

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS
AGRONEGÓCIOS INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**ESTUDO MORFOMÉTRICO E MORFOLÓGICO DOS OTÓLITOS E
RELAÇÃO PESO-COMPRIENTO DO PARATI (*Mugil curema*
(Valenciennes, 1836) NO COMPLEXO BAÍA-ESTUÁRIO DE SANTOS-
SÃO VICENTE (SÃO PAULO-BRASIL).**

Nayra Nicolau dos Santos-Cruz

Orientador: Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

Santos

Dezembro - 2014

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS
AGRONEGÓCIOS INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**O ESTUDO MORFOMÉTRICO E MORFOLÓGICO DOS OTÓLITOS E
RELAÇÃO PESO-COMPRI-MENTO DO PARATI (*Mugil curema*
(Valenciennes, 1836) NO COMPLEXO BAÍA-ESTUÁRIO DE SANTOS-SÃO
VICENTE (SÃO PAULO-BRASIL).**

Nayra Nicolau dos Santos-Cruz

Orientador: Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

Santos

Dezembro - 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

S237e Santos-Cruz, Nayra Nicolau dos
Estudo morfométrico e morfológico dos otólitos e relação peso-comprimento
do parati (*Mugil curema* Valenciennes, 1836) no complexo baía-estuário de Santos-
São Vicente (São Paulo-Brasil) / Nayra Nicolau dos Santos-Cruz -- São Paulo, 2014.
60f. ; il. ; gráf. ; tab.
Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e
Abastecimento.
Orientador: Acácio Ribeiro Gomes Tomás
1. Otólitos. 2. *Sagittae*. 3. Morfotipos. 4. Ambiente estuarino. I. Tomás, Acácio
Ribeiro Gomes. II. Título.
CDD 639.3

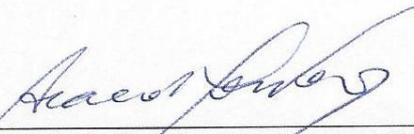
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**ESTUDO MORFOMÉTRICO E MORFOLÓGICO DOS
OTÓLITOS E RELAÇÃO PESO-COMPRI-MENTO DO PARATI
(*Mugil curema* Valenciennes, 1836) NO COMPLEXO BAÍA-
ESTUÁRIO DE SANTOS-SÃO VICENTE (SÃO PAULO-
BRASIL)**

NAYRA NICOLAU DOS SANTOS-CRUZ

**Dissertação apresentada como parte das exigências para
obtenção do título de MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA,
Área de Concentração em Pesca, pela Comissão Examinadora:**

APROVADA EM 15/12/2014 POR:



Prof. Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás
Orientador e Presidente da Comissão Examinadora



Prof. Dr. Rodrigo Silvestre Martins



Prof. Dr. Teodoro Vaske Junior

Raízes não são âncoras...

"Na vida, nós devemos ter raízes, e não âncoras. Raiz alimenta, âncora imobiliza. Quem tem âncoras vive apenas a nostalgia e não a saudade. Nostalgia é uma lembrança que dói, saudade é uma lembrança que alegra".

Mario Sergio Cortella

Dedico este trabalho à Nilzinha, minha mãe, e
minha maior inspiração e exemplo
de profissional dedicada e
apaixonada pelo que faz.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Dr. Acácio Tomás, principalmente pela confiança em ter aceitado o meu pedido para eu ser sua orientada, por ter me recebido tão bem no seu grupo de trabalho, me inserido no ambiente estuarino, por ter sido compreensivo pelo que passei (cirurgia) próximo a época da qualificação, e principalmente por me ensinar, no cotidiano, como é possível fazer ciência com ética, com respeito aos colegas e parceria acima de tudo, com certeza és um grande exemplo de pesquisador pra mim. Além é claro, de amigo, roqueiro, parceiro de congressos e de turismo debaixo de muita chuva!!!! Grata por tudo tio!!!!!!

À amiga Claudia Dardaques, que foi a primeira pessoa que eu conversei sobre a ideia de tentar a seleção de mestrado no IP, e quem mais me incentivou e acreditou que ia dar certo. Nesses anos de convívio, foi mais do que uma amiga, foi irmã, uma mãe, que não só incentivava, mas quando foi preciso puxou minha orelha e fez eu parar pra pensar e ver que as coisas só acontecem porque nós permitimos. Aos participantes do “café filosófico”, “da sala da Claudinha”, Lúcio, Tutuí, Silvio, Rodrigo Malimpensa, Gabriel Togni, Carol Braga, Ju Stark, Thomáz, encabeçado pelo nosso guru Marcelo Souza. Sem esquecer, é claro, do meu irmão de orientação, Caco Belruss, adorei essa definição (qap? rs). Meu obrigado mais que especial, a grande amiga Juliana De Biasi, que me ajudou na reta final quando os *pendrives se afogaram*, e passou a madrugada me ajudando, eternamente grata. A amiga Ly Ruas, pela parceria, e ajuda nos momentos da discussão do trabalho.

Valeu pessoal da Pesca: Nathizinha, Nati Della Fina, Tixa, Bicudo, Tiago, José Ricardo, Luísa, Simone, Sarah, Amanda, Camila, pessoal da Aquicultura: Raíssa Bertoncelo, Bianca, Mariana, pelos ótimos momentos de estudos, as reuniões para resolver os exercícios, viagens das disciplinas, com certeza isso tudo foi mais prazeroso por estar ao lado de pessoas tão especiais, diferentes e divertidas como vocês. Aos professores do curso, grata pelas valiosas contribuições na nossa formação. Aos coordenadores da pós-graduação, e ao Ocimar, que sempre foram solícitos e sempre dispostos a ajudar, enquanto eu era representante discente.

À Dra. Nídia Fabrè da UFAL (Alagoas), Dra. Alejandra Volpedo da UBA (Argentina), Dr. Antoni Lombarte do ICM-CSIC (Espanha) muito obrigada por me receberem tão bem e pelas ideias discutidas que me ajudaram muito com o desenvolvimento do primeiro artigo. Ao Dr. Teodoro Vaske da Unesp-São Vicente, e ao Dr. Rodrigo Martins da Unifesp-Santos, por participarem da minha banca de qualificação com sugestões para a melhora do artigo.

Aos meus pais “*super corujas*”, Reynaldo e Maria Nilza, por me incentivarem a voltar a estudar, e me apoiarem em todas as decisões de impulso que eu sempre tomo, e sem dúvida esse respaldo fez, e ainda faz toda diferença na minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
JUSTIFICATIVA.....	Erro! Indicador não definido.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPITULO 1 - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS OTÓLITOS <i>sagittae</i> DO PARATI <i>Mugil curema</i> (MUGILIDAE) NO COMPLEXO BAÍA-ESTUÁRIO DE SANTOS (BRASIL).....	14
Resumo	15
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e Métodos	19
Resultados e Discussão.....	22
Referências Bibliográficas.....	38
CAPITULO 2 - RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DOS OTÓLITOS, DE COMPRIMENTO E MASSA, E FATOR DE CONDIÇÃO DO PARATI <i>Mugil curema</i> (MUGILIDAE) NO COMPLEXO ESTUARINO DE SANTOS.	42
Introdução.....	45
Material e Métodos	46
Resultados e Discussão.....	49
Referências bibliográficas	58

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 – Área de estudo do presente trabalho. Complexo estuarino de Santos.....	2
Figura 2- Exemplar de <i>Mugil curema</i> coletado no Complexo Baía-Estuário de Santos.	3

CAPITULO 1

Figura 1 - <i>Mugil curema</i> : Face interna do otólito sagitta direito de <i>Mugil curema</i> , (a) feições morfológicas e (b) medidas da morfometria. Perfil lateral (c), espessura do otólito.....	21
Figura 2 - <i>Mugil curema</i> : distribuição de frequência por classes de comprimento total (CT), por fêmeas (n= 169) e machos (n=135).	25
Figura 3- <i>Mugil curema</i> : (a) Descrição da tipologia das feições morfológicas dos otólitos: A , forma retangular; B , borda dorsal irregular e ondulada; C , borda ventral ondulada e denteada; D , rosto r anti-rosto concordantes; E , área posterior simétrica, larga e arredondada; F , área posterior assimétrica, larga e arredondada e G , perfil lateral côncavo-convexo.....	26
Figura 4- <i>Mugil curema</i> : (a) 100% de frequência de ocorrência das tipologias das feições morfológicas do perfil do sulco acústico: A , sulco heterosulcóide; B , abertura ostial; C , cauda alongada e curvada; D , colo oval e embaixo relevo e E , óstio terminal. (b) feições morfológicas que distinguem os otólitos de <i>M. curema</i> : A sulco acústico supramediano; B , óstio tipo funil; C , cauda fortemente curvada e D , excisura ampla. (c) feições morfológicas que distinguem os otólitos do segundo morfotipo: A , sulco acústico mediano; B , óstio oval; C , cauda levemente curvada e D , excisura estreita.	27
Figura 5-(a) <i>Mugil curema</i> : área dorsal cristalizada, (b) <i>M. curema</i> : depressão na região ventral e (c) Segundo Morfotipo: região dorsal com crista pronunciada.	27
Figura 6- <i>Mugil curema</i> : Descrição ontogenética dos otólitos (direito) sagittae de <i>Mugil curema</i> , do morfotipo I e II, por gêneros, para todas as classes de tamanho de 30 mm, com escala em 1 mm.	31

Figura 7- <i>Mugil curema</i> : Análise de agrupamento pela distância euclidiana.....	35
Figura 8- <i>Mugil curema</i> : Análise de componentes principais PCA, e dados de ordenamento (PCA) e agrupamento (cluster).....	36
Figura 9- <i>Mugil curema</i> : Análise discriminante, em cinza os otólitos do morfotipo II e em preto os otólitos do morfotipo I.	37
Tabela 1 - <i>Mugil curema</i> : distribuição de freqüência da amostra total de peixes por classe de comprimento total (CT), por gênero (F = fêmeas e M = machos) e para os dados agrupados (Total geral). Descrição estatística da amostra total (s= desvio padrão, Q1= primeiro quartil e Q3= terceiro quartil).	24
Tabela 2- <i>Mugil curema</i> : Relação das feições morfológicas dos otólitos de <i>Mugil curema</i> testadas pelo G, para distinguir diferenças entre os morfotipos.....	34
Tabela 3- <i>Mugil curema</i> : Matriz de correlação da análise de similaridade ANOSIM. 35	
Tabela 4- <i>Mugil curema</i> : Relação comprimento x massa para dados de parati, <i>M. curema</i> , de diferentes regiões e ano do estudo. Destaque em cinza para as mesmas áreas de estudo.	55

CAPITULO 2

Figura 1: <i>Mugil curema</i> : Medidas morfométricas do otólito direito: (CO) comprimento do otólito, (AO) altura do otólito, (CSA): comprimento do sulco acústico; (CC) comprimento da cauda; (Ccl) comprimento do colo; (Cos) comprimento do óstio;(CE) comprimento da excisura; (CAP) comprimento da área posterior; (AO) altura do otólito; (AC) altura da cauda; (Acl) altura do colo; (Aos) altura do óstio; (AE) altura da excisura; (AD) altura dorsal e (AV) altura ventral.....	47
Figura 2- <i>Mugil curema</i> : distribuição de freqüência por classes de comprimento total (CT), por fêmeas (n= 140) e machos (n=121).	50
Figura 3: <i>Mugil curema</i> : Relação comprimento-massa. (A) : para a amostra toda agrupada (n=257), (B) : para fêmeas (N= 137) e (C) para machos (N= 120) no complexo estuarino de Santos.	54

Tabela 1- Mugil curema: distribuição de frequência da amostra total de peixes por classe de comprimento total (CT), por gênero (F = fêmeas e M = machos) e para os dados agrupados (Total geral). Descrição estatística da amostra total (s= desvio padrão, Q1= primeiro quartil e Q3= terceiro quartil).	49
Tabela 2 Mugil curema: coeficientes linear (a) e angular (b) dos modelo alométricos ajustados aos dados de comprimento total (CT), massa total (MT) e medidas dos otólitos (CO, AO, CSA, AV) (coeficiente de determinação - r ² e número de observações – n); estatística t e valor de probabilidade p para o teste de alometria do coeficiente b, valor de p para a análise de covariância (ANCOVA).	52
Tabela 3- Mugil curema: Relação comprimento x massa para dados de parati, M. curema, de diferentes regiões e ano do estudo. Destaque em cinza para as mesmas áreas de estudo.	55
Tabela 4- Mugil curema: Valores máximo e mínimo do valor de condição relativo e média, para fêmeas, machos e os indivíduos agrupados (Todos).	56

RESUMO

O complexo Baía-Estuário de Santos está localizado no litoral do Estado de São Paulo, Brasil, e encontra-se em estado crítico de degradação ambiental. Ainda assim, possui espécies de interesse comercial. Dentre estas o parati *Mugil curema*, e um segundo possível morfotipo do gênero. Para distingui-los foram utilizados 304 otólitos *sagittae* (169 e 135 fêmeas e machos respectivamente), com amplitude de tamanho entre 116 a 423 mm de comprimento total. Para testar a hipótese de haver dois morfotipos distintos, os otólitos foram descritos pela morfometria bivariada, e foram mensuradas 15 dimensões morfométricas, para averiguar os padrões de forma dos otólitos. Formaram-se 5 grupos pela análise de *cluster*, pelo método de ligação de Ward, com correlação cofenética de 0,667, sendo um grupo formado somente pelos indivíduos do segundo morfotipo anteriormente já identificado pela descrição morfológica qualitativa. Na análise de PCA, foram identificadas 7 componentes principais pelo método de Broken-Stick. Essas evidências incentivam a maiores estudos acerca da verificação taxonômica, de modo a viabilizar efetivos monitoramentos e gerenciamento do recurso pesqueiro. O conhecimento da relação comprimento-massa de uma espécie de peixe é considerado uma ferramenta importante para estudos de biologia pesqueira, e frequentemente utilizada em comparações morfométricas entre populações. Nesta etapa do estudo foram selecionados somente os exemplares pertencentes ao morfotipo I, e a amostra foi composta por 261 exemplares e pares de otólitos *sagittae* de *M. curema*, sendo 140 e 121 pares de exemplares fêmeas e machos respectivamente, com amplitude de tamanho entre 122 e 423 mm de comprimento total e 20 e 656 g de peso total. Na análise dos dados morfométricos, tanto para o comprimento e a massa do peixe, como para as medidas dos otólitos, foram construídos gráficos de dispersão, e foram ajustados modelos lineares para as medidas morfométricas dos otólitos, modelo potencial para a relação comprimento-massa. Os coeficientes de b apresentaram alometria negativa (CTxCO; CTxAO; CTxCSA; CTxAV; COxAO e CTxMT), alometria positiva (AOxAV; COxAV e CSAxAV) e isometria (AOxCSA). Pela análise de covariância (ANCOVA) não foram constatadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre gêneros para cada relação. O fator de condição relativo foi testado pelo teste de Kruskal Wallis, e apresentou diferenças significativas entre gêneros, e para ambos os valores médios apresentaram valor acima do referencial 1.

Palavras-chave: otólitos, *sagittae*, morfotipos, ambiente estuarino.

ABSTRACT

The Complex Santos Estuary-Bay is located on the coast of São Paulo, Brazil, and state of environmental degradation is critical. Nevertheless, it has commercial species; including the *Mugil curema* (parati), and a second possible morphotype of the genus. To distinguish them were used 304 *sagittae* otoliths (169 males and 135 females), with range in size between 116 and 423 mm in total length. To test the hypothesis of two distinct morphotypes, the otoliths were described by bivariate morphometry, and 15 morphometric dimensions were measured to ascertain the otolith' shape patterns. Five groups were formed by cluster analysis through the Ward's linkage method with cophenetic correlation of 0.667; one group formed only by individuals of the second morphotype previously identified by qualitative morphological description. In PCA analysis, 7 principal components were identified by Broken-stick method. This evidence encourages further studies on the taxonomic verification, in order to allow effective monitoring and management of the fishery resource. Knowledge of the length-weight ratio of a fish species is considered an important tool for fishery biology studies, and often used in morphometric comparisons between populations. At this stage of the study were selected only the specimens belonging to the morphotype I, and the sample consisted of 261 specimens and pairs of otoliths *sagittae* of *M. curema*, with 140 and 121 pairs of female and male specimens, respectively, and their size range between 122 and 423 mm total length and 20 to 656 g total weight. In the analysis of morphometric data for both the length and weight of the fish, as to the measures of otoliths, scatter plots were built, and linear models were adjusted for metric measurements of the otoliths, potential model for the length-weight ratio. The coefficients of b showed negative allometry (LTxLO; LTxHO; LTxSAL; LTxHV; LOxHO and LTxWT), positive allometry (HOxHV; LOxHV and SALxHV) and isometrics (HOxSAL). By analysis of covariance (ANCOVA) no significant differences were found ($p > 0.05$) between genera for each ratio. The relative condition factor was tested by the Kruskal Wallis test, and significant differences between genera and for both average values were above the reference value 1.

Keywords:: otoliths, *sagittae*, morphotypes, estuarine environmental.

INTRODUÇÃO GERAL

O Estuário, em sua clássica definição, é reconhecido como um corpo d'água costeiro semifechado com ligação livre com o oceano aberto, estendendo-se rio acima até o limite da influência de maré, sendo que em seu interior a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental (Pritchard, 1955 adaptado por Dyer, 1997).

Considerado um sistema de transição, em condições naturais, são avaliados como ambientes biologicamente mais produtivos quando comparado ao oceano adjacente e aos rios, devido principalmente a alta produção primária (MIRANDA *et al.*, 2002). Favorecendo áreas de desova, criação e refúgio para muitas espécies de peixes, entre outros grupos (JOYEUX *et al.* 2004), sendo este ambiente considerado um dos principais atuantes no controle da comunidade estuarina (MARQUES *et al.*, 2007)

São ambientes aquáticos altamente vulneráveis, onde as variáveis bióticas e abióticas alteram a escala temporal e espacial do local (GONZÁLES-ORTEGÓN *et al.*, 2006), e apesar da sua reconhecida importância ambiental, os estuários ao longo dos anos sofrem com a forte exploração comercial, industrial, turística e imobiliária (OLIVEIRA *et al.*, 2007), ocasionando drásticas mudanças ambientais, que alteram a composição faunística local (VANNUCCI, 2002).

O sistema estuarino de Santos também chamado Complexo Baía-Estuário de Santos está localizado na região central do litoral do Estado de São Paulo, na Região Metropolitana da Baixada Santista, e é considerado um ambiente heterogêneo, por abrigar diferentes tipos de ambientes como o costão rochoso, a praia arenosa, o manguezal e o fundo lodoso, gerando uma interdependência das espécies e uma rica diversidade faunística (SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2001). Em função do padrão de circulação é dividido em quatro setores: a Baía de Santos, e os Canais de Santos, de São Vicente e de Bertioga (Figura 1) (MARTINS, 2005). A região possui um clima tropical úmido, com temperatura média anual de 20°C e umidade relativa do ar de 85%, com regime de marés do tipo semidiurna (CORBIESER, 1991). Atualmente este complexo exemplifica bem uma situação de degradação ambiental por poluição de origem hídrica, atmosférica e industrial em ambientes de costa, fator que

pode estar associado à redução da produção pesqueira, aliada a uma exploração não ordenada dos recursos locais. Nesta região encontram-se o maior polo industrial do país e o maior porto da América Latina (CETESB, 2001).

O gradiente de precipitação na área promove um regime de água extremamente variado ao longo dos canais, e esta frequência de inundações por marés aumenta potencialmente a diluição dos poluentes ao longo da região (SCHMIEGELOW & GIANESELLA, 2014).

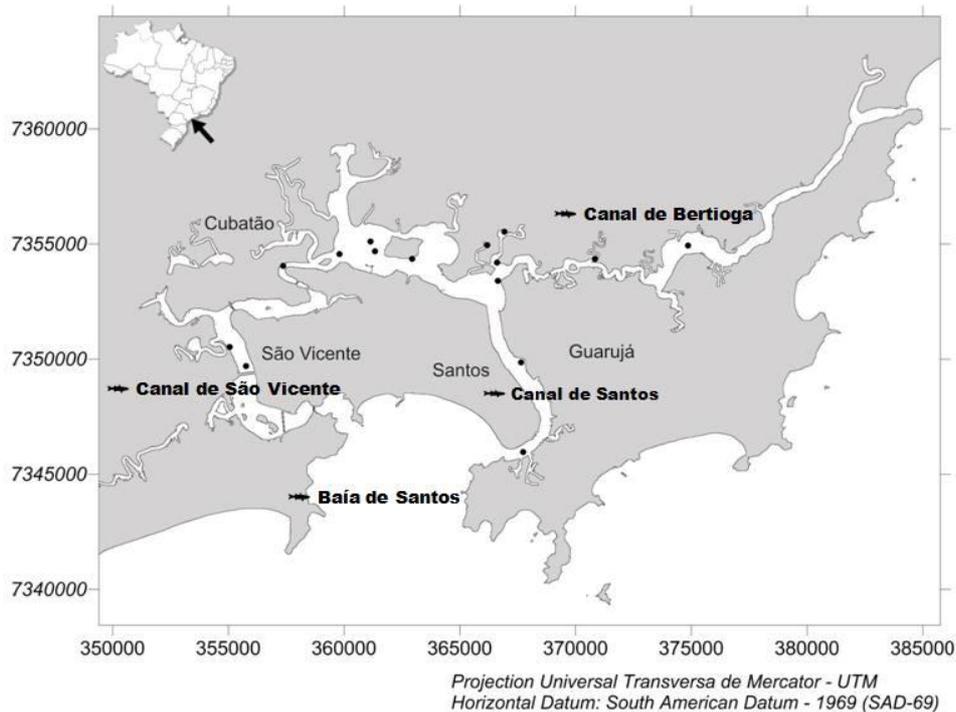


Figura 1 – Área de estudo do presente trabalho. Complexo estuarino de Santos.

