

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos  
Trópicos/PPG-DIBICT

JORDANA RANGELY

CICLO DE VIDA DE *Mugil curema* VALENCIENNES, 1836 EM ESTUÁRIO TROPICAL  
DO BRASIL E ANÁLISE DOS FATORES RELACIONADOS À SUA CO-OCORRÊNCIA  
COM *Mugil curvidens* VALENCIENNES, 1836.

MACEIÓ  
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos  
Trópicos/PPG-DIBICT

JORDANA RANGELY

CICLO DE VIDA DE *Mugil curema* VALENCIENNES, 1836 EM ESTUÁRIO TROPICAL  
DO BRASIL E ANÁLISE DOS FATORES RELACIONADOS À SUA CO-OCORRÊNCIA  
COM *Mugil curvidens* VALENCIENNES, 1836.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

Orientadora: Profa. Dra. Nídia Noemi Fabré

MACEIÓ  
2011

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto**

- R196c Rangely, Jordana.  
Ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 em estuário tropical do Brasil e análise dos fatores relacionados à sua co-ocorrência com *Mugil curvidens* Valenciennes, 1836 / Jordana Rangely. – 2011.  
87 f. : tab., graf.
- Orientadora: Nidia Noemi Fabré.  
Dissertação (mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2011.
- Inclui bibliografias.
1. Ictiofauna – Litoral alagoano. 2. *Mugil*. 3. Peixe – Crescimento. 4. Nicho.  
I. Título.

CDU: 597(813.5)

## DEDICATÓRIA

*Aos meus amados pais, Juarez e Rosa, por investirem na minha educação e por me incentivarem a perseguir meus objetivos.*

*Ao meu esposo, Passos Jr., que com amor e paciência me ajudou a prosseguir, ficando ao meu lado nos momentos mais difíceis.*

## AGRADECIMENTOS

*Esta dissertação foi fruto de muito esforço, trabalho e principalmente persistência. Alguns momentos foram especialmente difíceis, porém muitas pessoas se fizeram fundamentais, a essas pessoas, minha eterna gratidão.*

*Primeiramente a Deus, que tudo tem feito em minha vida.*

*Aos meus pais pela constante valorização e incentivo ao estudo.*

*Ao meu companheiro, Passos Jr., pela cumplicidade, por ter me ajudado a enfrentar os obstáculos que encontrei ao longo do caminho, com criatividade e bom humor.*

*A professora Dra. Nídia Noemi Fabré, que me orienta há mais de quatro anos. Foi ela a pessoa que me concedeu a oportunidade de vivenciar a realidade de um pesquisador e de poder estudar um grupo de seres vivos tão interessantes, os mugilídeos. Obrigada pela compreensão e assistência.*

*A minha amiga e companheira de longas datas, Cibele Tiburtino, pelo inigualável apoio em todas as etapas desta dissertação, e principalmente pela grande amizade... um eterno obrigada!*

*A minha família que mesmo distante, sempre está torcendo por mim. Em especial a minha irmã do coração, Cristina Basílio.*

*Aos verdadeiros amigos que encontrei ao longo dessa jornada, que tornaram o trabalho do laboratório divertido e que apresentam uma qualidade tão difícil de encontrar – o companheirismo: Cynthia, Morgana, Marcelo, Victor, Any Caroline, Elizabethe, Ianara, Nathallia, Thayara, Henrique, Heverton, Aretha, Aline, Diego, David e Douglas.*

*Aos professores doutores: Marcelo Rodrigues de Carvalho, Mario Barletta e Vandick da Silva Batista, que compuseram minha banca de pré qualificação, apresentando sugestões essenciais para o bom andamento deste projeto.*

*Ao professor Dr. Paulo de Tarso Chaves pela importante disciplina ministrada, pelas discussões interessantes acerca do trabalho e por ter estado presente na minha aula de qualificação.*

*Ao professor Dr. Naércio Aquino Menezes pelo inestimável apoio, por permitir meu acesso a coleção ictiológica do Museu de Zoologia da USP. Pela rica avaliação da minha aula de qualificação, projeto e dissertação.*

*Aos meus queridos sobrinhos: Kley, Tally, Crizinha e em especial, Nay. Que, mesmo reclamando do “cheirinho de peixe” passaram dias me auxiliando, com boa vontade e dedicação.*

*Aos professores do PPGDiBiCT - UFAL, pela dedicação, empenho e profissionalismo apresentados na condução das disciplinas do curso. Em especial ao Dr. Marcos Vinícius Carneiro Vital pelas discussões estatísticas.*

*Ao professor Dr. Mariano González Castro, um apaixonado pelos Mugilidae, pelas valiosas discussões, fotografias e pelas correções da dissertação.*

*Aos professores: Dr. Cláudio Luis Santos Sampaio, Dr. Francisco Marcante Santana da Silva e Dr. Naércio Aquino Menezes, por ter aceitado o convite de estar na minha banca de defesa da dissertação e por ter me enviado valiosas sugestões.*

*Ao professor Dr. Gabriel Omar Skuk Sugliano (in memoriam) por sempre ter estado disposto a ajudar.*

*Algumas pessoas, embora nem tão presentes durante essa fase, contribuíram bastante para minha formação: Dr. Tereza Cristina dos Santos Calado, Ms. Eneida Lipinski Figueiredo, Dr. Tânia Maria Piatti e Dr. Reinaldo Augusto Ferreira Rodrigues. Agradeço pelo exemplo e incentivo.*

*Aos amigos do mestrado com quem compartilhei momentos de descontração e que, mesmo de forma pontual, me auxiliaram na construção deste trabalho.*

*À dona Edissônia e aos pescadores de tainha da Barra de Santo Antônio, os verdadeiros mestres do mar, em especial aos senhores Lobão e Daniel.*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos – UFAL, pela oportunidade de estudo concedida. Este programa, tão recente, apresenta uma idéia pioneira em Alagoas e está transpondo tantos obstáculos para se tornar cada vez melhor.*

*Ao Laboratório de Ecologia, Peixes e Pesca/UFAL pelo fornecimento da infraestrutura e logística para a realização desta pesquisa.*

*A Melânia Pedrosa, secretária do PPGDiBiCT – UFAL, que com boa vontade sempre me atendeu prontamente.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio através do projeto “Ecologia e pesca de mugilídeos no litoral alagoano”.*

*À CAPES e a FAPEAL pela bolsa de estudos.*

*A CAPES pelo auxílio financeiro por meio do projeto casadinho UFAL-USP, que financiou o estágio no Museu de Zoologia da USP. Fundamental para o bom andamento do trabalho.*

*“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria”*

*(Provérbios 9:10).*

## RESUMO

O conhecimento de dinâmica populacional é importante para estabelecimento de qualquer plano de manejo, especialmente para espécies de mugilídeos, que representam uma parcela importante da pesca em vários países do mundo, inclusive no Brasil. Soma-se a estes fatores a escassez de estudos sobre co-ocorrências de espécies congêneras, que inviabiliza a gestão do recurso com bases técnico-científicas. Dessa forma os principais objetivos da presente dissertação são: a) identificar padrões relacionados ao ciclo de vida de *M. curema* e *M. curvidens* resultantes da co-ocorrência espacial e temporal destas espécies em ambientes de um estuário tropical b) estimar os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy e compreender a dinâmica do ciclo de vida de *M. curema* no estuário do rio Santo Antônio. Para tanto, coletas mensais foram realizadas (setembro/09 a agosto/10) no estuário do rio Santo Antônio, litoral norte de Alagoas, Brasil. Os resultados indicam que existe uma segregação espacial das espécies: *M. curema* foi mais abundante em ambientes marinhos do que estuarinos, diferente de *M. curvidens* que foi mais abundante em ambientes estuarinos. Variações sazonais definidas pela pluviosidade resultaram importantes para explicar a abundância das espécies ao longo do ano. Baixa pluviosidade se relaciona com as maiores abundâncias de ambas as espécies. Dessa forma, observou-se segregação espacial e temporal das espécies em relação ao uso de ambientes estuarinos e marinhos, fato que pode indicar estratégias diferenciadas de *M. curema* e *M. curvidens* para otimizar o uso dos recursos disponíveis. O resultado desta otimização seria maximizar o crescimento. Os parâmetros de crescimento estimados para *M. curema* foram:  $L_{\infty} = 40,85$  cm;  $k = 0,21$ ,  $t_0 = -1,93$ ,  $(A_{0,95}) = 12,33$  anos. A análise do incremento marginal relativo indica que em fevereiro houve uma diminuição significativa no ritmo de crescimento, como consequência a formação de um anel opaco. Este período foi caracterizado pela redução do ritmo alimentar, assim como a preparação fisiológica para a reprodução. Neste contexto, o presente estudo pode servir como base para planos de manejo na área de estudo.

**Palavras-chave:** Ictiofauna – litoral alagoano, *Mugil.*, peixe – crescimento, nicho.

## ABSTRACT

The knowledge of population dynamics is basic for establishing management plans. This study is especially important for species of mullets that form an important part of fisheries in several countries, including Brazil. Added to these factors the dearth of studies on co-occurrence of congeneric species, makes resource management based on technical and scientific bases unsound. The main objectives of this thesis are: a) to identify patterns that resulted from spatial and temporal occurrences during the life cycle of *M. curema* and *M. curvidens*, b) to estimate the parameters of von Bertalanffy growth and understand the dynamics of the life cycle of *M. curema* in the estuary of San Antonio - Alagoas, Brazil. For this purpose, monthly samples were taken (between September/09 and August/10) in the estuary of San Antonio, north coast of Alagoas, Brazil. The results indicate that there is a spatial segregation of species. *M. curema* was more abundant in marine than estuarine environments, unlike *M. curvidens*, more abundant in estuarine environments. During the low rainfall period the abundance of both species is higher. Thus, there was segregation in the spatial and temporal use of marine and estuarine environments by the two species, which may indicate different strategies of *M. curema* and *M. curvidens* to optimize use of available resources. The result of this optimization would be to maximize growth. The growth parameters estimated for *M. curema* are:  $L_{\infty} = 40,85$  cm;  $k = 0,21$ ,  $t_0 = -1,93$ ,  $(A_{0,95}) = 12,33$  anos. Natural mortality was estimated at 0.25. The relative marginal increment analysis indicated that in February there was a significant decrease in growth rate, as a consequence the formation of an opaque ring. This period was characterized by reduced food availability in the environment and the physiological preparation for breeding. In this context, this study may serve as a basis for management plans in the study area.

