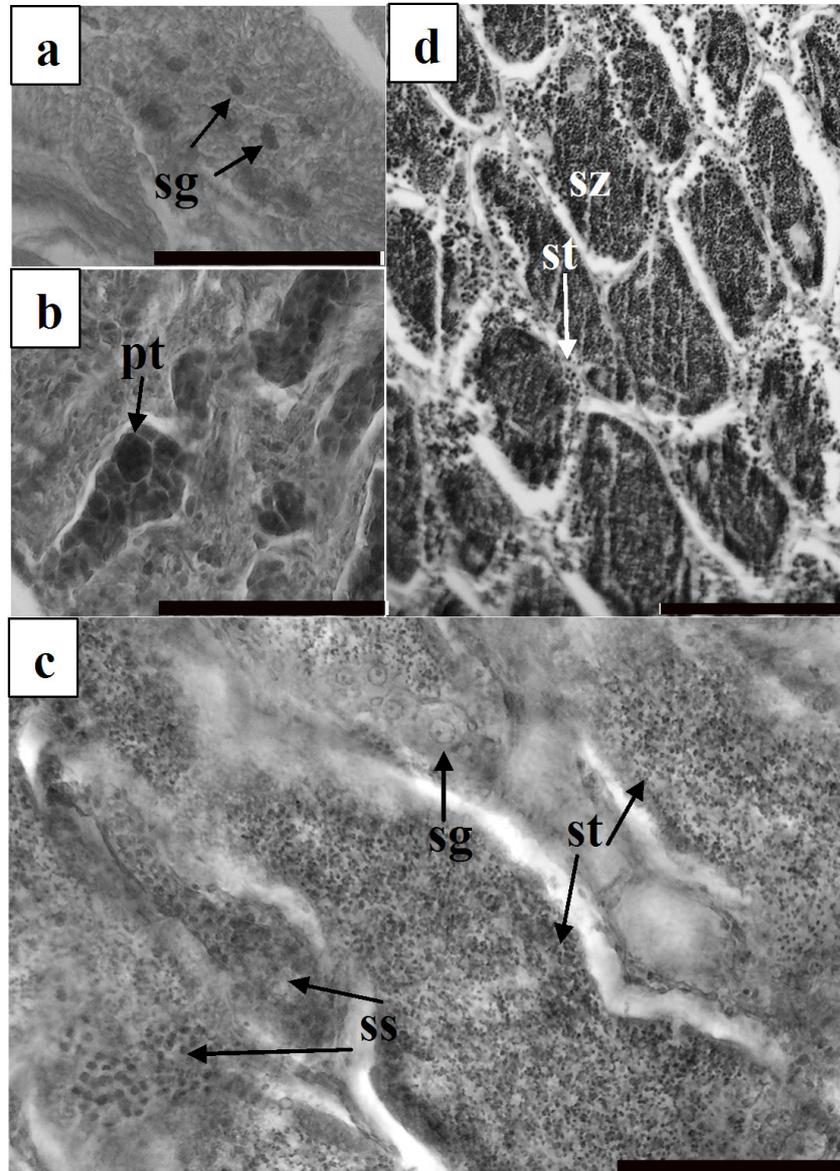
**Maturando** (Fig. 3b; 3c) – Todos os estágios de desenvolvimento celular estão presentes após divisão mitótica a partir da espermatogônia. Espermatócitos são menores que espermatogônias. Espermatócitos primários podem formar cistos por divisão mitótica, e seu núcleo é fortemente corado com hematoxilina. O citoplasma tem pouca afinidade por corantes. Espermatócitos secundários de alguma forma menores, com núcleos que se coram fracamente. Espermatídes são originadas dos espermatócitos secundários e ainda menores. Citoplasma esparso e seus núcleos possuem cromatina densa. Estas células sofrem modificações até se tornarem espermatozoides.

**Maduro funcional** (Fig. 3d) – Túbulos cheios de espermatozoides, que são as menores células da linhagem espermatogênica com núcleo esférico e denso, e estes começando a se acumular nos ductos deferentes. Espermátides são mais visíveis próximas da parede dos túbulos, entretanto, todos os tipos celulares estão presentes.



**Figura 2** – Fotografias de seções histológicas de ovários de *Mugil curema* da Baía de Sepetiba em diferentes estádios de maturação. (a) Ovário imaturo contendo células germinativas, (b) ovário em contendo ovócitos peri-nucleoláres, (c) ovário em desenvolvimento contendo ovócitos em vitelogênese lipídica, (d) ovário em maturação contendo ovócitos com vitelogênese lipídica e protéica, (e) ovário maduro contendo ovócitos pós-vitelogênicos e (f) ovário recuperando contendo folículos pós-ovulatórios e ovócitos do estoque de reserva. gc, células germinativas; pn, ovócito peri-nucleolar; fc, células foliculares; n, núcleo; nc, nucléolo; rs, ovócitos de estoque de reserva; od, gota de

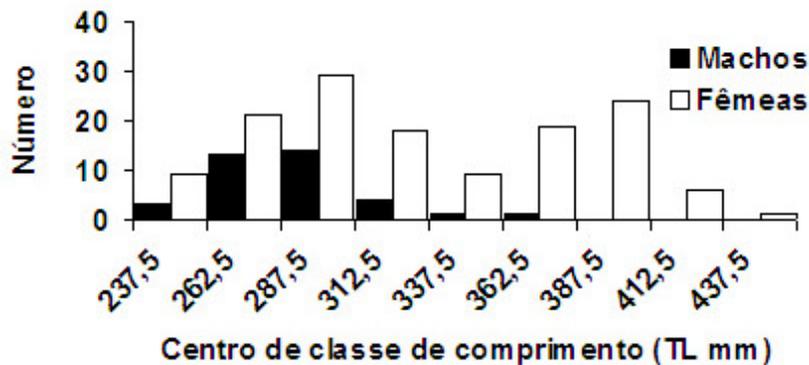
óleo; pg, grânulos protéicos; vm, membrana vitelina; pvo, ovócitos pós-vitelogênicos; pof, folículo pós-ovulatório. Escalas, (a) = 10  $\mu$ m, (b) = 25  $\mu$ m, (c, d, e, f) = 100  $\mu$ m.



**Figura 3** - Fotografias de secções histológicas de testículos de *Mugil curema* da Baía de Sepetiba em diferentes estádios de maturação. (a) Testículo imaturo contendo espermatogônias, (b) disposição de espermatócitos primários (maturação), (c) disposição de diferentes células testiculares (maturação), e (d) disposição de espermatozóides em um testículo funcionalmente maduro; espermátides também estão presentes em pequenas quantidades. sg, espermatogônia; pt, espermatócito primário; ss, espermatócito secundário; st, espermátides; e sz, espermatozóides. Escala (a, b e c) = 25  $\mu$ m e (d) = 50  $\mu$ m.

### 6.3. Estrutura da amostra

Os comprimentos variaram de 239 a 355 mm TL para machos ( $n = 36$ ) e 230 a 445 mm TL para fêmeas ( $n = 136$ ). Fêmeas maiores que 275 mm foram significativamente mais abundantes do que machos ( $1,0: 5,3; \chi^2_{\alpha=0,05} = 58,7, gl = 1$ ; Fig. 4). A proporção para toda a amostra ( $n = 172$ ) foi de 1,0 machos para 3,77 fêmeas ( $\chi^2_{\alpha=0,05} = 58,13, gl = 1$ ). O tamanho médio de primeira maturação ( $L_{50}$ ) não foi calculado devido ao baixo número de indivíduos imaturos; o equipamento de pesca captura na maioria indivíduos adultos devido ao propósito comercial.  $L_{100}$  foi de 260 e 310 mm TL para machos e fêmeas, respectivamente.

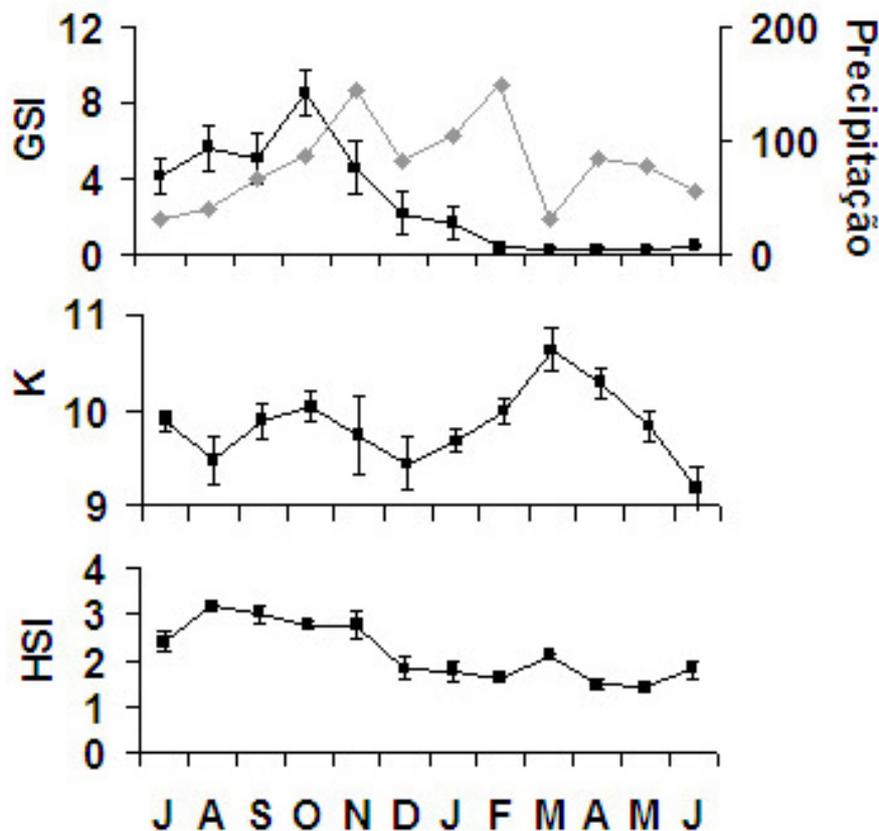


**Figura 4** – Distribuição de tamanho de machos e fêmeas de *Mugil curema* da Baía de Sepetiba.

### 6.4. Período reprodutivo

As médias do GSI das fêmeas examinadas mostraram diferenças mensais durante o período de estudo ( $F = 8,56; P < 0,01$ ; Fig. 5). Os GSI mais baixos foram registrados entre Fevereiro e Junho ( $0,38 \pm 0,06$  a  $0,52 \pm 0,05$ , respectivamente); estes valores aumentaram em Julho ( $4,13 \pm 0,92$ ) e Agosto ( $5,6 \pm 1,26$ ), sendo maior em Outubro ( $8,5 \pm 1,18$ ) com queda em Novembro ( $4,59 \pm 1,42$ ), Dezembro ( $2,22 \pm 1,09$ ) e Janeiro ( $1,67 \pm 0,89$ ).

Ovários maduros foram observados entre Agosto (37,5%) e Janeiro (7,14%). O único sinal de ovários no estágio desovado foi registrado em Novembro (12,5%). Ovários imaturos e recuperando foram observados entre Dezembro (9%) e Janeiro (21,4%) e de Novembro (25%) a Junho (50%), respectivamente. Ovários no estágio desenvolvimento foram observados ao longo de todo o período de estudo; as maiores percentagens foram observadas em Abril (77%) e Maio (100%). Ovários maturando foram observados entre Julho (31,5%) e Janeiro (7,14%), com as maiores percentagens em Setembro (25%) e Outubro (36,36%; Fig. 6).

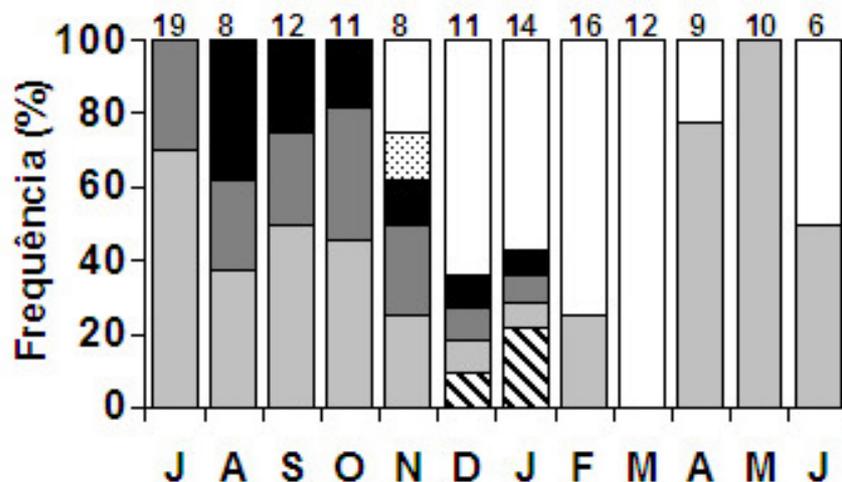


**Figura 5** – Variação temporal do índice gonadossomático (GSI), precipitação (mm), fator de condição (K) e índice hepatossomático (HSI) de fêmeas de *Mugil curema* da Baía de Sepetiba.

### 6.5. Condição dos peixes

As médias do HSI e K das fêmeas examinadas também demonstraram variações mensais altamente significativas ( $F = 11,63$ ;  $P < 0,01$ ;  $F = 3,73$ ;  $P < 0,01$ , respectivamente) (Fig. 5). De Maio ( $1,39 \pm 0,07$ ) em diante, o HSI aumentou gradativamente até registrar seu maior valor em Agosto ( $3,19 \pm 0,08$ ); a partir deste mês, o HSI diminuiu de Setembro ( $2,99 \pm 0,19$ ) a Fevereiro ( $1,61 \pm 0,08$ ).

As médias de K não demonstraram um padrão sazonal de variação, flutuando ao longo do período de estudo. Uma tendência, entretanto, foi observada: os valores foram menores entre Julho e Dezembro ( $9,88 \pm 0,1$  e  $9,43 \pm 0,27$ ); estes aumentaram até atingir o maior valor em Março ( $10,62 \pm 0,22$ ) e então diminuíram nos meses seguintes. Uma relação significativa foi detectada entre o GSI e HSI ( $r_{sp} = 0,71$ ;  $P < 0,05$ ), porém, nenhuma correlação significativa foi detectada entre o GSI e K ( $r_{sp} = -0,13$ ;  $P > 0,05$ ) ou o HSI e K ( $r_{sp} = 0,02$ ;  $P > 0,05$ ).



**Figura 6** – Variações mensais do percentual de estádios de maturação de fêmeas de *Mugil curema* da Baía de Sepetiba. Números acima das barras indicam o número das amostras. Imaturo (▨); Desenvolvimento (□); Maturando (■); Maduro (■); Esvaziado (▤); Recuperando (□).

### 6.6. Fecundidade

A fecundidade variou de  $123 \times 10^3$  a  $711 \times 10^3$  ovócitos por indivíduo. A fecundidade média de 22 adultos medindo de 245 a 445 mm TL foi  $415 \times 10^3 (\pm 32 \times 10^3)$ .

## 7. DISCUSSÃO

Os eventos de desenvolvimento observados nos tecidos ovariano e testicular de *Mugil curema* são similares àqueles descritos para a maioria dos teleósteos marinhos (GRIER, 1981; WALLACE & SELMAN, 1981; HOWELL, 1983; ANDRADE-TALMELLI et al., 1996; SANTOS et al., 2006; SOLOMON & RAMNARINE, 2007). O desenvolvimento do tecido ovariano em *M. curema* pode ser dividido em duas fases, como para outros teleósteos (WALLACE & SELMAN, 1981; FORBERG, 1982; HOWELL, 1983; ANDRADE-TALMELLI et al., 1996; SOLOMON & RAMNARINE, 2007). Durante a primeira fase, a fase pré-vitelogênica, o crescimento é comparativamente mais lento e há poucas mudanças citoplasmáticas. A segunda fase, vitelogênica, é caracterizada pelo rápido crescimento e a deposição de grandes quantidades de vitelo no ooplasma.

As análises histológicas indicaram que o parati exhibe desenvolvimento sincrônico em dois grupos. Neste processo, pelo menos duas populações (clutches) de ovócitos podem ser distinguidas no ovário ao mesmo tempo, durante o ciclo reprodutivo (WALLACE & SELMAN, 1981; VAZZOLER, 1996). Na *M. curema* da Baía de Sepetiba, dois grupos estão presentes no ovário antes da desova: ovócitos do estoque de reservas e ovócitos pós-vitelogênicos.

Ovócitos em estádios de maturação mais avançados (hidratados) e ovários desovados não foram observados histologicamente, talvez porque os espécimes foram coletados no interior da Baía de Sepetiba, um local de crescimento e alimentação para mugilídeos, como descrito por SILVA & ARAÚJO (2000). Uma vez que o parati tem uma desova em mar aberto, (JACOT, 1920; ANDERSON, 1957; DITTY & SHAW, 1996), a pequena

proporção de peixes maduros e desovados nas pescarias costeiras é provavelmente explicado pela migração dos adultos para regiões de desova em mar aberto. MOORE (1974) também reportou que durante o período reprodutivo, peixes completamente “maduros” (com ovócitos hidratados) são raramente encontrados nos estoques costeiros.

Machos de *M. curema* estão maduros ( $L_{100}$ ) com 260 mm TL, enquanto que as fêmeas têm um  $L_{100} = 310$  mm TL. Em quase todas as espécies de mugilídeos, os machos “maturam” com tamanhos menores que as fêmeas (SALEM & MOHAMMAD, 1983; GELDIAY, 1977; OKUMUŞ & BAŞÇNAR, 1997), e parece que o parati da Baía de Sepetiba não é uma exceção. As fêmeas foram em maior número em todas as classes de comprimento, porém diferenças significativas na proporção sexual só foram detectadas para tamanhos maiores que 275 mm TL. A proporção total de machos e fêmeas foi de 1,0: 3,77. Em contraste a estes resultados, machos em águas Cubanas foram em maior número em tamanhos menores que 310 mm (comprimento de furca) (ALVAREZ-LAJONCHERE, 1976). Na Florida, MEFFORD (1955) reportou uma proporção balanceada de 1,0: 1,0. Na Baía de Sepetiba, fêmeas apresentaram maiores tamanhos que machos, e após 375 mm TL, apenas fêmeas foram encontradas na área de estudo. Apesar de tudo, é aceito que mugilídeos machos são em maior número em tamanhos menores enquanto que fêmeas prevalecem em maiores tamanhos (NJOKU & EZEIBEKWE, 1996; VAZZOLER, 1996; OKUMUŞ & BAŞÇNAR, 1997; ERGENE, 2000; IBÁÑEZ AGUIRRE & GALLARDO-CABELLO, 2004; McDOUNOUGH et al., 2005).