O estudo de Carmo e colaboradores (2011), para conhecimento dos níveis de metais pesados encontrados na água, no sedimento e em peixes da região estuarina de São Vicente, aponta o parati (*Mugil curema*) como um dos peixes mais consumidos pela população tradicional do entorno.

A Família Mugilidae é composta por importantes recursos pesqueiros de hábitos pelágicos, sendo uma das famílias mais exploradas ao longo da costa do Brasil por diversas comunidades estuarinas e costeiras, particularmente as de pequena escala (PAIVA, 1997), e de acordo com dados estatísticos recentes, ela representa 4,5% da produção total de peixes marinhos no Brasil (IBAMA, 2007).

Na costa brasileira ocorrem pelo menos sete espécies de Mugilídeos, *Mugil curvidens*, *M. liza*, *M. hospes*, *M. incilis*, *M. trichodon*, *M. curema* e *M. rubriocolus* (MENEZES *et al.*, 2003; MENEZES *et al.*, 2010). Dentre elas, apenas as espécies *M. liza* e *M. curema* são exploradas comercialmente no sudeste (MENEZES, 1993).

De acordo com Hanazaki e Begossi (2005), para o conhecimento da preferência e tabus alimentares em comunidades caiçaras do sudeste brasileiro, os peixes com escamas possuem maior preferência, com destaque para os mugilídeos, sendo a tainha *Mugil platanus* (= *M. liza*) mencionada com maior frequência, seguida do parati *Mugil curema*.

A espécie alvo deste trabalho é o parati, *Mugil curema* Valenciennes 1836, (Figura 2) que possui as seguintes características diagnósticas: corpo alongado, fusiforme e robusto, dorso cinza-azulado, flancos prateados e ventre claro, uma pequena mancha negra arredondada na região superior da base da nadadeira peitoral e uma mancha amarelada na região médio-inferior da cabeça, com a segunda dorsal e margem da caudal enegrecida. Apresenta olhos quase totalmente cobertos por membrana adiposa, a extremidade da peitoral não alcança a origem da primeira dorsal, sem linha lateral, com escamas etenóides e nadadeira caudal furcada (MENEZES, 1983).



Figura 2- Exemplar de *Mugil curema* coletado no Complexo Baía-Estuário de Santos.

Mugil curema possui distribuição dos Estados Unidos ao Brasil no Oceano Atlântico, e da Baía de Magdalena no México ao Chile no Oceano Pacífico. No ambiente costeiro a espécie se destaca como uma espécie essencialmente estuarino-dependente, onde passam boa parte da sua vida,

migrando para o mar na época de desova (MENEZES, 1993; PINA & CHAVES, 2005; DEUS *et al.*, 2007; BRANCO *et al.* 2011; QUIÑONEZ-VELÁSQUEZ & MENDOZA-GUEVARA, 2009). Essa transição de ambientes, segundo Franco e Bashirullah (1992), é facilitada devido as suas características eurihalinas e euri térmicas. Possui hábitos alimentares com grande capacidade de adaptação, considerados detritívoros, ictiófagos, herbívoros, onívoros, fitófagos e zooplanctófagos (DEUS *et al.* 2007)

Carvalho e *et al.* (2007) registraram como se formam os cardumes de juvenis de *M. curema* no estuário do Riacho do Canto da Paciência em Ubatuba, litoral norte de São Paulo, onde os peixes menores (15-35 mm) compuseram maiores cardumes com aproximadamente 100 indivíduos e foram observados próximos a margem se alimentando, enquanto os indivíduos maiores (40-100 mm) foram encontrados em menor quantidade e apenas em águas com maior profundidade.

Carmo (2006) avaliou a presença de metais pesados no músculo, nas brânquias e no fígado de parati, coletados no estuário de São Vicente (no Rio Branco e no Rio Mariana) e estimaram o seu risco de intoxicação alimentar, uma vez que a espécie é considerada um dos peixes mais abundantes e mais consumidos pela população local (CARMO *et al.* 2011).

Mendonça e Bonfante (2011) caracterizam a pesca do parati no Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia-Iguape, como uma intensa atividade pesqueira artesanal com redes de cerco e “cerco vivo”. Revelam ainda que o interesse pela espécie se iniciou nos anos 80, sendo na atualidade um dos principais recursos explorados na região e encontrando-se em sobrepesca devido o excessivo esforço de pesca. Alertam para uma falha do ordenamento atual, que não ampara nem aos pescadores e nem à preservação do recurso, devendo este ser repensado para garantir o sucesso na sustentabilidade da atividade.

No Rio Grande do Norte a pesca intensiva sobre *M. curema* na região registrou o aumento indiscriminado do esforço de pesca e segundo Oliveira (2010), que estudou a biologia reprodutiva da espécie, identificou seu comprimento médio de primeira maturação gonadal em 260 mm.

Silva e Araújo (2000) avaliaram a estrutura e abundância de mugilídeos na Baía de Sepetiba, revelando que *M. curema* não foi muito abundante, restringindo-se aos ciclos anuais entre os meses de março e agosto.

Ibañez-Aguire *et al.* (2006) comparou morfometricamente duas populações de parati *M. curema* das costas atlântica e pacífica do México, sendo o diâmetro do olho a variável que diferenciou uma população da outra (com os do Atlântico possuindo maior diâmetro). Ibañez e Gallardo-Cabello (2005) apontam que a identificação de alguns mugilídeos nem sempre é fácil, devido à morfologia corpórea de seus representantes serem bem semelhantes. Sendo assim, os autores usaram escamas ctenóides para distinguir *M. cephalus* de *M. curema*, por meio da caracterização do cteno de ambas as espécies, e puderam ver diferenças evidentes em todos os espécimes, em todas as idades e comprimentos, evidenciando que a estrutura é adequada para distinguir tais espécies.

Os otólitos também se constituem em um importante instrumento para identificar espécies, identificar variações geográficas, de modo a contribuir para a definição de estoques, avaliar a fase de vida do indivíduo, devido a variações ontogenéticas e reconstituir a dieta de animais piscívoros (BORI, 1986; TUSET *et al.*, 2006). Sua descrição disponibiliza valiosas informações aplicáveis à ciência pesqueira como a caracterização morfológica (baseada na descrição de feições) e a caracterização morfométrica (uma vez que a mudança na forma, decorrente do crescimento do peixe e da estrutura, altera suas proporções) (CAMPANA, 2004).

Otólitos são concreções calcárias que se encontram na cápsula auditiva dos peixes ósseos, localizados na cabeça e atrás dos olhos, e apresentam funções sensitivas de equilíbrio e audição na coluna d'água (MOYLE & CECH, 2004). No aparato vestibular dos peixes ósseos encontram-se os canais semicirculares que possuem três cavidades que se denominam sáculo, lagena e utrículo. E dentro de cada destas cavidades encontram-se respectivamente os três pares de otólitos simétricos: *sagitta*, *lapillus* e *asteriscus* (BRAGA & GOITEIN, 1985; BASTOS, 1990; SECOR *et al.*, 1991; SMALE *et al.*, 1995; MOYLE & CECH, 1996; CRUZ & LOMBARTE, 2004). O conjunto de canais semicirculares está ordenado, de acordo com sua função, em três planos espaciais, sendo o primeiro, o labirinto auditivo responsável pelo

equilíbrio (TORNO, 1976; MIZUNO & IJIRI, 2004). O segundo plano, a região onde estão agrupadas as células receptoras pilosas, denominada de mácula como mostra o trabalho de Popper & Lu (2000) onde se estabeleceu padrões de direção dessas células. O terceiro plano está relacionado ao movimento da cabeça do peixe, que de acordo com a variação da sua posição, o otólito pressiona a mácula, fornecendo assim a orientação gravitacional (VOLPEDO, 2001). Na cápsula auditiva há um líquido, denominado endolinfa, responsável pela formação da matéria orgânica que dará origem ao otólito. Desta forma, as características dos componentes químicos deste fluido determinarão a natureza da matriz orgânica e o grau de cristalização de carbonato de cálcio no otólito (MUGIYA, 1964).

Uma grande quantidade de informações fisiológicas é marcada, como um histórico, dentro da composição química e física dos otólitos, que vai desde a informação ambiental sobre o local onde os animais vivem ou viveram, as ações diárias, as características sazonais ou anual de crescimento, os padrões de migração, a área de vida, a distribuição espacial, a estrutura de tamanho e, é claro, a idade (GREEN *et al.*, 2009). Utilizados no mundo todo para avaliar a idade e o crescimento dos peixes pela contagem de anéis neles presente, assim como em outras estruturas rígidas como escamas, espinhos de nadadeira, ossos operculares e vértebras (BEGG *et al.*, 2005).

Meléndez-Galicia e Romero-Costa (2010) descreveram a tendência do esforço e da captura do parati, assim como alguns parâmetros biológicos e pesqueiros da espécie, como a relação comprimento e peso, o fator de condição, a estrutura de idades, o crescimento, a mortalidade, as características reprodutivas e o rendimento por recruta.

JUSTIFICATIVA

O parati, de acordo com a estatística pesqueira oficial do Estado de São Paulo, não se apresenta como um recurso importante conforme o seu volume em peso desembarcado, ainda que nem toda a produção pesqueira realizada em áreas estuarinas seja considerada. Fato este decorrente da não caracterização das capturas da pesca artesanal (VON SECKENDORFF & AZEVEDO, 2007). Para completar essa lacuna de informações, estudos vêm sendo realizados na área do Complexo Baía-Estuário de Santos, e mostraram

significativas capturas do parati, estando entre as quatro principais espécies da pesca artesanal local. Até o momento, essa espécie e a tainha *M. platanus*, eram os representantes dos mugilídeos neste ambiente. Porém, em estudos visando determinar o uso do ambiente no ciclo vital de *M. curema*, nas coletas realizadas com rede de emalhe de batida com malhas menores do que as empregadas na pesca artesanal foram obtidos exemplares de um possível segundo morfotipo, de menor porte, que, embora não registrado na pesca comercial, também é submetido aos impactos antrópicos ocorrentes neste ambiente.

No contexto da importância ecológica e econômica de *M. curema*, e na escassez de maiores informações sobre um segundo morfotipo, propõe-se avaliar, considerando a pesca, e, a partir da descrição dos otólitos *sagittae*, a existência de um táxon congênere.

OBJETIVO GERAL:

- Evidenciar a existência de um novo morfotipo de parati *M. curema* no Complexo Baía- Estuário de Santos a partir da anatomia dos otólitos, a fim de viabilizar estudo efetivo de dinâmica populacional da espécie sob ação pesqueira na região de estudo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Descrição morfológica e morfométrica dos otólitos *sagittae*, dos dois morfotipos do parati encontrados na região de estudo;
- Determinar a relação comprimento e massa para a população de parati, para conhecer qual o tipo de crescimento, e averiguar se houveram mudanças na população, de acordo com os dados pretéritos para a espécie.

Os objetivos expostos foram divididos em dois capítulos e apresentados na forma de artigos científicos, seguindo as normas das revista de publicação elegidas.

Capítulo 1 – Descrição Morfológica dos Otólitos *sagittae* do Parati *Mugil curema* (Mugilidae) no Complexo Baía-Estuário de Santos (Brasil). O Artigo segue norma do periódico “Neotropical Ichthyology”.

Capítulo 2 – Relações Morfométricas dos Otólitos, de Comprimento e Massa, e Fator de Condição do Parati *Mugil curema* (Mugilidae) no Complexo Estuarino de Santos. O artigo segue as normas da revista “Boletim do Instituto de Pesca”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, C. A. 2004. Guia para a identificação de algumas famílias de peixes ósseos de Portugal continental, através da morfologia de seus otólitos *sagitta*. Cascais: Câmara Municipal de Cascais. 190 p.
- BASTOS, G. C. C. 1990. Morfologia de otólitos de algumas espécies de Perciformes (Teleostei) da costa Sudeste-Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. São Paulo: IOUSP. 180 p.
- BEGG, A.G.; CAMPANA, S.E.; FOWLER, A.J. & SUTHERS, I.M. 2005. Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. *Mar, Fresh Res.* 56: 477-483pp.
- BEVERTON, R. J. H. & HOLT, S. J. 1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. In: G.E.V. Wolstenholme and M. O'Connor (Eds) CIBA Foundation, colloquia on ageing. The lifespan of animals. London, Churchill. Volume 5: 142-180pp.
- BORI, C. 1986. Análisis morfométrico comparado del otólito (*sagitta*) de *Solea vulgaris* y *S. senelensis* (Teleostei: Soleidae) del delta del Elbro. Barcelona: Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona. 247-264pp.
- BRAGA, F.M. DE S. & GOITEIN, R. 1985. Estudo morfológico da *Sagitta* da cabrinha (*Prionotus punctatus*, Triglidae) da região da ilha Anchieta (Lat. 23 33 S –Long. 45 05 W), Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. *Naturalia*, São Paulo 10:65-74pp.
- BRANCO, J. O.; JÚNIOR, F.F. & FRACASSO, H.A.A. 2011. Biodiversidade no estuário do Saco da Fazenda, Itajaí-SC. *O Mundo da Saúde*. São Paulo. Volume 35(1): 12-22 pp.
- CAMPANA, S.E. 2004. Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 133: 284p.
- CARMO, C.A.; ABESSA, D.M.S. & NETO, J. G. M. 2011. Metais em águas, sedimentos e peixes coletados no estuário de São Vicente-SP, Brasil. *O Mundo da Saúde*. São Paulo. Volume 35(1): 64-70pp.
- CARMO, C. A. 2006. Acúmulo de metais pesados em paratis (*Mugil curema*) em águas e sedimentos dos Rios Branco e Mariana no Estuário de São Vicente durante o período de verão de 2006. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual Paulista. 59p.
- CARVALHO, C.D.; CORNETA, C.M. & UIEDA, V. S. 2007. Schooling behavior of *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) in the estuary in southeastern Brazil. *Netropical Ichthyology*. Volume 5(1): 81-83pp.
- CETESB, 2001. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico CETESB. 141p.
- CORBISIER, T. N. 1991. Benthic macrofauna of Sandy intertidal zone at Santos estuarine system, São Paulo, Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*. Volume 39(1): 1-13pp.
- CORRÊA, M. F. M. & VIANNA, M. S. 1993. Catálogo de otólitos de Scianidae (Osteichthyes - Perciformes) do litoral do Estado do Paraná – Brasil. *Nerítica*, Curitiba. 7: 13-41pp.
- CRUZ, A. & LOMBARTE, A. 2004. Otolith size and its relationship with colour patterns and sound production. *Journal of Fish Biology* 65: 1512-1525pp.

- DEUS, A. A. L.; ROCHA, D. F.; RIBAS, D.T. & NOVELLI, R. 2007. Estudo do conteúdo estomacal da tainha *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces: Mugilidae) na Lagoa do Açú, Norte do Estado do Rio de Janeiro. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. 2p.
- DEVRIES, D. R. & FRIE, R. V. 1996. Determination of age and growth. In B.R. Murphy & D.W. Willis (eds). Fisheries Techniques. Second Edition. American Fisheries Society, Bethesda, MD. 483-512 pp.
- DUARTE-NETO, P. J. 2005. Análise multivariada da forma do otólito sagita para discriminação de estoques de dourado, *Corpyphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) no nordeste do Brasil. Dissertação de mestrado. UFRPE. 56p.
- DYER, K. R. 1997. Estuaries- A physical introduction. 2ª Edição. 210p.
- FAO. 1981. *Methods of collecting and analysing size and age data for fish stock assessment*. FAO Fisheries Circular (736), 100p.
- FRANCO, L. & BASHIRULLAH, K. M. B. 1992. Alimentación de la lisa (*Mugil curema*) del Golfo de Cariaco-Estado Sucre, Venezuela. Zootecnia Tropical. Volume 10 (2): 219-238 pp.
- GALLARDO-CABELLO, M; CABRAL-SOLÍS, E.; ESPINO-BARR, E. & IBÁÑEZ_AGUIRRE, A. L. 2005. Growth analysis of white mullet *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) (Pisces:Mugilidae) in the Cuyuthán Lagoon, Colima, México. Hidrobiológica. Volume 15(3): 321-325pp.
- GREEN, B. S.; MAPSTONE, B. D.; CARLOS, G. & BEGG, G. A. 2009. Tropical Fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology. Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries. Springer. 313p.
- GONZÁLEZ-ORTEGÓN, E.; PASCUAL, E.; CUESTA J. A. & DRAKE, P. 2006. Field distribution and osmoregulatory capacity of shrimps in a temperate European estuary (SW Spain). Estuarine Coastal and Shelf Science, 67: 293–302.
- HANAZAKI, N. & BEGOSSI, A. 2006. Ariidae e Mugilidae: Las preferencias y los tabús alimentarios de los caiçaras (Costa Atlantica Meridional, Brasil). Volume 31(2): 1-2pp.
- HUXLEY, J. S. 1993. Problems of relative growth; with a new introduction by Frederick B. Churchill and an essay by Richard E. Strauss. Baltimore: The John Hopkins University Press. 276p.
- IBÁÑEZ, 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 Mexico. Journal of Fish Biology. Volume 65: 822-831pp.
- IBÁÑEZ, A. L. & GALLARDO-CABELLO, M. 2005. Identification of two Mugilidae species, *Mugil cephalus* and *M. curema* (Pisces: Mugilidae), using the *ctenii* of their scales. Bulletin of Marine Sciences. Volume 77 (2): 305-307pp.
- IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L.; CABRAL-SOLÍS, E.; GALLARDO-CABELLO, M & ESPINO-BARR. 2006. Comparative morphometrics of two populations of *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) on the Atlantic and Mexican Pacific coasts. Sci. Mar. volume 70 (1): 139-145pp.
- ICSEAF, 1983. Otolith interpretation guide of hake. Int. Comm. Se. Atl. Fish. 1:1-18pp.

- JOYEUX, J.C.; PEREIRA, B. B.; ALMEIDA, H. G. 2004 The lood-tide Ichthyoplanktonic Community at the Entrance into a Brazilian Tropical Estuary. *Journal of Plankton Research* 26: 1277– 1287pp.
- MARQUES S.C., AZEITEIRO U.M., PARDAL M.A., GONÇALVES F., PEREIRA M.J. 2007. Zooplankton distribution and dynamics in a temperate shallow estuary. *Hydrobiologia*. 58: 213-223pp.
- MARTINS, C. C. 2005. Marcadores orgânicos geoquímicos em testemunhos de sediment do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, SP: um registro historic da introdução de hidrocarbonetos no ambiente marinho. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 215p.
- MELÉNDEZ-GALICIA, C. & ROMERO-ACOSTA, A.C. 2010. Evaluación biologic pesquera de la lisa *Mugil curema*, en la costa de Michoacán. *Ciencia Pesquera*. Volume 18 (1): 67-77 pp.
- MENDONÇA, J. T. & BONFANTE, T. M. 2011. Assessment and management of whit mullet *Mugil curema* (Valencienne, 1836) (Mugilidae) fisheries of the south coast of São Paulo state, Brazil. *Braz. J. Biol.* Volume 71 (3): 663-672pp.
- MENEZES, N. A.; OLIVEIRA, C. & NIRCHIO, M. 2010. Na old taxonomic dilemma: the identify of the western south Atlantic lebranch mullet (Teleostei: Perciformes; Mugilidae). *Zootaxa*. Volume 2510: 59-98pp.
- MENEZES, N. A.; BUCKUP, P. A.; FIGUEIREDO, J. L. & MOURÃO, R. L. 2003. Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo. 160p.
- MENEZES, N. A. 1983. Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. *Revista Brasileira de Zoologia*. São Paulo. Volume 2(1): 1-12 pp.
- MIRANDA, L.B; CASTRO, B. M; KJERFVE, B. 2002.Princípio de Oceanografia Física de Estuários. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo.
- MIZUNO, R. & IJIRI, K. 2004. Otolith formation in a mutant Medaka with a deficiency in gravity sensing. *Advances in Space Research* 32: 1513-1520.
- MONTEIRO, L.R. & REIS, S. F. 1999. Princípios da Morfometria Geométrica. Fapesp. 188p.
- MOYLE, P. B. & CECH, J. J. 1996. Fishes: an introduction to ichthyology. Eletronic Publishing Sevirces Inc.3^o.Ed. 590p.
- MOYLE, P. B. & CECH JR, J. J. 2004. Fishes: an introduction to ichthyology. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall. 726 p.
- MUGIYA, Y. 1964. Calcification in fish and shell-fish- III. Seasonal occurrence of a prealbumin fraction in the otolith fluid of some fish, corresponding to the period of opaque zone formation in the otolith. *Bulletin of the J apanese society of Fisheries* 30(12): 955-967.
- OLIVEIRA, M.L.J., VIDAL-TORRADO, P., OTERO, J.L. e FERREIRA, J.R. 2007. Mercurio total em solos de manguezais da Baixada Santista e Ilha do Cardoso, estado de Sao Paulo. *Quim. Nova*, 30(3): 519-524pp.
- OLIVEIRA, M. R. 2010. Biologia reprodutiva da tainha, *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Osteichthyes: Mugilidae) nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 40p.