**Key-word:** Fish fauna – Alagoas coastline, *Mugil.*, fish - growth, niche.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Espécime de <i>Mugil curema</i> , coletado em Alagoas, Brasil.....                                                                                                                                                                                                             | 20 |
| Figura 2. Espécime de <i>Mugil curvidens</i> , coletado em Alagoas, Brasil. ....                                                                                                                                                                                                         | 20 |
| Figura. 1. Setores de coleta no estuário do rio Santo Antônio, Alagoas, Brasil. (E1= estuário 1, E2= estuário 2; E3= estuário 3; MN= Mar Norte; MC= Mar Centro; MS= Mar Sul).....                                                                                                        | 42 |
| Figura 2. Abundancia relativa de <i>M. curema</i> (A) e <i>M. curvidens</i> (B) no estuário do rio Santo Antônio entre setembro de 2009 e agosto de 2010.....                                                                                                                            | 44 |
| Figura 3. Relação dos escores do fator 1 (A) e do fator 2 (B) da PCA, por mês, com a pluviosidade, para <i>M. curema</i> .....                                                                                                                                                           | 47 |
| Figura 4. Relação dos escores do fator 1 (A) e do fator 2 (B) da PCA, por setor de coleta, para <i>M. curema</i> .....                                                                                                                                                                   | 48 |
| Figura 5. Relação dos escores do fator 1 (A) e do fator 2 (B) da PCA, por mês, com a pluviosidade, para <i>M. curvidens</i> .....                                                                                                                                                        | 50 |
| Figura 6. Relação dos escores do fator 1 (A) e do fator 2 (B) da PCA, por setor de coleta, para <i>M. curvidens</i> .....                                                                                                                                                                | 51 |
| Figura 1. Otólito <i>sagitta</i> esquerdo de <i>Mugil curema</i> com quatro anos.....                                                                                                                                                                                                    | 62 |
| Figura 2. Relação entre variáveis biológicas e a pluviosidade (linha pontilhada), de setembro de 2009 a agosto de 2010. Os valores representam a média $\pm$ erro padrão. (A) Incremento marginal relativo, (B) índice gonadossomático, (C) fator de condição, (D) índice alimentar..... | 67 |
| Figura 3. Distribuição mensal do número de indivíduos nos cinco estádios de desenvolvimento gonadal de <i>Mugil curema</i> .....                                                                                                                                                         | 68 |
| Figura 4. Distribuicao de comprimentos de <i>Mugil curema</i> discriminado por sexo. n= 410.....                                                                                                                                                                                         | 68 |
| Figura 5. Relação entre peso total e comprimento total para fêmeas (A) e machos (B) de <i>Mugil curema</i> , coletados entre setembro de 2009 e agosto de 2010, no estuário do rio Santo Antônio.....                                                                                    | 69 |
| Figura 6. Relação entre o raio total do otólito (mm) e o comprimento total (cm) de <i>Mugil curema</i> e as respectivas distribuições de resíduos. (A e B) todos os indivíduos, (C e D) fêmeas, (E e F) machos.....                                                                      | 70 |
| Figura 7. Curva de crescimento e parâmetros de crescimento para <i>Mugil curema</i> , estabelecido de acordo com o modelo de von Bertalanffy, para dados de idade retrocalculada.....                                                                                                    | 72 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1- Salinidade média por setor de coleta e trimestre no estuário do rio Santo Antônio, Alagoas, Brasil.....         | 45 |
| Tabela 2 – Correlação entre variáveis e os três primeiros componentes da PCA realizada para <i>M. curema</i> .....        | 46 |
| Tabela 3 – Correlação entre variáveis e os três primeiros componentes da PCA realizada para <i>M. curvidens</i> .....     | 49 |
| Tabela 1. Média do comprimento total e desvio padrão por idade para <i>Mugil curema</i> no estuário de Santo Antônio..... | 71 |
| Tabela 2. Parâmetros de crescimento e longevidade ( $A_{0.95}$ ) para <i>M. curema</i> em diferentes localidades.....     | 77 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>                                                                                                                                                                                          | <b>26</b> |
| Referências .....                                                                                                                                                                                                    | 29        |
| <b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>                                                                                                                                                                                  | <b>18</b> |
| 2.1 Mugilidae.....                                                                                                                                                                                                   | 18        |
| 2.2 Habitat, Ambiente e Nicho.....                                                                                                                                                                                   | 21        |
| 2.3 Dinâmica populacional.....                                                                                                                                                                                       | 24        |
| Referências .....                                                                                                                                                                                                    | 29        |
| <b>3 FATORES DO CICLO DE VIDA DE <i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836 E <i>Mugil curvidens</i> Valenciennes, 1836 RELACIONADOS À CO-OCORRÊNCIA DESTAS ESPÉCIES EM ESTUÁRIO TROPICAL DO NORDESTE DO BRASIL.....</b> | <b>39</b> |
| 3.1 Resumo.....                                                                                                                                                                                                      | 39        |
| 3.2 Introdução .....                                                                                                                                                                                                 | 41        |
| 3.3 Metodologia.....                                                                                                                                                                                                 | 42        |
| 3.4 Resultados.....                                                                                                                                                                                                  | 44        |
| 3.4.1 Ocupação de Ambientes.....                                                                                                                                                                                     | 44        |
| 3.4.2 Ciclo de vida de <i>Mugil curema</i> .....                                                                                                                                                                     | 45        |
| 3.4.3 <i>Mugil curvidens</i> .....                                                                                                                                                                                   | 49        |
| 3.5 Discussão.....                                                                                                                                                                                                   | 51        |
| Referências .....                                                                                                                                                                                                    | 54        |
| <b>4 IDADE E CRESCIMENTO DE <i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836 EM UM ESTUÁRIO TROPICAL DO BRASIL.....</b>                                                                                                        | <b>59</b> |
| 4.1 Resumo.....                                                                                                                                                                                                      | 59        |
| 4.2 Introdução.....                                                                                                                                                                                                  | 60        |
| 4.3 Metodologia.....                                                                                                                                                                                                 | 61        |
| 4.4 Resultados.....                                                                                                                                                                                                  | 66        |
| 4.4.1 Mudança no ritmo de crescimento sazonal em função dos índices biológicos obtidos.....                                                                                                                          | 66        |
| 4.4.2 Parâmetros populacionais.....                                                                                                                                                                                  | 68        |
| 4.5 Discussão.....                                                                                                                                                                                                   | 73        |
| Referências.....                                                                                                                                                                                                     | 78        |
| <b>5 DISCUSSÃO GERAL .....</b>                                                                                                                                                                                       | <b>85</b> |
| Referências .....                                                                                                                                                                                                    | 87        |

## 1 Apresentação

A pesca dos mugilídeos é tradicional na costa brasileira, sendo responsável por 2,8% do total da captura (IBAMA, 2006). Em Alagoas, as tainhas têm sido objeto de intensa atividade pesqueira, sendo capturadas em grande quantidade e representando o principal grupo de espécies de peixes explorados no litoral, com cerca de 45% dos desembarques de peixes acompanhados entre 2002 e 2005 através do IBAMA.

Tainhas correspondem aos membros da família Mugilidae, que no litoral brasileiro estão representados por seis espécies: *Mugil curvidens* Valenciennes, 1836; *M. liza* Valenciennes, 1836; *M. hospes* Jordan & Cuvier in Jordan 1895; *M. incilis* Hancock, 1830; *M. trichodon* Poey, 1875 e *M. curema* Valenciennes, 1836 (Menezes, 2003; Harrison, 2003; Menezes *et al.* 2010).

Os peixes da família Mugilidae habitam regiões tropicais, subtropicais e temperadas de todos os continentes (Thomson, 1997; Menezes, 1983; Cervigón, 1993; Harrison, 2003; Nelson, 2006). O ciclo de vida dos Mugilidae implica uma estreita associação com as áreas estuarinas (González Castro *et al.* 2009) o que torna a região norte e nordeste do Brasil muito propícia para estas espécies (Santana da Silva, 2007). Porém, os mugilídeos, assim como os outros grupos de animais, não estão distribuídos de maneira uniforme nestes habitats. Descrever e entender padrões locais de abundância e distribuição dos organismos são questões centrais na ecologia (Andrewartha & Birch, 1954). Geralmente tais padrões refletem ações comportamentais dos indivíduos em termos de uso de espaço, as quais podem influenciar a dinâmica de populações destes organismos (Stapp & Van Horne, 1997).

Esse tema ganha ainda mais importância pelo atual cenário de alteração e degradação dos ambientes estuarinos. A antropização destes ambientes, e em particular dos manguezais, tem sido associada a perdas na produção pesqueira, bem como à exploração não manejada dos recursos pesqueiros destes importantes ecossistemas. Os mangues são ambientes de refúgio e criação e nas últimas décadas

tem havido perdas evidentes da qualidade destes habitats (Yáñez-Arancibia *et al.* 1998).

Há vários motivos que podem explicar esta degradação de ambientes costeiros estuarinos, entre eles as mudanças na organização social das comunidades humanas e as atividades produtivas, bem como a conversão das áreas de mangues para agricultura e aquicultura (Yáñez-Arancibia *et al.* 1998). Estes fenômenos são amplamente observados no Nordeste brasileiro e em particular no estado de Alagoas. Além disso, os estudos sobre a relação habitat-espécie são importantes para a conservação, pois geram conhecimento sobre características de habitat essenciais para uma população.

Dentre os estudos fundamentais, também está à determinação da idade e a estimativa dos parâmetros de crescimento do estoque, assim como a avaliação de fatores bióticos e abióticos que influenciam o crescimento da população ao longo do ano (Sparre *et al.* 1991; Fabré & Saint-Paul, 1998; Cutrim & Batista, 2005), pois, a determinação do potencial de exploração sustentável de um recurso pesqueiro fundamenta-se em estudos de dinâmica de populações e avaliação de estoques. Além disso, estimativas confiáveis dos parâmetros populacionais são essenciais para o entendimento da dinâmica das pescarias, fornecendo a base necessária para as ações de monitoramento e manejo da pesca (Nikolski, 1963; Sparre *et al.* 1991).

Dentre os mugilídeos, *M. curema* é a espécie mais capturada na região Nordeste (Santana da Silva, 2007). Considerando a crescente pressão de pesca sobre os estoques de *M. curema*, tornam-se necessários estudos sobre sua dinâmica populacional. Sendo assim, a incorporação destas informações em planos de conservação permite um manejo mais adequado, tanto da espécie como das áreas a serem preservadas (Wiens *et al.* 1987; Caughley, 1994).

A presente dissertação divide-se em três capítulos. O primeiro contextualiza o trabalho, apresentando a revisão de literatura com a base conceitual que norteia o

estudo, além de apresentar o estado atual de conhecimento sobre Mugilidae. O segundo capítulo tem como objetivo identificar padrões que resultam da co-ocorrência espacial e temporal de *M. curema* e *M. curvidens* e que influenciam o ciclo de vida destas espécies em ambientes de um estuário tropical. O terceiro capítulo tem por objetivo estimar os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy e compreender a dinâmica do ciclo de vida de *M. curema* no estuário do rio Santo Antônio.

## Referências

ANDREWARTHA, H.G. & BIRCH, L.C. 1954. The distribution and abundance of animals. The University of Chicago press, Chicago.

CAUGHLEY, G. 1994. Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology*, 63: 215-244.

CERVIGÓN, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. 2° ed. Volume II. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela.

CUTRIM, L. & BATISTA, V.S. 2005. Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 35(1): 85-92.

FABRÉ, N. N. & SAINT-PAUL, U. 1998. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*. *Journal of Fish Biology*, 53: 1-11

GONZÁLEZ CASTRO, M.; ABACHIAN, V. & PERROTTA, R. G. 2009. Age and growth of the striped mullet *Mugil platanus* (Actinopterygii, Mugilidae), in a southwestern atlantic coastal lagoon (37°32's-57°19'w): a proposal for a life-history model. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 61-66.

HARRISON, I. J. 2003. Mugilidae, pp. 1071-1085. In: CARPENTER K. E (ed.) The living marine resources of the Western Central Atlantic. FAO species identifications guide for fishery purposes, 2: vv+602-1373.

IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2006. Estatística da pesca 2005. Disponível na World Wide Web em: [http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estatistica\\_02.zip](http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estatistica_02.zip) [Acessado em julho de 2010].

MENEZES, N. A. 1983. Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do Litoral Brasileiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(1):1-12.

MENEZES, N. A. 2003. Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia da USP.

MENEZES, N. A.; OLIVEIRA, C. de & NIRCHIO, M. 2010. An old taxonomic dilemma: the identity of the western south Atlantic lebranche mullet (Teleostei: Perciformes: Mugilidae). Zootaxa, 2519: 59-68.

NELSON, J. S. 2006. Fishes of the World, 4th edn. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.

NIKOLSKI, G.V. 1963. The ecology of fishes. London, Academic Press. 352 pp.

SANTANA da SILVA, F. M. S. 2007. Biologie, Pêche et Dynamique de la Population de Mulet Blanc (*Mugil curema*, Valenciennes, 1836) de Pernambuco – Brésil. Tese de Doutorado, Université de Bretagne Occidentale.

SPARRE, P.; URSIN, E. & VANEMA, S. C. 1991. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I: Manual FAO Fish. Tech. Pap. 306. I, Ver. 2. Rome, FAO.

STAPP, P. & VAN HORNE, B. 1997. Response of deer mice (*Peromyscus maniculatus*) to shrubs in short-grass prairie: linking small-scale movements and the spatial distribution of individuals. Functional Ecology, 11: 644-651.

THOMSON, J. M. 1997. The Mugilidae of the world. Memoirs of the Queensland Museum. 41: 457–562.

WIENS, J. A.; ROTENBERRY, J. T. & HORNE, V. 1987. Habitat occupancy patterns of North American shrubsteppe birds: the effects of spatial scale. Oikos, 48: 132-147.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.; TWILLEY, R. R. & LARA-DOMÍNGUEZ, A. L. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. Madera y Bosques 4(2): 3-19.

## 2 Revisão da literatura

### 2.1 Mugilidae

Tainhas, curimãs, lisas, como são conhecidos popularmente os mugilídeos, pertencem à família Mugilidae e a ordem Mugiliformes. Nesta família são conhecidos 17 gêneros (Nelson, 2006) e aproximadamente 72 espécies (Harrison, 2002). No Brasil, a família é representada apenas pelo gênero *Mugil*, que inclui, segundo Menezes (2003, 2010) e Harrison (2002) seis espécies: *Mugil curvidens* Valenciennes, 1836; *Mugil hospes* Jordan & Cuvier in Jordan 1895 ; *M. incilis* Hancock, 1830; *M. trichodon* Poey, 1875; *M. liza* Valenciennes, 1836; e *M. curema* Valenciennes, 1836.