Mudanças na proporção sexual são comuns nas espécies de peixes, com fêmeas predominando quase sempre nas classes de maiores tamanhos. Este fenômeno tem sido associado como uma seleção para se alcançar maiores fecundidades (NIKOLSKY, 1963; GROSS & SARGENT, 1985; LOWE-MCCONNELL, 1999). Este padrão também pode ser explicado por diferenças na mortalidade e nas taxas de crescimento (VAZZOLER, 1996). Segundo IBÁÑEZ AGUIRRE et al., (1999), fêmeas de *M. curema* vivem cinco anos a mais que machos em águas Venezuelanas. Adicionalmente, NIKOLSKY (1963) destacou que mudanças na proporção sexual podem ocorrer entre populações da mesma espécie e entre diferentes períodos numa dada população; o mesmo argumenta que este comportamento é geralmente uma adaptação que assegura a predominância de fêmeas quando as condições ambientais são favoráveis à produção de ovos ou quando a espécie sofre pesca intensiva. Já que *M. curema*, como outros mugilídeos, está sobre pesca intensiva crescente, é razoável hipotetizar que a sobre pesca tem um importante papel na predominância do número de fêmeas de *M. curema* nos maiores tamanhos.

Neste trabalho, um amplo período reprodutivo de aproximadamente seis meses (Agosto a Janeiro) foi encontrado, com pico em Outubro, baseado no GSI, observações macroscópicas e análises histológicas. A periodicidade reprodutiva do parati varia de acordo com sua distribuição geográfica. Em áreas temperadas, muitos trabalhos têm mostrado que *M. curema* tem um amplo período reprodutivo, variando basicamente de Abril a Agosto, com picos na primavera (JACOT, 1920; MOORE, 1974; MEFFORD, 1955; ANDERSON, 1957). IBÁÑEZ-AGUIRRE (1993) estudando a coexistência de *Mugil cephalus* L. e *M. curema* no Golfo do México estabeleceu que a desova do parati ocorre de Janeiro a Junho. Em áreas tropicais, não há concordância em relação à sazonalidade reprodutiva com o período de desova variando de acordo com as áreas de estudo. Um amplo período reprodutivo tem sido reportado de Novembro a Julho por SOLOMON & RAMNARINE (2007) em Southern Caribbean e de Março a Agosto por MAIA & VILELA DO NASCIMENTO (1980) para o Nordeste do Brasil. Por outro lado,

uma curta temporada de desova, de Junho a Setembro (ANGELL, 1973) é reportada para águas Venezuelanas. Dois períodos de desova têm sido apontados para o parati em Cuba, um de Junho a Agosto e de Novembro a Janeiro (ALVAREZ-LAJONCHERE, 1976) e outro em Junho/Julho e Setembro/Agosto (ALVAREZ-LAJONCHERE, 1980). Apesar da variação dos diferentes períodos reprodutivos em diferentes regiões geográficas, o parati desova principalmente do fim do inverno ao verão, com picos na primavera, como também encontrado na Baía de Sepetiba.

A periodicidade reprodutiva do parati pode ser relacionada à variabilidade ambiental que sinaliza condições ótimas para o crescimento e sobrevivência. Oferta de alimentos nas lagoas costeiras, delta de rios e áreas estuarinas de manguezais, temperatura, pluviosidade e fotoperíodo tem sido identificados como importantes fatores influenciando a reprodução e recrutamento de juvenis de Mugilidae (YANEZ-ARANCIBIA, 1976; BLABER & BLABER, 1980; BLABER, 1987; VIEIRA, 1991; IBÁÑEZ & GUTIÉRREZ BENÍTEZ 2004). O pico de desova encontrado na Baía de Sepetiba ocorreu um pouco antes da estação chuvosa, sugerindo que a pluviosidade afeta o período reprodutivo. SOLOMON & RAMNARINE (2007) também associaram picos de desova com a pluviosidade e/ou cheias. MACGREGOR & HOUDE (1996), observaram que estações com chuvas pesadas parecem aumentar a oferta de plâncton, devido ao grande influxo de nutrientes carreados pelos rios, favorecendo os peixes planctófagos. Mugilideos juvenis (< 60 mm TL) são planctófagos (YANEZ-ARANCIBIA, 1976; DE SILVA & WITEYARATNE, 1977); os adultos podem desovar antes da estação chuvosa a fim de aumentar a sobrevivência das larvas e juvenis na Baía de Sepetiba. Apesar desta hipótese levantada, dados concretos sobre quais condições ambientais funcionariam como gatilho para reprodução de *M. curema* na Baía de Sepetiba só seriam possíveis através de um estudo em longo prazo englobando várias variáveis ambientais.

O HSI e K têm sido usados para acessar a condição somática de peixes e para relacionar esta condição com reprodução. Muitos autores têm usado estes parâmetros, associados com GSI, a fim de acessar o período reprodutivo (ISAAC-NAHUM & VAZZOLER, 1983; IBÁÑEZ AGUIRRE & GALLARDO-CABELLO, 2004; KANAK & TACHIHARA, 2008), possivelmente porque a vitelogênese mobiliza energia hepática e a gordura corporal (KANAK AND TACHIHARA, 2008). Neste estudo, K não foi proximalmente relacionado com GSI ou HSI. Este resultado poderia sugerir que a reprodução não influencia a condição do peixe (peso muscular), a qual foi calculada com o peso eviscerado. O HSI foi associado positivamente com GSI, indicando que a massa do fígado aumenta durante a estação reprodutiva. O aumento no número e tamanho dos hepatócitos é ligado à vitelogênese, já que a provisão de vitelo dos ovócitos (no ovário) tem sua síntese (precursores) no fígado (WOOTTON, 1990). Peixes em períodos pré-reprodução (Junho e Julho) apresentaram uma alta concentração de gordura visceral – nas vísceras e aderida à bexiga natatória – (não medida neste estudo). Este fenômeno sugere que esta gordura é provavelmente mobilizada no começo do inverno para o propósito reprodutivo. KANAK & TACHIHARA (2008) reportaram que a diminuição da gordura visceral é associada à vitelogênese em fêmeas. Em conclusão, a relação entre HSI e GSI mostra que estes dois índices podem trabalhar juntos para prever o período reprodutivo de *M. curema* na Baía de Sepetiba. Adicionalmente, um Índice Lipidossomático ( $LSI = \text{Peso de gordura}/EW$ ) poderia descrever a relação entre a depleção energética e a vitelogênese melhor que o fator de condição (K).

A contagem de ovócitos variou de  $123 \times 10^3$  a  $711 \times 10^3$  para peixes de 245 mm a 445 mm no TL. Esta variação de fecundidade reflete o nível de fecundidade encontrado para o

parati em Cuba ( $6 \times 10^5$ ) (FAO, 1977), nordeste da Venezuela ( $19 \times 10^4$  a  $110 \times 10^4$ ) (MARIN E. & DODSON, 2000) e o Golfo do México ( $52 \times 10^3$  a  $346 \times 10^3$ ) (IBÁÑEZ AGUIRRE & GALLARDO-CABELLO, 2004).

A presença de apenas dois grupos de ovócitos (ovócitos do estoque de reserva e pós-vitelogênicos) ao mesmo tempo em ovários maduros sugere que o desenvolvimento ovariano desta espécie da Baía de Sepetiba é sincrônico em dois grupos e a desova é total. Este padrão não está de acordo com o encontrado por SOLOMON & RAMNARINE (2007), que reportaram que ovários maduros de *M. curema* apresentaram três “clutches” de ovócitos: ovócitos primários, ovócitos com vesículas de vitelo e ovócitos vitelogênicos ou pós-vitelogênicos, indicando desova em parcelas, com fêmeas tendo pelo menos duas desovas dentro de um mesmo período reprodutivo. Ainda, ovócitos pós-vitelogênicos de *M. curema* da Baía de Sepetiba foram maiores (340 a 710  $\mu\text{m}$ ) que aqueles do sul do Caribe, que tem de 227 a 412  $\mu\text{m}$  diâmetro, de acordo com SOLOMON & RAMNARINE (2007). Segundo WOOTTON (1989), táticas reprodutivas podem mudar entre populações devido a restrições locais (*local constrains*). Por exemplo, MAKUKHINA (1991) observou que o processo de aclimação do mugilídeos do Pacífico nas águas do Mar Negro (Azov) pode seguir com uma diminuição do tamanho dos ovócitos, devido à flutuabilidade, a qual é um fator decisivo no desenvolvimento normal do embrião.

Diferenças no desenvolvimento ovariano e no tamanho dos ovócitos de *M. curema* do Caribe (SOLOMON & RAMNARINE, 2007) e no sudoeste do Atlântico (este estudo) poderiam ser explicadas pelo fato destes indivíduos serem provenientes de duas populações completamente isoladas nestas duas áreas. NIRCHIO et al. (2005), pesquisando elementos morfológicos e citogenéticos de *M. curema*, encontraram diferenças entre amostras da Venezuela e do Brasil. Estas diferenças se mostraram não ser somente devido a variações geográficas politípicas e podem indicar que estas duas populações tenham se tornado espécies diferentes. Portanto, é razoável hipotetizar que diferenças nos aspectos reprodutivos resultam de diferentes espécies surgindo a partir de populações isoladas, mas estudos mais profundos são necessários sobre este assunto.

## 8. CONCLUSÃO

A *M. curema* exibe o desenvolvimento ovariano “sincrônico em dois grupos” e possui desova total na Baía de Sepetiba. O período de reprodução varia de Agosto a Janeiro e coincide com o período de chuvas quando pode haver maior disponibilidade alimentar, principalmente para os peixes jovens. A reprodução é associada com o aumento da massa hepática, a qual parece participar de um importante papel no processo de vitelogênese. A fecundidade média é  $415 \times 10^3$  ( $\pm 32 \times 10^3$ ) ovócitos. Proibir a pesca entre Agosto e Novembro é uma proposta para conservação do estoque pesqueiro e para o aumento da produção em pescas futuras.

### Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao Professor Dr. Armando Sales pela ajuda nas análises histológicas. Esta pesquisa foi parcialmente financiada pela CAPES.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ-LAJONCHERE, L.S. 1976. Contribución al estudio del ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes in Curvier et Valenciennes, 1836 (Pisces: Mugilidae). Cienc. Ser. 8, Invest. Mar. 28: 3-130.

- ALVAREZ-LAJONCHERE, L. 1980. Composición por especie y distribución de las post-larvas y juveniles de Lisas (Pisces, Mugilidae) en tunas de Zaza. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras* 1(2-3), 28-60.
- ALVAREZ-LAJONCHERE, L. 1982. The fecundity of mullet (Pisces, Mugilidae) from Cuban waters. *Journal of Fish Biology* 21: 607-613.
- ANDERSON, W.W. 1957. Early development, spawning, growth and occurrence of silver mullet (*Mugil curema*) along the south Atlantic coast of United States. *Fishery Bulletin* 57: 397-414.
- ANDRADE-TALMELLI, E.F. DE; ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y. & GODINHO, H.M. 1996. Características reprodutivas de tainha *Mugil platanus* (Teleostei, Peciformes, Mugilidae), da região Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo. *Revista Ceres* 43: 165-185.
- ANGELL, C. 1973. Algunos aspectos de la biología de la lisa, *Mugil curema* Valenciennes, en aguas hipersalinas del noriente de Venezuela. *Contrib. Fund. La Scalle. Cienc. Nat.* 51: 223-238.
- ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C.; SILVA, M.A.; PESSANHA, A.L.M.; GOMES, I.D. & CRUZ-FILHO, A.G. 2002. Environmental influences on the demersal fish assemblages in the Sepetiba Bay, Brazil. *Estuaries* 15: 441 - 450.
- BARBIÉRI, E.B. & KRONEMBERGER, D.M.P. 1994. Climatologia do litoral sul-sudeste do estado do Rio de Janeiro (Um subsídio à análise ambiental). *IBGE - Caderno de Geociências* 12: 57-73.
- BENETTI, D.D. & NETO, E.B.F. 1991. Preliminary results on growth of mullets (*Mugil liza* and *Mugil curema*) fed artificial diets. *World-Aquaculture* 22: 55-57.
- BLABER, S.J.M. 1987. Factor influencing recruitment and survival of mugilids in estuaries and coastal waters of Southeastern Africa. 507-518. In: DADSWELL, M.; KLAUDA, R.; SAUNDERS, C.; RULIFSON, R. & COOPER, J. (Eds.) *Common strategies of anadromous and catadromous fishes*. American Fishery Society Symposium.
- BLABER, S.J.M. & BLABER, T.G. 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology* 17: 143-162.
- DE SILVA, S.S. & WITEYARATNE, M.J.S. 1977. Studies on the biology of grey mullet, *Mugil cephalus* L. II. Food and Feeding. *Aquaculture* 12, 1-157.
- DITTY, J.G. & SHAW, R.F. 1996. Spatial and temporal distribution of larval striped mullet (*Mugil cephalus*) and white mullet (*Mugil curema*, family: Mugilidae) in the northern Gulf of Mexico, with notes on mountain mullet, *Agonostomus monticola*. *Bulletin of Marine Science* 59: 271-288.
- ERGENE, S. 2000. Reproduction characteristics of Thinlip Grey mullet, *Liza ramada* (Risso, 1826) inhabiting Akgöl-Paradeniz Lagoon (Göksu Delta). *Turkish Journal of Zoology* 24: 159-164.
- FAO 1977. Ampliación del proyecto 'Cultivo de peces marinos en las lagunas costeras de Cuba'. Cuba, Resultados y recomendaciones del proyecto. FI: DP/CUB/74/006.
- FORBERG, K.G. 1982. A histological study of development in capelin, *Mallotus villosus villosus* (Muller). *Journal of Fish Biology* 20: 143-154.
- GARCIA, A. & BUSTAMENTE, G. 1981. Resultados preliminares del desove in inducido de lisa (*Mugil curema* Valenciennes) en Cuba. *Acad. Cienc. Cuba Inf. Cient.-Téc.* 158: 7-26.
- GELDIAY, R. 1977. Ecological aspects of grey mullet living along the coast of Turkey. *E.U. Fen Fakültesi Dergisi* 2: 155-170.

- GEORIO 2008. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Obras – <http://www.rio.rj.gov.br/georio>.
- GÓMEZ, A. & CERVIGÓN, F. 1987. Perspectivas del cultivo de peces marinos en el Caribe Sur y noreste de Suramérica. *Revista Latinoamericana de Acuicultura* 34: 40-50.
- GRIER, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *American Zoologist* 21: 345-357.
- GROSS, M.R. & SARGENT, R.C. 1985. The evolution of male and female parental care in fishes. *American Zoologist* 25: 807-822.
- HOWELL, W.H. 1983. Seasonal changes in the ovaries of adult yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*. *Fishery Bulletin* 81: 341-355.
- IBAÑEZ AGUIRRE, A.L. 1993. Coexistence de *Mugil cephalus* and *M. curema* in a coastal lagoon in the Gulf of Mexico. *Marine Biology* 42: 959-961.
- IBAÑEZ AGUIRRE, A.L. & GALLARDO-CABELLO, M. 2004. Reproduction of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) from a coastal lagoon in the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 75: 37-49.
- IBAÑEZ AGUIRRE, A.L.; GALLARDO-CABELLO, M. & CARRACA, X.C. 1999. Growth analysis of striped mullet, *Mugil cephalus* and white mullet, *M. curema* (Pisces: Mugilidae), in the Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 97, 861-872.
- IBAÑEZ, A. L. & GUTIÉRREZ BENÍTEZ O. 2004. Climate variables and spawning migrations of the striped mullet and white mullet in the north-western area of the Gulf of México. *Journal of Fish Biology* 65: 822-831.
- ISAAC-NAHUM, V.J. & VAZZOLER, A.E.A.M. 1983. Biologia reprodutiva de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Teleostei, Sciaenidae), 1. Fator de condição como indicador do período de desova. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 32: 63-69.
- JACOT, A.P. 1920. Age, growth and scale characters of the mullets, *Mugil chephalus* and *Mugil curema*. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 39: 119-229.
- KANAK, M.K. & TACHIHARA K. 2008. Reproductive biology of common silver biddy *Gerres oyena* in Okinawa Island of southern Japan. *Fishery Science* 74: 265-275.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: Edusp. 534 p.
- MARIN E., J.B. & DODSON J. 2000. Age, growth and fecundity of the silver mullet, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), in coastal areas of northeastern Venezuela. *Revista de Biologia Tropical* 48: 389-398.
- MARIN E., B.J.; QUINTERO, A.; BUSSIÈRE, D. & DODSON, J.J. 2003. Reproduction and recruitment of white mullet (*Mugil curema*) to a tropical lagoon (Margarita Island, Venezuela) as revealed by otolith microstructure. *Fishery Bulletin* 101: 809-821.
- MAIA, R.C. & VILELA DO NASCIMENTO, I. 1980. Reproduction of the white mullet *Mugil curema* Valenciennes. 1863 in estuarine waters of Pernambuco, Brazil. *First Brazilian Symposium of Aquaculture* 205-212.
- MACGREGOR, J.M. & HOUDE, E.D. 1996. Onshore-Offshore pattern and variability in distribution and abundance of bay anchovy *Anchoa mitchilli* eggs and larvae in Chesapeake Bay. *Marine Ecological Progress Serie* 138: 15-25.
- MAKUKHINA, L.I. 1991. Some characteristics of early ontogenesis in the Pacific mullet, *Mugil so-iuy*, acclimatized in the northern Black Sea area. 60-73. In: N.G. Kulikova, ed. *Mullet Culture in the Azov and Black Sea Basins*. Vniro.