- PAIVA, M. P. 1997. Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil. EUFC. Fortaleza. 278p.
- PANFILLI, J.; PONTUAL, H. (DE); TROADEC, H. & WRIGHT, P. J. 2002. Manual of Fish Sclerochronology. Brest France: Ifremer-IRD coedition.464p.
- PINA, J. V. & CHAVES, P. T. 2005. A pesca da tainha e parati na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Acta. Biol. Paraná. Curitiba. Volume 34(1,2,3,4): 103-113 pp.
- POPPER, A. N. & LU, Z. 2000. Structure-function relationships in fish otolith organs. Fisheries Research. 46: 15-25pp.
- PRITCHARD, D. (1955). Estuarine Circulation Patterns. Proc. Am. Soc. Civil Eng. 81:717:1-11.
- QUIÑONEZ-VELÁSQUEZ, C. & LÓPEZ-OLMOS. 2011. Juvenile growth of White mullet *Mugil curema* (Teleostei: Mugilidae) in a coastal lagoon southwest of the Gulf of California. Lat. Am. J. Aquat. Volume 39 (1): 25-32pp.
- QUIÑONEZ-VELÁSQUEZ, C. & MENDOZA-GUEVARA, A. 2009. Abundancia relativa, estructura de tallas y relación longitud-peso de juveniles de lisa *Mugil curema* en el estero El Conchalito, La Paz, BCS, México, Ciencia Pesquera. Volume 17(1): 37-46 pp.
- ROCHA, D.F.; NOVELLI, R. & DEUS, A.A.L. 2007. Distribuição de frequência de crescimento em comprimento do parati *Mugil curema* Valenciennes,1836, na Lagoa do Açú. Anais do Congresso de Ecologia do Brasil. 2p.
- SECKENDORFF, R. W. (VON) & AZEVEDO, V, G. 2007. Abordagem histórica da pesca da tainha *Mugil platanus* e do parati *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) no litoral norte do Estado de São Paulo. Série Relatórios Técnicos, São Paulo. Número 28: 1-8 pp.
- SECOR, D. H.; DEAN. J. M. & LABAN, E H. 1991. Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. The Belle W. Baruch Library in Marine Science. 85 p.
- SEVERINO-RODRIGUES, E.; PITA, J. B. & GRAÇA-LOPES, R. 2001. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. Boletim do Instituto de Pesca. Volume 27 (1): 7-19pp.
- 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. Volume 17 (02): 473-480pp.
- SCHMIEGLO, J.M.M. E GIANESELLA S. M. F. 2014, Absence of zonation in a mangrove forest in southeastern Brazil. Brazilian journal of oceanography, 62(2):117-131.
- SMALE, M. J.; WATSON, G.; HECHT, T. 1995. Otolith atlas of southern African marine fishes. Otolith atlas of Southern African marine fishes. Ichthyol. Monogr. JLB. Smith Inst. Ichthyol. 1.
- SPARRE, P. & VENEMA, S. C. 1998. *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual.* FAO Fisheries Technical Paper. 306.1 (2). Rome, FAO. 407 p.
- TORNO, A. – 1976. Descripción y comparación de los otolitos de algunas familias de peces de la plataforma argentina. Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. “Bernardino Rivadavia”, 12(4): 1-18.

- TUSET, V. M.; ROSIN, P. L. & LOMBARTE, A. 2006. Sagittal otolith shape used in the identification of fishes of the genus *Serranus*. *Fisheries Research* 81: 316-325pp.
- TUSET, V. M.; LOMBARTE, A. & ASSIS, C. A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina* 72(51): 7-198pp.
- VANNUCCI, M. 2002. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções. 2 ed. EDUSP, São Paulo. 244 p.
- VAZ-DOS-SANTOS; SANTOS-CRUZ, N. N. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 2007. Caracterização morfológica e morfométrica do otólito *sagitta* do peixe-lagarto *Bembrops heterurus* na região Sudeste-Sul do Brasil. In: XVIII Encontro Brasileiro de Ictiologia. Itajaí. Anais: p. 417.
- VAZZOLLER, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e pratica. EDUEM, Nupelia, Maringá, PR.169p.
- VAZZOLLER, A.E.A. M. 1982. Manual de métodos para estudos biológicos de população de peixes: Reprodução e crescimento. CNPq. Brasília 108 p.
- VOLPEDO, A. V. 2001. Estudio de la morfometría de las sagittae en poblaciones de Sciaenideos marinos de águas cálidas del Perú y águas templado-frías de Argentina. Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 184p.
- VOLPEDO, A.V. & ECHEVERRÍA, D.D. 2000. Catálogo y claves de otolitos para la identificación de peces del mar argentino. 1. Peces de importancia económica. Editorial Dunken, Buenos Aires. 88p.
- ZAR, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4th edition. New Jersey: Prentice Hall. 663p.

CAPITULO 1

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS OTÓLITOS *sagittae* DO PARATI *Mugil curema* (MUGILIDAE) NO COMPLEXO BAÍA-ESTUÁRIO DE SANTOS (BRASIL).

1 **Descrição morfológica dos otólitos *sagittae* do parati *Mugil curema***
2 **(Mugilidae) no complexo baía-estuário de Santos (Brasil).**

3
4
5 **SANTOS-CRUZ, Nayra Nicolau¹; TOMÁS, Acácio Ribeiro Gomes²**

6
7 ¹ Mestranda – Instituto de Pesca – Bolsista CAPES. nayranicolaubio@yahoo.com.br.

8 ² Pesquisador Científico. Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do
9 Pescado Marinho, Instituto de Pesca, APTA, SSA, SP. Av. Bartolomeu de Gusmão, 192, Ponta
10 da Praia, Santos, CEP: 11030-906.
11
12

13 **Resumo**

14 O complexo Baía-Estuário de Santos está localizado no litoral do Estado de São Paulo,
15 Brasil, e encontra-se em estado crítico de degradação ambiental. Ainda assim, possui
16 espécies de interesse comercial. Dentre estes o parati *Mugil curema*, e um segundo
17 possível morfotipo do gênero. Para distingui-los foram utilizados 304 otólitos *sagittae*
18 (169 e 135 fêmeas e machos respectivamente), com amplitude de tamanho entre 116 a
19 423 mm de comprimento total. Para testar a hipótese de haver dois morfotipos distintos,
20 os otólitos foram descritos pela morfometria bivariada, e foram mensuradas 15
21 dimensões morfométricas: comprimento e altura do otólito, para averiguar os padrões de
22 forma dos otólitos. Formaram-se 5 grupos pela análise de *cluster*, pelo método de
23 ligação de Ward, com correlação cofenética de 0,667, sendo um grupo formado somente
24 pelos indivíduos do segundo morfotipo anteriormente já identificado pela descrição
25 morfológica qualitativa. Na análise de PCA, foram identificadas 7 componentes
26 principais pelo método de Broken-Stick. Essas evidências incentivam a maiores estudos
27 acerca da verificação taxonômica, de modo a viabilizar efetivos monitoramentos e
28 gerenciamento do recurso pesqueiro.
29

30 **Palavras-chave:** morfologia, ambiente estuarino e otólito.
31
32
33
34

35 **Abstract**

36 The Santos Bay-Estuary complex, located on the coast of São Paulo State, Brazil,
37 suffers of a high environmental degradation. Otherwise, some fisheries resources are
38 caught including the white mullet *Mugil curema* and a possible second morphotype. To
39 distinguish those, a collection of 304 *sagittae* otoliths (169 males and 135 females) were
40 used, ranging between 116 and 423 mm in total length. To test the hypothesis of two
41 distinct morphotypes, otoliths were described by bivariate morphometrics, and 15
42 morphometric dimensions were measured, to investigate patterns of otoliths shape. Five
43 groups were formed by cluster analysis by the Ward connection method with 0.667
44 cophenetic correlation and a group was formed exclusively with individuals of the
45 second morphotype, already identified by qualitative morphological description. In the
46 PCA analysis, 7 principal components were identified through the Broken-Stick
47 method. Those evidences suggest more studies on taxonomy, should be carried out, in
48 order to contribute for the effective management of this fisheries resource.

49

50 **Keywords:** morphology, estuarine environment and otolith.

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68 **Introdução**

69 O Complexo Baía-Estuário de Santos está localizado na região central do litoral
70 do Estado de São Paulo, na Região Metropolitana da Baixada Santista, e em função do
71 padrão de circulação pode ser dividido em quatro setores: a Baía de Santos, o Canal de
72 Santos, o Canal de São Vicente e o Canal de Bertioga (Martins, 2005). Atualmente este
73 complexo exemplifica bem uma situação de degradação ambiental por poluição de
74 origem hídrica e atmosférica em ambientes de costa, fator que pode estar associado à
75 redução da produção pesqueira, aliada a uma exploração não ordenada dos recursos
76 locais (CETESB, 2001). Ainda assim, é de intensa atuação a pesca artesanal.

77 A família Mugilidae é uma das famílias mais exploradas ao longo da costa do
78 Brasil por diversas comunidades pesqueiras estuarinas e costeiras, particularmente as de
79 pequena escala (Paiva, 1997), e de acordo com os dados estatísticos, representa 4,5% da
80 produção total de peixes marinhos no Brasil (IBAMA, 2007). Apresenta ampla
81 distribuição em águas tropicais e subtropicais de todo o mundo, formam grandes
82 cardumes em águas estuarinas e lagunares, onde passam boa parte da sua vida,
83 migrando para o mar na época de desova (Cergole, 1986; Menezes, 1993; Pina &
84 Chaves, 2005; Deus *et al.*, 2007; Branco *et al.*, 2011; Quiñonez-Velásquez & Mendoza-
85 Guevara, 2009).

86 A espécie alvo deste trabalho é o parati, *Mugil curema* Valenciennes 1836, sua
87 distribuição vai desde os Estados Unidos ao Brasil no Oceano Atlântico, e da Baía de
88 Magdalena no México ao Chile no Oceano Pacífico. No ambiente costeiro a espécie se
89 destaca como uma espécie essencialmente estuarino-dependente. Possui hábitos
90 alimentares com grande capacidade de adaptação, considerados detritívoros, ictiófagos,
91 iliófagos, herbívoros, onívoros, fitófagos e zooplantófagos (Deus *et al.* 2007). Com
92 relação aos aspectos reprodutivos de *M. curema*, Oliveira (2010), no Rio Grande do
93 Norte identificou o comprimento médio de primeira maturação gonadal em 260 mm,
94 enquanto na região sudeste, Fernandez & Dias (2013) estimaram esse mesmo
95 comprimento em 248,6 mm nos exemplares dos estuários de Santos e Cananéia.

96 Carmo (2006) avaliou a presença de metais pesados no músculo, nas brânquias e
97 no fígado de parati, coletados no estuário de São Vicente (no Rio Branco e no Rio
98 Mariana) e estimaram o seu risco de intoxicação alimentar, uma vez que a espécie é
99 considerada um dos peixes mais abundantes e mais consumidos pela população local
100 (Carmo *et al.* 2011).

101 Existem diversas maneiras de identificar táxons distintos, seja pela anatomia
102 externa ou interna, seja por caracteres merísticos, pela morfometria ou por estudos
103 genéticos. A exemplo, Ibañez-Aguire *et al.* (2006) comparou morfometricamente duas
104 populações de parati *M. curema* das costas atlântica e pacífica do México, sendo o
105 diâmetro do olho a variável que diferenciou uma população da outra. Ibañez e Gallardo-
106 Cabello (2005) apontam que a identificação de alguns mugilídeos nem sempre é fácil,
107 devido à morfologia corpórea de seus representantes serem bem semelhantes. Sendo
108 assim, os autores usaram escamas ctenóides para distinguir *M. cephalus* de *M. curema*,
109 por meio da caracterização do cteno de ambas as espécies, detectaram diferenças
110 evidentes em todos os espécimes, em todas as idades e comprimentos, evidenciando que
111 a estrutura é adequada para distinguir tais espécies.

112 Otólitos são concreções calcárias que se encontram na cápsula auditiva dos
113 peixes ósseos, localizados na cabeça e atrás dos olhos, e apresentam funções sensitivas
114 de equilíbrio e audição na coluna d'água (Moyle & Cech, 2004). Representam um
115 importante instrumento para identificar espécies e variações geográficas
116 intraespecíficas, de modo a contribuir para a definição de estoques, caracterizar a fase
117 de vida do indivíduo, devido a variações ontogenéticas e reconstituir a dieta de animais
118 piscívoros (Bori, 1986; Tuset *et al.*, 2006). Sua descrição disponibiliza valiosas
119 informações aplicáveis à ciência pesqueira como a caracterização morfológica (baseada
120 na descrição de feições) e a caracterização morfométrica (uma vez que a mudança na
121 forma, decorrente do crescimento do peixe e da estrutura, altera suas proporções)
122 (Campana, 2004).

123 O parati, de acordo com a estatística pesqueira oficial do Estado de São Paulo,
124 não se apresenta como um recurso importante conforme o seu volume em peso
125 desembarcado, ainda que nem toda a produção pesqueira realizada em áreas estuarinas
126 seja considerada elevada. Fato este decorrente da não caracterização das capturas da
127 pesca artesanal (von Seckendorff & Azevedo, 2007). Cergole (1986) realizou o primeiro
128 trabalho com dinâmica populacional de *M. curema* na mesma região do presente estudo,
129 revelando a espécie como a mais abundante nas capturas e como um importantíssimo
130 recurso pesqueiro aos pescadores e moradores locais.

131 Para completar essa lacuna de informações, estudos vêm sendo realizados na
132 área do Complexo Baía-Estuário de Santos, e mostraram significativas capturas do
133 parati, estando entre as quatro principais espécies da pesca artesanal local. E nesses
134 estudos, as coletas realizadas com rede de emalhe de batida com malhas menores do que

135 as empregadas na pesca artesanal foram obtidos exemplares de um possível segundo
136 morfotipo, de menor porte, que, embora não registrado na pesca comercial, também é
137 submetido aos impactos antrópicos ocorrentes neste ambiente.

138 No contexto da importância ecológica e econômica de *M. curema*, e na escassez
139 de maiores informações sobre um segundo morfotipo, foi avaliado, a partir da descrição
140 dos otólitos *sagittae*, a existência de um novo morfotipo de parati no Complexo Baía-
141 Estuário de Santos.

142

143 **Material e Métodos**

144 **Coleta**

145 Os exemplares de *Mugil curema* foram provenientes da região do estuário de
146 Santos capturados pela pesca com rede de emalhe de batida, entre os meses de outubro
147 de 2010 e novembro de 2011, e por uma coleta científica voltada a captura de
148 exemplares de menor tamanho e ampliação do número amostral do segundo morfotipo,
149 nos meses de abril e maio de 2013.

150 O petrecho utilizado possuía panos de rede de malhas 50, 60 e 70 mm de
151 distância de nó-a-nó com altura de 1,70 m e extensão total de 250 m. Após a localização
152 visual de cardumes do parati junto às margens, a rede era lançada formando uma meia
153 lua com a parte central posicionada relativamente paralela à margem. Em seguida a
154 embarcação se deslocava para uma das extremidades da rede iniciando a propagação de
155 sons com o remo ou pedaço de madeira no casco da embarcação de modo a afugentar os
156 peixes para a rede ampliando a possibilidade de captura (Câmara *et al.*, 1988).

157 A coleta científica foi realizada com auxílio do petrecho de pesca vara de mão
158 ou caniço, com miolo de pão molhado como isca, como é habitualmente utilizado pela
159 comunidade de pescadores artesanais do entorno. As amostras foram acondicionadas, e
160 devidamente etiquetadas com dados do local amostrado. Para cada local onde houve
161 captura, foram tomados dados de posicionamento georeferenciados e dados abióticos
162 como a salinidade e a temperatura, com auxílio do aparelho portátil de Sistema de
163 Posicionamento Global (GPS) modelo Garmim 78S e da sonda multiparâmetros Hanna
164 7428.B

165

166 **Amostra**

167 No laboratório foram obtidos, individualmente, o comprimento total (Lt) em
168 milímetros, com uso de ictiômetro, e a massa (Wt), em balança com resolução de

169 décimo de grama. A identificação de gênero (macho:fêmea) foi realizada pela
170 observação da gônada, sendo também avaliado o estágio macroscópico de maturidade
171 gonadal baseando-se em escala de Vazzoller (1996).

172 Para que houvesse uma correta identificação deste segundo morfotipo, foi
173 firmada uma parceria com o Laboratório de Ecologia, Peixes e Pesca - LaEPP, do
174 Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, da Universidade Federal de Alagoas
175 – UFAL, para a troca de exemplares de diversas espécies do gênero *Mugil*.

176 A amostra total está composta por 307 pares de otólitos *sagittae* de *M. curema*,
177 sendo 171 e 136 pares de exemplares fêmeas e machos respectivamente, com amplitude
178 de tamanho entre 116 e 423 mm de comprimento total e 16 e 656 g de peso total, sendo
179 que deste total de indivíduos estão agrupados os exemplares dos segundo possível
180 morfotipo.

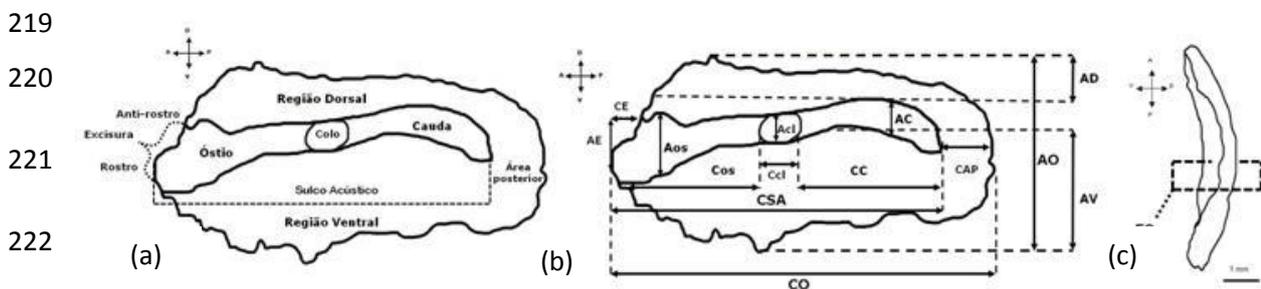
181

182 **Descrição dos otólitos**

183 Visando à descrição morfológica dos otólitos de *M. curema*, foi realizada uma
184 pré-análise da face interna dos otólitos direito voltado com o rostro para a esquerda e a
185 região dorsal para cima e com o auxílio de um microscópio estereoscópico WILD em
186 aumento de 12 vezes, foram estabelecidos padrões de acordo com Bastos (1990), Secor
187 *et al.* (1991), Corrêa & Vianna (1993), Volpedo & Echeverría (2000), Assis (2004),
188 Vaz-dos-Santos *et al.* (2007) e Tuset *et al.* (2008). Foi feita uma análise do perfil, ou
189 seja, do padrão de contorno dos otólitos, quanto a sua forma projetada em um plano
190 (Corrêa & Vianna, 1993; Assis, 2004; Tuset *et al.*, 2008). Foram descritas as feições dos
191 otólitos, de acordo com as estruturas (Figura 1): Sulco acústico, Cauda, Colo, Óstio,
192 Excisura, Rostro, Anti-rostro, Região dorsal, Região ventral e Área posterior. E as
193 estruturas morfológicas foram classificadas de acordo com o Perfil Geral: forma geral;
194 tipos de borda (dorsal, ventral, rostro e anti-rostro e área posterior) e perfil lateral, o
195 Perfil do Sulco Acústico: posição, forma e tipo de abertura do sulco acústico; forma da
196 cauda, colo e óstio; tipo e intensidade de curvatura da cauda; tipo de colo, óstio e
197 excisura e a Presença e Ausência de depressões, estrias ou fendas na área posterior,
198 região dorsal e ventral. Com o auxílio de uma mesa digitalizadora Wacom Bamboo, e
199 por meio de imagens captadas por uma câmera de vídeo, Leica modelo DC100-
200 resolução 1146 DPI, acoplada a um microscópio estereoscópico ligado a um
201 computador, foram geradas ilustrações dos otólitos, com seu contorno geral e do sulco

202 acústico, para criar pranchas ilustradas para cada classe de comprimento total (30 mm),
203 por fêmeas e machos para cada morfotipo (I e II).