Os Mugilídeos são considerados um grupo “taxonomicamente instável”, visto que compreendem entorno de 280 espécies nomeadas, mas somente 72 são reconhecidas e validadas (Harrison *et al.* 2007). Neste contexto, Menezes (comunicação pessoal) considera que a presença de *M. hospes* no Atlântico ocidental é duvidosa, pois a espécie foi originalmente descrita do Pacífico leste e, neste caso, a espécie identificada como *M. hospes* no nordeste do Brasil representaria uma espécie ainda não descrita. No entanto, Fraga *et al.* (2007) identificaram esta espécie para o litoral brasileiro e Ibáñez Aguirre *et al.* (2011) para o Golfo do México. Apesar de *M. liza* e *M. platanus* estar sendo citada para o litoral brasileiro, Menezes *et al.* (2010) reconhece que apenas uma espécie ocorre no Atlântico sul, à qual deve ser atribuída o nome *M. liza*.

Dessa forma, espécies da família Mugilidae, até o presente foram objetos de estudos morfológicos e taxonômicos, nos quais se utilizaram a anatomia externa e/ou o cariótipo para evidenciar ou confirmar a separação das diferentes espécies (Lê Grande & Fitzsimons, 1976; Menezes & Figueiredo, 1980; Menezes, 1983; Nirchio & Cequea, 1998; Nirchio *et al.* 2001; Nirchio *et al.* 2003; Nirchio *et al.* 2005; Nirchio *et al.* 2005b; Heras *et al.* 2006; Harrison *et al.* 2007; Fraga *et al.* 2007; Ibáñez Aguirre *et al.* 2007; Heras *et al.* 2009; Menezes *et al.* 2010; Ibáñez Aguirre *et al.* 2011).

Mugilidae são encontrados em áreas marinhas pelágicas costeiras, estuarinas e de água doce, em regiões tropicais, subtropicais e temperadas de todos os continentes (Menezes & Figueiredo, 1985; Thomson, 1997). Pequenos exemplares são comuns e abundantes em águas de pouca profundidade nas praias arenosas, principalmente perto da desembocadura dos rios (Menezes & Figueiredo, 1985). Segundo Pessanha *et al.* (2000) em seu estudo realizado na Baía de Sepetiba, os jovens da família Mugilidae são mais abundantes no interior da baía onde a temperatura é alta e a transparência baixa. Porém, Vieira & Scalabrin (1991) observou que a distribuição dos alevinos de *M. platanus* (= *M. liza*) não depende da salinidade e da temperatura.

As espécies de Mugilidae são em geral gonocóricas, iteroparas, apresentam alta fecundidade e produzem pequenos ovos pelágicos (Brusle, 1981; Okumus & Başçmar, 1997). Segundo Harrison (2002), geralmente as espécies costeiras de Mugilidae desovam no mar e as espécies dulcícolas desovam em águas salobras. Abraham (1976) verificou que as populações de *M. cephalus*, são migradoras que entram na lagoa na fase juvenil e retornam para o mar na época de reprodução. Marin & Dodson (2000) estudando a reprodução de *M. curema* em áreas costeiras do nordeste da Venezuela observaram que devido à migração reprodutiva da espécie os exemplares com maiores dimensões e em estágios avançados de maturação são raros nas áreas costeiras, durante o período reprodutivo. Segundo Santana da Silva (2007), que realizou seu estudo no litoral de Pernambuco, o período de desova de *M. curema* estende-se de novembro a janeiro.

As tainhas utilizam habitats estuarinos alimentando-se de matéria vegetal, obtida do detrito existente no fundo (Cervigón *et al.* 1993). Espécies de microalgas são o principal alimento de *M. curema*, mas foraminíferos, pedaços de moluscos, bivalves e microcrustáceos são consumidos em menor escala (Furtado, 1968; Yañez-Arancibia, 1976; Rueda *et al.* 1997).

Torres *et al.* (2008) e Teixeira & Falcão (1992) identificaram cinco espécies de Mugilidae na costa alagoana: *M. curema*, *M. liza*, *M. gaimardianus* (= *M. hospes*), *M.*

*curvidens* e *M. incilis*. No estuário do rio Santo Antônio as espécies *M. curema* e *M. curvidens*, que são espécies morfológicamente semelhantes e simpátricas, apresentaram maior abundância em relação aos demais Mugilidae. Considerando a importância destas espécies para a atividade pesqueira local e a escassez de estudos de co-ocorrência e ciclo de vida, principalmente de *M. curvidens*, estas foram as espécies alvo do estudo em questão. Pois, estudar a co-ocorrência de espécies similares contribui para a compreensão da dinâmica populacional e para a conservação das espécies envolvidas (Kennedy *et al.*, 2006).

*M. curema* (figura 1) distribui-se pelo Atlântico ocidental, do Cabo Cod até o sul do Brasil; no Atlântico oriental, da Gambia ao Congo; no Pacífico oriental, da Califórnia ao Chile (Menezes 1983; Thomson, 1997). Porém, foi constatada a presença desta espécie na costa da Argentina (González Castro *et al.* 2006; Heras *et al.* 2006). *M. curvidens* (figura 2) distribui-se da Flórida, Estados Unidos, até o nordeste do Brasil, onde é muito comum (Menezes, 1983).



Figura 1. Espécime de *Mugil curema*, coletado em Alagoas, Brasil.



Figura 2. Espécime de *Mugil curvidens*, coletado em Alagoas, Brasil.

## 2.2 Habitat, Ambiente e Nicho

Hábitat pode ser definido como um conjunto de fatores independentes de densidade que fornecem à espécie condições para manter uma população viável (Cerqueira 1995). Segundo Ricklefs (2003), o habitat de um organismo é o lugar, ou estrutura física, no qual ele vive. Este é caracterizado por suas notáveis variáveis físicas, freqüentemente incluindo a forma predominante de vida vegetal ou, às vezes, de vida animal. O habitat dos Mugilidae inclui ambientes marinhos, estuarinos e de água doce (Menezes & Figueiredo, 1985).

Em grande parte, o conceito de ambiente se sobrepõe ao conceito de habitat, ainda que o ambiente seja um conceito mais amplo que pode incluir também as interações com fatores bióticos e abióticos. O habitat, por sua vez, geralmente refere-se apenas ao espaço físico e à área de vida de um determinado organismo ou população (Ricklefs, 2003; Begon *et al.* 2007).

Os fatores que caracterizam um hábitat variam de forma espacial e temporal e a escolha de hábitat por um organismo inclui tal variação (Stapp, 1977). Esta escolha geralmente reflete uma estratégia que maximize a aptidão, de forma que os habitats selecionados são aqueles que fornecem a melhor relação custo-benefício entre a aquisição de recursos, risco de predação e interações competitivas (Morris, 2003; Hopcraft *et al.* 2005).

Segundo Morris (1987), os organismos percebem e respondem às características do hábitat em uma variedade de escalas. Considerado uma escala mais abrangente fatores como o clima são mais importantes. No entanto, em uma escala mais regional, a disponibilidade de recursos e as interações interespecíficas tendem a ser fundamentais (Haythornthwaite & Dickman 2006). A escala temporal também deve ser considerada, pois a abundância e a distribuição dos organismos podem variar rapidamente em função das flutuações sazonais na disponibilidade de recursos alimentares (Gurevitch & Padilla, 2004).

Quanto maior o conhecimento sobre a ecologia dos animais de vida livre, maior será a capacidade de utilizar recursos naturais com o menor impacto sobre o ecossistema, e conseqüentemente maior sustentabilidade da exploração dos recursos. Uma das faces da vida animal que precisa ser elucidada é a forma como eles se distribuem em uma dada região, quais as suas necessidades e como se relacionam com o espaço onde vivem (Beisiegel & Mantovani, 2006). Os estudos de nicho ecológico abarcam estes aspectos gerando informações importantes a cerca da distribuição das espécies.

O pioneiro do conceito de nicho ecológico foi Rosell H. Johnson em 1907 (Hutchinson, 1978). Porém, muito antes desta data, em 1840 Liebig aproximou-se muito da idéia de nicho multidimensional, através de sua “lei do mínimo”, publicado em *Die Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie* (Química Orgânica e sua Aplicação na Agricultura e Fisiologia).

No entanto, foi a partir do século XX que o conceito de nicho começou a ser definido de maneira mais explícita (Vital, 2005). Neste contexto surge a propostas de nicho ecológico de Grinnel (1904, 1917). Para este autor, nicho seria o intervalo de valores de fatores ambientais que são necessários e suficientes para permitir que uma espécie desenvolva sua história de vida, ou seja, a distribuição que esta espécie poderia potencialmente atingir sem interações com outras espécies. Esta teoria prediz que duas espécies ocorrendo em um mesmo espaço físico não podem ocupar nichos idênticos por um período prolongado de tempo. Esta proposta foi aprimorada por George Evelyn Hutchinson (1957) que introduz o conceito de hipervolume, definindo o nicho de uma espécie como um conjunto de n-dimensões cada qual representando um fator ou recurso importante para a espécie em um espaço n-dimensional (nicho multidimensional). Este autor cunhou o termo nicho realizado, que definiu como sendo um subconjunto reduzido do nicho fundamental, em que são subtraídas as situações em que outras espécies se sobressaem na competição por recursos.

Sendo assim, espécies que se alimentam do mesmo recurso vão apresentar sobreposição de nichos, assim como espécie que ocorrem no mesmo ambiente e utilizam variáveis ambientais em comum. Porém, duas espécies simpátricas tendem a diferenciar seus nichos em alguma dessas dimensões de modo a minimizar a sobreposição dos mesmos, o que permitiria sua co-ocorrência (Zilio, 2005). Dessa forma, cada organismo se especializa em relação tanto ao intervalo de habitat no qual pode viver quanto ao nicho que ele pode ocupar num habitat (Ricklefs, 2003).

As similaridades ecológicas entre espécies congêneras pressupõem a existência de competição interespecífica, a qual tende a ser mais pronunciada entre as espécies ecologicamente similares. De acordo com o princípio da exclusão competitiva, uma das consequências mais evidentes da competição interespecífica é a eliminação dos competidores mais fracos ou a redução de seus nichos realizados, resultando no estabelecimento de padrões de distribuição alopátrica (Begon *et al.* 2007).

Existem padrões que definem como as espécies segregam através das diferentes dimensões de nicho. Schoener (1974) e Ross (1986) afirmam que a maioria dos animais segrega principalmente pelas diferenças no hábitat, na dieta, e no período de atividade. Outra maneira importante pela qual os nichos podem ser distinguidos baseia-se nas condições. Duas espécies podem usar exatamente os mesmos recursos, mas se a sua capacidade de fazê-lo é influenciada pelas condições ambientais e se elas respondem diferentemente a essas condições, cada uma pode ser competitivamente superior em ambientes diferentes. Isso também pode se expressar na forma de diferenciação de micro-hábitats ou na diferença em distribuição geográfica ou na separação temporal (Begon *et al.* 2007).

A evolução da diferenciação de nicho entre espécies morfologicamente semelhantes tem recebido atenção particular. Pois, o grau em que os nichos de duas espécies se sobrepõem determina quão fortemente as espécies poderiam competir uma com a outra (Ricklefs, 2003). Assim, as relações de nicho das espécies conduzem a

distribuição destas e proporcionam uma medida informativa da organização estrutural das comunidades biológicas. (Hutchinson, 1957; Schoener, 1989; Tokeshi, 1999).

## **2.3 Dinâmica populacional**

A determinação da idade é essencial para estudos de crescimento em peixes e para estimativas de produção, tamanho de estoque, recrutamento e mortalidade (Nikolski, 1963; Fonteles-Filho, 1989; Fabré & Saint-Paul, 1998). O estudo do crescimento em peixes baseia-se na determinação do tamanho do corpo em função da idade fornecendo os parâmetros de entrada para os modelos de avaliação de estoques e manejo pesqueiros (Sparre & Venema, 1997).

Os dados para investigação científica do crescimento de peixes são obtidos através de dois tipos de métodos; (1) direto ou anatômico, baseado na identificação e medição das zonas de crescimento delimitadas por anéis etários em estruturas rígidas do corpo do peixe (2) indireto ou estatístico, baseado no fato de que os comprimentos dos indivíduos de uma mesma idade tenderem a descrever uma distribuição normal, dessa forma, a distribuição multimodal do comprimento propicia a identificação da idade relativa das diversas coortes que compõem o estoque capturável, e assim é possível a medição de sua taxa de crescimento através do deslocamento dos respectivos valores modais; (Bagenal & Tesch, 1978). Segundo Santana da Silva (2007) neste método é necessário que as amostras sejam representativas da população, que as modas sejam identificadas estatisticamente e correspondam a duas coortes de desovas realizadas em intervalos de tempo conhecidos.