- McDONOUGH, C.A., ROUMILLAT, W. & WENNER, A. 2005. Sexual differentiation and gonad development in striped mullet (*Mugil cephalus* L.) from South Carolina estuaries. *Fishery Bulletin* 103: 601-619.
- MEFFORD, H.P. 1955. The silver mullet fishery in south Florida. Univ. Miami. Fla. Marine Lab. Res. Rep. 55: 1-15.
- MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil V. Teleostei (4). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo. 105p.
- MOORE, R.H. 1974. General ecology, distribution and relative abundance of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* on the South Texas Coast. *Contribution Marine Science* 18: 241-255.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press, London. 352 p.
- NIRCHIO, M.; CIPRIANO, R.; CESTARI, M. & FENOCCHIO, A. 2005. Cytogenetical and morphological features reveal significant differences among Venezuelan and Brazilian samples of *Mugil curema* (Teleostei: Mugilidae). *Neotropical Ichthyology* 3: 107-110.
- NJOKU, D.C. & EZEIBEKWE, I.O. 1996. Age composition and growth of the large-scaled mullet, *Liza grandisquamis* (Pisces: Mugilidae), Valenciennes, 1836 on the New Calabar Estuary, off the Nigerian coast. *Fisheries Research* 26: 67-73.
- OKUMUŞ, I. & BAŞÇINAR, N. 1997. Population structure, growth and reproduction of introduced Pacific mullet, *Mugil so-iuy*, in the Black Sea. *Fisheries Research* 33: 131-137.
- PESSANHA, A.L.M.; ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C. & GOMES, I.D. 2000. Variações temporais e espaciais da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, RJ. *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 251-261.
- RODRIGUEZ, C.L. & NASCIMENTO, I.V. 1980. Estúdio microscópico dos ovários de *Mugil curema* Valenciennes, Brasil. 213-219. In: I Simpósio Brasileiro de Aquicultura. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- SALEM, S.A. & MOHAMMAD, S.Z. 1983. Study on *Mugil seheli* and *Mugil capito* in Lake Timsah: II. Reproduction. *Bulletin of Institute of Oceanic Research* 8: 65-100.
- SANTOS, R.N.; ANDRADE, C.C.; SANTOS, L.N.; SANTOS, A.F.G.N. & ARAÚJO, F.G. 2006. Testicular maturation of *Oligosarcus heptetus* (Cuvier) (Actinopterygii, Characidae) in a Brazilian reservoir. *Brazilian Journal of Biology* 66: 143-150.
- SIGNORINI, S. R. 1980a. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, part I, a survey of the circulation based on experimental field data. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29(1): 41-55.
- SIGNORINI, S. R. 1980b. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, part II, an assessment to the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29(1): 57-68.
- SILVA, M.A. & ARAÚJO, F.G. 2000. Distribuição e abundância de tainhas e paratis (Osteichthyes, Mugilidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 473-480.
- SOLOMON, N.F. & RAMNARINE, I.W. 2007. Reproductive biology of white mullet, *Mugil curema* (Valenciennes) in the Southern Caribbean. *Fisheries Research* 88: 133-138.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. Biologia da Reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e Prática. EDUEM, Maringá. 169 p.

- VIEIRA, J.P. 1991. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary Lagoa dos Patos, RS, Brazil. *Copeia* 1991: 409-418.
- YÁÑEZ-ARACIBIA, L.A. 1976. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes, em áreas naturais de criação, maturación, crescimento, madurez y relaciones ecológicas. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 2: 211-243.
- WALLACE, R.A. & SELMAN, K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *American Zoologist* 21: 325–343.
- WOOTTON, R.J. (1989). Introduction: strategies and tactics in fish reproduction. 1-12. In: G.W. POTTS & WOOTTON, M.N. (Eds.) *Fish reproduction: strategies and tactics*. Academia Press, London.
- WOOTTON, R.J. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall, London. 404 p.

**CAPÍTULO II**  
**BIOLOGIA REPRODUTIVA DA TAINHA *Mugil liza* VALENCIENNES**  
**NUMA BAÍA TROPICAL BRASILEIRA**

*Reproductive biology of Mugil liza VALENCIENNES in a tropical Brazilian Bay*

Rafael J. Albieri, Francisco G. Araújo

## RESUMO

A tainha *Mugil liza* VALENCIENNES é um dos peixes costeiros mais comuns nas águas do sudeste brasileiro e é comercialmente importante tanto para pescas artesanais quanto para industriais. No presente estudo, a biologia reprodutiva de *M. liza* foi descrita como contribuição para elaboração de um programa de manejo. Um total de 243 espécimes (89 machos e 154 fêmeas) foi coletado na Baía de Sepetiba no sudeste do Brasil, de Julho de 2006 a Junho de 2007. O Índice Gonadossomático (GSI) e a sequência de desenvolvimento ovocitário observado através de estudos histológicos sugerem que o período reprodutivo ocorre entre Maio e Agosto, com pico em Julho. A presença de apenas dois estágios de desenvolvimento ovocitário em ovários antes da desova – ovócitos do estoques de reserva e um lote “clutch” de ovócitos pós-vitelogênicos – indicam que o desenvolvimento ovocitário é “sincrônico em dois grupos”, e os ovócitos são liberados em um único evento. Portanto, esta espécie caracteriza-se como tendo desova total. A população atinge maturação gonadal total ( $L_{100}$ ) com 550 mm e 570 mm de comprimento total (TL) para machos e fêmeas, respectivamente. Fêmeas atingem maiores tamanhos que machos, e a proporção sexual foi a favor das fêmeas para peixes maiores que 500 mm TL. O Índice hepatossomático (HSI) foi significativamente relacionado com o GSI, indicando que a vitelogênese mobiliza energia hepática durante a reprodução. A fecundidade média foi de 3.080.000 ovócitos, variando de  $241 \times 10^4$  a  $365 \times 10^4$ . Os resultados sugerem que o estabelecimento de um defeso entre Maio e Agosto e um tamanho mínimo de captura de 350 mm TL poderiam garantir a conservação dos estoques e a produção para pescas futuras.

Palavras chave: conservação de estoques pesqueiros; desenvolvimento ovocitário; desova; índice hepatossomático; reprodução de peixes; tainhas.

### ABSTRACT

The mullet *Mugil liza* VALENCIENNES is one of the most common shore fish in the costal waters of south-eastern Brazil, and is commercially important for both artisanal and industrial fisheries. In the present study, the reproductive biology of *M. liza* is described as a contribution to an elaborate management program. A total of 243 specimens (89 males and 154 females) were collected in the Sepetiba Bay in south-eastern Brazil from July 2006 to June 2007. The gonadosomatic index (GSI) and the sequential development of the ovaries observed through histological studies suggested that the spawning season ranged from May to August, peaking in June. The presence of only two phases of oocyte development in the ovaries prior spawning – a reserve stock and a clutch of post-vitellogenic oocytes – indicated that ovarian development is group synchronic, and that the eggs are shed in a unique event or over a short period of time. Thus, this species is characterized as a total spawner. The population reached total sexual maturity ( $L_{100}$ ) at 550 mm and 570 mm total length (TL) for males and females, respectively. Females attained a larger size than males, and the sex ratio was female-biased for fish larger than 500 mm TL. The hepatosomatic index (HSI) was significantly related to the GSI, indicating that vitellogenesis mobilizes hepatic energy during reproduction. Mean fecundity was 3,080,000 oocytes, with a range of  $241 \times 10^4$  to  $365 \times 10^4$ . The results suggest that establishing a closed fishing season from May to August and a minimum size for capture of 350 mm TL would enhance stock conservation and production for future harvest seasons.

Key words: fish reproduction; hepatosomatic index; mullets; oocyte development; spawning; stock conservation.

## 10. INTRODUÇÃO

A tainha *Mugil liza* VALENCIENNES é uma espécie pelágica costeira distribuída, no atlântico oeste, do Caribe ao Sudeste do Brasil. São considerados como semi-catadromos, com os juvenis sendo recrutados em baías e estuários após um período de desova em mar aberto. Os jovens (< 50 mm de comprimento total) são planctófagos tornando-se detritívoros bentófagos, alimentando-se sobre a superfície de algas e substrato lodoso no interior de baías e em zonas estuarinas. Estes peixes podem tolerar grandes mudanças de salinidade, típicas destes sistemas (MENEZES & FIGUEIREDO, 1985; FROESE & PAULY, 2008).

As tainhas são importante recurso econômico suportando muitas comunidades através da pesca e da aquicultura (ALVAREZ-LAJONCHERE, 1982; GÓMEZ & CERVIGÓN, 1987; PINA & CHAVES, 2005; KATSELIS et al, 2005). O Estado do Rio de Janeiro tem a maior produção de tainha do Sudeste do Brasil superando 1.000 t ano<sup>-1</sup>, que na maioria é proveniente de atividades artesanais (IBAMA, 2005). Apesar da importância como recurso pesqueiro, nenhuma política de manejo tem sido realmente aplicada no Sudeste Brasileiro. Além disto, estas políticas requerem pesquisas científicas como base para formulações de medidas, tal como o defeso, com intuito de proteger este recurso.

Na Baía de Sepetiba, uma baía tropical no sudeste do Estado do Rio de Janeiro, *M. liza* representou 99,2% do número total de mugilídeos capturados em amostras experimentais entre 1994 e 1997 (SILVA & ARAÚJO, 2000). Esta espécie tem sido pouco estudada, e poucas informações estão disponíveis sobre seu ciclo de vida (ALVAREZ-LAJONCHERE, 1979; ALVAREZ-LAJONCHERE, 1981; BENETTI & NETTO, 1991). Até o momento, não existe nenhuma observação histológica do desenvolvimento gonadal ou sobre a influência da reprodução na energia dos tecidos somáticos de *M. liza* da costa Brasileira. O objetivo deste estudo foi descrever a biologia reprodutiva de *M. liza* em uma baía costeira no Sudeste do Brasil. Focou-se no desenvolvimento gonadal e no período reprodutivo como forma de conhecimento para possível contribuição na elaboração de um programa de manejo e proteção desta espécie explorada.

## 11. MATERIAL E MÉTODOS

### 11.1 Área de estudo

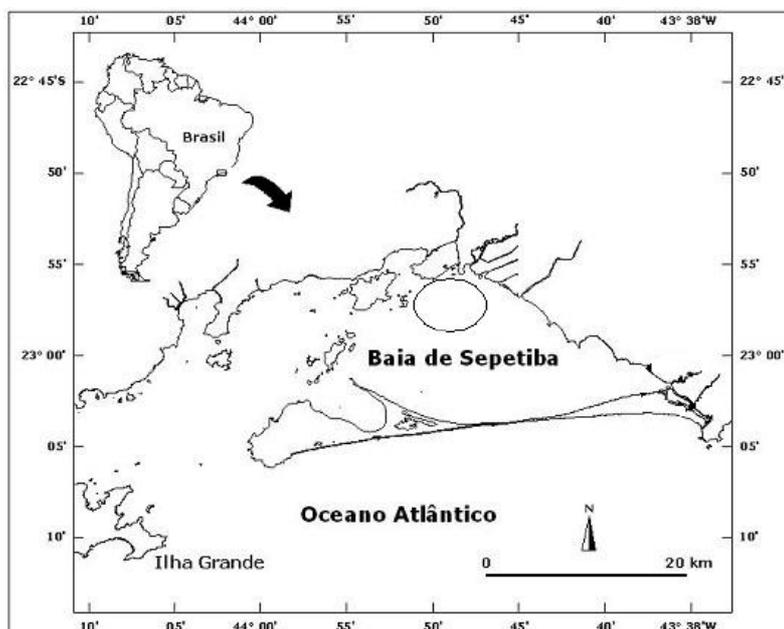
A Baía de Sepetiba está localizada no sudeste do Estado do Rio de Janeiro (22°54'-23°04'S; 43°34'-44°10'W) (Fig. 1) e possui uma área de aproximadamente 520 km<sup>2</sup>. A baía possui duas zonas distintas; uma zona mais interna, a qual é influenciada por rios e variações das marés, possuindo substrato lodoso com praias de pedras, areia e lama, podendo aparecer formações de mangues. A zona mais externa é próxima ao mar com substrato predominante de cascalho e areia; ilhas rochosas são comuns. Apesar de apresentar profundidades de 30 m na zona externa, cerca de 40% da área da baía tem menos de 5m de profundidade. A salinidade varia de 28 a 34, e a temperatura varia de 21,5 °C no inverno a 27 °C no verão (ARAÚJO et al., 2002). A amplitude de marés é de aproximadamente 1 m, e ventos do quadrante sudoeste e noroeste contribuem para trazer água oceânica para dentro da baía e retirar água do interior da baía para plataforma continental, respectivamente (SIGNORINI, 1980<sup>A, B</sup>).

O período de chuvas na região da baía é concentrado entre Dezembro e Janeiro (Verão), podendo se estender até Março. O período de seca é de Março a Setembro (Inverno). Ventos de quadrante sul e brisas marinhas descarregam sua umidade nas escarpas das montanhas que rodeiam a baía e podem aumentar as chuvas em períodos de seca

(BARBIÉRI & KRONEMBERG, 1994). Na baía de Sepetiba o principal mecanismo responsável pela geração de correntes é a maré (SIGNORINI 1980<sup>A, B</sup>). Embora as correntes marinhas na baía de Sepetiba sejam fracas, a entrada de águas oceânicas frias e densas, provenientes da baía da Ilha Grande e da área costeira adjacente ocorre pela parte oeste da baía, entre as ilhas de Itacuruçá e Jaguanum. Ao se misturarem com as águas de drenagem continental proveniente dos rios da Guarda, Itaguaí e Guandu, estas correntes se aquecem e tornam-se superficiais, contornando a baía e saindo pelo canal entre as ilhas Jaguanum e da Marambaia, onde existe uma sobreposição de correntes superficiais menos salinas e quentes que saem e profundas e frias que entram (COSTA, 1992). Muitos peixes marinhos entram e saem da baía para diversos propósitos como criação/ desenvolvimento, reprodução e alimentação. Impactos antrópicos como a agricultura, indústrias e a pesca intensiva são provenientes da periferia da cidade do Rio de Janeiro e de algumas cidades costeiras (ARAÚJO et al., 2002).

### 11.2. Programa de amostragem e análise laboratorial

Os espécimes foram coletados junto a Associação de Pescadores Artesanais da Ilha da Madeira (APAIM) de Julho/2006 a Junho/2007. A APAIM opera na zona interna da baía com pequenos barcos. As redes, do tipo “feiticeira”, possuem de 1500 m de comprimento, 3 m de altura e três panagens com diferentes malhas (45, 50 e 55 mm entre nós opostos). Os dados de pluviosidade foram coletados a partir do site <www.rio.rj.gov.br/georio> Base Meteorológica de Sepetiba.



**Figura 1** – Mapa destacando a área de amostragem (círculo) de *M. liza* na Baía de Sepetiba.

Os indivíduos foram coletados mensalmente aleatoriamente. Todos os peixes foram preservados em gelo e transportados para o laboratório. O comprimento total (TL) com precisão de 1 mm foi medido. Os pesos total (TW) e eviscerado (EW) foram tomados com

precisão de 1 g, e os pesos do fígado (LW) e da gônada (GW) foram tomados com precisão de 0,01 g. As gônadas foram preservadas em álcool 70% após 4h em solução Bouin. As gônadas maduras foram mantidas em solução de Gilson para dissociação dos ovócitos e o cálculo da fecundidade. A descrição macroscópica dos estádios de maturação gonadal foi baseada na forma, tamanho, cor, % de ocupação na cavidade celomática e irrigação sanguínea. Adicionalmente, cor, tamanho e grau de visualização dos ovócitos também foram considerados.

Para as análises histológicas, foram cortados pequenos pedaços das gônadas fixadas. Estes foram desidratados por uma série gradativa de etanol, embebidos em parafina, cortados em seções de 5 µm e corados com HE. A terminologia usada para descrição microscópica do desenvolvimento dos tecidos gonadais seguiu WEST (1990), VAZZOLER (1996) e KANAK & TACHIARA (2008) com algumas modificações. Através do exame de seções transversais de diferentes regiões das gônadas se constatou que não há diferenças regionais no curso da gametogênese.

A estrutura de tamanho de cada sexo foi acessada pela distribuição da frequência de comprimento. Possíveis diferenças na proporção sexual entre as classes de comprimento foram testadas através do teste do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ). O modelo logístico,  $Y = 1 / (1 + e^{-(a + bX)})$ , foi usado para descrever a relação entre a proporção dos estádios de maturação e o TL onde X é o TL e a e b são constantes e podem ser estimadas por procedimento não-linear baseado no número de machos e fêmeas de *M. curema* e *M. liza*. O tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ) e o tamanho no qual toda a população esta madura ( $L_{100}$ ) foi então obtido pela substituição  $Y = 0,5$  e  $Y = 1,0$ , respectivamente, na equação acima.

O índice gonadossomático ( $GSI = GW \times EW^{-1} \times 100$ ) e a frequência de distribuição dos estádios de maturação determinaram o ciclo gonadal. A condição dos peixes foi estabelecida pelo índice hepatossomático ( $HSI = LW \times EW^{-1} \times 100$ ) e o fator de condição ( $K = [EW \times TL^{-1}]^3 \times 1000$ ). O GSI, HSI e K foram testados para eventual correlação através do teste de Spearman ( $r_{sp}$ ). A análise de variância (*One-way ANOVA*) foi usada para determinar possíveis variações mensais significativas ( $P < 0,05$ ) do GSI, HSI e K. O peso eviscerado foi usado nos cálculos para se evitar a influência dos conteúdos do trato digestório e/ou o peso das gônadas nos índices. Todos os dados foram expressos como média  $\pm$  erro padrão.