204 Para os estudos da morfometria, os otólitos foram mensurados em unidades de
205 ocular micrométrica (uom= 0,08 mm), sob aumento de 12 vezes, em sua face interna,
206 com o auxílio de microscópio estereoscópico WILD, onde foram tomadas as seguintes
207 medidas como (Figura 1): (CO) comprimento do otólito, (AO) altura do otólito, (CSA):
208 comprimento do sulco acústico; (CC) comprimento da cauda; (Ccl) comprimento do
209 colo; (Cos) comprimento do óstio;(CE) comprimento da excisura; (CAP) comprimento
210 da área posterior; (AO) altura do otólito; (AC) altura da cauda; (Acl) altura do colo;
211 (Aos) altura do óstio; (AE) altura da excisura; (AD) altura dorsal e (AV) altura ventral,
212 e com auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm: (EO) espessura do
213 otólito, indicadas em Secor *et al.* (1991), Bastos (1990), Corrêa & Vianna (1993) e Cruz
214 & Lombarte (2004). As medidas de comprimento (CO) e altura (AO) do otólito de uma
215 subamostra de 50 exemplares de pares de otólitos (direito e esquerdo) foram analisadas
216 por meio de um “teste t” para dados pareados, a fim de averiguar se havia distinção, em
217 nível de 5% de significância, entre cada par de otólitos. Não encontrada a diferença, foi
218 considerado para este trabalho o otólito direito de cada par (Zar, 1999).



223 Figura 1 -*Mugil curema*: Face interna do otólito sagitta direito de *Mugil curema*, (a)
224 feições morfológicas e (b) medidas da morfometria. Perfil lateral (c), espessura do
225 otólito.

226

227 **Análise dos dados**

228 Inicialmente, os valores das medidas dos otólitos foram submetidos à análise
229 descritiva, sendo verificada a normalidade (Shapiro-Wilk) das séries de dados, e foi
230 construída uma matriz de correlação para verificar o quanto as variáveis estão
231 associadas. Para as feições morfológicas que apresentaram menos de 100% de
232 ocorrência, ou seja, onde ocorreram mais de uma classificação, foram testados em nível
233 de 5% de significância, pelo teste chi-quadrado múltiplo (χ^2) para cada classificação das

234 feições morfológicas distribuídas por classe de tamanho total (30 mm), e para cada
235 classe de tamanho total (30 mm) com todas as classificações agrupadas, para conhecer
236 as características dos otólitos ao longo do seu desenvolvimento ontogenético (Zar, 1999,
237 Rossi-Wongtschoski *et al.*, 2014) E pelo teste G para identificar se há distinção entre
238 macho e fêmea para cada morfotipo (I e II), entre os morfotipos com os gêneros
239 agrupados, e entre as feições distribuídas por classe de comprimento total (30 mm).

240 Os dados de morfometria foram avaliados pelos métodos de análise
241 multivariada, a partir de uma matriz com dimensões de 304 indivíduos x 20 relações
242 entre as medidas morfométricas CO/AO*100, CO/CSA*100, CO/CC*100,
243 CO/Ccl*100, CO/Cos*100, CO/AC*100, CO/Acl*100, CO/Aos*100, CO/AD*100,
244 CO/AV*100, CO/CAP*100, CO/EO*100, AO/CSA*100, AO/AC*100, AO/Acl*100,
245 AO/Aos*100, AO/AD*100, AO/CAP*100, AO/AV*10 e AO/EO*100 para averiguar
246 os padrões de forma dos otólitos. Calculou-se a análise de variância multivariada
247 (MANOVA) baseada no traço de Pillai por apresentar maior robustez, para comparar as
248 médias multivariadas das relações para a matriz total e entre os gêneros (Duarte-Neto *et*
249 *al.*, 2008). Foi realizada uma análise de agrupamento hierárquico pela distância
250 euclidiana, com o método de ligação de Ward (Everitt, 2005 e Borcard *et al.*, 2011),
251 com avaliação do grau de distorção das distâncias pela correlação cofenética e foi
252 utilizada a análise de similaridade (ANOSIM) para verificar se o agrupamento foi
253 efetivo (Chapman & Underwood, 1999 e Anderson & Walsh, 2013). Foi feito o
254 ordenamento dos dados, por meio da análise em componentes principais (PCA) para os
255 dados poderem ser representados por um número reduzido de eixos (McCune & Grace,
256 2002; Zuur *et al.*, 2007; Baran & Warry, 2008 e Husson, 2011;). A análise discriminante
257 foi usada para confirmar se os dois morfotipos são realmente distintos (McCune &
258 Grace, 2002 e Zuur *et al.*, 2007). Todos os testes foram analisados com o nível de 5%
259 de significância.

260

261 **Resultados e Discussão**

262 **Descrição da amostra**

263 Como a identificação, por meio da morfologia externa dos mugilídeos sempre
264 foi imprecisa, por serem extremamente semelhantes com seus caracteres de distinção
265 bem discretos, Braga (1978) faz uma comparação entre as espécies e dentro de cada
266 espécie da família Mugilidae, com amostras de Fortaleza (CE) até Rio Grande (RS). E

267 dentre as espécies capturadas, teve uma coletada somente em Cananéia, que não pôde
268 ser identificada, sugerindo de forma equivocada ser *Mugil incilis*. Mas, como a posição
269 da nadadeira dorsal não conferia com a espécie indicada, ela foi tratada como *Mugil* sp.
270 E sua posição sistemática não pôde ser definida neste trabalho, sugerindo quiçás ser
271 uma nova ocorrência e/ou uma espécie ainda não descrita.

272 A partir de uma pré-análise realizada na amostra inicial com 307 exemplares,
273 foram selecionadas para as análises dos otólitos, 304 exemplares, estando junto
274 exemplares de *Mugil curema* e do segundo morfotipo, com comprimento total (CT)
275 variando entre 116 e 423 mm. Destes exemplares, 169 eram fêmeas (116 mm < CT <
276 423 mm) e 135 machos (122 mm < CT < 375 mm) (Tabela 1, Figura 2). Nessa amostra
277 houve um maior número de fêmeas amostradas para todas as classes de tamanho, e a
278 ausência de exemplares machos nas classes de maior comprimento total, como foi
279 relatada também por Cergole (1986), na mesma região de estudo desde trabalho, por
280 Santana da Silva (2007) na região nordeste do Brasil e por Rangely (2011) em Maceió.

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301 Tabela 1 - *Mugil curema*: distribuição de frequência da amostra total de peixes por classe de
 302 comprimento total (CT), por gênero (F = fêmeas e M = machos) e para os dados agrupados
 303 (Total geral). Descrição estatística da amostra total (s= desvio padrão, Q1= primeiro quartil e
 304 Q3= terceiro quartil).

Classes de CT (mm)	F		M		Total geral	
	N	%	N	%	N	%
90-119	1	0.59			1	0.33
120-149	9	5.33	13	9.63	22	7.24
150-179	1	0.59	2	1.48	3	0.99
180-209	5	2.96	9	6.67	14	4.61
210-239	15	8.88	29	21.48	44	14.47
240-269	20	11.83	13	9.63	33	10.86
270-299	31	18.34	36	26.67	67	22.04
300-329	42	24.85	27	20.00	69	22.70
330-359	30	17.75	5	3.70	35	11.51
360-389	11	6.51	1	0.74	12	3.95
390-419	3	1.78			3	0.99
420-449	1	0.59			1	0.33
Total geral	169	100	135	100	304	100
CT _{média} (mm)	289.9		256.1		274.9	
s (mm)	62.1		58.4		62.7	
CT _{mínimo} (mm)	116		122		116	
CT Q1 (mm)	254		221		233.75	
CT _{mediana} (mm)	300		272		290	
CT Q3 (mm)	332		298.5		315	
CT _{máximo} (mm)	423		375		423	
g1 (simetria)	-0.9		-0.7		-0.7	
g2 (curtose)	0.9		-0.2		0.2	

305

306

307

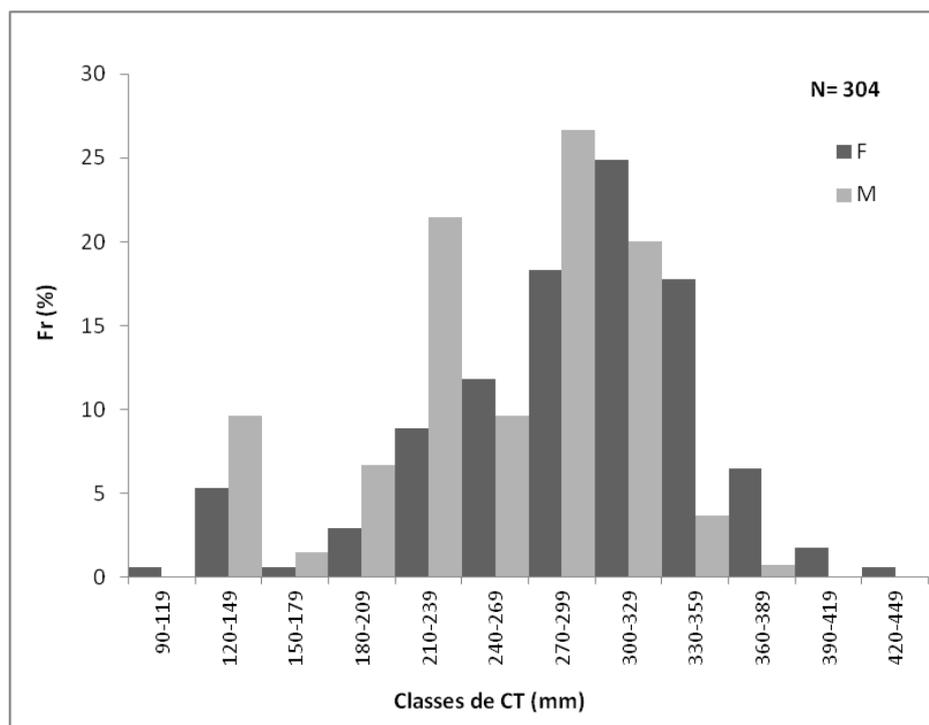
308

309

310

311

312



313

314 Figura 2 - *Mugil curema*: distribuição de frequência por classes de comprimento total
 315 (CT), por fêmeas (n= 169) e machos (n=135).

316

317 **Morfologia dos otólitos de *Mugil curema***

318 Araújo e Silva (2013) relatam a importância dos trabalhos de descrição, pois
 319 podem ser detectadas diferenças entre as populações ao longo da costa do Brasil, pelos
 320 caracteres morfométricos, merísticos, fisiológicos e químicos.

321 Os otólitos *sagittae* de *M. curema* foram analisados quanto à forma e a posição
 322 das feições morfológicas a fim de encontrar diferenças entre o otólito de *Mugil curema*
 323 e do segundo possível morfotipo. E de acordo com as análises, foi possível classificar
 324 todos os otólitos, quanto ao seu perfil geral (Figura 3):

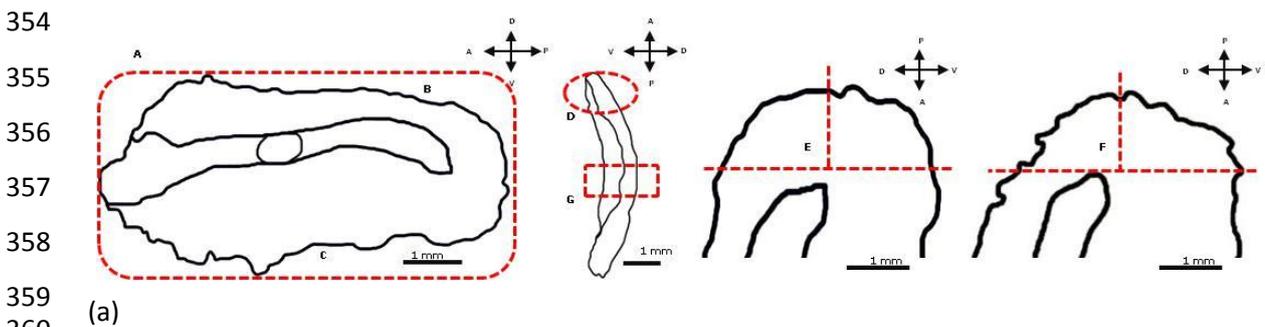
- 325 a) a sua forma geral é retangular (100%);
- 326 b) a borda dorsal irregular e ondulada (66%);
- 327 c) a borda ventral ondulada e denteada (57%);
- 328 d) rostró e anti-rostró são concordantes (100%)
- 329 e) a borda da área posterior, 50% se mostrou assimétrica e 50% assimétrica,
 330 sendo todas largas e arredondadas; e
- 331 f) o perfil lateral é côncavo-convexo (100%).

332 Com relação ao Perfil do Sulco Acústico, apresentaram 100% de frequência em
 333 todos os otólitos as seguintes classificações: O sulco acústico apresentou forma

334 heterosulcóide, ou seja, dividido em cauda, colo e óstio, a abertura é do tipo ostial, a
335 cauda é alongada e curvada, o colo é oval e em baixo relevo e o óstio é terminal à
336 margem externo do otólito (Figura 4, ilustração c).

337 Foram identificadas no Perfil do Sulco Acústico as tipologias das feições
338 morfológicas dos otólitos *sagittae*, que distinguiram os dois possíveis morfotipos: para
339 *M. curema* a posição do sulco acústico foi do tipo supramediano (90,43%), a forma do
340 óstio foi do tipo funil (94,72%), a cauda possui intensidade de curvatura do tipo
341 fortemente curvada (88,12%) e a sua excisura é ampla e na porção anterior 63,12%);
342 para os otólitos *sagittae* do segundo morfotipo a posição do sulco acústico foi do tipo
343 mediano (9,57%), a forma do óstio foi oval (5,28), a cauda possui intensidade de
344 curvatura levemente curvada (11,88%) e a excisura estreita e anterior (Figura 5).

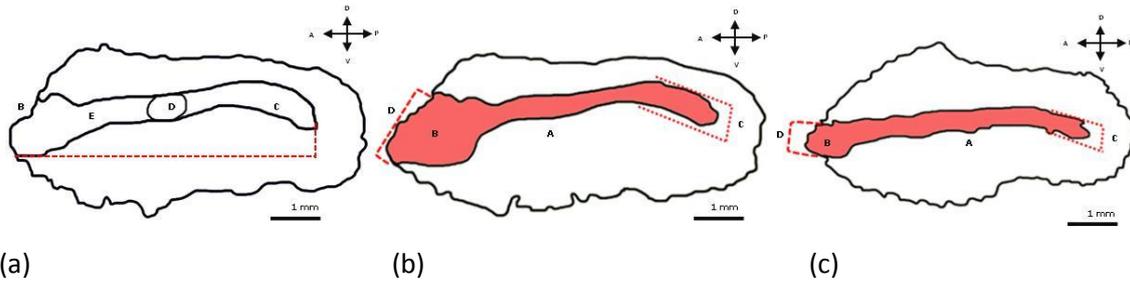
345 Para averiguar a presença de depressões ou estrias na área posterior e na região
346 dorsal e ventral, foi constatado também um padrão de distinção entre os dois
347 morfotipos. Para os otólitos de *M. curema*, na região dorsal foi observado que em
348 63,12% dessa área possuía algumas cristalizações, e na região ventral 15,87% possuía
349 uma depressão logo abaixo do sulco acústico (Figura 5). Para todos os otólitos do
350 segundo morfotipo foi constatado uma crista bem pronunciada na região dorsal (Figura
351 4). Por meio das ilustrações foi possível ver, de forma qualitativa, o desenvolvimento
352 dos otólitos por classes de tamanho, evidenciando as transformações na sua forma ao
353 longo do crescimento. (Figura 6).



361 Figura 3- *Mugil curema*: (a) Descrição da tipologia das feições morfológicas dos otólitos: **A**,
362 forma retangular; **B**, borda dorsal irregular e ondulada; **C**, borda ventral ondulada e denteada; **D**,
363 rosto r anti-rosto concordantes; **E**, área posterior simétrica, larga e arredondada; **F**, área
364 posterior assimétrica, larga e arredondada e **G**, perfil lateral côncavo-convexo.

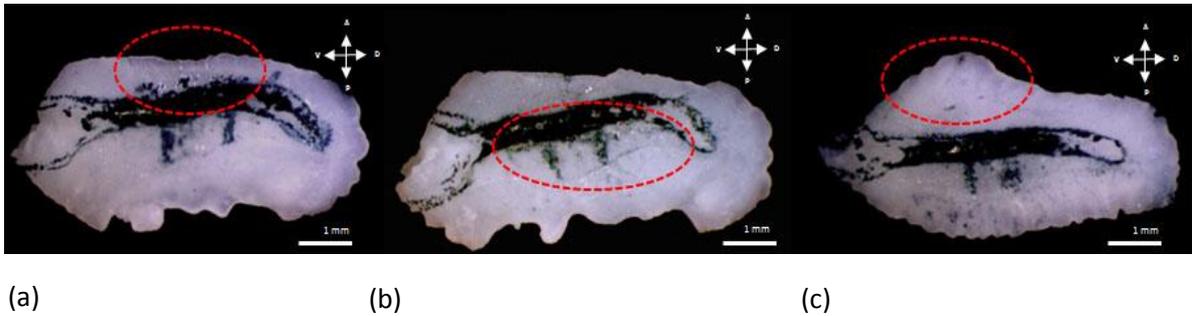
365
366
367
368
369
370

371
372
373
374
375
376

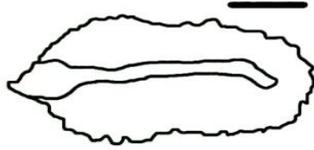
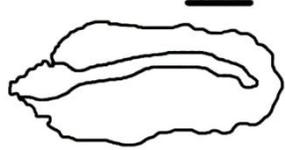
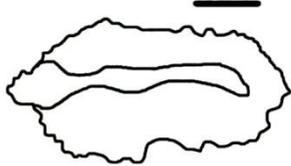
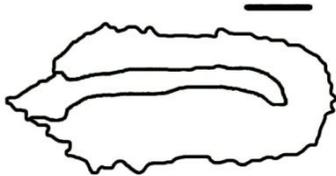


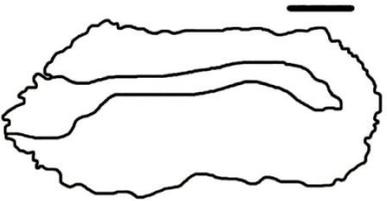
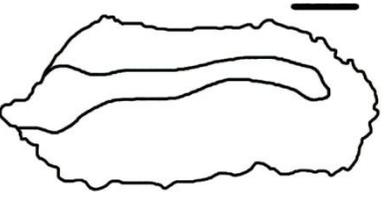
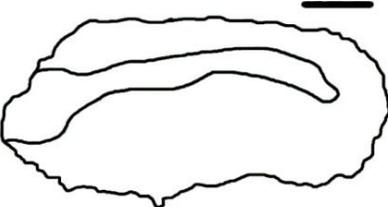
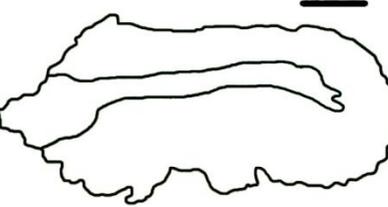
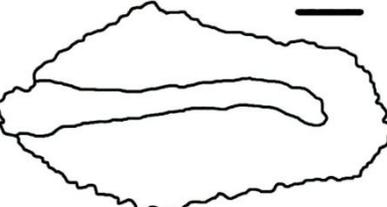
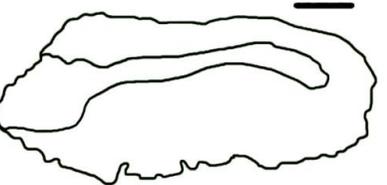
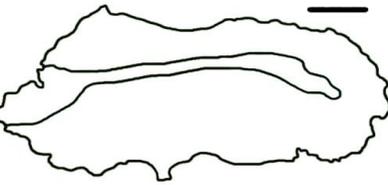
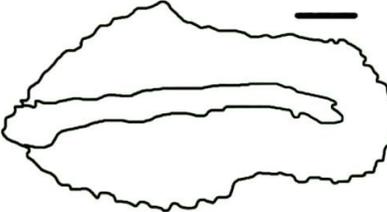
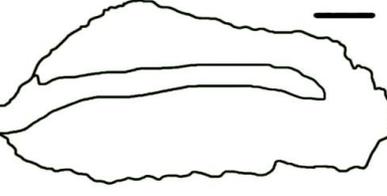
377 Figura 4- *Mugil curema*: (a) 100% de frequência de ocorrência das tipologias das feições
378 morfológicas do perfil do sulco acústico: **A**, sulco heterosulcóide; **B**, abertura ostial; **C**, cauda
379 alongada e curvada; **D**, colo oval e embaixo relevo e **E**, óstio terminal. (b) feições morfológicas
380 que distinguem os otólitos de *M. curema*: **A** sulco acústico suprmediano; **B**, óstio tipo funil; **C**,
381 cauda fortemente curvada e **D**, excisura ampla. (c) feições morfológicas que distinguem os
382 otólitos do segundo morfotipo: **A**, sulco acústico mediano; **B**, óstio oval; **C**, cauda levemente
383 curvada e **D**, excisura estreita.