Outros dois métodos podem ser citados. O primeiro consiste em manter indivíduos, de comprimento inicial conhecido, confinados em aquários ou viveiros, e registrar seu comprimento a intervalos regulares de tempo, geralmente mensais, fornecendo deste modo estimativas de idade relativa mensal (Fonteles-Filho, 1989). No entanto, as condições em cativeiro são específicas, dessa forma os resultados não

representam exatamente o que acontece no ambiente natural (Santana da Silva, 2007). Outro método consiste em capturar os peixes e medi-los antes de solta-los na natureza. A duração da recaptura mostrará o crescimento durante seu tempo de liberdade. O mesmo ajuste explicado no primeiro método permitirá a modelação do crescimento, mas sem realmente saber a idade. No entanto, esta técnica é relativamente cara e requer taxas de recaptura significativas (Fonteles-Filho, 1989; Santana da Silva, 2007).

O método de interpretação de anéis etários em estruturas rígidas tem sido amplamente utilizado em estudos em *M. curema* (Ibañez-Aguirre *et al.* 1996; Ibañez-Aguirre *et al.* 1999; Gallardo-Cabello *et al.* 2005; Santana *et al.* 2009). A observação dos anéis etários pode ser efetuada em várias estruturas rígidas: escamas, otólitos, vértebras, ossos operculares, inter-opérculos, sub-opérculos, espinhos das nadadeiras, coracóides, escápulas, uróstilo, epural, hipural e hiomandibular (Sparre & Venema, 1997; Fonteles Filho, 1989).

Os otólitos são as melhores estruturas calcificadas para determinar a idade de um peixe, porque possuem características ideais para estimativa de idade: (1) são as primeiras estruturas calcificadas que surgem nos estágios embrionários ou larvais; (2) não permanecem em contato direto com o ambiente externo, mantendo-se assim intactos ao longo de toda a vida; (3) não possuem nenhuma ligação com o esqueleto, tendo, portanto, desenvolvimento contínuo, inclusive quando não existe o crescimento somático; (4) não estão sujeitos a reabsorção, permitindo reconstruir a totalidade da história de vida; (5) possuem menores proporções de Mg:Ca, Mn:Ca e Ba:Ca em comparação com escamas ou ossos, resultando em melhores registros cronológicos, tanto diários como anuais (Brothers, 1990).

Em geral os teleósteos têm três pares de otólitos: *lapillae*, *sagittae* e *asteriscus*, sendo que *sagittae* são os maiores pares e por isso têm sido os mais utilizados para determinação de idade (Gallucci *et al.* 1996). Os otólitos são compostos por material inorgânico e orgânico. O material inorgânico, carbonato de cálcio, é depositado em uma matriz orgânica.

Depois de selecionar a estrutura que pode fornecer melhores informações sobre a idade e crescimento de uma determinada espécie, e de definir a técnica de processamento das estruturas, o próximo passo é estabelecer os critérios de contagem e leitura dos anéis ou marcas de crescimento. Como estas leituras dependem de um julgamento subjetivo, os critérios devem ser consistentes e mantidos ao longo do trabalho (Casselman, 1983).

Os anéis de crescimento são descontinuidades resultantes da diferença de acumulação de carbonato de cálcio, atribuída a variações sazonais que ocorrem no ambiente, bem como os fatores intrínsecos (Welcomme, 1992). Nos ambientes das regiões temperadas a variação de temperatura é um dos fatores mais importantes que influenciam o crescimento, visto que há uma interrupção no ritmo de crescimento devido às baixas temperaturas do inverno, fato que leva a formação dos anéis (Haimovici & Reis, 1984; Krug & Haimovici, 1989; Bernardes, 2002). O valor de temperatura ótima para o máximo crescimento somático varia de espécie para espécie (Casselman, 1983).

Nos trópicos parece haver uma relação mais próxima com a variação temporal da pluviosidade (Reshetnikov & Claro, 1976) e com os processos biológicos sazonais ou cíclicos dos peixes (Fabré & Saint-Paul, 1998; Perez & Fabré, 2003; Barthem & Fabré, 2004; Perez & Fabré, 2009). A ocorrência de chuvas explica a periodicidade na desova coletiva e, provavelmente, determina a formação de anéis etários em espécies que ocorrem em ambientes tropicais como o Norte e Nordeste brasileiros (Ximenes-Carvalho, 2006). A migração pode também ser considerada como um aspecto importante na alteração do crescimento dos peixes (Brett, 1979). Principalmente em regiões onde as condições climáticas são menos variáveis, como as zonas tropicais e subtropicais, é essencial a validação das marcas de crescimento para que os parâmetros sejam confiáveis e precisos (Campana, 2001).

Validação de idade é determinar a cronologia das marcas de crescimento em estruturas calcificadas e diminuir as possibilidades de erro. Existem vários métodos, tanto diretos como indiretos, para a validação das marcas de crescimento nos otólitos

(Brothers, 1990). O método que tem sido mais utilizado para validação nos estudos recentes de determinação de idade é o de incremento marginal, devido principalmente a sua praticidade (Fabré & Saint-Paul, 1998; González Castro *et al.* 2009). A análise de incremento marginal consiste na tendência periódica da formação do incremento marginal quando plotado contra o tempo, o que permite que a periodicidade da deposição do incremento no crescimento seja conhecida (Campana, 2001).

O principal pressuposto dos modelos de retroc culo   que o crescimento do peixe é proporcional ao crescimento das estruturas calcificadas e que pode refletir eventos periódicos mais marcantes na vida da espécie (Morita & Matsuishi, 2001). Através desta técnica é utilizado um conjunto de medidas realizadas nos peixes no momento da captura, para calcular seu tamanho em peri odos de tempo anteriores, reconstruindo parte da história de vida de um grupo de indivíduos (Francis, 1990).

Existe abundante literatura sobre modelos de crescimento, com uma ampla gama de equações, e as mais conhecidas e utilizadas são: as equações de von Bertalanffy, Gompertz, Richards e a equação logística (Hilborn & Walters, 1992). Entre os modelos matemáticos que descrevem o crescimento em peixes, o de von Bertalanffy demonstra de forma adequada o processo biológico do crescimento (Csirke, 1980). O propósito deste modelo é possibilitar a obtenção de uma equação generalizada do crescimento individual, livre das pequenas variações presentes nos dados originais e comparar o crescimento entre populações ou espécimes (Cushing, 1981; King, 1995).

O fator de condição é considerado como o equilíbrio homeostático ideal entre o tamanho e o peso, ele determina o peri odo que o peixe acumula mais peso no corpo (Anderson & Gutreuter, 1983). Biologicamente este  ndice apresenta como valor isométrico  $K=1$ , sendo que os valores acima de 1 representam uma condição ótima de bem estar do peixe.

Vale ressaltar também a importância da correta estimativa dos parâmetros de crescimento, já que estes, associados às taxas de mortalidade natural e por pesca, são

ferramentas fundamentais utilizadas na construção de modelos quantitativos que podem reconstruir a história do estoque e da atividade pesqueira, permitindo também prever o efeito de mudanças na pesca em função das medidas propostas para o manejo do recurso (Gulland, 1983; Hilborn & Walters, 1992; Sparre & Venema, 1995).

Diversos estudos foram realizados para a determinação da idade de espécies de *M. curema*, em várias partes do mundo: Estados Unidos (Richards & Castagna, 1976), Venezuela (Marin & Dodson, 2000); Cuba (Alvarez Lajonchére, 1981); Golfo do México (Ibáñez Aguirre, *et al.* 1995, 1999; Ibáñez Aguirre & Leonart, 1996; Ibáñez Aguirre & Gallardo Cabello, 1996; Gallardo Cabello *et al.* 2005; Espino-Barr *et al.* 2005) e Brasil (Santana *et al.* 2009).

Porém, o padrão de crescimento deve ser reavaliado periodicamente, tendo em vista sua dependência de variações temporais na densidade, causadas principalmente pela intensidade do esforço de pesca (Villacorta-Correa, 1997). Vale ressaltar também que os parâmetros de crescimento de uma mesma espécie, em diferentes áreas podem variar de acordo com sua exploração, pois quando a pesca é muito intensa, o tamanho comercial do peixe diminui e a variação da velocidade de crescimento aumenta (Ibáñez-Aguirre *et al.* 1999). Este fato deve ser considerado para *M. curema*, por ser um importante recurso pesqueiro tanto em Alagoas, quanto na costa brasileira como um todo (IBAMA, 2006). Por esses motivos, entre os objetivos da presente dissertação estiveram presentes: compreender a dinâmica do ritmo sazonal de crescimento e sua relação com o ciclo de vida de *M. curema* no estuário do rio Santo Antônio; e estimar os parâmetros populacionais de crescimento e a esperança de vida de *M. curema*.

## Referências

ABRAHAM, M. 1976. Ultrastructure of cell-types and of *Mugil cephalus* from freshwater, sea and a hypersaline lagoon. *General and Comparative Endocrinology*. 29: 511:521.

ALVAREZ-LAJONCHÈRE L. 1981. Determination de la edad y el crecimiento de *Mugil liza*, *M. curema*, *M. hospes* y *M. trichodon* (Pisces, Mugilidae) en aguas cubanas. *Revista de Investigacion Marina*, 2:142–162.

ANDERSON, R. O. & GUTREUTER, S. J. 1983. Length, weight and associated structural indices. In: L. A. Nielsen, D. L. Johnson (ed.), *Fisheries techniques*. American Fisheries Society.

BAGENAL, T. B. & TESCH, F. W. 1978. Age and growth. In: Bagenal, T. B. ed. *Methods for assessment of fish production in Fresh waters*. Oxford, Blackwell Scientific Publications.

BARTHEM, R. B. & FABRÉ, N. N. 2004. Capítulo 1 - Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros na Amazônia. In: Ruffino M.L. (Org.) *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia*. Manaus, IBAMA.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed.

BEISIEGEL, B. M. & MANTOVANI, W. 2006. Habitat use, home range and foraging preferences of the coati *Nasua nasua* in a pluvial tropical Atlantic forest area. *Journal of Zoology London*, 269: 77-87.

BERNARDES, R. A. 2002. Age, growth and longevity of the gray triggerfish, *Balistes capriscus* (Tetraodontiformes: Balistidae), from the Southeastern Brazilian Coast. *Scientia Marina*, 66 (2): 167-173.

BRETT, J. R. 1979. Environmental facts and growth. In Fish physiology. Vol. I (Hoar, W. S. and Randall, D. J., eds) Academic Press, New York, U.S.A.

BROTHERS, E. B. 1983. Summary of round table discussions on age validation. In Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks (E. D. Prince, and L. M. Pulos, eds.). U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8.

BRUSLE, J. 1981. Food and feeding in grey mullet. In: Aquaculture of grey mullet. Cambridge: Cambridge University . 507p.

CAMPANA S. E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. Journal of fish biology, 59: 197–242.

CASSELMAN, J. M. 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures techniques and tools. In: Prince, E. D.; Pulos, L. M. (Ed.). Proceeding the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes. Tunas and Sharks. NOAA Technical report, 8, National Marine Fisheries Service, USA.

CERQUEIRA, R. 1995. Determinação de distribuição potenciais de espécies. In: Tópicos em tratamento de dados biológicos (PERES-NETO, P. R.; VALENTIN, J. L.; & FERNANDEZ, F. A. S.). Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CERVIGÓN, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. 2º ed. Volume II. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela.

CSIRKE, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Documento Técnico de Pesca, 192: 82.

CUSHING, D. H. 1981. Fisheries Biology: a study population dynamics. Second edition. University of Wisconsin Press.

ESPINO-BARR, E.; CABRAL-SOLÍS, E. G.; GALLARDO-CABELLO, M. & IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L. 2005. Age determination of *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces:Mugilidae) in the Cuyutlán Lagoon, Colima, México. International Journal of Zoological Research, 1(1): 21-25.

FABRÉ, N. N. & SAINT-PAUL, U. 1998. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*. Journal of Fish Biology 53: 1-11.

FONTELES-FILHO, A. A. 1989. Recursos pesqueiros Biologia e Dinâmica Populacional. Imprensa Oficial do Ceará. Ceará.

FRAGA, E.; SCHNEIDER, H.; NIRCHIO, M.; SANTA-BRIGIDA, E.; RODRIGUES-FILHO L. F. & SAMPAIO, I. 2007. Molecular phylogenetic analyses of mullets (Mugilidae, Mugiliformes) based on two mitochondrial genes. Journal of Applied Ichthyology, 23: 598–604.

FRANCIS, R. I. C. 1990. Back-calculation of fish length: a review critical. Journal Fish Biology, 36: 883-902.

FURTADO, E. 1968. Alguns dados sobre a alimentação de jovens do Gênero *Mugil* Linnaeus no estado do Ceará. Arquivos da Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará, 8(2): 173 – 176.