A fecundidade foi estimada pelo método gravimétrico e calculada como:  $F = n \times GW \times GWS^{-1}$ , onde F = fecundidade; n = número de ovócitos pós-vitelogênicos da subamostra; GW = peso da gônada; GWS = peso da subamostra da gônada.

## 12. RESULTADOS

### 12.1. Morfologia das gônadas

As gônadas do *M. liza* são pares, cobertas por uma fina camada peritoneal e são desde filiformes ate piriformes nos ovários e de filiforme a forma de fita nos testículos, dependendo do estágio de maturação. A porção cranial é mais larga, afinando em direção a porção caudal. Cada gônada possui seu ducto localizado na porção dorso-mediano. Estes ductos têm uma pequena junção que leva a um orifício comum. Através das gônadas, as artérias ocupam uma posição supra-visceral e se espalham através de ramificações laterais que se tornam evidentes durante a maturação gonadal. A gônada direita é normalmente maior que a esquerda (Tab. 1).

### 12.2. Observações histológicas

### 12.2.1. Ovogênese

No ovário de *M. liza*, oogonias são encontradas durante todas as fases de desenvolvimento gonadal, as quais se proliferam dando origem a ovócitos que passam por diversas fases de crescimento e diferenciação maturacionais, de acordo com o ciclo reprodutivo do espécime. Estas fases envolvem mudanças nas estruturas nuclear, citoplasmática e dos envoltórios, podendo identificar o desenvolvimento dos ovócitos em duas etapas: fase pré-vitelogênica (células germinativas, ovócitos jovens e ovócitos perinucleolares do estoque de reserva) e fase vitelogênica (ovócitos com vitelogênese lipídica, com vitelogênese lipídica e protéica e em pós-vitelogênese). Podem ser simultaneamente encontrados ovócitos atrésicos em diferentes estádios de desenvolvimento (Fig. 2; Tab. 2).

### 12.2.2. Espermiogênese

Os testículos são envoltos pela túnica albuginea, que também envolve os túbulos seminíferos (TS). Internamente dos TS, estão as células de Sertoli que cercam os cistos formados pelas células espermatogênicas, as quais são todas menores que 10 µm (espermatogônia, espermatócito primário e secundário, espermátides e espermatozóide). Funcionalmente, os testículos foram divididos em quatro estágios, de acordo com o tipo celular predominante: imaturo, maturando, maduro funcional e recuperando (Fig. 3; Tab. 3).

**Tabela 1** – Descrição macroscópica das gônadas de *Mugil liza* da Baía de Sepetiba.

---

*Macroscópico - Gônadas*

---

**Imaturo** – Ovários e testículos são pequenos, filiformes e aderidos à bexiga natatória. Ambos são translúcidos sem sinal de irrigação sanguínea.

**Desenvolvimento** – Ovários são arredondados e maiores que o estágio anterior, ocupando quase 1/3 da cavidade abdominal. São fusionados e avermelhados. Testículos são maiores que no estágio anterior com extremidades finas e em forma de fita ocupando quase 1/3 da cavidade abdominal. Coloração creme.

**Maturando** – Gônadas preenchem quase 2/3 da cavidade abdominal e as artérias são facilmente visíveis. Ovários são vermelho-amarelados com aparência granular devido aos ovócitos. Testículos são brancos em forma de fita.

**Maduro** – Gônadas ocupam quase toda a cavidade abdominal e a irrigação sanguínea é evidente. Ovários são grandes, amarelos, túrgidos e arredondados. Ovócitos são facilmente distinguidos macroscopicamente (como granulares). Testículos são leitosos, túrgidos e largos.

**Esvaziado** – Ovários são roxos e enrugados. Testículos são enrugados e esbranquiçados ou transparentes, com fragmentos brancos.

**Recuperando** – A parede das gônadas é mais grossa e rígida. Gônadas são creme e ocupam menos de 1/3 da cavidade abdominal. A massa ovariana é firme e avermelhada. Testículos em forma de fita e cremes.

---

**Tabela 2** – Descrição microscópica de diferentes estádios de maturação ovocitária de *Mugil liza* da Baía de Sepetiba.

---

*Microscópico – Ovários*

---

**Células germinativas** (Fig. 2a) – Muito pequenas, < 10 µm em diâmetro, e esféricas a ovais em formato. Citoplasma é levemente corado. Possui um núcleo grande e basófilo, geralmente com um único nucléolo. Estas células são situadas na periferia das lamelas ovarianas, isoladas ou formando cistos, e são visíveis em ovários imaturos e recuperando. São presentes ao longo de todo o ciclo reprodutivo.

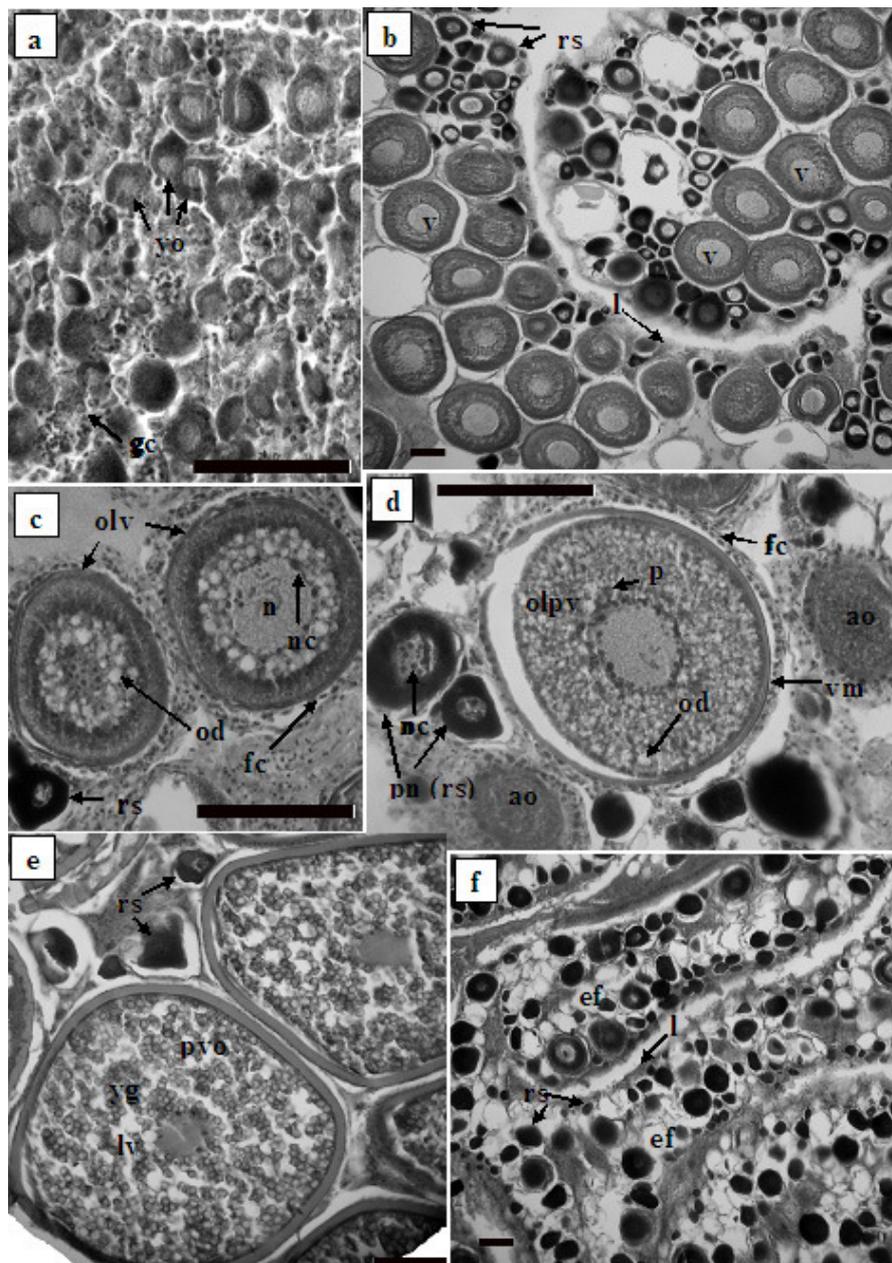
**Ovócitos peri-nucleolares (ovócitos jovens/ estoque de reserve;** Fig. 2) – Esféricas a poliédricas devido à pressão das células. Estas células variam de 10 a 130 µm em diâmetro. O citoplasma tem forte afinidade por hematoxilina. O núcleo é mais evidente, com múltiplos nucléolos que são geralmente esféricos e próximos à membrana nuclear. A camada folicular está presente porém de difícil visualização. Estes ovócitos são facilmente visíveis em ovários imaturos e recuperando, e estão presentes ao longo de todo o ciclo reprodutivo.

**Vitelogênese lipídica** (Fig. 2c) – A acumulação de inclusões lipídicas no citoplasma começou. Vesículas de vitelo (gotas de óleo) aparecem no citoplasma abaixo da membrana celular e ao redor do núcleo. As vesículas aumentaram tanto em tamanho quanto em número. Existe uma progressiva perda da afinidade do citoplasma pela hematoxilina. A camada folicular e a membrana vitelina estão visíveis. O núcleo, ainda central com os nucléolos perto da membrana, torna-se irregular. Estes ovócitos estão presentes nos ovários em desenvolvimento e variam de 90 a 250 µm em diâmetro.

**Vitelogênese lipídica e protéica** (Fig. 2d) – Grânulos de vitelo (grânulos protéicos acidófilos) estão presentes. Gotas de óleo são formadas pela fusão das inclusões lipídicas. A camada folicular e a membrana vitelina são perfeitamente visíveis. A última é corada com eosina e consiste de duas camadas: uma interna corada de rosa claro e uma externa mais escura. O núcleo é similar ao do estágio passado. Estes ovócitos são presentes em ovários maturando e variam de 180 a 400 µm em diâmetro.

**Pós-vitelogênicos** (Fig. 2e) – Ovócitos são bem maiores em diâmetro, variando de 390 a 820 µm. O núcleo ainda está presente, e a fusão dos grânulos de vitelo (proteína) e das gotas lipídicas ocorrem em vários graus; entretanto, não se observa uma massa única de vitelo completa. A largura da membrana vitelina é maior neste estágio. Presente nos ovários maduros.

---



**Figura 2** - Fotografias de secções histológicas de ovários de *Mugil liza* da Baía de Sepetiba em diferentes estádios de maturação. (a) Ovário imaturo contendo células germinativas e ovócitos jovens, (b) ovário durante o processo de vitelogênese, (c) ovário em desenvolvimento contendo ovócitos com vitelogênese lipídica, (d) ovário maturando contendo células em vitelogênese lipídica e protéica, (e) ovário maduro contendo ovócitos pós-vitelogênicos, (f) ovário em repouso contendo folículos vazios. gc, células germinativas; yo, ovócitos jovens; rs, estoque de reserva (ovócito peri-nucleolar); v, ovócito vitelogênico; l, lamela; olv, ovócito em vitelogênese lipídica; pn, ovócito peri-nucleolar; fc, células foliculares (formando a camada folicular); n, núcleo; yg, grânulo de vitelo; nc, nucléolo; pg, grânulo de proteína; vm, membrana vitelina; olpv, ovócitos em

vitelogenese lipídica e protéica; ao, ovócito atrésico; pvo, ovócito pós-vitelogênico; lv, vesículas de lipídio; ef, folículo vazio. Escalas, (a) = 50  $\mu\text{m}$ , (b, c, f) = 100  $\mu\text{m}$ , (d, f,) = 150  $\mu\text{m}$ .

**Tabela 3** – Descrição microscópica dos diferentes estádios da espermiogênese de *Mugil liza* da Baía de Sepetiba. Os estádios foram divididos funcionalmente em imaturo, maturando, maduro funcional e recuperando, de acordo com o tipo celular predominante.

---

*Microscópico – testículos*

---

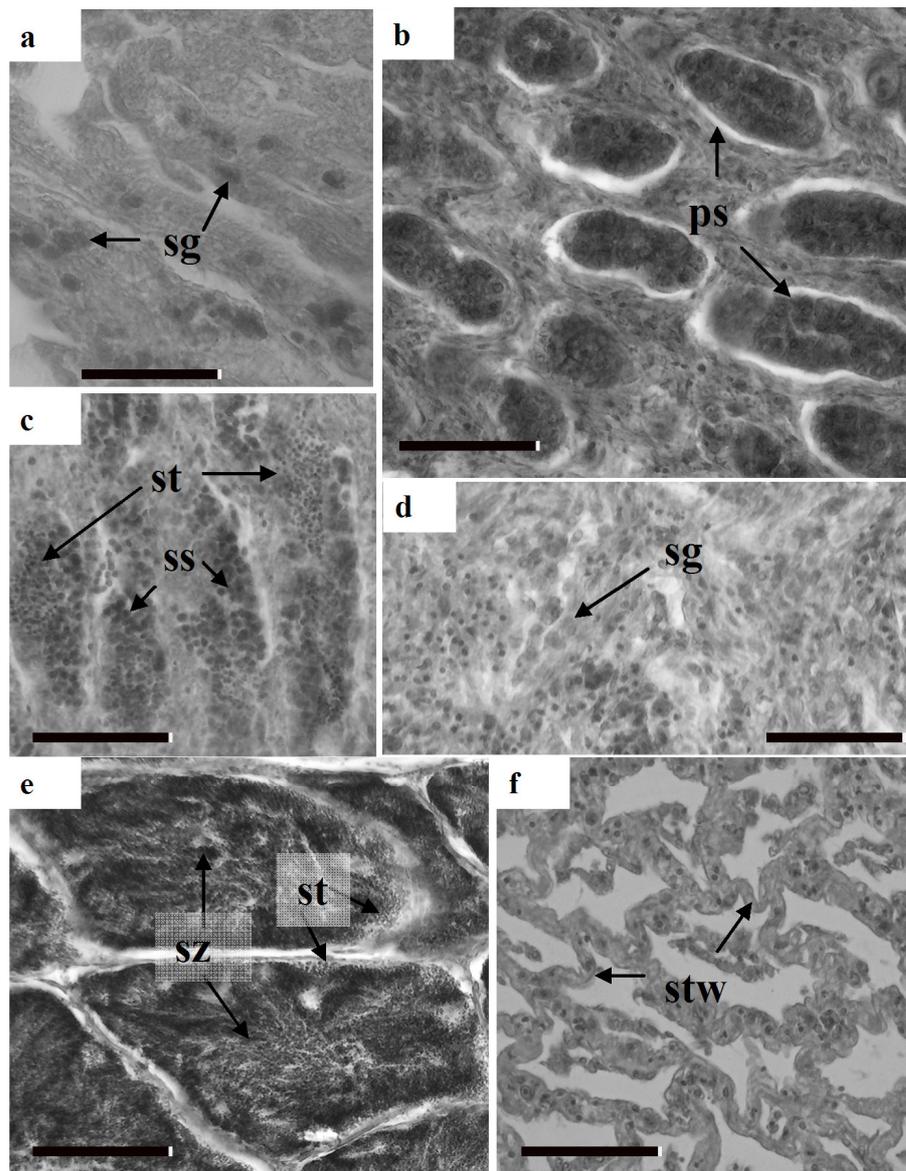
**Imaturo** (Fig. 3a) – Destaca-se a espermatogônia, a maior célula da linhagem espermatogênicas, geralmente associada com a túnica albuginea e com um núcleo volumoso contendo cromatina dispersa e muitos nucléolos.

**Maturando** (Fig. 3b; 3c; 3d) – Todos os estágios de desenvolvimento celular estão presentes após divisão mitótica a partir da espermatogônia. Espermatócitos são menores que espermatogônias. Espermatócitos primários podem formar cistos por divisão mitótica, e o núcleo é fortemente corado com hematoxilina. O citoplasma tem pouca afinidade por corantes. Espermatócitos secundários são menores, com núcleo que se cora fracamente. Espermátides são ainda menores e seu núcleo possui cromatina densa.

**Maduro funcional** (Fig. 3e) – Túbulos cheios de espermatozóides e estes começando a se acumular nos ductos deferentes. Espermátides são mais visíveis próximas da parede dos túbulos, entretanto, todos os tipos celulares estão presentes.

**Recuperando** (Fig. 3f) – Os túbulos seminíferos estão “frouxos” e vazios. Espermatogônias estão presentes, mas não há nenhum sinal claro de espermatócitos, espermátides, ou espermatozóide. As células de Sertoli podem ser vistas facilmente nas paredes dos túbulos. Este estágio aparece após o estágio esvaziado e durante o processo de recuperação os túbulos seminíferos irão se rearranjar e o testículo irá recomençar a maturação como pode se observar na figura 3d.

---



**Figura 3.** Fotografias de secções histológicas de testículos de *Mugil liza* da Baía de Sepetiba em diferentes estádios de maturação. (a) Testículo imaturo contendo espermatogônias, (b) disposição de espermatócitos primários formando cistos (maturando), (c) disposição de diferentes células testiculares (maturando), (d) testículo maturando após o estágio de recuperação, (e) disposição de espermatozóides em um testículo maduro (maduro funcional); espermátides também estão presentes em pequenas quantidades, e (f) testículo recuperando com túbulos seminíferos vazios e “frouxos”. sg, espermatogônia; ps, espermatócito primário; ss, espermatócito secundário; st, espermátides; sz, espermatozóide; e stw, paredes dos túbulos seminíferos. Escala, 25  $\mu$ m.

### 12.3. Estrutura da amostra

O tamanho de *M. liza* variou de 285 a 500 mm TL para machos ( $n = 89$ ) e 325 a 690 mm TL para fêmeas ( $n = 154$ ). O número de fêmeas maiores que 500 mm TL superou

significativamente o número de machos (classe de comprimento 500 – 550 mm TL: 1.0: 2.5;  $\chi^2_{\alpha=0.05} = 3.85$ ,  $gl = 1$ ). A proporção para toda a amostra ( $n = 243$ ) foi de 1.0 machos para 1.73 fêmeas ( $\chi^2_{\alpha=0.05} = 17.38$ ,  $gl = 1$ ) (Tab. 3). O tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ) foi de 350 mm TL para fêmeas. Para machos, o  $L_{50}$  não foi calculado devido ao pequeno número de peixes imaturos. O  $L_{100}$  foi 550 mm e 570 mm TL para machos e fêmeas, respectivamente.