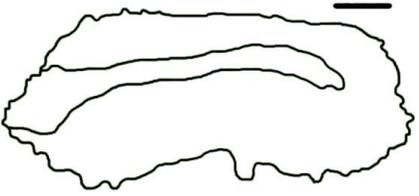
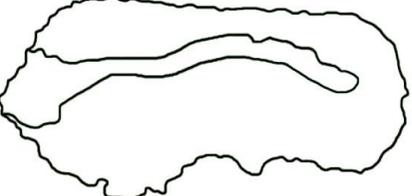
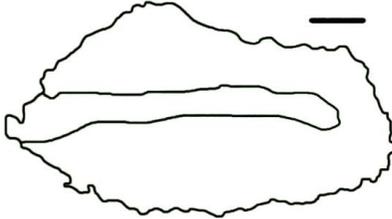
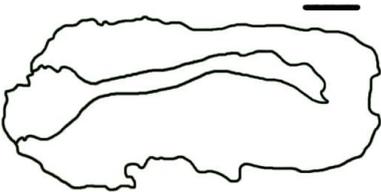
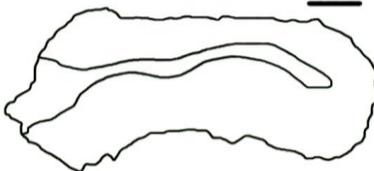
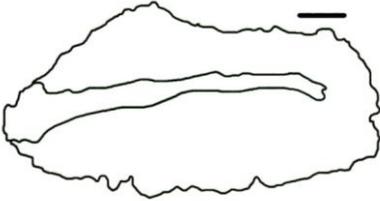
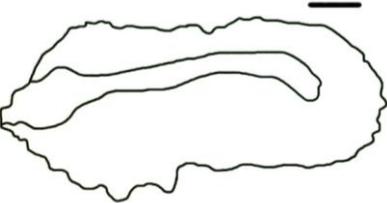
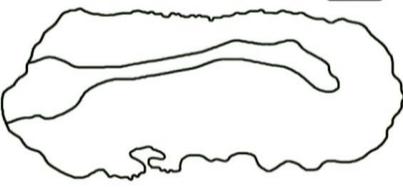
384
385
386
387
388
389

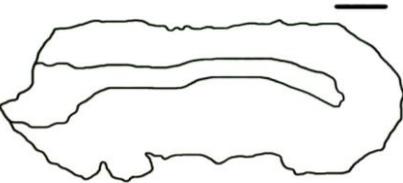
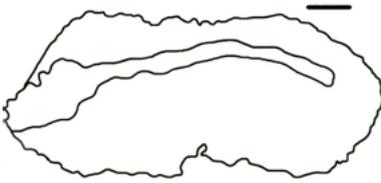
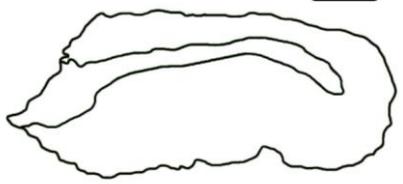
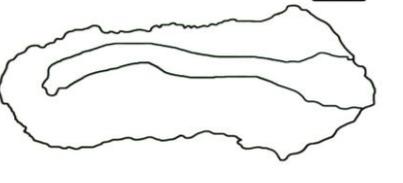


390 Figura 5-(a) *Mugil curema*: área dorsal cristalizada, (b) *M. curema*: depressão na região ventral
391 e (c) Segundo Morfotipo: região dorsal com crista pronunciada.

Classes de CP (mm)	MORFOTIPO I		MORFOTIPO II	
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
90-119				
120-149				
150-179				

180-209				
210-239				
240-269				

270-299				
300-329				
330-359				

360-389				
390-419				
420-449				

392

393 Figura 6- *Mugil curema*: Descrição ontogenética dos otólitos (direito) sagittae de *Mugil curema*, do morfotipo I e II, por gêneros, para todas as classes de
 394 tamanho de 30 mm, com escala em 1 mm.

395 Estudos de descrição morfológica levando em consideração o desenvolvimento
396 ontogenético são de extrema importância, sendo publicado no Brasil recentemente, para
397 algumas famílias da ordem Gadiformes e Perciformes, o Atlas de otólitos de peixes
398 marinhos do Sudeste-Sul do Brasil (Rossi-Wongtschowski *et al.*, 2014). Ainda não
399 foram realizadas essa descrição para o parati *M. curema*, somente para alguns gêneros
400 da família Mugilidae, assim como no gênero *Mugil* para a tainha *M. cephalus*, descrita
401 por Tuset *et al.* (2008).

402 Para averiguar diferenças ontogenéticas dos otólitos de *M. curema*, foi utilizada
403 a análise quantitativa para as 7 feições morfológicas (região dorsal e ventral, margem da
404 área posterior, tipo de sulco “posição”, forma do óstio, tipo de curvatura da cauda e
405 excisura) e testados pelo Teste G, seguido do teste chi-quadrado múltiplo (χ^2). Para a
406 região dorsal, foram observadas pelo teste G, que havia diferenças significativas entre as
407 classificações desta feição morfológica ($p= 0,0039$) e por meio do teste X^2 apresentaram
408 diferenças significativas as classificações de borda ondulada e serrilhada ($p= 0,034$ e $p=$
409 9×10^{-5}) e a classe de tamanho de 360-389 mm ($p= 9 \times 10^{-6}$) com todas as classificações
410 agrupadas. Para a região ventral, o teste G mostrou diferenças significativas entre as
411 classificações ($p= 0,0138$) e o teste χ^2 revelou que há diferenças significativas nas
412 classes de tamanho de 210-239 mm ($p= 0,0435$) e 270-299 mm ($p= 0,0236$). Para a
413 margem da área posterior, de acordo com o teste G, não mostrou diferenças
414 significativas entre as classificações ($p= 0,98$), pois a classificação para a maioria foi
415 largas, arredondas, e sua ocorrência de simetria (simétricas ou assimétricas) foi bem
416 equilibrada, como foi evidenciado pela descrição qualitativa anteriormente. O tipo de
417 posição do sulco acústico, pelo teste G, mostrou diferenças significativas entre as
418 classificações ($p < 0,0001$), e pelo teste χ^2 revelou diferenças significativas pros tipos de
419 posição mediano ($p= 0,0022$) e supramediano ($p= 2,58 \times 10^{-2}$), e nas classes de tamanho
420 de 120-149 mm ($p= 2,73 \times 10^{-6}$), 180-209 mm ($p= 0,000183$), 210-239 mm ($p= 3,28 \times$
421 10^{-11}), 240-269 mm ($p= 9,22 \times 10^{-9}$), 270-299 mm ($p= 2,72 \times 10^{-16}$), 300-329 mm ($p=$
422 $1,63 \times 10^{-16}$), 330-359 mm ($p= 3,3 \times 10^{-9}$) e 360-389 mm ($p= 5,32 \times 10^{-4}$). A forma do
423 óstio apresentou diferenças significativas pelo teste G ($p < 0,0001$), e pelo teste χ^2 para a
424 classificação oval ($p= 1,56 \times 10^{-5}$), e nas classes de tamanho 210-239 mm ($p= 0,00162$)
425 e 240-269 mm ($p= 1,1 \times 10^{-6}$). Para o tipo de curvatura da cauda houve diferenças
426 significativas entre as classificações ($p < 0,0001$), e pelo teste χ^2 para a classificação
427 levemente curvada ($p= 2,12 \times 10^{-10}$) e nas classes de tamanho 210-239 mm ($p= 4,4 \times 10^{-$

428 ⁵), 240-269 mm ($p= 8,1 \times 10^{-11}$), 270-299 mm ($p= 0,02442$), 300-329 mm ($p= 1,63 \times 10^{-16}$), 330-359 mm ($p= 3,3 \times 10^{-9}$), 360-389 mm ($p= 0,000532$).

430 O que fica evidenciado é que houve diferenças significativas ($p<0,05$) em todas
431 as feições morfológicas com as suas classificações agrupadas, com exceção para a
432 margem da área posterior que apesar de não ter apresentado 100% de ocorrência em
433 suas classificações, como ocorreu nas outras feições morfológicas, teve uma
434 uniformidade na sua distribuição de frequência. E pelas classificações de cada feição
435 morfológica ao longo das classes de tamanho e para as classes de tamanho também
436 foram registradas diferenças significativas ($p<0,05$), e essas distinções foram
437 encontradas nas classificações que distinguem um morfotipo do outro, como o tipo de
438 cauda levemente curvada presentes no morfotipo II, por exemplo, e nas classes de
439 tamanho que ocorrem a presença do segundo morfotipo. Uma vez confirmada a
440 distinção de dois morfotipos pela descrição quali-quantitativa, foi realizada uma análise
441 por meio do teste G para verificar a hipótese da existência de diferenças nas frequências
442 de ocorrências dos otólitos entre os gêneros (fêmeas e machos) para cada morfotipo, e
443 entre os morfotipos em geral com os gêneros agrupados (Tabela 2). Como mostra os
444 dados da tabela 2, não há diferenças significativas entre os gêneros para todas as feições
445 ($p>0,05$), com exceção da feição tipo de curvatura da cauda que apresentou valor de $p=$
446 $0,0278$, que pode ser explicado pelo menor número de machos para o morfotipo II. Para
447 confirmar se existem diferenças significativas ($p>0,05$) entre os otólitos dos morfotipos
448 I e II, foram comparadas pelo teste G as frequências de ocorrências das classificações
449 das feições morfológicas em geral para cada morfotipo, e houve uma distinção clara
450 entre os morfotipos, pois todas as feições apresentaram valores de $p<0,05$, com exceção
451 da margem da área posterior, corroborando com as análises feitas anteriormente, que
452 mostra que esta porção do otólito, a distribuição é bastante homogênea, e é igual para os
453 dois morfotipos.

454

455

456

457

458

459

460

461

462 Tabela 2- *Mugil curema*: Relação das feições morfológicas dos otólitos de *Mugil curema*
 463 testadas pelo G, para distinguir diferenças entre os morfotipos, cinza claro para diferença
 464 significativa (p= 0,0278) no morfotipo II, entre fêmeas e machos para o tipo de curvatura, e
 465 cinza escuro para diferença não significativa (p=0,3494) entre os morfotipos I e II, para a
 466 margem da área posterior com os gêneros agrupados.

Feições Morfológicas	Morfotipo I			Morfotipo II			Morfotipo I x II		
	Fêmeas x Machos			Fêmeas x Machos			Fêmeas e Machos (agrupados)		
	teste G	GL	p valor (< 0.05)	teste G	GL	p valor (< 0.05)	teste G	GL	p valor (< 0.05)
região dorsal	3.5944	4	0.4637	1.6291	4	0.8036	22.7538	12	0.0299
região ventral	5.8843	5	0.3176	6.002	5	0.306	102.747	15	< 0.0001
margem da área posterior	1.8368	3	0.6069	3.0805	3	0.3794	10.013	9	0.3494
tipo de sulco (posição)	-	-	-	2.326	1	0.1272	146.5	3	< 0.0001
forma do óstio	-	-	-	0.0842	1	0.7717	71.5	3	< 0.0001
tipo de curvatura (cauda)	2.5355	1	0.1113	4.8407	1	0.0278	170.8	3	< 0.0001
excisura	0.4873	1	0.4851	0.0142	1	0.9052	174.35	3	< 0.0001

467

468 Estudos de morfometria multivariada vêm sendo aplicados em diversas áreas
 469 na ciência, tendo seu destaque na biologia evolutiva. Segundo Reis (1988) são usadas
 470 para identificar as variações em caracteres quantitativos e avaliar padrões de relações
 471 fenéticas, relacionando-as com fatores ambientais ou mesmo pela diferenciação
 472 fenotípica, como foi feito por Fernandez (2011), Duarte-Neto *et al.*, (2008) e mais
 473 recentemente por Santificetur (2013).

474 Nos cálculos feitos pela MANOVA, pelo traço de Pillai, houve diferença
 475 significativa para o total amostrado (p= 3,16E-09) e para os dados morfométricos, assim
 476 como na análise morfológica, também não houve distinção entre fêmeas e machos
 477 (p=0,05). Na análise de agrupamento, formou-se um dendograma, onde foi considerado
 478 5 grupos com correlação cofenética de 0,667215, sendo que o grupo 3 foi formado pelos
 479 indivíduos já que haviam sido reconhecidos como o morfotipo II pela análise
 480 morfológica, somando ao grupo alguns indivíduos que possuem o mesmo padrão
 481 morfométrico mas que não tinha sido interpretado pela análise visual da descrição
 482 morfológica quali-quantitativa (Figura 7). Na análise de similaridade ANOSIM dos
 483 otólitos agrupados, houve diferença significativa (p< 0,05) entre os “ranks” das
 484 distâncias estabelecidas pela análise de cluster, dentro e entre os grupos. O valor de =

485 0,6214, está próximo de 1, o que significa que os grupos possuem dissimilaridade entre
 486 si como mostra na tabela 3.

487

488

489

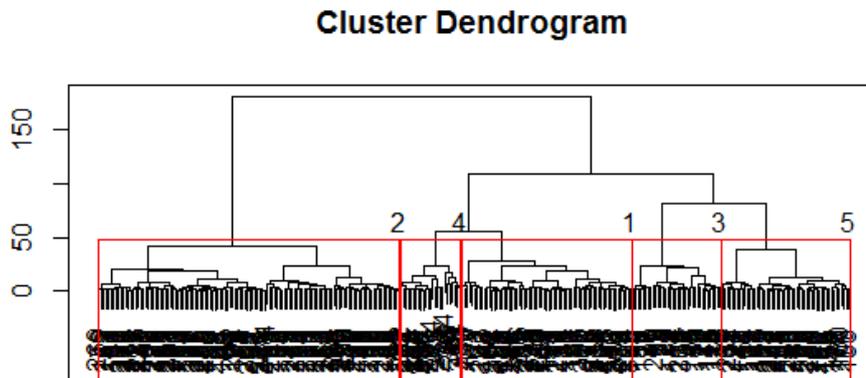
490

491

492

493

494



495 Figura 7- *Mugil curema*: Análise de agrupamento pela distância euclidiana, grupo 3 formado
 496 pelos indivíduos do morfotipo II.

497

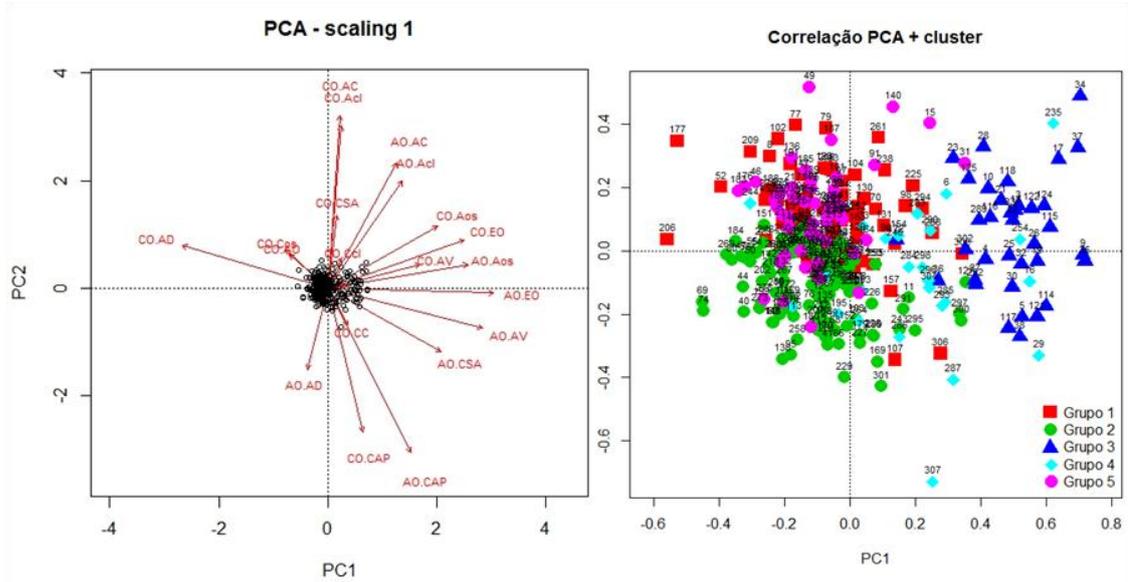
498 Tabela 3- *Mugil curema*: Matriz de correlação da análise de similaridade ANOSIM.

Anosim	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Grupo 1	0	0.5703	0.6066	0.5244	0.412
Grupo 2	0.5703	0	0.8212	0.7023	0.5955
Grupo 3	0.6066	0.8212	0	0.5408	0.6391
Grupo 4	0.5244	0.7023	0.5408	0	0.7902
Grupo 5	0.412	0.5955	0.6391	0.7902	0
	Permutação	dentro grupos	entre grupos	R	P
	10000	1.244E04	2.675E04	0.6214	< 0.0001

499

500 O ordenamento dos grupos foi feito pela PCA, onde foram identificadas 7
 501 componentes principais COxAC, COxAcl, COxCSA, AOxEo, AOxAos, COxAD,
 502 COxCAP e AOxAD pelo método de Broken-Stick, que considera a porcentagem da
 503 variância dos autovalores. E desses 7 eixos considerados importantes, 4 demonstraram
 504 relação com a altura dos otólitos, o que corrobora também com a análise morfológica de
 505 que a região dorsal pronunciada e mais alta é o que difere os otólitos do morfotipo I e II.
 506 Os outros 2 eixos COxCSA e COxCAP, evidenciam também outro fator relacionado
 507 com a distinção dos morfotipos, pois quanto maior a altura do otólito por conta da
 508 diferenciação do morfotipo II, menor é a curvatura do sulco acústico, e logo com o
 509 maior o aumento do comprimento do sulco acústico, menor vai ser o comprimento da
 510 área posterior (Figura 8). Ou seja, todos os componentes principais estão intimamente
 511 relacionados com as feições morfológicas que diferem os dois morfotipos. Tendo
 512 conhecimento dos indivíduos que compõe os morfotipos I e II foi feita uma análise

513 discriminante canônica CDA, onde foi revelada diferenças significativas ($p= 1.99E-72$)
 514 entre os dois morfotipos, que pode ser visualizada na figura 9.
 515



516 | Figura 8- *Mugil curema*: Análise de componentes principais PCA, e dados de ordenamento
 517 | (PCA) e agrupamento (cluster).