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 Cuyutlán Lagoon, Colima, México. Hidrobiologica, 15: 321–325.

GALLUCI, V. F.; B. AMJOUN; J. HEDGEPEETH & H.L. LAI. 1996. Size-based methods of stock assessment of small-scale fisheries, p. 9-81. In: V.F. GALLUCI; B.S. SAILA; D.J. GUSTAFSON and B.J. ROTHSCCHILD. (Eds). Stock assessment: quantitative methods and applications for small-scale fisheries. New York, Lewis Publishers.

GONZÁLEZ CASTRO, M.; ABACHIAN, V. & PERROTTA, R. G. 2009. Age and growth of the striped mullet *Mugil platanus* (Actinopterygii, Mugilidae), in a southwestern atlantic coastal lagoon (37°32's-57°19'w): a proposal for a life-history model. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 61-66.

GONZÁLEZ CASTRO, M.; DÍAZ DE ASTARLOA, J. M. & COUSSEAU, M. B. 2006. First record of a tropical affinity mullet, *Mugil curema* (Mugilidae), in a temperate southwestern Atlantic coastal lagoon. *Cybio* 30: 90–91.

GULLAND, J. A. 1983. *Fish Stock Assessment - A Manual of Basic Methods*. John Wiley and Sons. Chichester.

GUREVITCH, J. & PADILLA, D. K. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *Trends in Ecology and Evolution*, 19 (9): 470-474.

HAIMOVICI, M. & REIS, E.G. 1984. Determinação de idade e crescimento da castanha *Umbrina canosai*, (Pisces, Sciaenidae) do sul do Brasil. *Atlântica*, 7: 25-46.

HARRISON, I. J. 2002. Mugilidae. In: CARPENTER K. E. *Species Identifications Sheets for fishery purposes*. Roma: Food and Agriculture Organizations of the United Nation, VII.

HARRISON, I. J.; NIRCHIO, M.; OLIVEIRA, C.; RON, E., & GAVIRIA, J. 2007. A New Species Of mullet (Teleostei: Mugilidae) from Venezuela, with a discussion on the taxonomy of *Mugil gaimardianus*. *Journal of Fish Biology*, 71 (Supplement A): 76–97.

HAYTHORNTHWAITE, A. S. & DICKMAN, C. R. 2006. Distribution, abundance and individual strategies: a multi-scale analysis of dasyurid marsupials in arid central Australia. *Ecography*, 29: 285-300.

HERAS, S.; GONZÁLEZ CASTRO, M. & ROLDÁN, M. I. 2006. *Mugil curema* in Argentinean waters: combined morphological and molecular approach. *Aquaculture*, 261: 473–478.

HERAS, S.; ROLDÁN, M. I. & GONZÁLEZ CASTRO, M. 2009. Molecular phylogeny of Mugilidae fishes revised. *Reviews of Fish Biology and Fisheries*, 19: 217–231.

HILBORN, R. & WALTERS, C. J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. New York, Chapman and Hall.

HOPCRAFT, J. G. C.; SINCLAIR, A. R. E. & PACKER, C. 2005. Planning for success: Serengeti lions seek prey accessibility rather than abundance. *Journal of Animal Ecology*, 75: 559-566.

HUTCHINSON, G. E. 1957. Population Studies, Animal Ecology and Demography, Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22: 415-427.

HUTCHINSON, G. E. 1978. Introducción a La Ecología de Poblaciones. Barcelona: Blume.

IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2006. Estatística da pesca 2005. Disponível na World Wide Web em: [http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estatistica\\_02.zip](http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estatistica_02.zip) [Acessado em julho de 2010].

IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L. & LLEONART, J. 1996. Relative growth and comparative morphometrics of *Mugil cephalus* L. and *M. curema* V. in the Gulf of Mexico. *Scientia Marina*, 60 (2 -3): 361 – 368.

IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L.; COWX, I. G. & O'HIGGINS, P. 2007. Geometric morphometric analysis of fish scales for identifying genera, species, and local populations within the Mugilidae. *Canadian Journal of Aquatic Science*, 64: 1091-1100.

IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L.; GALLARDO CABELLO, M. & SÁCHEZ RUEDA, M. P. 1995. Estimation de la edad de la lisa *Mugil cephalus* y la lebrancha *M. curema* por métodos indirectos. *Hidrobiológica*, 5(1-2): 105 – 111.

IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L.; GALLARDO-CABELLO, M. & CARRARA, X. C. 1999. Growth analysis of striped mullet, *Mugil cephalus*, and white mullet, *M. curema* (Pisces: Mugilidae), in the Gulf of Mexico. Fishery Bulletin, 97: 861 – 872.

IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L.; GONZÁLEZ-CASTRO, M. & PACHECO-ALMANZAR, E. 2011. First record of *Mugil hospes* in the Gulf of Mexico and its identification from *Mugil curema* using ctenii. Journal of Fish Biology, 78: 386–390.

KENNEDY, B. M.; THOMPSON, B. W & LUECKE, C. 2006. Ecological differences between two closely related morphologically similar benthic whitefish (*Prosopium spilonotus* and *Prosopium abyssicola*) in an endemic whitefish complex. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 63: 1700-1709.

KING, J. R. & MCFARLANE, G. A. 2003. Marine fish life history strategies: applications to fishery management. Fisheries Management and Ecology, 10: 249-264.

KRUG, L. C. & HAIMOVICI, M. 1989. Idade e crescimento da anchova *Pomatomus saltatrix* do Sul do Brasil. Atlântica, 11(1): 47-61.

LÊ GRANDE, W. H. & FITZSIMONS. 1976. Karyology of the mullet *Mugil curema* and *M. cephalus* (Perciformes: Mugilidae) from Louisiana. Copeia, 2: 388-391.

MARIN, B. J. & DODSON, J. J. 2000. Age, growth and fecundity of the silver mullet, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), in coastal areas of Northeastern Venezuela. Revista de Biología Tropical, 48(2/3): 389-398.

MENEZES, N. A. & FIGUEIREDO, J. L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4). São Paulo, Museu de Zoologia da USP.

MENEZES, N. A. & FIGUEIREDO. 1980. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Museu de zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo.

MENEZES, N. A. 1983. Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. Revista Brasileira de Zoologia, 2(1): 1-2.

MENEZES, N. A. 2003. Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. São Paulo: Museu de Zoologia da USP.

MENEZES, N. A.; OLIVEIRA, C.; & NIRCHIO, M. 2010. An old taxonomic dilemma: the identity of the western south Atlantic lebranche mullet (Teleostei: Perciformes: Mugilidae). *Zootaxa*. 2519: 59-68.

MORITA, K. & MATSUISHI, T. 2001. A new model of growth back-calculation incorporating age effect based on otoliths. *Canadian Journal of Fisheries*, 58: 1805-1811.

MORRIS, D. W. 1987. Ecological scale and habitat use. *Ecology*, 68: 362-369.

MORRIS, D. W. 2003. Toward and ecological synthesis: a case for habitat selection. *Oecologia*, 136: 1-13.

NELSON, J. S. 2006. *Fishes of the World*, 4th edn. New York, NY: John Wiley & Sons,

NIKOLSKI, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. London, Academic Pres.

NIRCHIO, M. & CEQUEA, H. 1998. Karyology of *Mugil liza* and *M. curema* from Venezuela. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 27: 45-50.

NIRCHIO, M.; CERVIGÓN, J.; PORTO, J.; PÉREZ, J. A.; GÓMEZ & VILLALAZ. 2003. Cytogenetic confirmation of *Mugil curema* Valenciennes, 1836 and *Mugil gaimardianus* Desmarest, 1831 (Mugilidae: Teleostei) as valid nominal species. *Scientia Marina*, 67(1): 113-115.

NIRCHIO, M.; CIPRIANO, R. R.; CESTARI, M. M & FENOCCHIO, A. S. 2005. Cytogenetical and morphological features reveal significant differences among Venezuelan and Brazilian samples of *Mugil curema*. *Neotropical Ichthyology*. 3(1): 99-102.

NIRCHIO, M.; GONZÁLEZ, D. & PÉREZ, J. E. 2001. Estudio citogenético de *Mugil curema* y *M. Liza* (Pisces: Mugilidae): Regiones organizadoras Del nucleolo. Boletín Del instituto Oceanográfico de Venezuela, 40(1-2): 3-7.

NIRCHIO, M.; RON, E. & ROSSI, A. R. 2005. Karyological characterization of *Mugil trichodon* Poey, 1876 (Pisces: Mugilidae). Scientia Marina, 69(4): 525-530.

OKUMUS, I. & BASÇMAR, N. 1997. Population structure, growth and reproduction of introduced Pacific mullet, *Mugil so-iuy*, in the Black sea. Fisheries Research, 33: 131 – 137.

PÉREZ, A. & FABRÉ, N. N. 2003. Seleção das Estruturas Calcificadas para a Determinação da Idade da Piracatinga *Calophysus macropterus* Lichtenstein (PISCES: PIMELODIDADE) na Amazônia Central, Brasil. Acta Amazónica, 34: 120-124.

PÉREZ, A. & FABRÉ, N. N. 2009. Seasonal growth and life history of the catfish, *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Amazon floodplain. Journal of Applied Ichthyology, 25: 343-349.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G.; AZEVEDO, M. C. C. & GOMES, I. D. 2000. Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. Revista brasileira de Zoologia, 17 (1): 251 – 261.

RESHETNIKOV, Y. S. & CLARO, R. M. 1976. Cycles of biological processes in tropical fishes with reference to *Lutjanus synagris*. Journal of Ichthyology, 16:711-723.

RICHARD, C. E. & CASTAGNA. M. 1976. Distribution, growth, and predation of juveniles white mullet (*Mugil curema*) in oceanside waters of Virginia's eastern shore. Chesapeake Science, 17(4): 308 – 309.

RICKLEFS, R. E. 2003. A Economia da Natureza. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

ROSS, S. T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages - a review of field studies. *Copeia*, 2: 352–358.

RUEDA, P. S.; MAR, I. G.; IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L. & GARCÍA, A. M. 1997. Sedimento en el contenido estomacal de *Mugil cephalus* y *Mugil curema* (Mugiliformes : Mugilidae) en laguna dde Tamiahua, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 45 (3): 1163 – 1166.

SANTANA da SILVA, F. M. 2007. Biologie, pêche et dynamique de la population de mullet blanc (*Mugil curema*, Valenciennes, 1836) de Pernambuco – Brésil. PhD thesis, Université de Bretagne Occidentale, Plouzané.

SANTANA, F. M. S.; MORIZE, E.; CLAVIER, J. & LESSA, R. 2009. Otolith micro- and macrostructure analysis to improve accuracy of growth parameter estimation for white mullet *Mugil curema*. *Aquatic Biology*, 7: 199–206.

SCHOENER, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*. 185: 27–39.

SCHOENER, T. W. 1989. The ecological niche. *Ecological concepts*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

SPARRE, P. & VENEMA, S. C. 1995. Introducción a la evolución de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documentos Técnicos de Pesca, Rome.

SPARRE, P. & VENEMA, S. C. 1997. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1: Manual. Roma, FAO.

STAPP, P. 1997. Habitat selection by an insectivorous rodent: patterns and mechanisms across multiple scales. *Journal of Mammalogy*, 78: 1128-1143.

TEIXEIRA, R. L.; FALCÃO, G. & MELO, S. 1992. Ocorrência e alimentação de juvenis de Sienidae (Pisces: Perciformes) nas zonas de arrebentação de praias de Maceió, Brasil. *Atlântica*, 4: 29-42.

THOMSON, J. M. 1997 The Mugilidae of the world. *Mem Qld Mus* 41:457–562

TOKESHI, M. 1999. Species coexistence: ecological and evolutionary perspectives. London: Blackwell Science.

TORRES, C. M.; TRAVASSOS, P.; FIGUEIREDO, M. V.; HAZIN, F.; CAMPOS, D. F. & ANDRADE, F. 2008. Biologia reprodutiva de *Mugil curvidens* e *Mugil incilis* no litoral norte de Alagoas. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 3(1): 68-73.

VIEIRA, J. P. & SCALABRIN, C. 1991: Migração reprodutiva da “tainha” (*Mugil platanus* Gunther 1880) no sul do Brasil. Atlântica, 13: 131–141.

VILLACORTA-CORREA, M. A. 1997. Estudo de idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (CHARACIFORMES:CHARACIDAE) no Amazonas Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos. Tese de Doutorado, INPA/FUA, Manaus (AM).

VITAL, M. V. C. 2005. Modelagem de nicho ecológico utilizando algoritmos genéticos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás.

WELCOMME, R. L. 1992. Pesca fluvial. FAO Documento Técnico de Pesca.