**Tabela 4** – Teste do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para comparação da proporção sexual por classe de tamanho de *Mugil liza* da Baía de Sepetiba. TL= comprimento total (mm); n= número de indivíduos; Ef= frequência esperada; \* significativa a 95% de nível de confiança; ns = não significativo.

Classe (TL mm)	Machos (n)	Fêmeas (n)	Proporção sexual	Total	Ef	Significância
300-350	1	2	1,0 : 2,0	3	1,5	ns
350-400	3	7	1,0 : 2,3	10	0,5	ns
400-450	31	35	1,0 : 1,1	66	33	ns
450-500	47	64	1,0 : 1,3	111	55,5	ns
500-550	6	15	1,0 : 2,5	21	10,5	*
550-600	2	13	1,0 : 6,5	15	7,5	*
600-650	0	12	0,0 : 12,0	12	6	*
650-700	0	4	0,0 : 4,0	4	2	*
Total	89	154	1,0 : 1,7	243	121,5	*

#### 12.4. Período reprodutivo

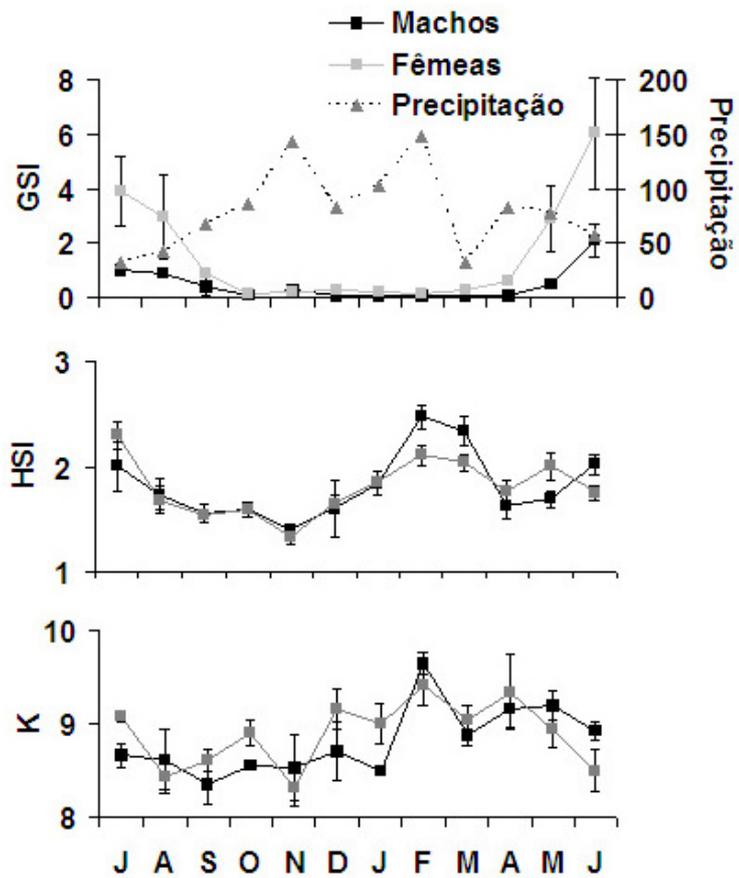
O GSI das fêmeas examinadas mostrou diferenças mensais significativas durante o período de estudo ( $F = 4,34$ ;  $p < 0,001$ ; Fig. 4). Os menores GSI foram registrados entre Outubro e Março ( $0,16 \pm 0,02$  e  $0,27 \pm 0,05$ , respectivamente); estes valores aumentaram em Abril ( $0,6 \pm 0,04$ ) e Maio ( $2,87 \pm 1,21$ ), atingindo seu maior valor em Junho ( $6 \pm 2,0$ ), decrescendo então em Julho ( $3,89 \pm 1,26$ ), Agosto ( $2,95 \pm 1,5$ ), e Setembro ( $0,9 \pm 0,03$ ). Para machos, o GSI também mostrou diferenças sazonais significativas ( $F = 4.14$ ;  $p < 0.001$ ; Fig. 4), com menores valores entre Outubro e Março ( $0,08$  e  $0,03 \pm 0,003$ , respectivamente) e os maiores valores em Junho ( $2,09 \pm 0,59$ ), Julho ( $1,0 \pm 0,01$ ), e Agosto ( $0,9 \pm 0,01$ ).

Ovários maduros foram observados entre Maio (25%) e Agosto (12%). Ovários esvaziados foram registrados entre Maio (8,8%) e Setembro (7,7%). Ovários imaturos foram observados entre Julho (25%) e Fevereiro (46,6%); ovários em desenvolvimento e ovários em recuperação foram encontrados ao longo de todo o período de estudo. Ovários maturando foram observados entre Abril (25%) e Setembro (7,7%). Testículos maduros e esvaziados não foram observados durante o estudo, porém, testículos em maturação foram registrados principalmente entre Março (18,2%) e Junho (53,8) (Fig. 5).

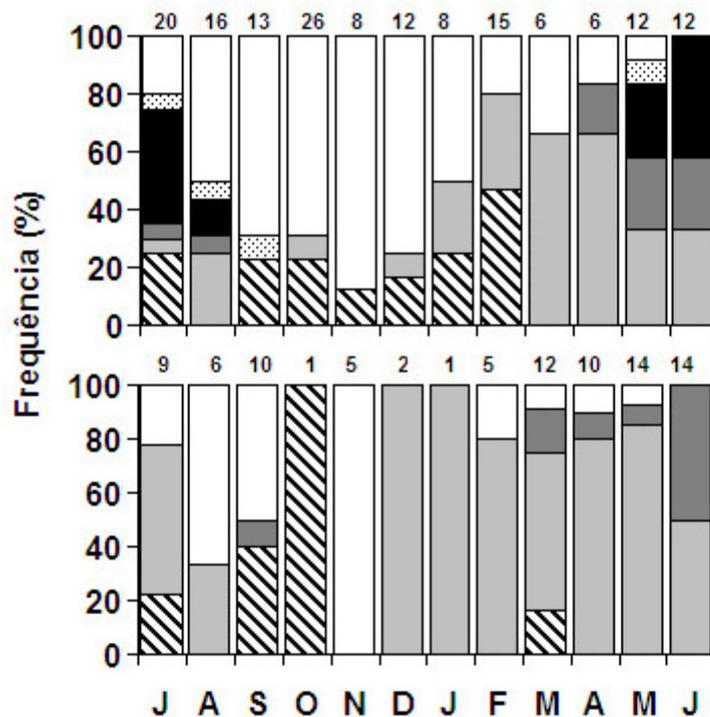
### 12.5. Condição dos peixes

O HSI e K mostraram diferenças mensais significativas durante o período de estudo para machos (HSI:  $F = 4,14$ ;  $p < 0,01$ ; K:  $F = 2,91$ ;  $p < 0,01$ ) e fêmeas (HSI:  $F = 6,54$ ;  $p < 0,01$ ; K:  $F = 3,10$ ;  $p < 0,01$ ) (Fig. 4). De Dezembro ( $1,65 \pm 0,07$ ) em diante, o HSI das fêmeas aumentou gradativamente até atingir seu pico em Junho ( $2,30 \pm 0,12$ ); o HSI então decresceu de Agosto ( $1,68 \pm 0,13$ ) a Novembro ( $1,32 \pm 0,06$ ), quando os menores valores foram encontrados. O HSI dos machos também aumentou de Dezembro em diante, e alcançou seu pico em Fevereiro ( $2,48 \pm 0,11$ ). O HSI então decresceu para  $2,00 \pm 0,09$  em Julho e caiu nos meses seguintes até os menores valores em Novembro ( $1,40 \pm 0,06$ ).

O K não mostrou um padrão de variação mensal bem definido, oscilando ao longo do período de estudo. Contudo, uma tendência foi observada: valores foram baixos entre Junho ( $8,50 \pm 0,22$ ) e Novembro ( $8,31 \pm 0,19$ ), e altos entre Dezembro ( $9,16 \pm 0,22$ ) e Maio ( $8,93 \pm 0,19$ ) para fêmeas; machos apresentaram valores baixos entre Julho ( $8,65 \pm 0,13$ ) e Janeiro ( $8,50$ ), e valores altos entre Fevereiro ( $9,65 \pm 0,11$ ) e Junho ( $8,92 \pm 0,09$ ). Uma correlação positiva significativa foi detectada entre o GSI e o HSI das fêmeas ( $r_{sp} = 0,22$ ;  $p < 0,05$ ), enquanto o GSI e HSI dos machos não foram significativamente correlacionados ( $r_{sp} = -0,04$ ;  $p > 0,05$ ). O HSI e K também foram significativamente correlacionados para machos ( $r_{sp} = 0,25$ ;  $p < 0,05$ ) e fêmeas ( $r_{sp} = 0,21$ ;  $p < 0,05$ ), mas nenhuma correlação foi encontrada entre o GSI e K para ambos machos ( $r_{sp} = -0,14$ ;  $p > 0,05$ ) e fêmeas ( $r_{sp} = 0,07$ ;  $p > 0,05$ ).



**Figura 4.** Variação temporal do índice gonadossomático (GSI), precipitação (mm), fator de condição (K), e índice hepatossomático (HSI) de machos e fêmeas de *Mugil liza* da Baía de Sepetiba.



**Figura 5** – Variações mensais no percentual dos estádios de maturação de fêmeas (acima) e machos (embaixo) de *Mugil liza* da Baía de Sepetiba. Números acima das barras indicam a amostra de peixes (n). Imaturo (▨); Desenvolvimento (■); Maturando (■); Maduro (■); Esvaziado (▤); Recuperando (□).

### 12.6. Fecundidade

A fecundidade de *M. liza* variou de  $241 \times 10^4$  a  $365 \times 10^4$  ovócitos por indivíduo. A fecundidade média de 20 adultos medindo de 590 a 680 mm TL foi  $308 \times 10^4 (\pm 104 \times 10^3)$ .

## 13. DISCUSSÃO

O desenvolvimento do tecido ovariano foi dividido em duas fases, como para outros teleósteos (WALLACE & SELMAN, 1981; FORBERG, 1982; HOWELL, 1983; ANDRADE-TALMELLI et al., 1996; SOLOMON & RAMNARINE, 2007). Durante a primeira fase – a fase pré-vitelogênica – o crescimento é comparativamente lento e há algumas mudanças citoplasmáticas. A segunda fase – a fase vitelogênica – é caracterizada pelo crescimento rápido e o depósito de grandes quantidades de vitelo no ooplasma.

Ovócitos no estagio pré-vitelogênico (células germinativas, ovócitos jovens, ou ovócitos peri-nucleoláres) não contem vitelo e constituem um “fundo de reserva” para futuras temporadas reprodutivas. O aparecimento de gotas de óleo no citoplasma (vitelogênese lipídica) é caracterizado como sendo o início da fase vitelogênica e indica que os ovócitos irão continuar seus desenvolvimentos normalmente através dos estágios remanescentes dentro da temporada reprodutiva corrente. O próximo estágio, vitelogênese lipídica e protéica, é caracterizado pelo aparecimento das “verdadeiras” vesículas de vitelo no ooplasma. O ovócito aumenta consideravelmente em tamanho e o vitelo se acumula. A vitelogênese cessa uma vez que os ovócitos alcançam seu tamanho de completo

desenvolvimento, e eventualmente sofrem maturação e ovulação após estimulação hormonal apropriada (MASUI & CLARKE, 1979).

Análises histológicas indicaram que *M. liza* exibe desenvolvimento ovocitário “sincrônico em dois grupos” uma vez que pelo menos duas populações de ovócitos podem se distinguir no ovário ao mesmo tempo durante o ciclo reprodutivo (WALLACE & SELMAN, 1981). Duas populações de ovócitos estavam presentes nos ovários de *M. liza* antes da desova: uma população bem sincrônica de ovócitos grandes (definido como “clutch”, *i.e.*, ovócitos pós-vitelogênicos) e uma população mais heterogênea de ovócitos menores de onde a “clutch” é recrutada (células germinativas, ovócitos jovens, ou ovócitos peri-nucleoláres). Os primeiros são os ovócitos a serem liberados durante o ciclo reprodutivo corrente, enquanto os últimos são ovócitos a serem liberados nos ciclos reprodutivos futuros.

Em geral, os ovários de peixes com desova parcelada têm tanto folículos pós-ovulatórios quanto ovócitos vitelogênicos, simultaneamente e conforme os ovócitos vitelogênicos se desenvolvem, gradualmente os folículos pós-ovulatórios desaparecem (HUNTER & GOLDBERG, 1980; HUNTER & MACEWICZ, 1985; MURAYAMA et al., 1994). Análises histológicas do tecido ovariano de *M. liza* não demonstraram este padrão. Ao invés disso, apenas ovócitos jovens (peri-nucleoláres) e vitelogênicos (ovários maduros) ou ovócitos jovens e folículos vazios (apos o período reprodutivo em ovários em recuperação) foram observados. Portanto, pode se concluir que *M. liza* na Baía de Sepetiba tem uma desova do tipo total.

Ovócitos em estágio de maturação mais avançada (*e.g.* hidratados) e ovários recém esvaziados não foram observados histologicamente. Isto talvez tenha sido causa dos peixes terem sido coletados no interior da Baía de Sepetiba, um local de crescimento e alimentação para mugilídeos, como descrito por SILVA & ARAÚJO (2000). Uma vez que a tainha tem desova em mar aberto, (JACOT, 1920; ANDERSON, 1957; DITTY & SHAW, 1996), a pequena proporção de peixes maduros e desovados nos estoques costeiros é provavelmente explicado pela migração dos adultos para regiões de desova em mar aberto. MOORE (1974) também reportou que durante o período reprodutivo, peixes completamente “maduros” (com ovócitos hidratados) são raramente encontrados nos estoques costeiros.

Os testículos de *Mugil liza* são classificados como espermato gonial irrestrito com cistos espermatogênicas, de acordo com a descrição de GRIER (1981). Esta classificação foi feita porque as espermatogônias ocorrem através dos lóbulos seminais e os espermatócitos consistem de um grupo de desenvolvimento sincrônico de células germinativas que são englobadas pelo processo citoplasmático das células de Sertoli.

Todos os machos de *M. liza* atingem a maturação gonadal ( $L_{100}$ ) com 550 mm TL, enquanto as fêmeas com 570 mm TL. Em quase todas as espécies de mugilídeos, machos maturam menores que fêmeas (SALEM & MOHAMMAD, 1983; GELDIAIY, 1977; OKUMUŞ & BAŞÇNAR, 1997), e parece que *M. liza* da Baía de Sepetiba não é uma exceção. Fêmeas superaram machos em todos os tamanhos, mas diferenças significativas na proporção sexual foram detectadas apenas para tamanhos maiores que 500 mm TL. A proporção de machos e fêmeas considerando-se a amostra inteira foi de 1,0 macho: 1,73 fêmeas. É aceito que a proporção sexual de mugilídeos é balanceada e/ou machos superam fêmeas em menores tamanhos, enquanto fêmeas prevalecem sobre machos em maiores tamanhos. Este fenômeno tem sido reportado para mugilídeos em outras regiões (NJOKU

& EZEIBEKWE, 1996; OKUMUŞ & BAŞÇNAR, 1997; ERGENE, 2000; IBÁÑEZ AGUIRRE & GALLARDO-CABELLO, 2004; McDOUNOUGH et al., 2005).

Mudanças na proporção sexual são comuns nas espécies de peixes, com fêmeas predominando quase sempre nas classes de maiores tamanhos. A dominância de fêmeas nas maiores classes tem sido associada com uma seleção para se alcançar maiores fecundidades (NIKOLSKY, 1963; GROSS & SARGENT, 1985; LOWE-MCCONNELL, 1999). Este padrão também pode ser explicado por diferenças na mortalidade e nas taxas de crescimento (VAZZOLER, 1996). Segundo IBÁÑEZ AGUIRRE et al. (1999), fêmeas de *Mugil curema* VALENCIENNES vivem cinco anos a mais que machos, e parece que *M. liza* tem uma dinâmica de vida similar. Entretanto, informações sobre este assunto ainda são incompleta. Adicionalmente, NIKOLSKY (1963) destacou que mudanças na proporção sexual podem ocorrer entre populações da mesma espécie e entre diferentes períodos numa dada população; o mesmo argumenta que este comportamento é geralmente uma adaptação que assegura a predominância de fêmeas quando as condições ambientais são favoráveis à produção de ovos ou quando a espécie sofre pesca intensiva. Já que *M. liza*, como outros mugilídeos, estão sobre pesca intensiva crescente, é razoável hipotetizar que a sobre pesca tem um importante papel na predominância do número de fêmeas de *M. liza* nos maiores tamanhos.

*Mugil liza* demonstrou um curto período reprodutivo de Maio a Agosto. A periodicidade da reprodução de mugilídeos pode ser relacionada à variabilidade ambiental que sinaliza condições ótimas para crescimento e sobrevivência. Estabilidade da coluna de água e oferta de alimentos nas lagoas costeiras, delta de rios e áreas estuarinas de manguezais têm sido identificados como importantes fatores influenciando a reprodução e recrutamento de juvenis de Mugilidae (YÁÑEZ-ARANCIBIA, 1976; BLABER & BLABER, 1980; BLABER, 1987; VIEIRA, 1991). *Mugil liza* desova durante a estação seca quando a estabilidade da coluna da água e das condições ambientais ocorrem na Baía de Sepetiba. Jovens do ano poderiam ter vantagem sobre as condições estáveis da água e dos recursos alimentares abundantes que estão disponíveis na maioria das áreas semi-fechadas, como baías, durante todo o ano (MACGREGOR & HOUDE, 1996). SILVA & ARAÚJO (2000) reportaram que *M. liza* recruta de Maio a Outubro na Baía de Sepetiba, e estas informações estão de acordo com o período reprodutivo observado no presente trabalho. Apesar desta hipótese levantada, dados concretos sobre quais condições ambientais funcionariam como gatilho para reprodução de *M. liza* na Baía de Sepetiba só seriam possíveis através de um estudo em longo prazo englobando várias variáveis ambientais.