518

519

520

521

522

523

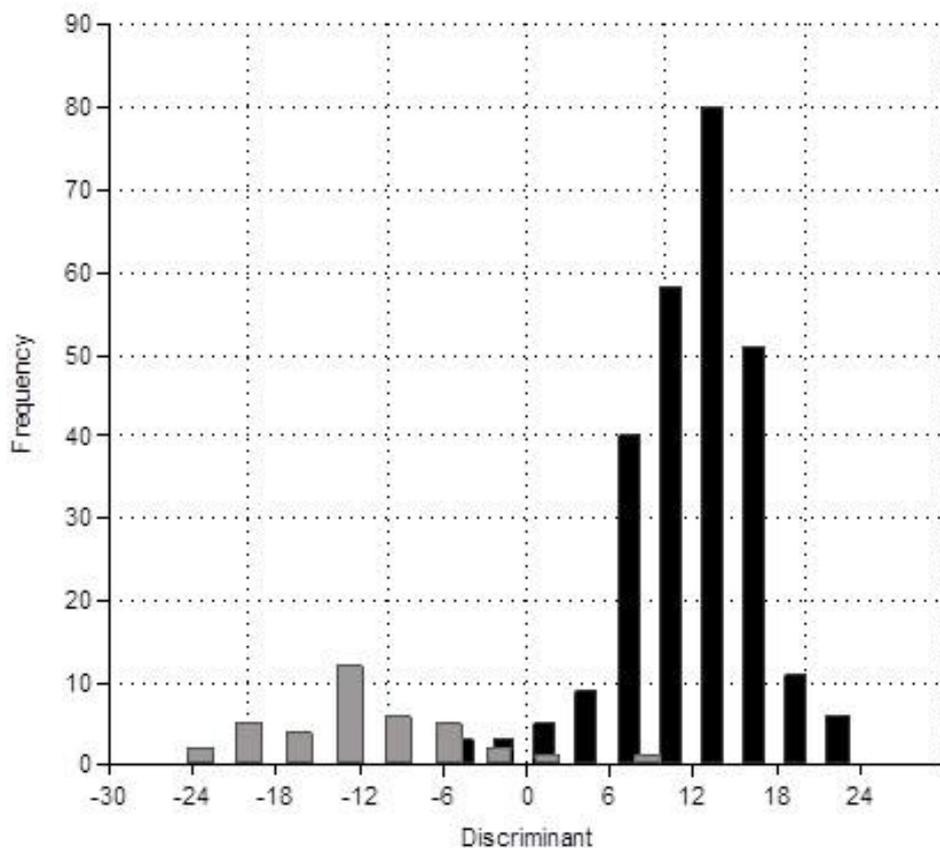
524

525

526

527

528



529 Figura 9- *Mugil curema*: Análise discriminante, em cinza os otólitos do morfotipo II e em preto
530 os otólitos do morfotipo I.

531

532

533 Fernandez (2011) analisou a forma dos otólitos para identificar os estoques de
534 *M. curema* do estuário de Santos e do complexo estuarino lagunar de Cananéia-Iguape,
535 usando os índices de forma e os coeficientes de Fourier, afirmando ser uma única
536 população, mesmo com a afirmação do autor de que foram constatadas pequenas
537 diferenças na forma dos otólitos, sugerido pelo autor estar relacionado às diferenças
538 ambientais existentes dentro de cada estuário estudado.

539 A região do complexo estuarino de Santos é uma área bastante impactada por
540 ações antrópicas, como poluições oriundas das indústrias, saneamento clandestino,
541 rejeitos das embarcações que transitam pelo porto (CETESB, 2001), fatores esses que
542 podem influenciar na formação distinta da forma dos otólitos, identificados como
543 morfotipo II, que não eram facilmente visíveis pelos caracteres morfométricos e
544 morfológicos da anatomia corpórea dos exemplares de *Mugil curema* coletados. Uma vez
545 que fatores como temperatura, tipos de correntes, massas d'água, salinidade, pressão e
546 disponibilidade de alimento, interferem na deposição de cálcio, e logo no
547 desenvolvimento das suas estruturas calcárias (Lombarte & Lleonart, 1993; Assis 2004;
548 Cardinalle *et. al.*, 2004 e Lombarte & Cruz, 2007).

549 A metodologia empregada mostrou-se eficiente para confirmar a presença do
550 segundo morfotipo de *M. curema*, e recomenda-se que sejam realizados mais estudos
551 minuciosos tanto de taxonomia como de aspectos biológicos da espécie, a fim de
552 garantir um correto ordenamento pesqueiro, como proposto por Tuset *et al.* (2006).

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

- 565 ANDERSON, M. J. 2004 & WALSH, D. C. I. 2013. PERMANOVA, ANOSIM,
566 and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: What Will
567 hypothesis are you testing? *Ecological Monographs*. 83: 557-574 pp.
- 568 ARAÚJO, F. G. 1988. Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais
569 de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos
570 Patos. *Revista Brasileira de Zoologia*. vol 5(4): 509-543pp.
- 571 ASSIS, C. A. 2004. Guia para a identificação de algumas famílias de peixes
572 ósseos de Portugal continental, através da morfologia de seus otólitos
573 sagitta. Cascais: Câmara Municipal de Cascais. 190 p.
- 574 BARAN, E. & WARRY, F. 2008. Simple data analysis for biologists. WorldFish
575 Center and the Fisheries Administration. Phnom Penh, Cambodia. 67p.
- 576 BASTOS, G. C. C. 1990. Morfologia de otólitos de algumas espécies de
577 Perciformes (Teleostei) da costa Sudeste-Sul do Brasil. Dissertação de
578 Mestrado. São Paulo: IOUSP. 180 p.
- 579 BORCARD, D.; GILET, F. & LEGENDRE, P. 2011. Numerical Ecology with R.
580 Springer New York. 306p.
- 581 BORI, C. 1986. Análisis morfométrico comparado del otólito (sagitta) de *Solea*
582 *vulgaris* y *S. senelensis* (Teleostei: Soleidae) del delta del Elbro.
583 Barcelona: Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona. 247-
584 264pp.
- 585 BRAGA, F. M. S. 1978. Estudo morfológico comparativo das espécies do
586 gênero *Mugil* Linnaeus, 1758, da costa brasileira (3º- 33º) Dissertação de
587 mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 66pp.
- 588 BRANCO, J. O.; JÚNIOR, F.F. & FRACASSO, H.A.A. 2011. BIODIVERSIDADE
589 NO ESTUÁRIO DO SACO DA FAZENDA, ITAJAÍ-SC. *O Mundo da*
590 *Saúde*. São Paulo. Volume 35(1): 12-22 pp.
- 591 CÂMARA, J. J. C.; SANTOS, R. A.; CAMPOS, E. C. & BARBOSA, J. M. 1988.
592 "Pesca de Batida": Um método eficiente para captura de Tilápias Preta e
593 do Nilo, utilizado na Represa de Marimbondo, limite Centro-Norte do
594 Estado de São Paulo. *Boletim Técnico do Instituto de Pesca*. São Paulo.
595 nº 11. 12p.
- 596 CAMPANA, S.E. 2004. Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest
597 Atlantic Ocean. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 133: 284pp.
- 598 CARDINALE, M; DORING-ARJES, P.; KASTOWSKY, M. & MOSEGAARD, H.
599 2004. Effects of sex, stock, and environment on the shape of know-age
600 Atlantic cod (*Gadus mohua*) otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and*
601 *Aquatic Science*. vol 61:158-167pp.
- 602 CARMO, C.A.; ABESSA, D.M.S. & NETO, J. G. M. 2011. Metais em águas,
603 sedimentos e peixes coletados no estuário de São Vicente-SP, Brasil. *O*
604 *Mundo da Saúde*. São Paulo. Volume 35(1): 64-70pp.
- 605 CARMO, C. A. 2006. Acúmulo de metais pesados em paratis (*Mugil curema*)
606 em águas e sedimentos dos Rios Branco e Mariana no Estuário de São
607 Vicente durante o período de verão de 2006. Trabalho de conclusão de
608 curso. Universidade Estadual Paulista. 59p.
- 609 CERGOLÉ, M. C. 1986. Aspectos sobre a biologia de *M. curema* Valenciennes,
610 1836 (Pisces, Mugilidae) no estuário de São Vicente, SP. Dissertação de
611 mestrado. Universidade de São Paulo. 272p.

- 612 CETESB, 2001. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico
613 CETESB. 141p.
- 614 CHAPMAN, M. G. & UNDERWOOD, A. J. 1999. Ecological patterns in
615 multivariate assemblages: information and interpretation of negative
616 values in ANOSIM, Marine Ecology Progress Series. 180: 257-265 pp.
- 617 CORRÊA, M. F. M. & VIANNA, M. S. 1993. Catálogo de otólitos de Scianidae
618 (Osteichthyes - Perciformes) do litoral do Estado do Paraná – Brasil.
619 Nerítica, Curitiba. 7: 13-41pp.
- 620 CRUZ, A. & LOMBARTE, A. 2004. Otolith size and its relationship with colour
621 patterns and sound production. Journal of Fish Biology 65: 1512-1525pp.
- 622 DEUS, A. A. L.; ROCHA, D. F.; RIBAS, D.T. & NOVELLI, R. 2007. Estudo do
623 conteúdo estomacal da tainha *Mugil curema Valenciennes, 1836* (Pisces:
624 *Mugilidae*) na Lagoa do Açú, Norte do Estado do Rio de Janeiro. Anais do
625 VIII Congresso de Ecologia do Brasil. 2p.
- 626 DUARTE-NETO, P.; LESSA, R.; STOSIC, B. & MORIZE, E. 2008. The use of
627 sagittal otoliths in discriminating stocks of common dolphinfish
628 (*Coryphaena hippurus*) off northeastern Brazil using multishape
629 descriptors. ICES Journal of Marine Science. vol 65: 1444-1152pp.
- 630 EVERITT, B. 2005. AN R AND S-PLUS Companion to Multivariate Analysis.
631 Springer-Verlag London Limited. 221p.
- 632 FERNANDEZ, W. S. 2011. Dinâmica populacional, análise das concentrações
633 de metais e utilização de biomarcadores em *Mugil curema Valenciennes,*
634 *1836* do estuário de Santos e do sistema costeiro Cananéia-Iguape, São
635 Paulo, Brasil. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade
636 de São Paulo. 215p.
- 637 FERNANDEZ, W. S. & DIAS, J. F. 2013. Aspects of the reproduction of *Mugil*
638 *curema Valenciennes, 1836* in two coastal systems in the southeastern
639 Brazil. Tropical Zoology. 26:1, 15-32 pp.
- 640 IBAMA 2007. Instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais
641 renováveis. Estatística da Pesca 2005 – Brasil: Grandes Regiões e
642 Unidades da Federação. IBAMA, Brasília, DF. 108p.
- 643 IBÁÑEZ, A. L. & GALLARDO-CABELLO, M. 2005. Identification of two
644 *Mugilidae* species, *Mugil cephalus* and *M. curema* (Pisces: *Mugilidae*),
645 using the ctenii of their scales. Bulletin of Marine Sciences. Volume 77 (2):
646 305-307pp.
- 647 IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L.; CABRAL-SOLÍS, E.; GALLARDO-CABELLO, M &
648 ESPINO-BARR. 2006. Comparative morphometrics of two populations of
649 *Mugil curema* (Pisces: *Mugilidae*) on the Atlantic and Mexican Pacific
650 coasts. Sci. Mar. volume 70 (1): 139-145pp.
- 651 HUSSON, F. 2011. Exploratory multivariate analysis by example using R. CRC
652 Press. Taylor & Francis Group. 224p.
- 653 LOMBARTE, A. & LLEONART, J. 1993. Otolith size changes related with body
654 growth habitat depth and temperature. Environmental Biology of Fishes.
655 vol 37: 297-306pp.
- 656 LOMBARTE, A. & CRUZ, A. 2007. Otolith size trends in marine fish
657 communities from different depth strata. Journal of Fish Biology. vol 71:
658 53-76pp.
- 659 MARTINS, C. C. 2005. Marcadores orgânicos geoquímicos em testemunhos de
660 sediment do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, SP: um registro

- 661 histórico da introdução de hidrocarbonetos no ambiente marinho. Tese de
662 Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 215p.
- 663 MCCUNE, B. & GRACE, J. B. 2002. Analysis of Ecological Communities. MJM
664 Software design. 300p.
- 665 MENEZES, N. A. 1983. Guia prático para conhecimento e identificação das
666 tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. Revista Brasileira
667 de Zoologia. São Paulo. Volume 2(1): 1-12 pp.
- 668 MOYLE, P. B. & CECH JR, J. J. 2004. Fishes: an introduction to ichthyology.
669 5th ed. New Jersey: Prentice Hall. 726 p.
- 670 OLIVEIRA, M. R. 2010. Biologia reprodutiva da tainha, *Mugil curema*
671 Valenciennes, 1836 (Osteichthyes: Mugilidae) nas águas costeiras do Rio
672 Grande do Norte. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio
673 Grande do Norte. 40p.
- 674 PAIVA, M. P. 1997. Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil.
675 EUFC. Fortaleza. 278p.
- 676 PINA, J. V. & CHAVES, P. T. 2005. A pesca da tainha e parati na Baía de
677 Guaratuba, Paraná, Brasil. Acta. Biol. Paraná. Curitiba. Volume
678 34(1,2,3,4): 103-113 pp.
- 679 QUIÑONEZ-VELÁSQUEZ, C. & MENDOZA-GUEVARA, A. 2009. Abundancia
680 relativa, estructura de tallas y relación longitud-peso de juveniles de lisa
681 *Mugil curema* en el estero El Conhalito, La Paz, BCS, México, Ciencia
682 Pesquera. Volume 17(1): 37-46 pp.
- 683 RANGELY, J. 2011. Ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 em
684 Estuário Tropical do Brasil e análise dos fatores relacionados à sua co-
685 ocorrência com *Mugil curvidens* Valenciennes, 1836. Dissertação de
686 mestrado. Universidade Federal de Alagoas. Maceió. 100p.
- 687 REIS, S. F. 1988. Morfometria e estatística multivariada em biologia evolutiva.
688 Revista Brasileira de Zoologia. Vol 5(4): 571-580pp.
- 689 ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. ; SILIPRANDI, C. C. ; BRENHA, M. R.
690 ; GONSALES, S. A. ; SANTIFICETUR, C. & VAZ-DOS-SANTOS, A. M.
691 2014. Atlas of marine bony fish otoliths (sagittae) of Southeastern-
692 Southern Brazil Part I: Gadiformes (Macrouridae, MORidae,
693 Bregmacerotidae, Phycidae and Merlucciidae); Part II: Perciformes
694 (Carangidae, Sciaenidae, Acombridae and Serranidae). Brazilian Journal
695 of Oceanography, vol 62 (special issue): 1-103.
- 696 SANTANA DA SILVA, F. M. 2007. Biologie, Pêche et Dynamique de la
697 Population de Mullet Blanc (*Mugil curema*, Valenciennes, 1836) de
698 Pernambuco. Brésil. Tese de doutorado. Universite de Britagne
699 Occidentale. França. 260p.
- 700 SANTIFICETUR, C. 2013. Análise da estrutura populacional da abrótea-de-
701 profundidade, *Urophycis mystacea* Ribeiro, 1903 (Teleostei: Phycidae) da
702 região sudeste-sul do Brasil. Morfologia e relação entre isotopes estáveis
703 dos otólitos sagittae. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico da
704 Universidade de São Paulo. 105p.
- 705 SECKENDORFF, R. W. (VON) & AZEVEDO, V, G. 2007. Abordagem histórica
706 da pesca da tainha *Mugil platanus* e do parati *Mugil curema* (Perciformes:
707 Mugilidae) no litoral norte do Estado de São Paulo. Série Relatórios
708 Técnicos, São Paulo. Número 28: 1-8 pp.

- 709 SECOR, D. H.; DEAN, J. M. & LABAN, E. H. 1991. Manual for otolith removal
710 and preparation for microstructural examination. The Belle W. Baruch
711 Library in Marine Science. 85 p.
- 712 TUSET, V. M.; ROSIN, P. L. & LOMBARTE, A. 2006. Sagittal otolith shape
713 used in the identification of fishes of the genus *Serranus*. *Fisheries*
714 *Research* 81: 316-325pp.
- 715 TUSET, V. M.; LOMBARTE, A. & ASSIS, C. A. 2008. Otolith atlas for the
716 western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*
717 72(51): 7-198pp.
- 718 VAZ-DOS-SANTOS; SANTOS-CRUZ, N. N. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.
719 L. D. B. 2007. Caracterização morfológica e morfométrica do otólito
720 sagitta do peixe-lagarto *Bembrops heterurus* na região Sudeste-Sul do
721 Brasil. In: XVIII Encontro Brasileiro de Ictiologia. Itajaí. Anais: p. 417.
- 722 VAZZOLLER, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos:
723 teoria e pratica. EDUEM, Nupelia, Maringá, PR.169p.
- 724 VOLPEDO, A.V. & ECHEVERRÍA, D.D. 2000. Catálogo y claves de otolitos
725 para la identificación de peces del mar argentino. 1. Peces de importancia
726 económica. Editorial Dunken, Buenos Aires. 88p.
- 727 ZAR, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4th edition. New Jersey: Prentice Hall.
728 663 p.
- 729 ZUUR, A. F.; TENO, E. N. & SMITH, G. M. 2007. Analysing Ecological Data.
730 Springer. 672p.
- 731

CAPITULO 2

RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DOS OTÓLITOS, DE COMPRIMENTO E MASSA, E FATOR DE CONDIÇÃO DO PARATI *Mugil curema* (MUGILIDAE) NO COMPLEXO ESTUARINO DE SANTOS.

1 **RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS DOS OTÓLITOS, DE COMPRIMENTO E**
2 **MASSA, E FATOR DE CONDIÇÃO DO PARATI *Mugil curema* (MUGILIDAE) NO**
3 **COMPLEXO ESTUARINO DE SANTOS.**

4
5 **SANTOS-CRUZ, Nayra Nicolau¹; TOMÁS, Acácio Ribeiro Gomes²**

6 ¹ Mestranda – Instituto de Pesca – Bolsista CAPES. nayranicolaubio@yahoo.com.br.

7 ² Pesquisador Científico. Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado
8 Marinho, Instituto de Pesca, APTA, SSA, SP. Av. Bartolomeu de Gusmão, 192, Ponta da Praia,
9 Santos, CEP: 11030-906.
10

11
12
13 **Resumo**

14 O conhecimento da relação comprimento-massa de uma espécie de peixe é
15 considerado uma ferramenta importante para estudos de biologia pesqueira, e
16 frequentemente utilizada em comparações morfométricas entre populações. A espécie
17 alvo deste estudo é o parati *Mugil curema*, e talvez seja o representante da família mais
18 comum do litoral brasileiro, e estudos realizados no Estuário de Santos e São Vicente,
19 apontam a espécie como um dos peixes mais consumidos pela população do entorno.
20 Na análise dos dados morfométricos, tanto para o comprimento e a massa do peixe,
21 como para as medidas dos otólitos, foram construídos gráficos de dispersão, e foram
22 ajustados modelos lineares para as medidas morfométricas dos otólitos, modelo
23 potencial para a relação comprimento-massa. Os coeficientes de b apresentaram
24 alometria negativa (CTxCO; CTxAO; CTxCSA; CTxAV; COxAO e CTxMT), alometria
25 positiva (AOxAV; COxAV e CSAxAV) e isometria (AOxCSA). Pela análise de
26 covariância (ANCOVA) não foram constatadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre
27 gêneros para cada relação. O fator de condição relativo foi testado pelo teste de
28 Kruskall Wallis, e apresentou diferenças significativas entre gêneros, e para ambos os
29 valores médios apresentaram valor acima do referencial 1.
30

31 **Palavras-chave:** alometria, morfometria e biologia pesqueira.
32
33
34
35
36
37
38
39
40

41 **Abstract**

42 Knowledge of the length-weight ratio of a fish species is considered an important tool
43 for fishery biology studies, and often used in morphometric comparisons between
44 populations. The target species of this study is the *Mugil curema* (parati), perhaps the
45 most common family representative of the Brazilian coast. Studies in the estuary of
46 Santos and São Vicente indicate the species as one of most consumed fish by the
47 surrounding population. In the analysis of morphometric data for both the length and
48 weight of fish, as to the measures of otoliths, scatter plots were built, and linear models
49 were adjusted for metric measurements of the otoliths; potential model for the length-
50 weight ratio. The coefficients of b showed negative allometry (LTxLO; LTxHO;
51 LTxSAL; LTxHV; LOxHO and LTxWT), positive allometry (HOxHV; LOxHV and
52 SALxHV) and isometrics (HOxSAL). By analysis of covariance (ANCOVA) no
53 significant differences were found ($p > 0.05$) between genera for each ratio. The relative
54 condition factor was tested by the Kruskal Wallis test, and significant differences
55 between genera, and both average values were above the reference value 1.

56

57

58 **Keywords:** allometric, morphometric and fisherie biology.

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84 Introdução

85 O conhecimento da relação comprimento-massa de uma espécie de peixe é
86 considerado uma ferramenta importante para estudos de biologia pesqueira, sendo
87 necessária para o manejo e para a preservação da espécie e do ambiente (LIZAMA &
88 AMBRÓSIO, 1999; VAZZOLER, 1982). A relação comprimento-massa $W=aL^b$ é
89 fundamental para o estudo do ciclo de vida das espécies, e é frequentemente utilizada
90 em comparações morfométricas entre populações (BOLGER & CONOLLY, 1989). As
91 estimativas de peso em um dado comprimento, e os fatores de condição são utilizados
92 para comparar o bem estar, ou a higidez, do peixe (TESCH, 1968), pressupondo que
93 peixes mais pesados em um dado comprimento estão em melhor estado devido ao
94 acúmulo de gordura e/ou desenvolvimento gonadal (ROSSI-WONGTSCHOWSKI
95 1977, SPARRE & VENEMA, 1998, VAZZOLER, 1996).