XIMENES-CARVALHO, M. O. 2006. Idade e crescimento do Robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (bloch, 1792) e Robalo-peva, *centropomus parallelus* (poey, 1860) (osteichthyes: centropomidae), no sudeste do Brasil, Fortaleza. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará.

YÁÑEZ-ARANCÍBIA, A. 1976. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes en áreas naturales de Crianza, México. Alimentación, Crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. Annales do Centro de Ciencias del Mar y Limnologia de la Universidad Nacional Autónoma do México, 3(1): 93 – 124.

ZILIO, F. 2005. Estudo do nicho ecológico de duas aves de rapina (*Falco sparverius* e *Athene cunicularia*) em uma região de dunas do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista.

### **3 – Fatores do ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 e *Mugil curvidens* Valenciennes, 1836 relacionados à co-ocorrência destas espécies em estuário tropical do Nordeste do Brasil**

#### **3.1 Resumo**

A co-ocorrência de espécies ictíicas congenéricas pode ser influenciada por fatores ecológicos relacionados às dimensões de nicho, como habitat e dieta, resultando na ocupação espacial diferenciada por estas espécies. Neste contexto o presente estudo objetiva identificar padrões relacionados a ciclo de vida que possibilitem a co-ocorrência espacial e temporal de *Mugil curema* e *M. curvidens* em ambientes de um estuário tropical. Coletas experimentais mensais foram realizadas (setembro/09 a agosto/10) no estuário do rio Santo Antônio, litoral norte de Alagoas, Brasil. A abundância por lance de pesca ( $1,99 \pm 4,54$ ) de *M. curema* (410 indivíduos) foi maior que a de *M. curvidens* ( $0,3 \pm 1,0$ ; 43 indivíduos). Os resultados indicam que existe uma segregação espacial das espécies. *M. curema* foi mais abundante em ambientes marinhos que estuarinos, diferente de *M. curvidens*. Variações sazonais relacionadas à pluviosidade foram importantes para explicar a abundância das espécies ao longo do ano. As duas espécies foram mais abundantes durante a diminuição da pluviosidade. Variações no comprimento total, peso do fígado, peso das gônadas e peso do estômago foram observadas em função das variações sazonais, principalmente em *M. curvidens*, onde houve diminuição desses indicadores no período mais chuvoso. Em *M. curema* não houve variações tão acentuadas destes indicadores ao longo do ano, porém houve uma diminuição pronunciada no mês de maio (de alta pluviosidade).

**Palavras chave:** Brasil, nicho, habitat, pluviosidade, conservação e *Mugil*.

### 3.2 Introdução

Espécies ictíicas que ocorrem em áreas sobrepostas podem estar ecologicamente separadas pelas dimensões de nicho mais importantes, habitat e dieta (Schoener, 1974; Ross, 1986). Espécies congêneras que ocorrem em simpatria, geralmente não ocupam o mesmo nicho ecológico simultaneamente (Kennedy *et al.* 2006). As espécies de Mugilidae são morfológica, morfométrica e ecologicamente muito semelhantes. Aproximadamente a metade das espécies da família pertencem ao gênero *Mugil* ou *Liza*, e os demais gêneros contêm entre uma a três espécies (Nelson, 2006). As espécies de *Mugil* são abundantes na América, mas ocorrem em regiões tropicais, subtropicais e temperadas de todos os continentes (Thomson, 1997; Menezes, 1983; Cervigón, 1993; Harrison, 2003; González Castro, 2007). Este grupo de peixes tem seu ciclo de vida relacionado à ocupação de diferentes ambientes estuarinos e marinhos (Menezes & Figueiredo, 1985; Nelson, 2006).

Duas ou mais espécies do mesmo gênero podem ocupar de forma diferenciada o espaço, como foi demonstrado em estudos de comunidades ictíicas costeiras (Castillo-Rivera & Kobelkowsky, 2000; Kupschus & Tremain, 2001; Araújo *et al.* 2006; Malavasi *et al.* 2007; Araújo *et al.* 2008).

Em regiões temperadas a salinidade tem papel fundamental na seleção de habitat e, conseqüentemente nos padrões de distribuição das espécies de Mugilidae. Isto foi constatado por Cardona (2006) em estuários do Mediterrâneo, onde salinidade é o principal fator determinante da ocupação de habitats por parte de cinco espécies desta família. Embora eurihalinas, estas espécies diferem em suas afinidades nas escalas de salinidade, procurando um nível ótimo para alcançar altas taxas de crescimento com baixo custo de osmorregulação (Blaber, 1997; Cardona, 2006). Nas regiões tropicais outras variáveis, além da salinidade, como a pluviosidade (Ibáñez & Benítez, 2004, Wootton, 1990) devem ser consideradas em estudos de repartição de nicho entre mugilídeos.

Pessanha *et al.* (2000) em seu estudo sobre a influência das condições ambientais no ciclo de vida dos jovens da família Mugilidae na Baía de Sepetiba, verificaram que estes são mais abundantes no interior da baía onde a temperatura é alta e a transparência baixa. Já Vieira & Scalabrin (1991) observou que a distribuição dos alevinos de *M. platanus* (= *M. liza*) não depende da salinidade e da temperatura. González Castro *et al.* (2009), propuseram um modelo para explicar a história de vida de *M. platanus* (= *M. liza*) em um estuário de região temperada de América do Sul. Este tipo de abordagem permite melhor compreender a relação entre abundância, deslocamentos migratórios e mudanças sazonais relacionadas ao ciclo de vida dos mugilideos. Tendo em vista estas observações, neste estudo procurou-se identificar padrões relacionados ao ciclo de vida de *M. curema* e *M. curvidens* resultantes da co-ocorrência espacial e temporal destas espécies em ambientes de um estuário tropical. Duas questões principais são abordadas neste artigo: a) *M. curema* e *M. curvidens* usam o espaço de forma diferenciada?; b) A ocupação do habitat reflete diferenças no ciclo de vida destas duas espécies?

Identificar diferenças na ocupação de ambientes entre espécies de um mesmo gênero, como é o caso dos Mugilideos, contribui para a compreensão da dinâmica populacional bem como para a conservação das espécies envolvidas (Kennedy *et al.* 2006).

### 3.3 Metodologia

A área de estudo situa-se no estuário do rio Santo Antônio, (9°24'50"S e 35°30'24"W), no litoral norte de Alagoas, Brasil. A área possui clima Tropical Chuvoso, quente e úmido, com duas estações bem definidas: seca e chuvosa. A primeira se estende de setembro a fevereiro e a segunda de março a agosto (Macedo *et al.* 2004). O estuário tem uma profundidade média de 1,95 metros, temperatura da água média de 28,3°C e a pluviosidade média anual registrada foi de 130 mm. A entrada do estuário

tem 300 metros de largura e apresenta na sua margem esquerda vegetação de mangue dominada por *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*.

No delineamento amostral foram considerados dois tipos de ambientes: estuarino e marinho costeiro raso, com formações recifais. Dentro de cada ambiente foram consideradas três estações de coletas (figura 1). No estuário as estações foram organizadas em um transecto perpendicular a costa, de 2000 m. Na ambiente marinho costeiro as três estações foram organizadas ao longo de um transecto paralelo a costa de 2700 m de extensão. Coletas experimentais mensais em cada um dos setores foram realizadas entre setembro de 2009 e agosto de 2010 durante o período de “estofo de vazante ou de enchente”. Em cada setor de coleta os valores de salinidade foram avaliados com o auxílio de um multiparâmetro. Os indivíduos foram capturados com uma rede de espera de nylon monofilamento de 1200m de comprimento e 2,5m de altura, malha 30. A rede foi operada à deriva, com esforço padronizado de amostragem. Para coleta foi registrada a abundância de cada espécie em número de indivíduos por lance de pesca.

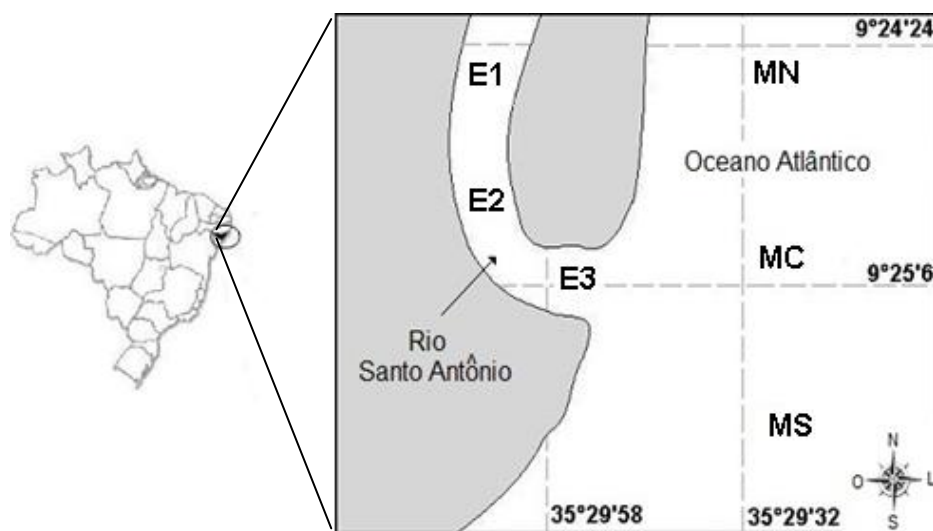


Figura. 1. Setores de coleta no estuário do rio Santo Antônio, Alagoas, Brasil. (E1= estuário 1, E2= estuário 2; E3= estuário 3; MN= Mar Norte; MC= Mar Centro; MS= Mar Sul).

A identificação das espécies foi realizada seguindo Menezes & Figueiredo (1980), Menezes (1983), Harrison et al. (2007).

De cada exemplar coletado foi medido o comprimento total (cm), peso total, peso eviscerado, peso do estômago, peso do fígado e peso das gônadas, todos expressos em gramas. Foi determinado o sexo e o estágio de desenvolvimento gonadal pela escala macroscópica de cinco estádios (Nikolski, 1963).

A matriz de abundância relativa da espécie (constituída dos valores de número de indivíduos da amostra em relação ao número total de indivíduos das 72 amostras) em função do mês e setor de coleta foi utilizada para representar a ocupação diferenciada no espaço e no tempo dentro da área de estudo, tanto para *M. curema* quanto para *M. curvidens*. Para a espacialização destes dados foi utilizado o método de interpolação (distância dos menores quadrados).

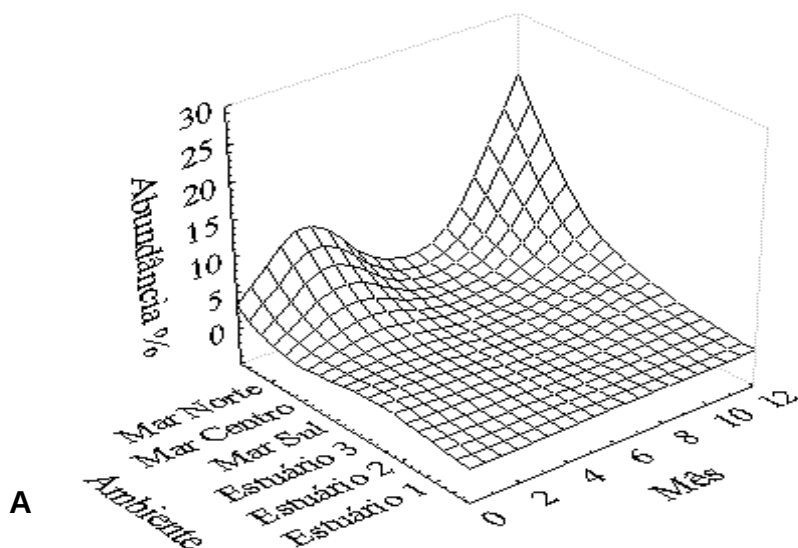
Para verificar a relação entre o ciclo de vida de cada espécie, os meses do ano e o ambiente ocupado pelas espécies foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA). A matriz foi conformada com e as linhas horizontais sendo os valores individuais de cada organismo e as colunas verticais sendo as variáveis: comprimento total (CT), fator de condição (K), peso do fígado (PF), peso das gônadas (PG) e peso do estômago (PE). Os componentes principais foram extraídos a partir da matriz de correlação de Pearson. Os valores individuais dos escores foram separados mensalmente e por setor. Os escores de cada vetor explicados pelos fatores 1 e 2 foram colocados em gráfico, juntamente com os meses do ano ou os setores de coleta, com o objetivo de visualizar, de forma multivariada, possíveis padrões espaciais e temporais obtidos a partir das cinco variáveis utilizadas.