O HSI e K têm sido usados para investigar a condição dos peixes e relacionar esta condição com a reprodução. Muitos autores têm usado estes parâmetros, em conjunto com o GSI, para determinar o período reprodutivo (ISAAC-NAHUM & VAZZOLER, 1983; IBÁÑEZ-AGUIRRE & GALLARDO-CABELLO, 2004; KANAK & TACHIHARA, 2008), possivelmente porque a vitelogênese mobiliza energia hepática e gordura visceral (ABASCAL et. al., 2004; KANAK & TACHIHARA, 2008). Antes da maturação, peixes marinhos geralmente acumulam grandes depósitos de lipídios, primariamente triacilgliceróis, que são subseqüentes mobilizados para respaldar o desenvolvimento gonadal e a migração reprodutiva (BELL, 1998). Os locais de maiores estoques lipídicos são os tecidos mesentéricos, músculos, fígado, e camadas de gordura sub-dérmica (ACKMAN, 1980). Em *M. liza*, o HSI foi positivamente associado com o GSI, indicando que o fígado aumenta sua massa durante o período reprodutivo. O aumento no número e tamanho dos hepatócitos é ligado a vitelogênese, já que a provisão de vitelo dos ovócitos

ocorre nos ovários, porém os precursores deste vitelo são sintetizados no fígado (WOOTTON, 1990). Adicionalmente, os menores valores do HSI foram obtidos após o final do período reprodutivo, tempo em que a fadiga física é maior e as reservas de ácidos graxos estão diminuídas. Concluindo, o HSI e GSI podem ser usados em conjunto para prever o período reprodutivo de *M. liza* na Baía de Sepetiba.

Neste estudo, o K não foi proximamente associado com o GSI. Este resultado poderia sugerir que a reprodução não influencia na condição do peixe, a qual foi calculada com o peso eviscerado. Peixes em períodos pré-reprodutivos (de Novembro a Fevereiro) apresentaram grande concentração de gordura visceral (não medida). Isto sugere que as gorduras corporais parecem ser mobilizadas no final do outono com propósito reprodutivo. KANAK & TACHIARA (2008) reportou que a diminuição da gordura visceral é associada com a vitelogênese nas fêmeas de *Gerres oyena* (Forsskål, 1775). ABASCAL et al. (2004) concluíram que reserva de gorduras lipídicas do corpo fornecem uma importante fonte energética para gametogênese em atuns. Portanto, um Índice Lipidossomático (LSI = Peso da gordura x  $EW^{-1}$ ) poderia descrever a relação entre a depleção energética e a vitelogênese melhor que K.

A fecundidade de *M. liza* é alta, variando de  $241 \times 10^4$  a  $365 \times 10^4$ , quando comparada com a co-ocorrente e co-genérica *M. curema* que apresenta fecundidade entre  $82 \times 10^3$  e  $378 \times 10^3$ . Outros mugilídeos, como *Mugil platanus* GÜNTHER (fecundidade =  $55 \times 10^4$  a  $236 \times 10^4$ ) e *Mugil cephalus* L. (fecundidade =  $213 \times 10^3$  a  $389 \times 10^4$ ), também possuem altas fecundidades (ROMAGOSA et al., 2000; McDOUNOUGH et al., 2003; IBÁÑEZ AGUIRRE & GALLARDO-CABELLO, 2004). A fecundidade pode variar como resultado de diferentes adaptações às condições do habitat. No presente estudo, altas fecundidades podem estar associadas com a desova em mar aberto e a falta de cuidado parental, típico dos mugilídeos. A alta fecundidade pode ser uma tática para proporcionar o sucesso do recrutamento de *M. liza* na Baía de Sepetiba. Estes resultados são compatíveis com os de SILVA & ARAÚJO (2000), que registraram grandes números de jovens do ano nas zonas internas da baía.

Este estudo fornece informações importantes sobre a biologia reprodutiva de *M. liza* que será de grande ajuda em estudos similares. Adicionalmente, ações coordenadas, tanto laboratoriais quanto de campo, em relação à frequência reprodutiva, fecundidade e locais de desova desta espécie são necessários para o claro entendimento da reprodução deste peixe. Baseado nos achados biológicos do presente trabalho, é razoável propor que um defeso para *M. liza*, de Maio a Agosto e o estabelecimento de um tamanho mínimo de captura de 350 mm TL poderia não somente conservar os estoques, mas também aumentar a produção em pescas futuras na Baía de Sepetiba.

#### 14. CONCLUSÃO

A *M. liza* exibe o desenvolvimento ovariano “sincrônico em dois grupos” e possui desova total na Baía de Sepetiba. O período de reprodução varia de Maio a Agosto e coincide com o período de seca quando há a estabilidade da coluna de água. A reprodução é associada com o aumento da massa hepática, a qual parece participar de um importante papel no processo de vitelogênese. A fecundidade média é alta ( $308 \times 10^4$  ovócitos) para assegurar o sucesso do recrutamento depois de uma desova em mar aberto. Proibir a pesca entre Maio e Agosto e estabelecer um tamanho mínimo de captura de 350 mm TL são propostas para conservação do estoque pesqueiro e para o aumento da produção em pescas futuras.

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer o Professor Dr. Armando Sales e a mestranda Thatiana P. Ribeiro pela ajuda com as análises histológicas. Esta pesquisa foi parcialmente custeada pela CAPES.

## 15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABASCAL F.J.; MEGINA, C. & MEDINA, A., 2004. Testicular development in migrant and spawning blue fin tuna (*Thunnus thynnus* (L.)) from the eastern Atlantic and Mediterranean. *Fishery Bulletin* 102, 407-417.
- ACKMAN, R.G. 1980. Fish lipids, part 1. In: CONNELL, J. J. (Ed.), *Advances in fish science and technology*. Fishing News Books Ltd. England, 86-103
- ANDERSON, W.W. 1957. Early development, spawning, growth and occurrence of silver mullet (*Mugil curema*) along the south Atlantic coast of United States. *Fishery Bulletin* 57, 397-414.
- ALVAREZ-LAJONCHERE, L. 1979. Algunos aspectos sobre la reproducción de *Mugil Liza* (Pisces, Mugilidae) en Tunas de Zaza, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras* 4, 25-61.
- ALVAREZ-LAJONCHERE, L. 1981. Determinación de la edad y el crecimiento de *Mugil liza*, *M. curema*, *M. hospes* y *M. trichodon* (Pisces, Mugilidae) en aguas cubanas. *Revista de Investigaciones Marinas* 2, 142-162.
- ALVAREZ-LAJONCHERE, L. 1982. The fecundity of mullet (Pisces, Mugilidae) from Cuban waters. *Journal of Fish Biology* 21, 607-613.
- ANDRADE-TALMELLI, E.F.; ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y. & GODINHO, H.M., 1996. Características reprodutivas de tainha *Mugil platanus* (Teleostei, Peciformes, Mugilidae), da região Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo. *Revista Ceres* 43, 165-185.
- ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C.; SILVA, M.A.; PESSANHA, A.L.M.; GOMES, I.D. & CRUZ-FILHO, A.G. 2002. Environmental influences on the demersal fish assemblages in the Sepetiba Bay, Brazil. *Estuaries* 15, 441 – 450.
- BARBIÉRI, E.B. & KRONEMBERGER, D.M.P. 1994. Climatologia do litoral sul-sudeste do estado do Rio de Janeiro (Um subsídio à análise ambiental). *IBGE – Caderno de Geociências* 12, 57-73.
- BELL, J. C., 1998. Current aspects of lipid nutrition in fish farming. In: BLACK K.D., PICKERING A.D. (Eds.), *Biology of farmed fish*. Sheffield Academic Press Ltd., England, 114-145.
- BENETTI, D.D. & NETO, E.B.F. 1991. Preliminary results on growth of mullets (*Mugil liza* and *Mugil curema*) fed artificial diets. *World-Aquaculture* 22, 55-57.
- BLABER, S.J.M. 1987. Factor influencing recruitment and survival of mugilids in estuaries and coastal waters of Southeastern Africa. In: DADSWELL, M.; KLAUDA, R.; SAUNDERS, C.; RULIFSON, R. & COOPER, J. (Eds). *Common strategies of anadromous and catadromous fishes*. *Am. Fish. Soc. Symp.* pp. 507-518.
- BLABER, S.J.M. & BLABER T.G., 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology* 17, 143-162.
- DITTY, J.G. & SHAW, R.F. 1996. Spatial and temporal distribution of larval striped mullet (*Mugil cephalus*) and white mullet (*Mugil curema*, family: Mugilidae) in the northern Gulf of Mexico, with notes on mountain mullet, *Agonostomus monticola*. *Bulletin Marine Science* 59, 271-288.

- ERGENE, S. 2000. Reproduction characteristics of Thinlip Grey mullet, *Liza ramada* (Risso, 1826) inhabiting Akgöl-Paradeniz Lagoon (Göксу Delta). Turkish Journal of Zoology 24, 159-164.
- FORBERG, K.G. 1982. A histological study of development in capelin, *Mallotus villosus villosus* (Muller). Journal of Fish Biology 20, 143-154.
- FROESE, R. & PAULY, D. (Eds), 2008. FishBase. Version September /2008. <<http://www.fishbase.org>>
- GELDIAY, R. 1977. Ecological aspects of grey mullet living along the coast of Turkey. E.U. Fen Fakültesi Dergisi 2, 155-170.
- GEORIO 2008. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Obras. <<http://www.rio.rj.gov.br/georio>>.
- GÓMEZ, A. & CERVIGÓN, F. 1987. Perspectivas del cultivo de peces marinos en el Caribe Sur y noreste de Suramérica. Revista Latinoamericana de Acuicultura. 34, 40-50.
- GRIER, H. J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. American Zoologist 21, 345-357.
- GROSS, M.R. & SARGENT, R.C. 1985. The evolution of male and female parental care in fishes. American Zoologist 25, 807-822.
- HOWELL, W.H., 1983. Seasonal changes in the ovaries of adult yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*. Fishery Bulletin 81, 341-355
- HUNTER, J.R. & GOLDBERG, S.R. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin 77, 641-652.
- HUNTER, J.R. & MACEWICZ, B.J. 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: LASKER, R. (Ed.), An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS 36, 79-94.
- IBAMA, 2005. Estatística da pesca 2005, Brasil: grandes regiões e unidades da federação. In: PASSO, C.; CALAF, C.E. & TEIXEIRA, M.J. (Eds.), Relatório técnico. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- IBÁÑEZ AGUIRRE, A.L. & GALLARDO-CABELLO M. 2004. Reproduction of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) from a coastal lagoon in the Gulf of Mexico. Bulletin of Marine Science 75, 37-49.
- IBÁÑEZ AGUIRRE, A.L.; GALLARDO-CABELLO, M. & CARRACA, X.C. 1999. Growth analysis of striped mullet, *Mugil cephalus* and white mullet, *M. curema* (Pisces: Mugilidae), in the Gulf of Mexico. Fishery Bulletin 97, 861-872.
- ISAAC-NAHUM, V.J. & VAZZOLER, A.E.A.M. 1983. Biologia reprodutiva de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Teleostei, Sciaenidae), 1. Fator de condição como indicador do período de desova. Boletim do Instituto Oceanográfico 32, 63-69.
- JACOT, A.P. 1920. Age, growth and scale characters of the mullets, *Mugil chephalus* and *Mugil curema*. Trans. Am. Microsc. Soc. 39, 119-229.
- KANAK, M.K. & TACHIHARA K. 2008. Reproductive biology of common silver biddy *Gerres oyena* in Okinawa Island of southern Japan. Fishery Science 74, 265-275.
- KATSELIS, G.; KOUTSIKOPOULOS, C.; ROGDAKIS, Y.; LACHANAS, T.; DIMITRIOU, E. & VIDALIS, K. 2005. A model to estimate the annual production of roes (avgotaracho) of flathead mullet (*Mugil cephalus*) based on the spawning migration of species. Fisheries Research, 75, 138-148.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Edusp. São Paulo.

- MACGREGOR, J.M. & HOUDE, E.D. 1996. Onshore-Offshore pattern and variability in distribution and abundance of bay anchovy *Anchoa mitchilli* eggs and larvae in Chesapeake Bay. Marine Ecological Progress Serie 138, 15-25.
- MASUI, Y. & CLARKE, H. J. 1979. Oocyte maturation. Interat. Rev. Cyt. 57, 185-282.
- McDONOUGH, C.A.; ROUMILLAT, W. & WENNER, C.A. 2003. Fecundity and spawning season of striped mullet (*Mugil cephalus* L.) in South Carolina estuaries. Fishery Bulletin, 101, 822–834.
- McDONOUGH, C.A.; ROUMILLAT, W. & WENNER, C.A. 2005. Sexual differentiation and gonad development in striped mullet (*Mugil cephalus* L.) from South Carolina estuaries. Fishery Bulletin, 103, 601-619.
- MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil V. Teleostei (4). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MOORE, R.H. 1974. General ecology, distribution and relative abundance of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* on the South Texas Coast. Contr. Mar. Sci. 18, 241-255.
- MURAYAMA, T.; SHIRAIISHI, M. & AOKI, I. 1994. Changes in ovarian development and plasma levels of sex steroid hormones in the wild female Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) during the spawning period. Journal of Fish Biology, 45, 235–245.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press, London.
- NJOKU, D.C. & EZEIBEKWE, I.O. 1996. Age composition and growth of the large-scaled mullet, *Liza grandisquamis* (Pisces: Mugilidae), Valenciennes, 1836 on the New Calabar Estuary, off the Nigerian coast. Fisheries Reserch 26, 67-73.
- OKUMUŞ, I. & BAŞÇNAR N. 1997. Population structure, growth and reproduction of introduced Pacific mullet, *Mugil so-iiuy*, in the Black Sea. Fisheries Research 33, 131-137.
- PESSANHA, A.L.M.; ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C. & GOMES I.D. 2000. Variações temporais e espaciais da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, RJ. Revista Brasileira de Zoologia 17, 251-261.
- PINA, J.V. & CHAVES P.T. 2005. A pesca de tainha e parati na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Acta Biologica Paranaence 34, 103-113.
- ROMAGOSA, E.; TALMELLI, E. F. A.; NARAHARA, M. Y. & GODINHO, H. M. 2000. Tipo de desova e fecundidade da *Mugil platanus* da região estuarino-lagunar de Cananéia, SP. Revista Atlântica 22, 5-12.
- SALEM, S.A. & MOHAMMAD, S.Z. 1983. Study on *Mugil seheli* and *Mugil capito* in Lake Timsah: II. Reproduction. Bulletin of Institute of Oceanic Research 8, 65-100.
- SIGNORINI, S. R. 1980a. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, part I, a survey of the circulation based on experimental field data. Boletim do Instituto Oceanográfico, 29(1): 41-55.
- SIGNORINI, S. R. 1980b. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, part II, an assessment to the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model. Boletim do Instituto Oceanográfico, 29(1): 57-68.
- SILVA M.A. & ARAÚJO, F.G. 2000. Distribuição e abundancia de tainhas e paratis (Osteichthyes, Mugilidae) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Revista Brasileira Zoologia 17, 473-480.
- SOLOMON, N.F. & RAMNARINE I.W. 2007. Reproductive biology of white mullet, *Mugil curema* (Valenciennes) in the Southern Caribbean. Fisherie Research 88, 133-138.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. Biologia da Reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e Pratica. EDUEM, Maringá. 169 p.

- VIEIRA, J.P. 1991. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary Lagoa dos Patos, RS, Brazil. *Copeia* 1991, 409-418.
- YÁNEZ-ARACIBIA, L.A. 1976. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes, em áreas naturales de crianza, maduración, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. *Anales del Instituto Ciencias del Mar y Limnología, Universidad, Nacional Autónoma de México*. 2, 211-243.
- WALLACE, R.A. & SELMAN, K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *American Zoologist* 21, 325-343.
- WEST, G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of Freshwater Research* 88, 775-786.
- WOOTTON, R.J. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall, London.

**Capítulo III**  
**DIFERENÇAS INTERESPECÍFICAS NA ESTRATÉGIA REPRODUTIVA ENTRE**  
**DUAS ESPÉCIES CO-OCORRENTES DE MUGILÍDEOS (TELEOSTEI,**  
**MUGILIDAE) EM UMA BAÍA TROPICAL.**

*Interspecific differences in reproductive strategy between two co-occurring mullets*

*(Teleostei, Mugilidae) in a tropical bay.*

Rafael J. Albieri, Francisco G. Araújo, Wagner Uehara

## RESUMO

As estratégias reprodutivas de fêmeas de *Mugil curema* VALENCIENNES e *Mugil liza* VALENCIENNES que ocorrem em uma baía tropical do Sudeste do Brasil diferiram. Os valores do índice gonadossomático e estádios macroscópicos do desenvolvimento gonadal indicaram picos reprodutivos de *M. curema* entre Agosto e Janeiro. Por outro lado, picos reprodutivos de *M. liza* ocorreram entre Maio e Agosto. A reprodução de *M. curema* ocorreu um pouco antes da estação chuvosa, enquanto *M. liza* reproduziu-se somente na estação seca. Estimativas da fecundidade total foram maiores para *M. liza* ( $308 \times 10^4 \pm 104 \times 10^3$  ovócitos) do que para *M. curema* ( $415 \times 10^3 \pm 32 \times 10^3$  ovócitos). O diâmetro dos ovócitos foi também maior para *M. liza* (0,55 a 0,82 mm) comparado com *M. curema* (0,49 a 0,71 mm). Segregação temporal na estação de desova entre *M. curema* e *M. liza* parece ser uma seleção para evitar competição interespecíficas entre a prole que recruta no interior de baías. Adicionalmente, maior fecundidade e diâmetro de ovócitos de *M. liza* poderiam aumentar as chances do sucesso reprodutivo durante a estação seca, quando pode ocorrer menor disponibilidade de alimento para os juvenis.