96 O parâmetro a é o coeficiente linear da relação comprimento-massa, sendo o
97 intercepto na forma logarítmica, enquanto, o parâmetro b é o coeficiente angular da
98 forma aritmética da relação peso- comprimento e a inclinação da linha de regressão na
99 forma logarítmica. Assim, quando b é igual a 3, a espécie pode ter um crescimento
100 isométrico, ou seja, o peso aumenta proporcionalmente com o comprimento. No
101 entanto, quando b é menor que 3 o crescimento é alométrico negativo, ou seja, o
102 incremento maior se dá no peso, e quando b é maior que 3 o crescimento é alométrico
103 positivo, o incremento em comprimento é mais acentuado que a massa. Le Cren (1951)
104 afirma que os valores de b para peixes podem variar entre 2,5 e 4, mas geralmente
105 encontram-se em torno de 3 (crescimento isométrico). Contudo os coeficientes a e b da
106 relação podem diferenciar, não tanto entre as espécies de peixes, como também entre
107 estoques da mesma espécie (BAGENAL & TESCH 1978 apud NAHARA *et al.*, 1985,
108 JURAS *et al.*, 2005).

109 A determinação da condição de higidez serve como indicativo da reserva de
110 energia, com a expectativa de que um peixe tende em demonstrar altas taxas de
111 crescimento, o potencial reprodutivo e a sobrevivência naquele ambiente. O fator de
112 condição pode ser calculado pelas medidas morfométricas (peso e comprimento), pelos
113 parâmetros fisiológicos (pesos do fígado e gônadas) ou pelos valores bioquímicos por
114 meio de lipídios e proteínas (ROCHA *et al.*, 2008).

115 No Brasil diversos estudos que estimam os parâmetros da relação entre o
116 comprimento e peso entre peixes marinhos foram publicados entres eles, BERNARDES
117 & ROSSI-WONGTSCHOWSKI (2000), HAIMOVICI & VELASCO (2000), MUTO *et al.*

118 (2000), LESSA *et al.* (2004), FROTA *et al.* (2004), VIANA *et al.* (2004), MADUREIRA &
119 ROSSI-WONGTSCHOWSKI (2005), GIARIZZO *et al.* (2006), MACIEIRA & JOYEUX
120 (2008), FREIRE *et al.* (2009), JOYEUX *et al.* (2009) e OLIVEIRA FREITAS *et al.* (2011).
121 VAZ-DOS-SANTOS & ROSSI-WONGTSCHOWSKI (2013).

122 Os peixes da família Mugilidae são conhecidos popularmente como tainhas e
123 paratis e estão entre as espécies mais abundantes em ambientes marinhos costeiros de
124 águas rasas e estuarinas (MENEZES, 1983). A espécie alvo deste estudo é o parati
125 *Mugil curema*, e talvez seja o representante da família mais comum do litoral brasileiro,
126 e estudos realizados no Estuário de Santos e São Vicente, apontam a espécie como um
127 dos peixes mais consumidos pela população do entorno.

128 Devido a sua importância na ecologia do Complexo Baía-Estuário De Santos
129 (SP), área submetida a fortes pressões antrópicas, e como recurso pesqueiro sobre o
130 qual existem poucas informações na área, o objetivo do presente estudo foi determinar
131 a relação comprimento-massa e o fator de condição, para a população de Parati,
132 visando contribuir com o conhecimento da sua biologia, em seus aspectos de
133 crescimento relativo, bem como estabelecer comparações com outras populações de
134 paratis da costa brasileira.

135

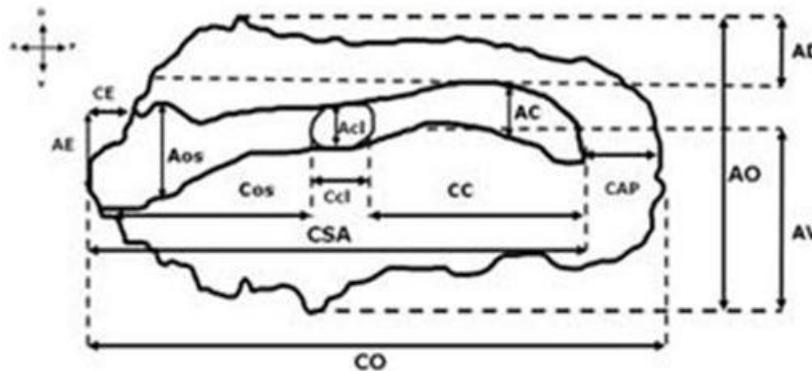
136 **Material e Métodos**

137 Os exemplares de *Mugil curema* utilizados nesse trabalho foram coletados no
138 complexo estuarino de Santos, com o auxílio de dois petrechos de pesca, a rede de
139 emalhe com a técnica de batida e com vara de mão, conhecida também como caniço. O
140 período de coleta ocorreu entre os meses de outubro de 2010 e maio de 2013.

141 Todas as amostras foram armazenadas, e etiquetadas com dados do local
142 amostrado. E em cada ponto onde houve a captura do parati, foram tomados dados de
143 posicionamento georeferenciados e dados abióticos como a salinidade e a temperatura,
144 com auxílio do aparelho portátil de Sistema de Posicionamento Global (GPS) modelo
145 Garmin 78S e da sonda multiparâmetros Hanna 7428.

146 No laboratório para cada exemplar tomaram-se os seguintes dados: o
147 comprimento total (CT) em milímetros, com auxílio de ictiômetro, e a massa (MT), em
148 balança com resolução de décimo de grama. A identificação de gênero (macho:fêmea)
149 foi realizada pela observação da gônada, sendo também avaliado o estágio
150 macroscópico de maturidade gonadal baseando-se em escala de Vazzoller (1996). As
151 medidas morfométricas dos otólitos foram tomadas na face interna do par direito

152 (Figura 1), com o auxílio de microscópio estereoscópico WILD, sob aumento de 12
 153 vezes, acoplado com uma ocular micrométrica ($uom= 0,08 \text{ mm}$), seguindo
 154 metodologias recomendadas em Secor *et al.* (1991), Bastos (1990), Corrêa & Vianna
 155 (1993) e Cruz & Lombarte (2004).



156

157 *Figura 1: Mugil curema: Medidas morfométricas do otólito direito: (CO) comprimento do*
 158 *otólito, (AO) altura do otólito, (CSA): comprimento do sulco acústico; (CC) comprimento da*
 159 *cauda; (Ccl) comprimento do colo; (Cos) comprimento do óstio;(CE) comprimento da excisura;*
 160 *(CAP) comprimento da área posterior; (AO) altura do otólito; (AC) altura da cauda; (Acl)*
 161 *altura do colo; (Aos) altura do óstio; (AE) altura da excisura; (AD) altura dorsal e (AV) altura*
 162 *ventral.*

163

164 Uma vez já identificados, por meio dos otólitos, os exemplares pertencentes ao
 165 grupo dos paratis distintos, chamados de morfotipo II, os mesmos foram retirados da
 166 base de dados da espécie *Mugil curema*. Neste presente estudo foram selecionados
 167 somente os exemplares pertencentes ao morfotipo I, que são os dados relacionados à
 168 espécie *M. curema*, sem quaisquer dúvidas sobre sua identificação. Sendo assim, a
 169 amostra foi composta por 261 exemplares e pares de otólitos *sagittae* de *M. curema*,
 170 sendo 140 e 121 pares de exemplares fêmeas e machos respectivamente, com amplitude
 171 de tamanho entre 122 e 423 mm de comprimento total e 20 e 656 g de peso total.

172 Foi construída uma matriz de correlação para as 15 medidas morfométricas dos
 173 otólitos e o comprimento total do peixe, onde foram selecionadas somente as relações
 174 que tiveram um bom coeficiente de correlação, adotado para este trabalho ($R \geq 0,8$),
 175 entre as medidas. Na análise dos dados morfométricos, tanto para o comprimento e a
 176 massa do peixe, como para as medidas dos otólitos, foram construídos gráficos de
 177 dispersão, e ajustados de acordo com o modelo de crescimento alométrico (Huxley,
 178 1993) $y = ax^b$, pelo método dos mínimos quadrados após transformação logarítmica,
 179 sendo os ajustes escolhidos pelo coeficiente de determinação das regressões (r^2). Os

180 coeficientes de “b” foram comparados por meio dos valores referencias de isometria,
181 de acordo com a relação do comprimento total do peixe pelo peso total do peixe, sendo
182 considerados como isométricos ($b=3$), alométricos positivos ($b>3$) ou alométricos
183 negativos ($b<3$) nas análises de crescimento com relação ao peso do peixe, e para as
184 relações que envolviam as medidas dos otólitos com os valores referencias de 1
185 (QUINN & DERISO, 1999). O teste t foi utilizado para averiguar possíveis diferenças
186 entre os coeficientes de alometria.

187 Às análises descritas foram empregadas para a amostra total e para fêmeas e
188 machos, em todas as relações morfométricas. E pela análise de covariância (ANCOVA)
189 foi verificado se havia diferenças entre gêneros para cada relação, com nível de
190 significância de 5% ($p<0,05$). De acordo com Le Cren (1951), o fator de condição
191 relativo $Kn = \text{MT observado} / \text{MT esperado}$, foi estimado para cada exemplar, pelos
192 dados de morfometria de CT (mm) e MT (g), e ajustado pelo modelo alométrico
193 $MT = aCT^b$, sendo seu valor de referência igual a 1. O teste de Kruskal Wallis foi
194 utilizado para testar se há diferenças significativas ($p<0,05$) entre os valores médios de
195 fêmeas e machos (ZAR, 1999).

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211 **Resultados e Discussão**

212 A amostra foi composta por 261 exemplares de *Mugil curema*, com comprimento
 213 total (CT) variando entre 122 e 423 mm. Destes exemplares, 140 eram fêmeas (122 mm
 214 < CT < 423 mm) e 121 machos (122 mm < CT < 375 mm) (Tabela 1, Figura 2). Houve um
 215 maior número de machos nas primeiras classes de tamanho (120 mm, 180 mm, 210
 216 mm, 240 mm e 270 mm), sendo que nas próximas classes de maior comprimento total a
 217 predominância de ocorrência foi de fêmeas, e as duas últimas (390 mm e 420 mm)
 218 classes de comprimento total não tiveram ocorrência de indivíduos machos.

219

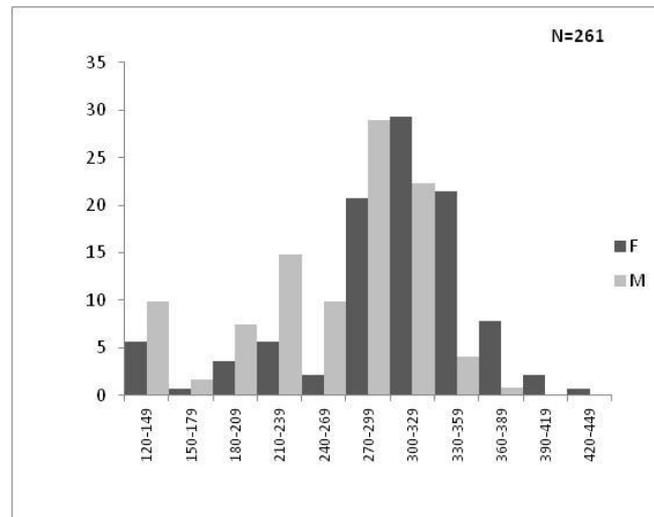
220 *Tabela 1- Mugil curema: distribuição de frequência da amostra total de peixes por classe de*
 221 *comprimento total (CT), por gênero (F = fêmeas e M = machos) e para os dados agrupados*
 222 *(Total geral). Descrição estatística da amostra total (s= desvio padrão, Q1= primeiro quartil e*
 223 *Q3= terceiro quartil).*

Classes de CT (mm)	F		M		Total geral	
	N	%	N	%	N	%
120-149	8	5.71	12	9.92	20	7.66
150-179	1	0.71	2	1.65	3	1.15
180-209	5	3.57	9	7.44	14	5.36
210-239	8	5.71	18	14.88	26	9.96
240-269	3	2.14	12	9.92	15	5.75
270-299	29	20.71	35	28.93	64	24.52
300-329	41	29.29	27	22.31	68	26.05
330-359	30	21.43	5	4.13	35	13.41
360-389	11	7.86	1	0.83	12	4.60
390-419	3	2.14	0	0.00	3	1.15
420-449	1	0.71	0	0.00	1	0.38
Total geral	140	100	121	100	261	100
CT média (mm)	299.8		260		281.4	
s (mm)	61.6		59.6		63.7	
CT mínimo (mm)	122		122		122	
CT Q1 (mm)	285.75		224		242	
CT _{mediana} (mm)	311		282		297	
CT Q3 (mm)	337.75		303		322	
CT máximo (mm)	423		375		423	
g1 (simetria)	-1.2		-0.8		-0.9	
g2 (curtose)	1.6		-0.1		0.4	

224

225

226



228

229 *Figura 2- Mugil curema: distribuição de frequência por classes de comprimento total (CT), por*
 230 *fêmeas (n= 140) e machos (n=121).*

231

232 Na análise pela matriz de correlação foram aceitas as seguintes medidas
 233 morfométricas que tiveram correlação aceitável, estipulada por este trabalho, com os
 234 coeficientes de correlação maior ou igual a 0,8 ($R \geq 0,8$):

- 235 • CT x CO: comprimento total do peixe x comprimento do otólito: $R = 0,9236$.
- 236 • CT x AO: comprimento total do peixe x altura do otólito: $R = 0,8911$.
- 237 • CT x CSA: comprimento total do peixe x comprimento do sulco acústico: $R = 0,9154$.
- 238 • CT x AV: comprimento total do peixe x altura ventral: $R = 0,8772$.
- 239 • CO x AO: comprimento do otólito x altura do otólito: $R = 0,8804$.
- 240 • CO x AV: comprimento do otólito x altura ventral: $R = 0,8379$.
- 241 • AO x CSA: altura do otólito x comprimento do sulco acústico: $R = 0,867$
- 242 • AO x AV: altura do otólito x altura ventral: $R = 0,8702$.
- 243 • CSA x AV: comprimento do sulco acústico x altura ventral: $R = 0,832$.

244

245 Como mostram na tabela 2, as relações analisadas tiveram seus modelos
 246 ajustados e se mostraram adequados, de acordo com os seus respectivos coeficientes de
 247 determinação (r^2). Os modelos em sua maioria tiveram seus ajustes do tipo linear, com
 248 exceção para a relação do (CT x MT) comprimento total do peixe, pela massa total do
 249 peixe, que obteve ajuste potencial. Analisando os coeficientes de "b" (alometria) das 10
 250 relações, seis apresentaram alometria negativa, sendo que para os dados relacionados

251 com as medidas dos otólitos (CT x CO; CT x AO; CT x CSA; CT x AV e CO x AO) o
252 valor de “b” foi menor que o valor de referencial 1 ($b < 1$) ou seja evidenciado que o
253 otólito da espécie é mais longilíneo do que alto, pois todas as relações estão ligadas as
254 medidas de comprimento total e ao comprimento do otólito. Apresentaram alometria
255 positiva ($b > 1$) as relações com as medidas dos otólitos AO x AV, CO x AV e CSA x AV,
256 uma vez que a altura ventral dos otólitos cresce à medida que aumenta
257 proporcionalmente a altura do otólito, o comprimento do otólito, e o comprimento do
258 sulco acústico também quanto maior for, aumenta a área da região ventral. A relação
259 AO x CSA foi a única isométrica ($b = 1$) com valor de $b = 1,03$ para todos os dados
260 agrupados, $b = 1,01$ para fêmeas e $b = 1,02$ para machos, ou seja, com valores bem
261 próximos ao referencial de 1, o que foi evidenciado no trabalho anterior que quanto
262 mais alta a altura do otólito, aumenta o comprimento do sulco acústico.

263 Para a relação de comprimento total e massa total do peixe (CT x MT) o valor de
264 “b” foi menor que o valor de referencial 3 ($b < 3$), demonstrando o que é descrito por Le
265 Cren (1952) que a mudança corpórea durante o desenvolvimento do indivíduo, está
266 relacionada mais a maturação gonadal do que com a idade, é o ganho de massa pelo
267 aumento das gônadas no estágio maduro. Fato este comprovado pela alta taxa de
268 crescimento em comprimento do peixe na fase jovem, onde suas gônadas ainda não são
269 maduras. Em contrapartida, sua taxa de crescimento em massa sofre um incremento
270 acentuado quando atinge a fase de adulto.

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285 Tabela 2– Mugil curema: coeficientes linear (a) e angular (b) dos modelo alométricos ajustados
 286 aos dados de comprimento total (CT), massa total (MT) e medidas dos otólitos (CO, AO, CSA,
 287 AV) (coeficiente de determinação - r² e número de observações - n); estatística t e valor de
 288 probabilidade p para o teste de alometria do coeficiente b, valor de p para a análise de covariância
 289 (ANCOVA).

Regressão (x-y)		Ajuste	a	b	r ²	n	t	p	Alometria	Ancova (p)
CT - CO	Todos	Linear	-0.3991	0.5355	0.8999	261	48.26	<0.001	negativa	----
	Fêmeas		-0.4498	0.5566	0.9204	140	37.10	<0.001	negativa	0.075
	Machos		0.3499	0.5155	0.8669	121	29.27	<0.001	negativa	
CT - AO	Todos	Linear	-0.5165	0.447	0.841	261	37.01	<0.001	negativa	----
	Fêmeas		-0.5046	0.4417	0.8305	140	26.002	<0.001	negativa	0.5041
	Machos		-0.5429	0.4585	0.8359	121	24.62	<0.001	negativa	
CT-CSA	Todos	Linear	-0.4575	0.5327	0.8863	261	44.93	<0.001	negativa	----
	Fêmeas		-0.4096	0.513	0.8653	140	29.97	<0.001	negativa	0.08
	Machos		0.5124	0.5528	0.8944	121	31.75	<0.001	negativa	
CT-AV	Todos	Linear	-1.2664	0.6489	0.8321	261	35.83	<0.001	negativa	----
	Fêmeas		-1.2478	0.6402	0.8143	140	24.59	<0.001	negativa	0.3982
	Machos		-1.319	0.672	0.8374	121	24.75	<0.001	negativa	
CO- AO	Todos	Linear	-0.1344	0.7808	0.8175	261	34.06	<0.001	negativa	----
	Fêmeas		-0.1465	0.7937	0.8218	140	25.22	<0.001	negativa	0.6285
	Machos		-0.125	0.7705	0.7943	121	21.43	<0.001	negativa	
CO- AV	Todos	Linear	-0.6891	1.1082	0.7734	261	29.73	<0.001	positiva	----
	Fêmeas		-0.6935	1.112	0.7531	140	20.51	<0.001	positiva	0.9935
	Machos		-0.6919	1.1127	0.7726	121	20.10	<0.001	positiva	
AO-CSA	Todos	Linear	0.2479	1.034	0.794	261	31.59	<0.001	isométrico	----
	Fêmeas		0.2612	1.0163	0.7979	140	23.34	<0.001	isométrico	0.757
	Machos		0.2485	1.027	0.7692	121	19.91	<0.001	isométrico	
AO-AV	Todos	Linear	-0.4361	1.3107	0.8067	261	32.88	<0.001	positiva	----
	Fêmeas		-0.4687	1.2789	0.7635	140	21.10	<0.001	positiva	0.389
	Machos		-0.4508	1.3355	0.8319	121	24.27	<0.001	positiva	
CSA-AV	Todos	Linear	-0.6078	1.0975	0.7621	261	28.80	<0.001	positiva	----
	Fêmeas		-0.6045	1.0938	0.7295	140	20.26	<0.001	positiva	0.7629
	Machos		-0.5972	1.0848	0.7536	121	19.07	<0.001	positiva	
CT- MT	Todos	Potencial	0.00002	2.8491	0.9912	257	52.45	<0.001	negativa	----
	Fêmeas		0.00002	2.8542	0.9905	137	35.61	<0.001	negativa	0.092
	Machos		0.00002	2.8621	0.9909	120	38.77	<0.001	negativa	

290

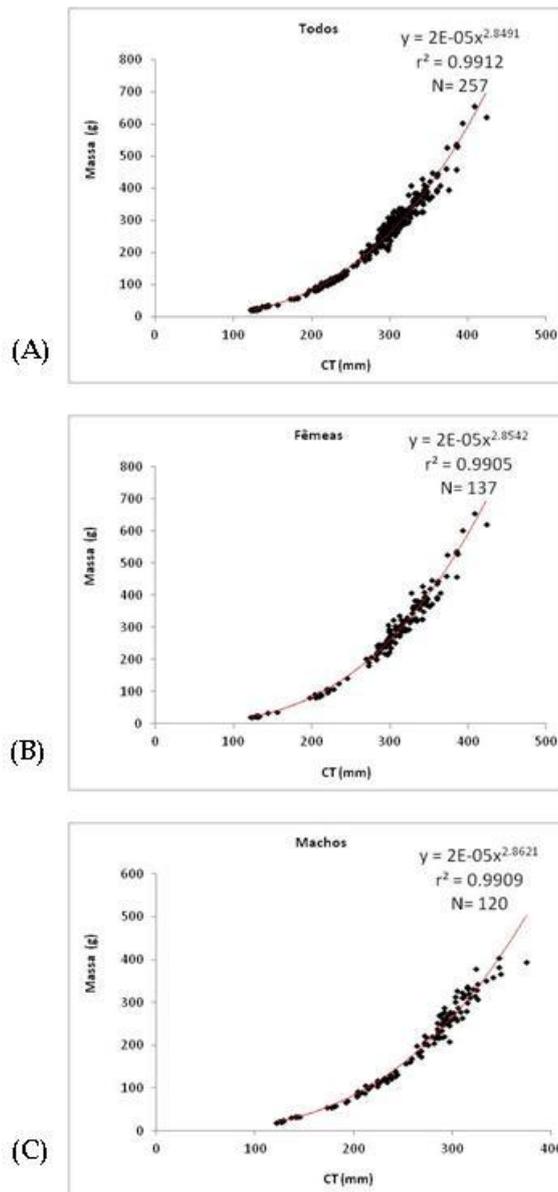
291 A relação comprimento-massa pode descrever como ocorre o crescimento dos
 292 peixes nos seus diferentes estágios do ciclo de vida, podendo ser um bom indicador
 293 das atividades alimentares e reprodutivas da espécie, uma vez que o ganho em massa e
 294 na forma (volume) está diretamente relacionado à disposição de alimento ou no
 295 desenvolvimento das gônadas em épocas reprodutivas (FERNANDES *et al.*, 2006).