### 3.4 Resultados

#### 3.4.1 Ocupação de Ambientes

A abundância por lance de pesca ( $1,99 \pm 4,54$ ) de *M. curema* (410 indivíduos) foi maior que a de *M. curvidens* ( $0,3 \pm 1,0$ ; 43 indivíduos) ao longo do ano estudado. *M. curema* foi mais abundante no ambiente marinho que estuarino (teste t;  $p=0,047$ ) e *M. curvidens* resultou mais abundante no ambiente estuarino (teste t;  $p=0,02$ ), que apresenta menor salinidade ao longo do ano (tabela 1). Contudo foram observadas diferenças na abundância das duas espécies dentro dos ambientes marinhos e estuarinos, bem como entre meses do ano. *M. curema* ocorre principalmente no setor mar norte da área de estudo, durante o início e o final do ano. Eventualmente, ocorre no mesmo período na entrada do estuário (Estuário 3) (Figura 2A).

Padrão contrário se observa com relação a *M. curvidens*, que ocorreu principalmente na desembocadura do rio (estuários: 2 e 3), durante o início e o final do ano. Neste último período a espécie também esteve presente, porém em menor abundância, ao norte da área estudada (mar norte) (Figura 2B).



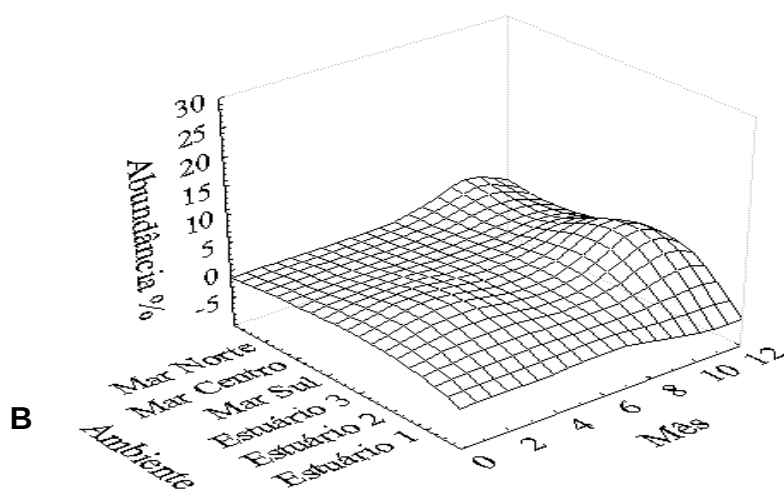


Figura 2. Abundancia relativa de *M. curema* (A) e *M. curvidens* (B) no estuário do rio Santo Antônio entre setembro de 2009 e agosto de 2010.

Tabela 1- Salinidade média por setor de coleta e trimestre do ano no estuário do rio Santo Antônio, Alagoas, Brasil.

| Setor/Trimestre | 1           | 2           | 3           | 4           | Total        |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Estuário 1      | 31,38 ± 0,4 | 22,82± 19,8 | 9,14± 15,1  | 25,13± 9    | 22,11 ± 14,1 |
| Estuário 2      | 9,99± 16,2  | 0,24± 0,2   | 21,29± 18,3 | 28,82± 3,5  | 15,09 ± 15,5 |
| Estuário 3      | 5,85± 4,5   | 15,6± 16,4  | 11,52± 19   | 25,57± 11,8 | 14,63 ± 14,1 |
| Mar Norte       | 31,54± 1,1  | 30,34± 1,4  | 31,79± 1,5  | 32,48± 0,3  | 31,54 ± 1,3  |
| Mar Centro      | 29,67± 3    | 31,16± 6,2  | 32,06± 2,1  | 32,30± 1,1  | 31,3 ± 3,3   |
| Mar Sul         | 31,52± 1    | 33,49± 1    | 32,10± 0,9  | 32,38± 0,3  | 32,37 ± 1,1  |

### 3.4.2 Ciclo de vida de *Mugil curema*

Os espécimes de *M. curema* apresentaram um comprimento total médio de 30,7±4,7 cm, com amplitude de 14,3 a 44,6 cm.

Entre os dez pares de variáveis correlacionadas, quatro foram significativas ( $\alpha < 0,05$ ), são elas: comprimento total com peso do estômago e peso do fígado, peso do fígado com o peso das gônadas e do estômago. Os dois primeiros fatores da PCA

explicam 72,29% da variabilidade, sendo que 51,68% está contida no Fator 1 e 20,61% no Fator 2 (Tabela 2).

Tabela 2 – Correlação entre variáveis e os três primeiros componentes da PCA realizada para *M. curema*.

|                      | <b>Fator 1</b> | <b>Fator 2</b> | <b>Fator 3</b> |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| Comprimento total    | 0,84           | -0,09          | 0,43           |
| Peso do estômago     | 0,88           | -0,14          | 0,30           |
| Peso do fígado       | 0,82           | 0,12           | -0,24          |
| Peso das gônadas     | 0,63           | 0,40           | -0,58          |
| Fator de condição    | 0,17           | -0,91          | -0,38          |
| Autovalores          | 2,58           | 1,03           | 0,81           |
| % total da variância | 51,68          | 20,61          | 16,19          |

Com a finalidade de verificar como as variáveis se comportam temporalmente foram plotados os valores dos escores dos fatores 1 e 2 em função dos meses do ano e da pluviosidade (Fig. 3). Os maiores valores de comprimento total, peso do fígado, das gônadas e do estômago corresponderam a março, junho e dezembro. Estes meses são precedidos por menores pluviosidades. Agosto, setembro e fevereiro apresentaram os menores valores de fator de condição que apresentou uma correlação negativa em relação ao fator 2.

Em *M. curema*, as variações sazonais no tamanho dos indivíduos, ritmo alimentar, tamanho do fígado e das gônadas são pouco evidentes, com exceção dos meses de março e abril onde estes indicadores dos processos cíclicos apresentam os maiores e menores valores, respectivamente (Figura 3A). No caso do fator de condição, cuja variabilidade está contida no fator 2 (Figura 3B), se evidencia uma melhor condição dos indivíduos no segundo semestre do ano.

As variações espaciais no tamanho dos indivíduos, ritmo alimentar, tamanho do fígado e das gônadas mostram variância alta nos ambientes com maior influência de

água doce (estuários: 1 e 2). Por outro lado, a condição dos indivíduos de *M. curema*, tende a aumentar em ambientes marinhos (Figura 4B).

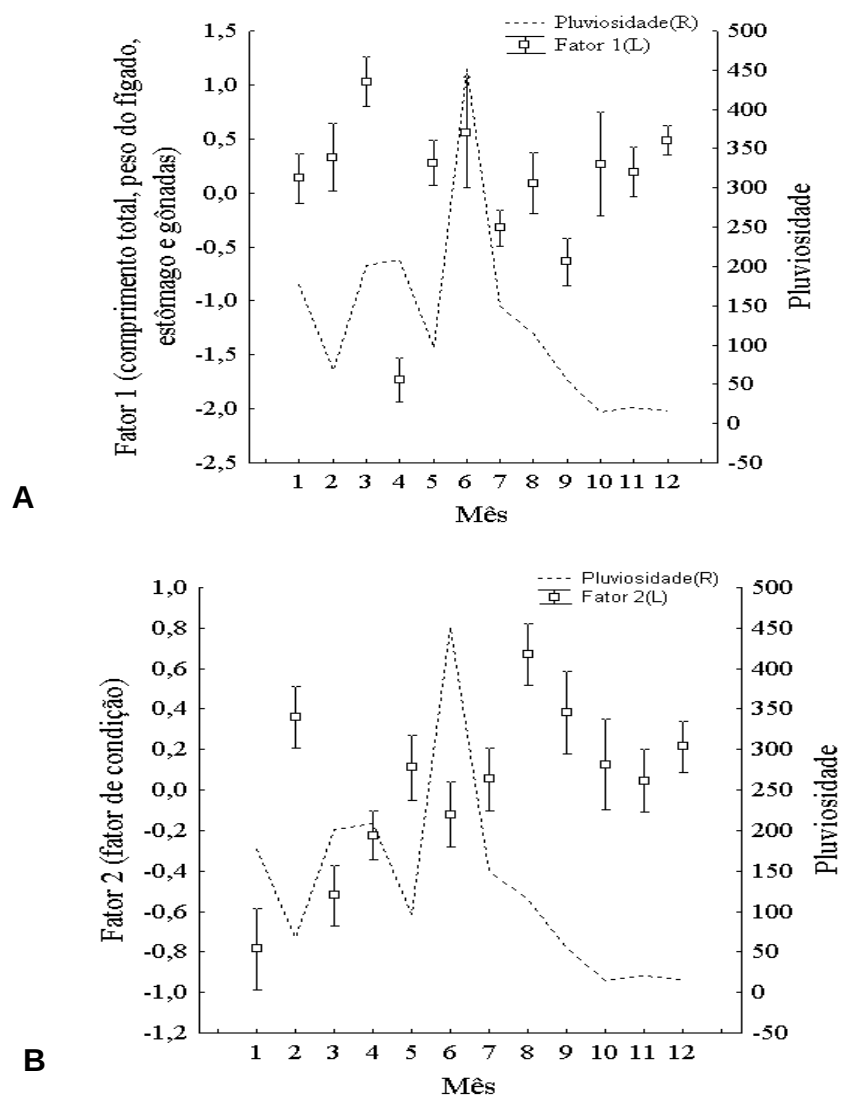


Figura 3. Relação dos escores do fator 1 (A) e do fator 2 (B) da PCA, por mês, com a pluviosidade, para *M. curema*.

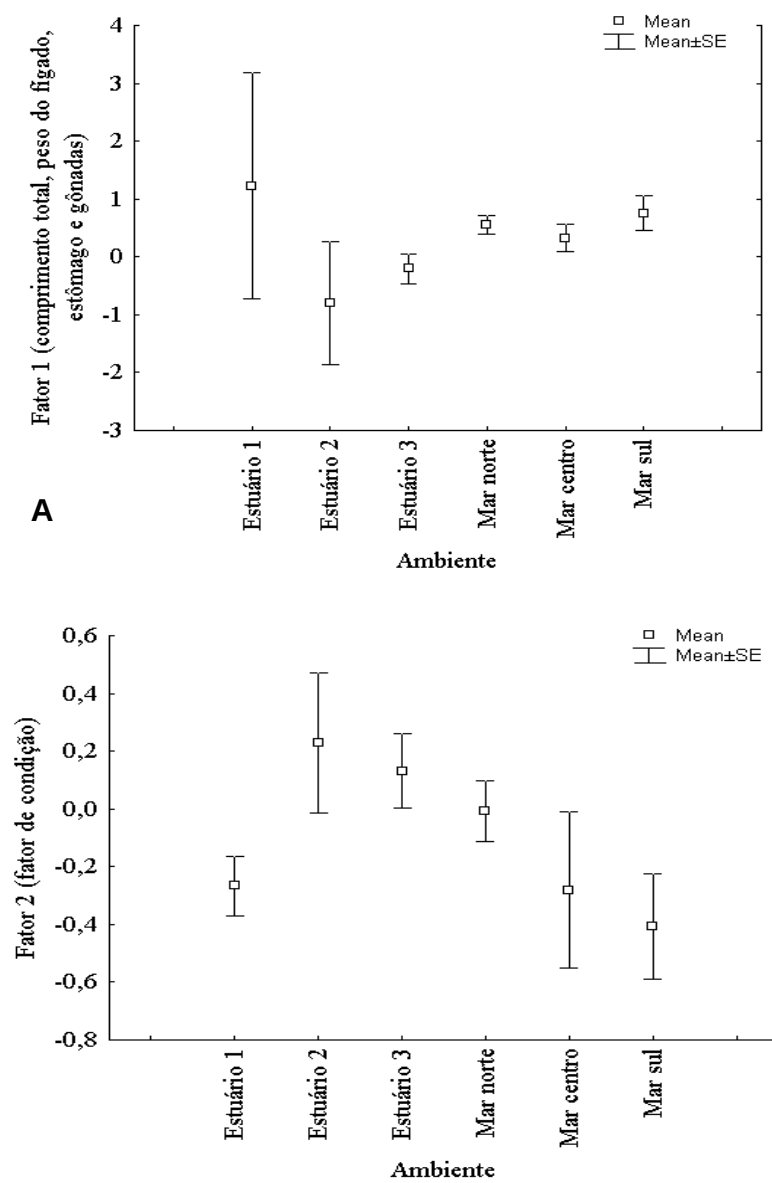


Figura 4. Relação dos escores do fator 1 (A) e do fator 2 (B) da PCA, por setor de coleta, para *M. curema*.

### 3.4.3 *Mugil curvidens*

Os espécimes de *M. curvidens* apresentaram um comprimento total médio de  $24,7 \pm 5$  cm, com amplitude de 14 a 33 cm.