Palavras chave: coexistência; estratégia reprodutiva; fecundidade; reprodução de peixes; separação temporal.

### ABSTRACT

The reproductive strategies of *Mugil curema* VALENCIENNES and *Mugil liza* VALENCIENNES occurring in a tropical bay in Southeastern Brazil were found to differ. Gonadosomatic index values and macroscopic staging of gonads identified the peak spawning of *M. curema* between August and January. In contrast, peak spawning of *M. liza* were recorded mainly between May and August. Spawning of *M. curema* occurred just before the rainy season, whereas *M. liza* spawned only in dry season. Estimates of total fecundity were greater for *M. liza* ( $308 \times 10^4 \pm 104 \times 10^3$  SE) than *M. curema* ( $415 \times 10^3 \pm 32 \times 10^3$  SE). Oocytes diameter were also greater for *M. liza* (0.55 to 0.82 mm) compared to *M. curema* (0.49 to 0.71 mm). Temporal segregation in spawning season between *M. curema* and *M. liza* seems to be a selection to avoid interspecific competition between offspring that recruit in inner bay areas. Additionally, larger fecundity and oocyte size in *M. liza* could increase chance of reproductive success during dry season when may occur a comparative smaller amount of food resources to early juveniles.

Key words: coexistence; fecundity; fish reproduction; reproductive strategy; temporal segregation.

## 16. INTRODUÇÃO

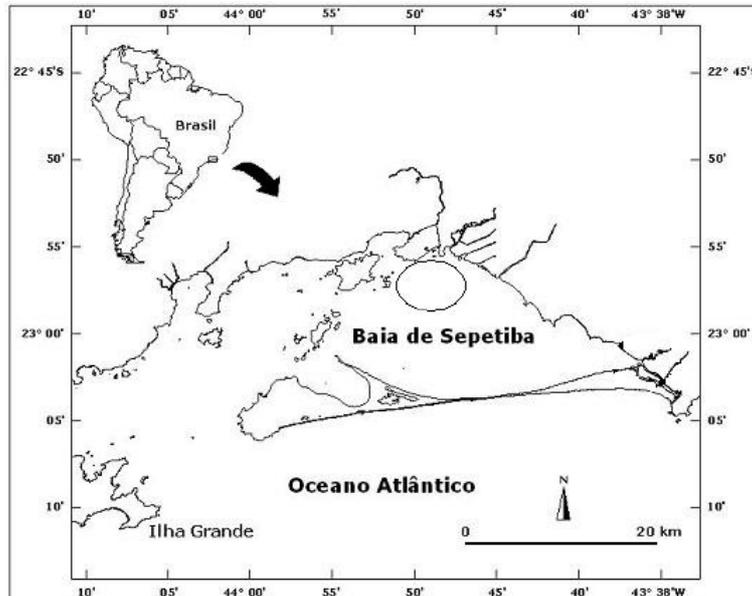
A seleção natural leva à maximização da produção de prole ao longo da vida, e mais importante, à maximização da sobrevivência da prole até a vida adulta. O principal objetivo de uma estratégia reprodutiva é maximizar reprodutivamente a prole ativa em relação à energia disponível e à expectativa de vida parental (ROFF, 1992; PIANKA, 2000). Para atingir estes objetivos, os peixes seguem diferentes estratégias e táticas (POTTS & WOOTTON, 1984). Assume-se que tanto a estratégia geral quanto as variações táticas são adaptativas (STEARNS, 1992). Espécies proximamente relacionadas devem desenvolver estratégias para evitar competição interespecífica por recursos limitados e sujeitos as restrições ambientais (WOOTTON, 1990; AMARASEKARE, 2003). Entre estas estratégias, a segregação no “timing” da reprodução permitirá a maximização do uso dos recursos disponíveis pela prole, aumentando a sobrevivência e o sucesso reprodutivo.

*Mugil liza* VALENCIENNES e *Mugil curema* VALENCIENNES são as espécies mais abundantes de Mugilidae no sudeste do Brasil e são muito importantes como recurso pesqueiro. Na Baía de Sepetiba, uma baía no Estado do Rio de Janeiro, *M. liza* e *M. curema* juntas representaram 99,7% do número total de mugilídeos capturados durante amostragens experimentais entre 1994 e 1997 (SILVA & ARAÚJO, 2000). *Mugil liza* e *M. curema* têm nicho realizado similar pela sobreposição de hábitos alimentares, desova em mar aberto e o recrutamento em áreas interiores de baías (MENEZES & FIGUEIREDO, 1985; SILVA & ARAÚJO, 2000; FROESE & PAULY, 2008). No entanto, devido às variações no comportamento reprodutivo (ex.: sazonalidade e duração da reprodução) intra e interespecíficas, existe uma variação considerável na história de vida característica dos mugilídeos, mesmo para aqueles que habitam ambientes semelhantes (BRUSLE, 1981). Portanto, hipotetizou-se que existem diferenças nos aspectos reprodutivos, como na sazonalidade reprodutiva, a fim de evitar a competição da prole, permitindo altas taxas de sobrevivência desta neste ambiente. Para testar esta hipótese, foram realizadas comparações do ciclo gonadal, fecundidade e diâmetro dos ovócitos entre estas duas espécies.

## 17. MATERIAL E METODOS

### 17.1. Área de estudo

A Baía de Sepetiba é localizada na região sudeste do Estado do Rio de Janeiro (22°54'-23°04'S; 43°34'-44°10'W) (Fig. 1) e tem área de aproximadamente 520 km<sup>2</sup>. O período chuvoso na baía ocorre principalmente entre Dezembro e Janeiro (verão), embora possa se estender até Março. O período seco vai de Maio a Setembro (inverno). Ventos de quadrante sul e brisas marinhas descarregam sua umidade nas escarpas das montanhas que rodeiam a baía e podem aumentar as chuvas em períodos de seca (BARBIÉRI & KRONEMBERG, 1994). Na baía de Sepetiba o principal mecanismo responsável pela geração de correntes é a maré (SIGNORINI 1980<sup>A, B</sup>). Embora as correntes marinhas na baía de Sepetiba sejam fracas, a entrada de águas oceânicas frias e densas, provenientes da baía da Ilha Grande e da área costeira adjacente ocorre pela parte oeste da baía, entre as ilhas de Itacuruçá e Jaguanum. Ao se misturarem com as águas de drenagem continental proveniente dos rios da Guarda, Itaguaí e Guandu, estas correntes se aquecem e tornam-se superficiais, contornando a baía e saindo pelo canal entre as ilhas Jaguanum e da Marambaia, onde existe uma sobreposição de correntes superficiais menos salinas e quentes que saem e profundas e frias que entram (COSTA, 1992).



**Figura 1.** Mapa mostrando a área de amostragem (círculo) de *Mugil liza* e *Mugil curema* na Baía de Sepetiba.

### 17.2. Programa de amostragem e análise dos dados

Os espécimes foram coletados a partir de capturas comerciais entre Julho de 2006 e Junho de 2007 na zona interna da Baía de Sepetiba. As duas redes usadas possuíam as seguintes medidas (1500 x 3 m, com três tamanhos diferentes de malhas 35, 40 e 45 mm para parati e 45, 50 e 55 mm para tainha entre nós opostos). Os dados de pluviosidade foram coletados a partir da Estação Pluviométrica da Baía de Sepetiba, disponível no site [www.rio.rj.gov.br/georio](http://www.rio.rj.gov.br/georio) (Fig. 2).

Indivíduos foram coletados aleatoriamente em cada mês. O tamanho total (TL, precisão de 0,1mm), peso total (TW, precisão de 0,1g) e eviscerado (EW, precisão de 0,1g) e o peso das gônadas (GW, precisão de 0,01g) foram medidos. Gônadas maduras foram mantidas em solução de Gilson para dissociação dos ovócitos e se estimar a fecundidade. A descrição macroscópica dos estádios de maturação gonadal foi baseada na forma, tamanho, cor, % de ocupação da cavidade celomática e irrigação sanguínea. Adicionalmente, a cor, tamanho e grau de visualização dos ovócitos também foram considerados.

O índice gonadossomático ( $GSI = GW \times 100 \times EW^{-1}$ ) e a distribuição da frequência dos estádios de maturação gonadal determinaram o ciclo reprodutivo. O peso eviscerado foi usado no cálculo do GSI para evitar a influência do peso dos conteúdos gonadais e gástricos. Todos os dados foram expressos em média  $\pm$  erro padrão.

A fecundidade total foi estimada através do método gravimétrico e calculada como:  $F = \text{número de ovócitos vitelogênicos da subamostra} \times GW \times \text{peso da subamostra da gônada}^{-1}$ . O diâmetro dos ovócitos foi medido a partir de 300 ovócitos vitelogênicos de cada ovário maduro com esteriomicroscópio e ocular micrométrica (precisão de 0,01 mm).

## 18. RESULTADOS

### 18.1. Morfologia macroscópica das gônadas

Os ovários de *M. liza* e de *M. curema* são pares, cobertas por uma fina camada peritoneal e são desde filiformes até piriformes dependendo do estágio de maturação. A

porção cranial é mais larga, afinando em direção a porção caudal. Cada gônada possui seu ducto localizado na porção dorso-mediano. Estes ductos têm uma pequena junção que leva a um orifício comum. Através das gônadas, as artérias ocupam uma posição supra-visceral e se espalham através de ramificações laterais que se tornam evidentes durante a maturação gonadal. A gônada direita é normalmente maior que a esquerda (Tab. 1).

**Tabela 1.** Descrição macroscópica dos ovários de *Mugil liza* e *Mugil curema* da Baía de Sepetiba.

---

**Descrição macroscópica dos ovários de *Mugil liza* e *Mugil curema***

---

**Imaturo** – Ovários pequenos, filiformes e aderidos à bexiga natatória. Translúcidos, sem sinal de irrigação.

**Desenvolvimento** – Ovários são fusiformes e mais largos que no estágio anterior, ocupando quase 1/3 da cavidade abdominal, e avermelhado na cor. Existe algum sinal de irrigação sanguínea.

**Maturando** – Ovários largos e quase piriformes, preenchendo aproximadamente 2/3 da cavidade abdominal. São vermelho-amarelados com uma aparência granular devido aos ovócitos. As artérias são facilmente visíveis.

**Maduro** – Ovários são grandes, piriformes, amarelos, túrgidos, arredondados e ocupam quase toda a cavidade abdominal. Ovócitos são facilmente distinguíveis macroscopicamente (como granular) e a irrigação sanguínea é evidente.

**Esvaziado** – Ovários são flácidos e enrugados, ocupando cerca da metade da cavidade abdominal. Arroxeados na cor.

**Recuperando** – A parede é grossa e rígida, e ovários são fusiformes, ocupando menos de 1/3 da cavidade abdominal. Creme na cor e a massa ovariana é firme e rosada.

---

## 18.2. Período reprodutivo

### 18.2.1. *Mugil liza*

O GSI das fêmeas examinadas mostrou diferenças mensais significativas durante o período de estudo ( $F = 4,34$ ;  $p < 0,001$ ). Os menores GSI foram registrados entre Outubro e Março ( $0,16 \pm 0,02$  e  $0,27 \pm 0,05$ , respectivamente); estes valores aumentaram em Abril ( $0,6 \pm 0,04$ ) e Maio ( $2,87 \pm 1,21$ ), atingindo seu maior valor em Junho ( $6 \pm 2,0$ ), e então decrescendo em Julho ( $3,89 \pm 1,26$ ), Agosto ( $2,95 \pm 1,5$ ), e Setembro ( $0,9 \pm 0,03$ ).

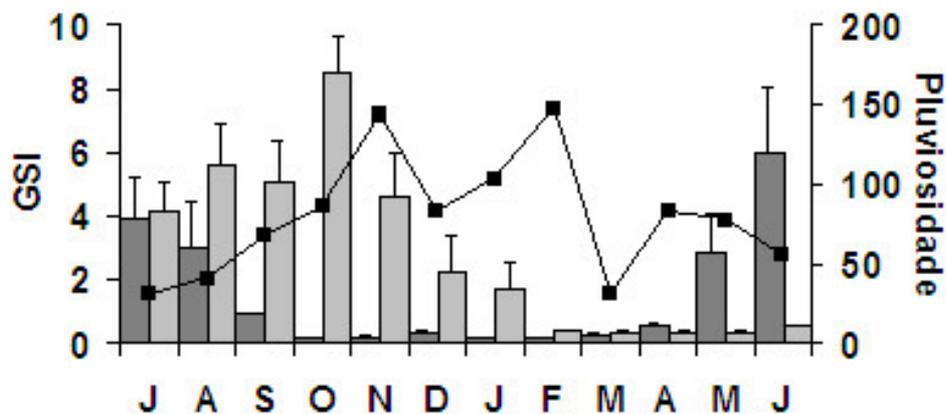
Ovários maduros foram observados entre Maio (25%) e Agosto (12%). Ovários esvaziados foram registrados entre Maio (8,8%) e Setembro (7,7%). Ovários imaturos foram observados entre Julho (25%) e Fevereiro (46,6%); ovários em desenvolvimento e ovários em recuperação foram encontrados ao longo de todo o período de estudo. Ovários maturando foram observados entre Abril (25%) e Setembro (7,7%; Fig. 3).

### 18.2.2. *Mugil curema*

As médias do GSI das fêmeas examinadas mostraram diferenças mensais durante o período de estudo ( $F = 8,56$ ;  $p < 0,01$ ; Fig. 2). Os GSI mais baixos foram registrados entre

Fevereiro e Junho ( $0,38 \pm 0,06$  a  $0,52 \pm 0,05$ , respectivamente); estes valores aumentaram em Julho ( $4,13 \pm 0,92$ ) e Agosto ( $5,6 \pm 1,26$ ), sendo maior em Outubro ( $8,5 \pm 1,18$ ) com queda em Novembro ( $4,59 \pm 1,42$ ), Dezembro ( $2,22 \pm 1,09$ ) e Janeiro ( $1,67 \pm 0,89$ ).

Ovários maduros foram observados entre Agosto (37,5%) e Janeiro (7,14%). O único sinal de ovários no estágio desovado foi registrado em Novembro (12,5%). Ovários imaturos e recuperando foram observados entre Dezembro (9%) e Janeiro (21,4%) e de Novembro (25%) a Junho (50%), respectivamente. Ovários no estágio desenvolvimento foram observados ao longo de todo o período de estudo; as maiores percentagens foram observadas em Abril (77%) e Maio (100%). Ovários maturando foram observados entre Julho (31,5%) e Janeiro (7,14%), com as maiores percentagens em Setembro (25%) e Outubro (36,36%; Fig. 3).



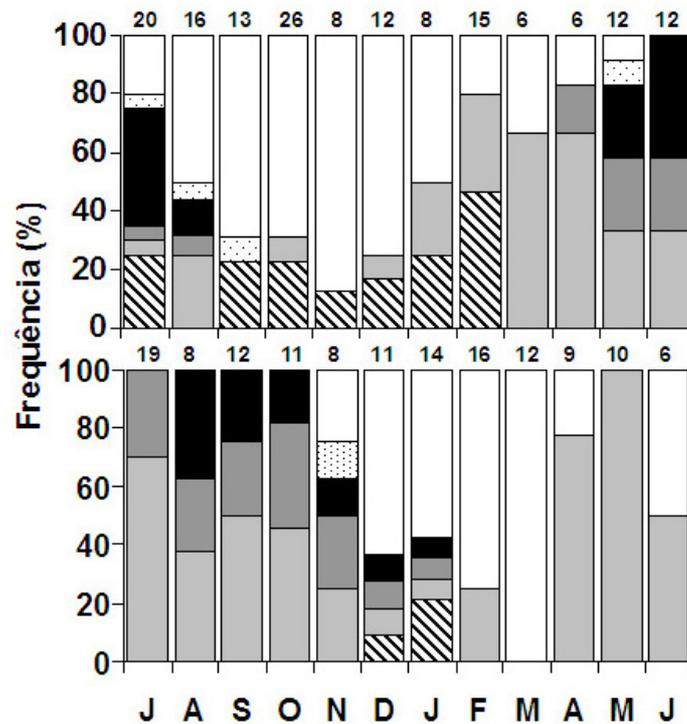
**Figura 2.** Variações mensais na pluviosidade (-■-) e no índice gonadossomático (GSI) de fêmeas de *Mugil liza* (■) e *Mugil curema* (□) da Baía de Sepetiba.

### 18.3. Fecundidade

A fecundidade de *M. liza* variou de  $241 \times 10^4$  a  $365 \times 10^4$  ovócitos por indivíduo. A fecundidade média de 20 adultos medindo de 590 a 680 mm TL foi  $308 \times 10^4$  ( $\pm 104 \times 10^3$ ) e o diâmetro dos ovócitos vitelogênicos variou de 0,55 a 0,82 mm. A fecundidade de *M. curema* variou de  $123 \times 10^3$  a  $711 \times 10^3$  ovócitos por indivíduo. A fecundidade média de 22 adultos variando de 245 a 445 mm TL foi  $415 \times 10^3$  ( $\pm 32 \times 10^3$ ) e o diâmetro dos ovócitos vitelogênicos variou de 0,49 a 0,71 mm (Tab.2).

**Tabela 2.** Distribuição das classes de tamanho (TL em mm), peso total (g) e aspectos reprodutivos de fêmeas *Mugil liza* e *Mugil curema* da Baía de Sepetiba (média  $\pm$  SE); n = número de indivíduos; no = número de ovários; amplitude do diâmetro de ovócitos em mm.