296 Como são variáveis altamente sensíveis à diferentes condições ambientais onde o peixe
297 se encontra, esse tipo de relação pode ser utilizada como ferramenta para avaliar o
298 grau de estresse ao qual o peixe, ou a população se encontra ao longo de uma
299 distribuição geográfica ampla (SILVA-JUNIOR *et al.*, 2007).

300 Não houve diferenças significativas ($p>0,05$) na comparação dos ajustes entre os
301 gêneros, pela na análise de covariância (ANCOVA), como descrito para a mesma área
302 do presente estudo, por Cergole (1987) que afirma que a relação comprimento-massa
303 pode refletir em dimorfismo sexual para algumas espécies, mas que não é aplicado à
304 *Mugil curema*, pois não há diferença significativa nos coeficientes angulares (b) entre
305 machos e fêmeas, portanto, de acordo com os gráficos abaixo em aproximadamente nos
306 200 mm de comprimento total o peixe atinge a sua maturidade sexual. E segundo
307 Rossi-Wongtschowski (1977) além do momento de maturação, essa relação pode
308 indicar diferenças taxonômicas e/ou eventos que podem ocorrer na história de vida do
309 peixe como a metamorfose. (Figura 3).

310

311



312

313 *Figura 3: Mugil curema*: Relação comprimento-massa. (A): para a amostra toda
 314 agrupada (n=257), (B): para fêmeas (N= 137) e (C) para machos (N= 120) no complexo
 315 estuarino de Santos.

316

317 Cergole, em 1987, apontou uma tendência na diminuição do valor do
 318 coeficiente angular (b), onde apresentou um padrão de declive no sentido do
 319 Hemisfério Norte, em direção ao Equador (Virginia, EUA $b=3,206$; Cuba $b= 2,738$;
 320 Venezuela $b= 2,660$), e acreditava que pudesse ocorrer uma tendência inversa para o
 321 hemisfério sul. Corroborando esta hipótese criada pela autora, nos anos seguintes é
 322 observado este padrão inverso para o hemisfério sul, sendo o presente estudo e o da
 323 autora citada, na região de São Paulo com valores bem parecidos de coeficiente
 324 angular, $b= 2,8491$ e $b= 2,849$ respectivamente, em Alagoas com o $b= 2,9173$, em Rio Grande

325 do Norte com o $b = 3,045$ e em Pernambuco $b = 3,1478$ como mostra na tabela 4 abaixo
 326 (Tabela 3).

327 *Tabela 3- Mugil curema: Relação comprimento x massa para dados de parati, M. curema, de*
 328 *diferentes regiões e ano do estudo. Destaque em cinza para as mesmas áreas de estudo.*

Autor, Ano	Local	Tipo de análise	Evolução	Medida usada
Angell, 1973	Venezuela	amostra total	$W = 0.0092. L^{2.660}$	comprimento furcal (cm)
Alvarez-Lajonchere, 1976	Cuba	amostra total	$W = 0.0330. L^{2.738}$	comprimento padrão (cm)
Richards & Castagna, 1976	Virginia (EUA)	amostra total	$W = 0.0063. L^{3.208}$	comprimento padrão (cm)
Cergole, 1986	Santos-São Vicente (Brasil)	amostra total (1981)	$W = 0.0002. L^{2.8487}$	comprimento total (mm)
		fêmeas (1980-1981)	$W = 0.0002. L^{2.8546}$	
		machos (1980-1981)	$W = 0.0002. L^{2.9567}$	
Santana, 2007	Pernambuco (Brasil)	amostra total	$W = 0.0087. L^{3.1478}$	comprimento furcal (cm)
Quiñonez-Velásquez & Mendonza-Guevara, 2009	La Paz (México)	inverno amostra total	$W = 0.00001. L^{3.15}$	comprimento padrão (mm)
		verão amostra total	$W = 0.000009. L^{3.22}$	
Oliveira, 2010	Rio Grande do Norte (Brasil)	fêmeas	$W = 0.00099. L^{2.985}$	comprimento total (cm)
		machos	$W = 0.0081. L^{3.045}$	
Meléndez-Galicia & Romero-Acosta, 2010	Michoacán (México)	amostra total	$W = 0.0125. L^{2.91}$	comprimento total (mm)
Rangely, 2011	Alagoas (Brasil)	fêmeas	$W = 0.0136. L^{2.9173}$	comprimento total (mm)
		machos	$W = 0.0128. L^{2.9298}$	
Araújo & Flynn, 2011	Bertioga (Brasil)		$W = 0.015. L^{2.851}$	comprimento total (mm)
	Cananéia (Brasil)	amostra total	$W = 0.0016. L^{2.9726}$	
	Piaçaguera (Brasil)		$W = 0.017. L^{2.832}$	
Santos-Cruz (presente estudo)	Santos-São Vicente (Brasil)	amostra total	$W = 0.00002. L^{2.8491}$	comprimento total (mm)
		fêmeas	$W = 0.00002. L^{2.8542}$	
		machos	$W = 0.00002. L^{2.8621}$	

329

330

331 A variação do fator de condição nada mais é do que uma importante
 332 ferramenta quantitativa que avalia a relação existente entre a forma do corpo em seu
 333 peso relativo, para um determinado período do ciclo de vida do peixe. As gônadas das
 334 fêmeas se desenvolvem de forma mais intensa, que no incremento do seu comprimento
 335 ou ganho de massa, sendo assim ocorre uma mudança marcante na forma do corpo das
 336 fêmeas durante o seu período de reprodução. Em Mugilídeos em geral, as gônadas
 337 chegam ocupar boa parte de toda cavidade celomática, logo há um aumento da sua
 338 massa total (ARAÚJO & FLYNN, 2011).

339 Para todos os dados agrupados o fator de condição relativo variou entre 0,4411
 340 e 2,8615, com valor médio de 1,043, para as fêmeas variou entre 0,8372 e 1,2849, com

341 valor médio de 1,0156 e para os machos variou entre 0,78117 e 1,30115, com valor
 342 médio de 1,0562. Comparando os valores médios dos fatores de condição relativos pelo
 343 teste de Kruskal Wallis, houve uma variação significativa entre as médias de fêmeas e
 344 machos ($H= 20,63$; $p<0,001$). Em todas as análises os valores estiveram acima do
 345 referencial 1 (Tabela 4). Na região nordeste do Brasil, Rangely (2011), assim como no
 346 presente estudo, também encontrou valores do fator de condição acima de 1, o que
 347 indica um alto grau de higidez, dos indivíduos da região estudada, indicando uma
 348 condição ótima de bem estar.

349

350 *Tabela 4- Mugil curema: Valores máximo e mínimo do valor de condição relativo e média, para*
 351 *fêmeas, machos e os indivíduos agrupados (Todos).*

Fator de condição relativo	Todos	Fêmeas	Machos
Mínimo	0.4411	0.8372	0.78117
Máximo	2.8615	1.2849	1.30115
Média	1.043	1.0156	1.0562
Kruskall Wallis	H: 20.63	p<0.001	

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

366

367 Todos os objetivos propostos neste trabalho foram cumpridos de forma
368 satisfatória. Pela primeira vez foram descritos os otólitos *sagittae* do parati, *M.*
369 *curema*, de forma detalhada, de acordo com as suas feições morfológicas.

370 Por meio das descrições morfológicas (quali-quantitativas) e
371 morfométricas (binárias) dos otólitos *sagittae* de *M. curema*, foi possível
372 identificar e separar um segundo morfotipo da espécie ocorrente no complexo
373 estuarino de Santos.

374 De acordo com as relações morfométricas do comprimento total do peixe
375 e das medidas da face interna dos otólitos, foi possível verificar que o
376 desenvolvimento do seu otólito está relacionado com o crescimento do peixe,
377 evidenciando uma excelente ferramenta para estudos de dinâmica populacional
378 da espécie.

379 Os valores da relação CT x MT e do fator de condição relativo,
380 apresentam valores bem próximos aos valores encontrados por Cergole (1987)
381 e Araújo & Flynn (2011) na mesma região de estudo, revelando que a espécie
382 possui alta resiliência, ao longo desses anos.

383 É recomendado que sejam feitos estudos de idade e crescimento, a fim
384 de garantir um correto ordenamento pesqueiro para a espécie estudada.

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

396

397 ALVAREZ-LAJONCHERE, L. 1982. The fecundity of mullet (Pisces, Mugilidae)
398 from Cuban waters. J. Fish Biol. 21: 607-613.

399 ANGELL, C.H. 1973. Algunos aspectos de la biología de la lisa, *Mugil*
400 *curema* Valenciennes, en aguas hipersalinas del nororiente de Venezuela.
401 Mems. Soc La Salle Cienc. Nat. 51: 223-238.

402 ARAÚJO, C.C. & FLYNN, M. N. 2011. Fator de Condição e relação peso
403 comprimento de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (pisces, Mugilidae)
404 como indicadores de estresse ambiental. RevInter. v4. n3. p 51-64.

405 BASTOS, G. C. C. 1990. Morfologia de otólitos de algumas espécies de
406 Perciformes (Teleostei) da costa Sudeste-Sul do Brasil. Dissertação de
407 Mestrado. São Paulo: IOUSP. 180 p.

408 BERNARDES, R.A. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2000. Length-
409 weight relationship of small pelagic fish species of the Southeast and
410 South Brazilian Exclusive Economic Zone. Naga: The Iclarm Quartely
411 23(4):30-32.

412 BOLGER, T. & CONNOLLV, P. L. 1989. The selection of suitable índices for the
413 measurement and analysis of fish condition. Jour. Fish Biol. 34: 171-
414 182pp.

415 CERGOLE, M.C; 1986. Aspectos sobre a biologia de *M. curema* Valenciennes,
416 1836 (Pisces, Mugilidae) no estuário de São Vicente, SP. São Paulo,
417 Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica - Instituto
418 Oceanográfico, Universidade de São Paulo São Paulo.

419 CORRÊA, M. F. M. & VIANNA, M. S. 1993. Catálogo de otólitos de Scianidae
420 (Osteichthyes - Perciformes) do litoral do Estado do Paraná – Brasil.
421 Nerítica, Curitiba. 7: 13-41pp.

422 CRUZ, A. & LOMBARTE, A. 2004. Otolith size and its relationship with colour
423 patterns and sound production. Journal of Fish Biology 65: 1512-1525pp.

424 FREIRE, K.M.F., ROCHA, G.R.A. & SOUZA, I.L. 2009. Length-weight
425 relationships for fishes caught by shrimp trawl in southern Bahia, Brazil. J.
426 Appl. Ichthyol. 25(3):356-357. [http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-](http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01220.x)
427 [0426.2009.01220.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01220.x)

428 FROTA, L. O.; COSTA, P.A.S. & BRAGA, A.C. 2004. Length-weight
429 relationships of marine fishes from the central Brazilian coast. Naga: The
430 Iclarm Quartely 27(1-2):20-26.

431 GIARIZZO, T., SILVA DE JESUS, A.J., LAMEIRA, E.C., ARAÚJO DE
432 ALMEIDA, J.B., ISAAC, V. & SAINT-PAUL, U. 2006. Weight-length
433 relationships for intertidal fish fauna in a mangrove estuary in northern
434 Brazil. J. Appl. Ichthyol. 22:325-327. [http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-](http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00671.x)
435 [0426.2006.00671.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00671.x)

436 HAIMOVICI, M.& VELASCO, G. 2000. Length-weight relationship of marine
437 fishes from Southern Brazil. Fishbyte 23(1):19-23.

438 HUXLEY, J. S. 1993. Problems of relative growth; with a new introduction by
439 Frederick B. Churchill and an essay by Richard E. Strauss. Baltimore:
440 The John Hopkins University Press. 276p.

441 JOYEUX, J.C., GIARRIZZO, T., MACIEIRA, R.M., SPACH, H.L. & VASKE
442 JUNIOR, T. 2009. Length-weight relationships for Brazilian estuarine
443 fishes along a latitudinal gradient. J. Appl. Ichthyol. 25(3):350-355. [http://](http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01062.x)
444 dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01062.x

- 445 JURAS, A. A.; ROCHA, J. C. & CINTRA, I. H. A. 2005. Relação
446 peso/comprimento da pescada-branca, *Plagioscion squamosissimus*
447 (Heckel, 1840), no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará.
448 Bol. Técn. Cient. Cepnor. Belém, v.5, n.1 p 105-113.
- 449 LE CREN, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in
450 gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of*
451 *Animal Ecology*, 20: 201-219.
- 452 LESSA, R.P., NÓBREGA, M.F. & BEZERRA JÚNIOR, J.L. 2004. Dinâmica de
453 populações e avaliação de estoques dos recursos pesqueiros da
454 região nordeste. vol.II. DIMAR Departamento de Pesca, Universidade
455 Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- 456 LIZAMA, M.A.P. & AMBRÓSIO, A.M. 1999. Relação peso-comprimento e
457 estrutura da população de nove espécies da família Characidae na
458 planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 16
459 (3):779-788.
- 460 MACIEIRA, R.M. & JOYEUX, J.C. 2008. Length-weight relationships for
461 rockpool fishes in Brazil. *J. Appl. Ichthyol.* 25(3):358-359. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01118.x>
- 462
- 463 MADUREIRA, L.S.P. e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2005.
464 Prospecção de recursos pesqueiros pelágicos na Zona Econômica
465 Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: hidroacústica e biomassas.
466 São Paulo: Instituto Oceanográfico - USP. 144 p.
- 467 MELÉNDEZ-GALICIA, C. & ROMERO-COSTA, A. 2010. Evaluación biológico
468 pesquera de la lisa *Mugil curema* em la costa de Michoacán. *Ciencia*
469 *Pesquera*. (18): 67-77pp.
- 470 MENEZES, N. A. 1983. Guia prático para conhecimento e identificação das
471 tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. *Revista*
472 *Brasileira de Zoologia*. São Paulo. Volume 2(1): 1-12 pp.
- 473 MUTO, E.Y.; SOARES, L.S.H.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2000.
474 Length-weight relationship of marine fish species off São Sebastião
475 System, São Paulo, Southeastern Brazil. *Naga*, 23(4): 27-29.
- 476 NAHARA, M.Y.; GODINHO, H.M.; N. FENERICH-VERANI & ROMAGOSA, E.
477 1985. Relação Peso-comprimento e fator de condição de *Rhamdia hilarii*
478 (Valenciennes, 1840) (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae). *Boletim*
479 *Instituto Pesca*. São Paulo, 12 (4): 13-22.
- 480 OLIVEIRA M, R; 2010. Biologia reprodutiva da Tainha, *Mugil curema*
481 Valenciennes,1836 (Osteichthyes: Mugilidae) nas águas costeiras do Rio
482 Grande do Norte. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas –
483 Universidade do Rio Grande do Norte.
- 484 OLIVEIRA FREITAS, M., MACHADO VASCONCELOS, S., HOSTIMSILVA, M.
485 & SPACH, H.L. 2011. Length-weight relationships for fishes caught by
486 shrimp trawl in Santa Catarina coast, South Atlantic, Brazil. *J. Appl.*
487 *Ichthyol.* 27(6):1427-1428. [http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-](http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01749.x)
488 [0426.2011.01749.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01749.x)
- 489 QUINN II, T.J. e DERISO, R.B.1999. *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford:
490 Oxford University Press. 542p.
- 491 QUIÑONEZ-VELÁZQUEZ, C. & MENDOZA-GUEVARA, J.A; 2009. Abundancia
492 relativa, estructura de tallas y relación longitud-peso de juveniles de lisa
493 *Mugil curema* en el estero El Conchalito, La Paz, BCS. *Cienc. Pesq.*,
494 17(1): 37-46.

- 495 RANGELY, J. 2011. Ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 em
496 Estuário Tropical do Brasil e análise dos fatores relacionados à sua co-
497 ocorrência com *Mugil curvidens* Valenciennes, 1986. Dissertação de
498 mestrado. Universidade Federal de Alagoas. Maceió. 100p.
- 499 RICHARDS, C.E & CASTAGNA, M; 1976. Distribution, growth, and predation of
500 juveniles white mullet (*Mugil curema*) in oceanside waters of Virginia's
501 eastern shore. Chesapeake Sci. 17:308–309.
- 502 ROCHA, M. A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; BOROSKY, J. C. &
503 ANTUNES, M. I. P. P. 2008. Comparações entre famílias de meio irmãos
504 paterno através do fator de condição de Fulton, alométrico e a taxa de
505 crescimento em curimbatá (*Prochilodus lineatus*). Semina: Ciências
506 Agrárias, Londrina, v. 29, n.4, p 947-954.
- 507 ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 1977. Estudo das variações da
508 relação peso total/comprimento total em função do ciclo reprodutivo e
509 comportamento, de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) da costa
510 do Brasil entre 23°S e 28°S. Boletim do Instituto Oceanográfico. São
511 Paulo 26: 131-180pp.
- 512 SANTANA DA SILVA, F.MÇ 2007. Biologie, pêche et dynamique de la
513 population de mullet blanc (*Mugil curema*, Valenciennes, 1836) de
514 Pernambuco – Brésil. Tese de doutorado, Universidade de Bretagne
515 Occidentale, Plouzané.
- 516 SECOR, D. H.; DEAN. J. M. & LABAN, E H. 1991. Manual for otolith removal
517 and preparation for microstructural examination. The Belle W. Baruch
518 Library in Marine Science. 85 p.
- 519 SILVA-JÚNIOR, M. G.; CASTRO, A . C. L.; SOARES, L. S. & FRANÇA, V. L.
520 2007. Relação peso-comprimento de species de peixes do estuário do
521 rio Paciência da Ilha do Maranhão, Brasil. Boletim do Laboratório de
522 Hidrobiologia, 20:31-38pp.
- 523 SPARRE, P. e VENEMA, S. C. 1998. Introdução à avaliação de mananciais de
524 peixes tropicais. Parte: 1: Manual FAO documento técnico sobre as
525 pescas. Nº 306/11 Ver. 2. Roma, FAO. 404 p.
- 526 TESCH, F.W., 1968. Age and Growth. In: Methods for Assessment of Fish
527 Production in Freshwaters, Ricker, W.E. (Ed.). Blackwell Scientific
528 Publications, Oxford, UK., 93-123 pp.
- 529 VAZ-DOS-SANTOS, A.M. e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2013.
530 Length-weight relationships of the ichthyofauna associated with the
531 Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, on the Southeastern Brazilian
532 Bight (22°S-29°S) between 2008 and 2010. Biota Neotropica,
533 13(2):<http://www.biotaneotropica.org.br/v13n2/en/abstract?shortcommunication+bn01613022013>
534
- 535 VAZZOLER, A.E.A. M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos de
536 população de peixes: Reprodução e crescimento. CNPq. Brasília 108 p.
- 537 VIANNA, M., COSTA, F.E.S. & FERREIRA, C.N. 2004. Length-weight
538 relationship of fish caught as by-catch by shrimp fishery in the
539 southeastern coast of Brazil. Bol. Inst. Pesca 30(1):81-85.
- 540 ZAR, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4th edition. New Jersey: Prentice Hall.
541 663p.