Espécies	Classe de TL	n	Peso Total	GSI	no	Fecundidade Total	Diâmetro do ovócito
<i>Mugil liza</i>	30-35	1	365	0,02	0	-	-
	35-40	7	550,71 $\pm$ 28,83	0,15 $\pm$ 0,03	0	-	-
	40-45	38	845,02 $\pm$ 14,33	0,13 $\pm$ 0,02	0	-	-
	45-50	64	1050,84 $\pm$ 13,02	0,28 $\pm$ 0,03	0	-	-
	50-55	13	1382,30 $\pm$ 47,11	1,66 $\pm$ 1,39	0	-	-
	55-60	13	2051,53 $\pm$ 89,54	4,91 $\pm$ 1,78	5	293 x 10 <sup>4</sup> $\pm$ 22 x 10 <sup>4</sup>	0,55 – 0,80
	60-65	14	2670 $\pm$ 86,28	8,33 $\pm$ 1,62	12	328 x 10 <sup>4</sup> $\pm$ 11 x 10 <sup>4</sup>	0,60 – 0,82
	65-70	4	3065 $\pm$ 109,62	7,98 $\pm$ 2,55	3	257 x 10 <sup>4</sup> $\pm$ 86 x 10 <sup>3</sup>	0,60 – 0,81
<i>Mugil curema</i>	20-25	7	402,14 $\pm$ 45,27	0,46 $\pm$ 0,07	1	124 x 10 <sup>3</sup>	0,49 – 0,68
	25-30	52	271,40 $\pm$ 11,45	0,68 $\pm$ 0,24	1	151 x 10 <sup>3</sup>	0,49 – 0,70
	30-35	27	406,44 $\pm$ 38,37	2,60 $\pm$ 0,66	2	242 x 10 <sup>3</sup> $\pm$ 54 x 10 <sup>3</sup>	0,51 – 0,70
	35-40	43	591,25 $\pm$ 27,62	5,91 $\pm$ 0,66	16	454 x 10 <sup>3</sup> $\pm$ 31 x 10 <sup>3</sup>	0,50 – 0,71
	40-45	7	431,42 $\pm$ 42,39	2,52 $\pm$ 1,07	2	562 x 10 <sup>3</sup> $\pm$ 59 x 10 <sup>3</sup>	0,51 – 0,70



**Figura 3.** Variações mensais no percentual dos estádios de maturação de fêmeas de *Mugil liza* (acima) e *Mugil curema* (a baixo) da Baía de Sepetiba. Números sobre as barras indicam o tamanho da amostra. Imaturo (▨); Desenvolvimento (□); Maturando (■); Maduro (■); Desovado (▤); Recuperando (□).

### 19. DISCUSSÃO

Uma segregação temporal no período reprodutivo foi encontrada para *M. liza* e *M. curema*, com a primeira mostrando um período reprodutivo curto de quatro meses (Maio a Agosto, com pico em Junho) e a segunda com um período mais longo de seis meses (Agosto a Janeiro, com pico em Outubro). Indicações de segregação no período de reprodução destes dois mugilídeos na zona interna da Baía de Sepetiba foram encontradas por SILVA & ARAÚJO (2000) que reportaram picos diferentes no período de recrutamento com grandes influxos de jovens do ano de *M. liza* em Agosto e de *M. curema* em Maio-Junho. ARAÚJO et al. (1997) também encontraram grandes números de juvenis de *M. liza* nas zonas internas da Baía durante o inverno, o qual coincide com o pico de desova desta espécie no inverno.

A segregação no período reprodutivo está atribuída à redução da competição entre proles por espaço e disponibilidade de recursos alimentares. De acordo com vários autores (e.g. MENEZES & FIGUEIREDO, 1985; YÁNEZ-ARACIBIA, 1976; BLABER, 2000; FROESE & PAULY, 2008) mugilídeos têm hábito alimentar e dieta similares, o que poderia conduzir a pressões para selecionar diferentes períodos (time). Diferentes espécies podem ser limitadas pelo mesmo recurso, porém podem diferir em termos de quando elas

exploram o recurso (ARMSTRONG & MCGEHEE, 1980; CHESSON, 2000) e isto poderia ser uma tática usada por estas duas espécies de *Mugil* para permitir a coexistência na Baía de Sepetiba, uma vez que estas utilizam a mesma área para recrutar neste sistema.

Separação temporal no período reprodutivo de mugilídeos tem sido reportada em outras partes do mundo. DITTY & SHAW (1996) obtiveram larvas de *M. cephalus* L. no Norte do Golfo do México entre Outubro e Março, com um pico de abundância em Novembro e Dezembro, e larvas de *M. curema* entre Abril e Setembro, com um pico de abundância em Abril e Maio e uma redução em Agosto-Setembro. IBÁÑEZ & GUTIÉRREZ BENÍTEZ (2004) concluíram que as diferenças temporais no ciclo de vida de alguns mugilídeos (*M. cephalus* e *M. curema*) permitem sua coexistência.

O período reprodutivo das duas espécies no presente trabalho representa uma diferença de três meses no pico de desova de cada espécie. Um padrão similar de diferença no período reprodutivo entre mugilídeos co-genéricos e co-ocorrentes também tem sido reportado por IBÁÑEZ AGUIRRE & GALLARDO-CABELLO (2004) para reprodução de *M. cephalus* e *M. curema* em águas do Golfo do México e por KENDALL & GRAY (2008) para *Liza argentea* (QUOY & GAIMARD) e *Myxus elongatus* GÜNTHER na região sudeste da Austrália.

A periodicidade da reprodução de mugilídeos também pode ser relacionada a sinais na variabilidade ambiental que proporcionem condições ótimas para o crescimento inicial e a sobrevivência. Nos trópicos, Mugilidae desova por um longo período englobando a estação chuvosa (BLABER, 2000). O pico reprodutivo de *M. curema* na Baía de Sepetiba ocorreu imediatamente antes do período de chuvas, sugerindo que os juvenis poderiam tomar vantagem dos benefícios da pluviosidade, tal como a disponibilidade alimentar.

MACGREGOR & HOUDE (1996), observaram que estações com chuvas pesadas parecem aumentar a oferta de plâncton, devido ao grande influxo de nutrientes carregados pelos rios, favorecendo os peixes planctófagos. Mugilídeos juvenis (< 60 mm TL) são planctófagos (YAÑEZ-ARACIBIA, 1976); por isto, os adultos podem desovar antes da estação chuvosa a fim de aumentar a sobrevivência das larvas e juvenis na Baía de Sepetiba já que disponibilidade alimentar em lagoas costeiras, estuários e deltas fluviais e áreas de manguezal foram identificadas como importantes fatores que influenciam a reprodução e o recrutamento de juvenis de Mugilidae (YAÑEZ-ARANCIBIA, 1976; BLABER & BLABER, 1980).

Por outro lado, a desova de *M. liza* ocorre na estação seca durante o inverno, quando a estabilidade da coluna da água e das condições ambientais é alcançada na Baía de Sepetiba (ARAÚJO et al., 2002). Estes dois fatores também têm sido reportados como influenciando a reprodução e o recrutamento de mugilídeos (BLABER, 1987; VIEIRA, 1991). Embora a disponibilidade alimentar seja maior durante a estação chuvosa, *M. liza* desenvolveu duas táticas para superar estas restrições ambientais: a alta fecundidade ( $3.080.000 \pm 104 \times 10^3$  ovócitos para *M. liza*;  $415.000 \pm 32 \times 10^3$  ovócitos para *M. curema*) e ovócitos maiores (medindo de 0,55 a 0,82 mm em diâmetro para *M. liza*; medindo de 0,49 a 0,71 mm em diâmetro para *M. curema*).

A fecundidade pode variar como resultado de diferentes adaptações aos habitats ambientais (WITTHAMES et al., 1995) e é relacionada às condições alimentares na quais larvas recém eclodidas se encontram. Larvas maiores (ovos maiores) estarão em vantagem quando o plâncton é esparsa (WOOTTON, 1990). Em conclusão, embora *M. curema* tenha um período reprodutivo longo e melhores condições para recrutamento, *M. liza* desenvolveu alta fecundidade e ovócitos maiores com maiores quantidades de vitelo,

fazendo com que as larvas sejam mais aptas a sobreviverem e recrutarem, mesmo em um ambiente menos favorável. Além disso, a diferenciação no “timing” reprodutivo evita competição no recrutamento entre juvenis destas duas espécies.

*Mugil curema* é uma espécie largamente distribuídas e mais adaptada ao clima tropical, a qual coexiste no Atlântico Ocidental com *Mugil cephalus* principalmente no Caribe (IBANEZ AGUIRRE & GALLARDO-CABELLO, 2004; IBAÑEZ & GUTIÉRREZ BENÍTEZ, 2004), com *M. liza* no Nordeste e Sudeste da costa Brasileira (SILVA & ARAÚJO, 2000), e com *Mugil platanus* GÜNTHER na região Sul do Brasil (VIEIRA, 1991). Todas estas espécies (*M. cephalus*, *M. liza* e *M. platanus*) desovam no Inverno e têm maiores fecundidades, maiores ovócitos e alcançam maiores tamanhos quando comparadas com *M. curema*, que desova principalmente na Primavera (IBAÑEZ & GUTIÉRREZ BENÍTEZ, 2004). Portanto, é razoável supor que estas espécies desenvolveram estratégias similares para coexistirem com *M. curema*, a qual parece usar condições mais favoráveis para reproduzir enquanto as outras espécies tendem a desenvolver estratégias alternativas para coexistirem.

Apesar das hipóteses levantadas sobre a influência da pluviosidade na época reprodutiva do parati e da tainha, condições ambientais que funcionam como gatilho para reprodução de peixes só poderiam ser determinadas concretamente através de estudos em longo prazo associados às investigações de várias variáveis ambientais – pluviosidade, marés, temperatura, ventos, fotoperíodo – como feito por IBAÑEZ & GUTIÉRREZ BENÍTEZ (2004), no Golfo do México.

## 20. CONCLUSAO

A hipótese testada foi aceita, existem diferenças nos aspectos reprodutivos entre *M. liza* e *M. curema*, como no período reprodutivo, a fim de evitar a competição entre a prole destas espécies, permitindo altas taxas de sobrevivência destas na Baía de Sepetiba. *Mugil liza* se reproduz de Maio a Agosto enquanto *M. curema*, de Agosto a Janeiro, existindo uma diferença de três meses no pico de reprodução destas duas espécies. *Mugil liza* apresentou fecundidades e diâmetros de ovócitos vitelogênicos maiores que de *M. curema*, táticas que poderiam aumentar as chances do sucesso reprodutivo durante a estação seca, quando pode ocorrer menor disponibilidade de alimento para os juvenis.

### Agradecimentos

Agradecemos a Iracema David Gomes por ajudas laboratoriais. Ao Paulo “Pou” Cesar da Silva e Adeilton do Nascimento pela ajuda no campo. Esta pesquisa foi parcialmente financiada pela CAPES.

## 21. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARASEKARE, P. 2003. Competitive coexistence in spatially structured environments: a synthesis. *Ecological Letters* 6: 1109-1122.
- ARAÚJO, F.G.; CRUZ-FILHO, A.G.; AZEVEDO, M.C.C.; SANTOS, A.C.A. & FERNANDES, L.A.M. 1997. Estrutura da comunidade de peixes jovens da margem continental da Baía de Sepetiba, RJ. *Acta Biologica Leopoldinense* 19: 61-83.
- ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C.; SILVA, M.A.; PESSANHA, A.L.M.; GOMES, I.D. & CRUZ-FILHO, A.G.. 2002. Environmental influences on the demersal fish assemblages in the Sepetiba Bay, Brazil. *Estuaries* 15: 441-450.

- ARMSTRONG, R.A. & MCGEHEE, R. 1980. Competitive exclusion. *American Naturalist* 115: 151-170.
- BARBIÉRI, E.B. & KRONEMBERGER, D.M.P. 1994. Climatologia do litoral sul-sudeste do estado do Rio de Janeiro (Um subsídio à análise ambiental). IBGE – Caderno de Geociências 12: 57-73.
- BLABER, S.J.M. 2000. Tropical estuarine fishes. ecology, exploitation and conservation. Oxford: Blackwell Science.
- BLABER, S.J.M. 1987. Factor influencing recruitment and survival of mugilids in estuaries and coastal waters of Southeastern Africa. In: DADSWELL, M.; KLAUDA, R.; SAUNDERS, C.; RULIFSON, R. & COOPER, J. (Eds.). Common strategies of anadromous and catadromous fishes 507-518.
- BLABER, S.J.M., & BLABER, T.G. 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology* 17: 143-162.
- BRUSLE, J. 1981. Sexuality and biology of reproduction of grey mullets. In: O.H. OREN (Ed.). Aquaculture of grey mullets, 99-154p.
- CHESSON, P. 2000. General theory of competitive coexistence in spatially-varying environments. *Theoretical Population Biology* 58: 211-237.
- DITTY, J.G. & SHAW, R.F. 1996. Spatial and temporal distribution of larval striped mullet (*Mugil cephalus*) and white mullet (*Mugil curema*, family: Mugilidae) in the northern Gulf of Mexico, with notes on mountain mullet, *Agonostomus monticola*. *Bulletin of Marine Science* 59: 271-288.
- FROESE, R. & PAULY, D. (Eds.). 2008. FishBase. World Wide Web electronic publication. <[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)>, version (07/2008).
- GEORIO. 2008. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Obras. World Wide Web electronic publication <<http://www.rio.rj.gov.br/georio>>. Version (07/2008).
- IBAÑEZ AGUIRRE, A.L. & GALLARDO-CABELLO, M. 2004. Reproduction of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) from a coastal lagoon in the Gulf of Mexico. *Bulletin Marine Science* 75: 37-49.
- IBAÑEZ, A. L. & GUTIÉRREZ BENÍTEZ O. 2004. Climate variables and spawning migrations of the striped mullet and white mullet in the north-western area of the Gulf of México. *Journal of Fish Biology* 65: 822–831.
- KENDALL, W.B. & GRAY, C.A. 2008. Reproductive biology of two co-occurring mugilids, *Liza argentea* and *Myxus elongatus*, in south-eastern Australia. *Journal of Fish Biology* 73: 963-979.
- MACGREGOR, J.M. & HOUDE, E.D. 1996. Onshore-Offshore pattern and variability in distribution and abundance of bay anchovy *Anchoa mitchilli* eggs and larvae in Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 138: 15-25.
- MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil V. Teleostei (4). São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.
- PESSANHA, A.L.M.; ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C. & GOMES, I.D. 2000. Variações temporais e espaciais da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, RJ. *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 251-261.
- PIANKA, E.R. 2000. Evolutionary ecology. (6<sup>th</sup> edition). San Francisco: Benjamin-Cummings, Addison- Wesley-Longman.
- POTTS, G.W. & WOOTTON, R.J. (Eds.). 1984. Fish reproduction: Strategies and Tactics. London: Academic Press.

- ROFF, D.A. 1992. The evolution of life histories: Theory and analysis. New York: Chapman and Hall.
- SIGNORINI, S. R. 1980a. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, part I, a survey of the circulation based on experimental field data. Boletim do Instituto Oceanográfico, 29(1): 41-55.
- SIGNORINI, S. R. 1980b. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba, part II, an assessment to the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model. Boletim do Instituto Oceanográfico, 29(1): 57-68.
- SILVA M. A., & ARAÚJO, F.G. 2000. Distribuição e abundancia de tainhas e paratis (Osteichthyes, Mugilidae) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 17: 473-480.
- STEARNS, S.C. 1992. The evolution of life histories. Oxford: Oxford University Press.
- VIEIRA, J.P. 1991. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, RS, Brazil. Copeia 1991: 409-418.
- YÁNEZ-ARACIBIA, L.A. 1976. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes, em áreas naturais de crianza, maduración, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología 2: 211-243.
- WITTHAMES, P.R.; GREER WALKER, M.; DINIS, M.T. & WHITING, C.L. 1995. The geographical variation in the potential annual fecundity of dover sole, *Solea solea*, from European shelf waters during 1991. Netherlands Journal of Sea Research 34: 45-58.
- WOOTTON, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. London: Chapman and Hall.

## 22. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. O parati *Mugil curema* se reproduz de Agosto a Janeiro na Baía de Sepetiba. As fêmeas prevalecem sobre os machos em número nos maiores tamanhos, com a fecundidade total apresentando média de 415.000 ( $\pm 32 \times 10^3$ ) ovócitos. Todos os peixes estão aptos à reprodução a partir dos 260 mm TL para machos e 310 mm TL para fêmeas. O desenvolvimento ovocitário “sincrônico em dois grupos” indicou desova total.
2. A tainha *Mugil liza* se reproduz de Maio a Agosto na Baía de Sepetiba. As fêmeas prevalecem sobre os machos em número nos maiores tamanhos, com a fecundidade total apresentando média de 3.080.000 ( $\pm 104 \times 10^3$ ) ovócitos. Todos os peixes estão aptos à reprodução a partir dos 550 mm TL para machos e 570 mm TL para fêmeas. O desenvolvimento ovocitário “sincrônico em dois grupos” indicou desova total.
3. A diferença temporal no período reprodutivo entre *M. liza* e *M. curema* é uma tática para possibilitar que o pico de recrutamento no interior da Baía de Sepetiba seja em épocas diferentes, o que possibilita uma segregação no uso dos recursos pelos juvenis e conseqüentemente, facilita a coexistência destas duas espécies abundantes e de hábitos tão semelhantes.
4. *Mugil liza* e *M. curema* sofrem grande pressão de pesca na Baía de Sepetiba. Com base nos dados biológicos encontrados neste estudo sugere-se que o estabelecimento de um defeso – de Maio a Agosto para *M. liza* e de Agosto a Novembro para *M. curema* – poderia não só manter os estoques em níveis viáveis como também aumentaria a produção para futuras pescas.
5. A hipótese de que as duas espécies apresentam diferentes estratégias reprodutivas na Baía de Sepetiba foi confirmada. As diferentes táticas reprodutivas de *M. liza* e *M. curema*, principalmente a segregação reprodutiva, a diferenciação na fecundidade e no tamanho dos ovócitos, são características adaptativas que permitem a coexistência destas duas espécies proximamente relacionadas e abundantes na Baía de Sepetiba.