Entre os pares de variáveis correlacionadas na PCA, quatro foram significativas ( $\alpha < 0,05$ ), são elas: a relação positiva do comprimento total com peso do estômago e peso do fígado, e as correlações associadas ao peso do fígado com peso da gônada e estômago. Nos dois primeiros fatores da PCA é explicada 78,3% da variabilidade, sendo que 57,1% da variabilidade está contida no Fator 1 e 21,1% no Fator 2 (Tabela 3).

Tabela 3 – Correlação entre variáveis e os três primeiros componentes da PCA realizada para *M. curvidens*.

|                      | Fator 1 | Fator 2 | Fator 3 |
|----------------------|---------|---------|---------|
| Comprimento total    | 0,87    | 0,05    | 0,40    |
| Peso do estômago     | 0,85    | 0,22    | 0,35    |
| Peso do fígado       | 0,89    | -0,07   | -0,27   |
| Peso das gônadas     | 0,77    | -0,28   | -0,50   |
| Fator de condição    | 0,04    | 0,96    | -0,27   |
| Autovalores          | 2,86    | 1,06    | 0,67    |
| % total da variância | 57,16   | 21,15   | 13,41   |

Diferente de *M. curema*, *M. curvidens* apresenta maiores variações ao longo do ano. Os indivíduos de maior tamanho, com fígado mais desenvolvido, mais conteúdo no estômago e gônadas mais pesadas ocorrem entre outubro e janeiro, período relacionado com a estiagem. No caso do fator de condição não se observa variações acentuadas ao longo do ano, contrariamente ao que acontece em *M. curema* em relação a esta variável. (Figura 5). Vale ressaltar que não houve captura de *M. curvidens* em agosto e dezembro.

Dentro do estuário os valores de comprimento total, peso do fígado, das gônadas e do estômago aumentam à medida que se aproxima do mar e atingem os maiores valores no mar norte (Figura 6A). Nos ambientes estuarinos o fator de condição é maior que no mar o contrário do observado em *M. curema*. (Figura 6B).

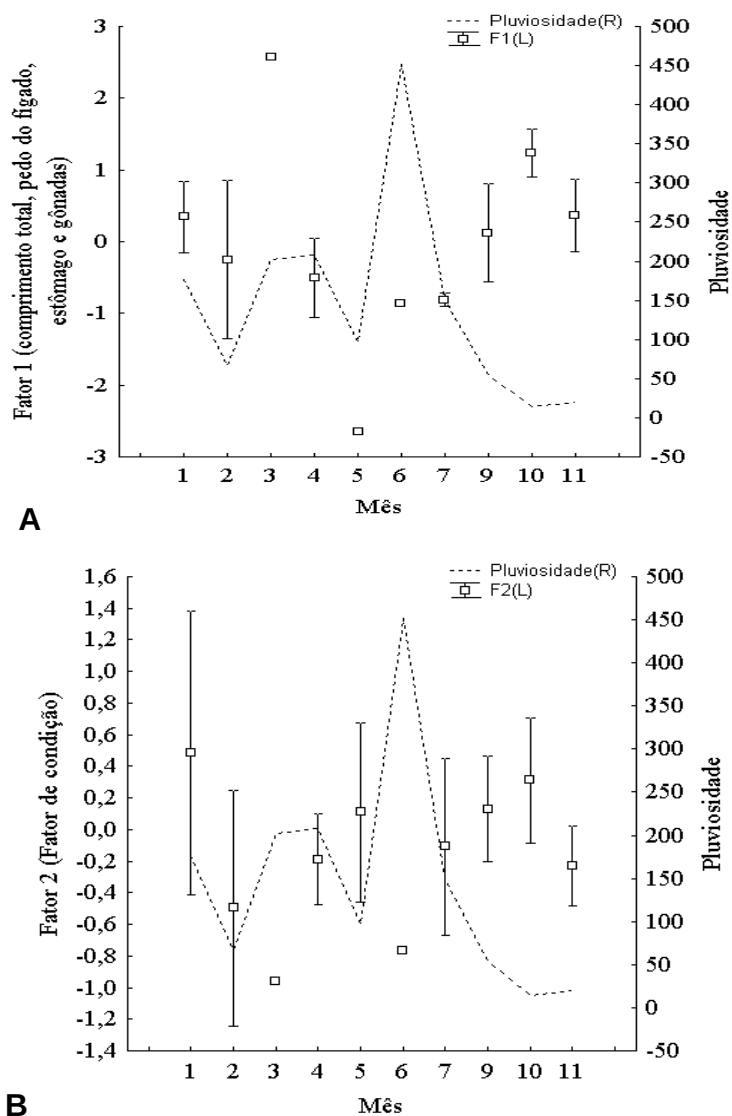
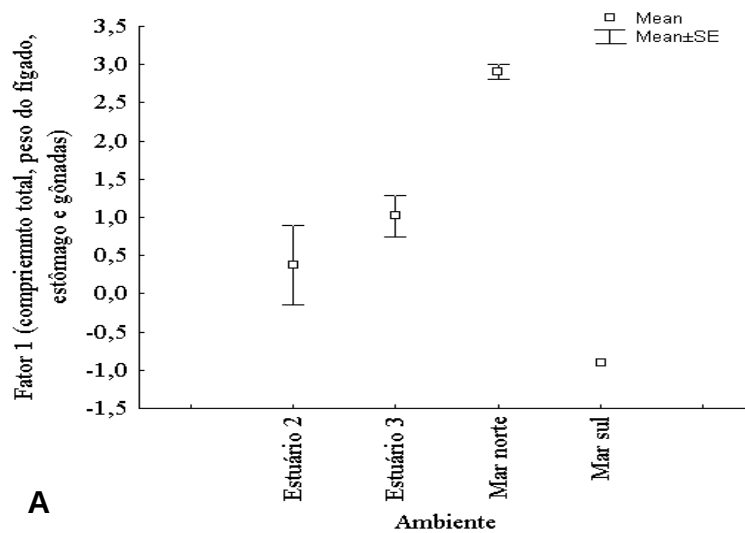
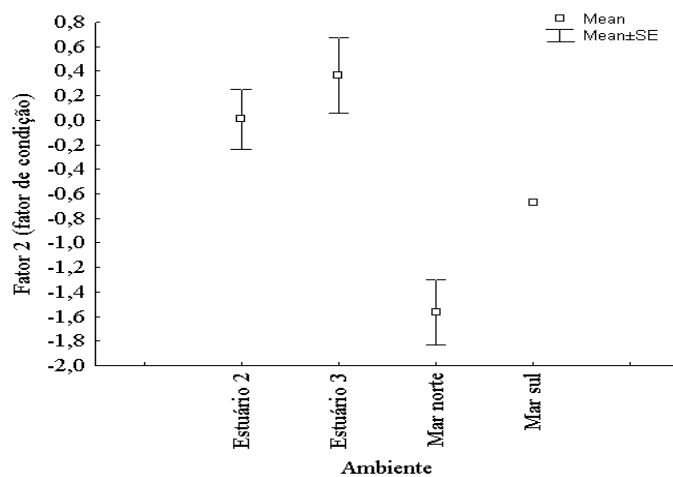


Figura 5. Relação dos escores do fator 1 (A) e do fator 2 (B) da PCA, por mês, com a pluviosidade, para *M. curvidens*.



**A**



**B**

Figura 6. Relação dos escores do fator 1 (A) e do fator 2 (B) da PCA, por setor de coleta, para *M. curvidens*.

### 3.5 Discussão

Espécies congêneras, morfologicamente semelhantes, tendem a ser ecologicamente similares em muitos aspectos. *M. curema* e *M. curvidens* são morfologicamente semelhantes e simpátricas na área estudada.

Contudo quando a ocorrência destas espécies foi analisada em função da ocupação de ambientes dentro do estuário e em ambientes marinhos rasos próximos, foram observadas distribuições diferenciadas. *M. curema* é mais abundante em ambientes de águas com maior salinidade, enquanto *M. curvidens* é predominante em ambientes com menor salinidade. Desta forma, pode-se verificar que estes mugilídeos representem um exemplo da generalização de Gatz (1979) e Uieda (1984), segundo os quais espécies que exploram habitats específicos se caracterizam por padrões de distribuição associados às condições locais.

Segundo Gaston & Spicer (2004), nichos fundamentais maiores podem resultar em abundâncias mais elevadas e amplas distribuições. Este conceito pode ser aplicado a *M. curema*, na escala local onde foi realizado o presente estudo, visto que esta espécie distribui-se por toda área de estudo e é mais abundante que *M. curvidens* cuja distribuição também está mais restrita a ambientes estuarinos.

Cardona (2006) analisou a ocupação de nichos de cinco espécies de Mugilidae em um estuário de região temperada no Mediterrâneo ocidental, e demonstrou a influência da salinidade sobre a segregação espacial de espécies dos gêneros *Liza*, *Mugil* e *Chelon*. Este autor também menciona que a estruturação da comunidade se modifica sazonalmente por conta dos movimentos migratórios reprodutivos, característicos dos mugilídeos. Nossos resultados indicam segregação espacial e temporal no uso de ambientes estuarinos e marinhos das duas espécies, fato que pode indicar estratégias diferenciadas de *M. curema* e *M. curvidens* para otimizar o uso dos recursos disponíveis. O resultado desta otimização seria maximizar o crescimento como observado por Cardona (2000) no estuário do Mediterrâneo ocidental.

A ocupação sazonal de ambientes por espécies de Mugilidae tem sido relacionada à migração com finalidade reprodutiva, para áreas marinhas mais distantes da costa (Abraham, 1976; Sadowski & Almeida Dias, 1986; Vieira & Scalabrini, 1991; Ibáñez & Benítez, 2004; González Castro *et al.* 2009, 2009b). No estuário do rio Santo Antônio foram constatadas mudanças sazonais na abundância *M. curema* e *M.*

*curvidens* associada à pluviosidade. A menor abundância de *M. curema* no período chuvoso pode indicar deslocamentos da espécie para ambientes marinhos localizados ao norte da região estudada. *M. curema* é mais encontrada na entrada do rio Santo Antonio e em ambientes marinhos, indicando sua preferência por águas com maior salinidade.

O fator de condição, relacionado às condições alimentares e reprodutivas (Fabré & Saint-Paul, 1998; Perez & Fabré, 2009), reflete o grau de bem estar do peixe. No caso de *M. curema* os fatores de condição mais altos correspondem aos primeiros meses do ano, quando os indivíduos têm um ritmo alimentar maior e ocupam principalmente ambientes marinhos da região norte do estuário. *M. curvidens* se encontra em melhores condições no final do ano, época em que foram obtidos os menores índices pluviométricos. Em relação aos ambientes, quando se analisa o fator 2, com alta explicabilidade do fator de condição, contrariamente ao que ocorre em *M. curema*, *M. curvidens* apresenta maiores escores deste fator nos ambientes estuarinos. Estas observações podem indicar a maneira como estas espécies aproveitam os recursos disponíveis em diferentes ambientes e o fator de condição pode ser tomado como um indicador do local de maior “sucesso” para cada espécie.

Por outro lado, espera-se um declínio no fator de condição durante a maturação gonadal visto que as reservas energéticas do peixe são mais utilizadas para o desenvolvimento das gônadas (Chellappa *et al.* 1995). Esta relação pode ser estabelecida para os meses de estiagem (entre setembro e dezembro), quando as gônadas estão amadurecendo e posteriormente ocorre a desova, nos primeiros meses do ano (entre janeiro e março), quando começa a se incrementar os níveis pluviométricos locais. Torres *et al.* (2008), estudaram a atividade reprodutiva de *M. curvidens* Valenciennes, 1836 e *M. incilis* Hancock, 1830, espécies mais abundantes em um estuário próximo ao de Santo Antônio. Os autores descreveram a biologia reprodutiva desses mugilídeos e destacam que os picos de desova ocorrem no primeiro trimestre, no caso de *M. curvidens* e no segundo trimestre, no caso de *M. incilis*. Em

concordância com nossas observações relacionaram a atividade reprodutiva às condições hidroclimáticas da região.

Para *M. curvidens* observa-se um alto valor do fator 1 para o Mar norte, causado principalmente devido aos elevados valores de peso das gônadas, o que contrasta com os baixos valores de fator de condição para este setor, corroborando também com a idéia de Chellappa *et al.* 1995. Dessa forma, o pico de abundância da espécie no mar do norte no final do ano, do ponto de vista biológico, está relacionado com a reprodução.

Portanto, *M. curema* e *M. curvidens* não apresentam solapamento de nichos espacial e temporal no estuário de Santo Antônio e algumas características do ciclo de vida são diferentes de acordo com o ambiente. Dessa forma, as informações presentes neste estudo podem servir para elucidar relações de cunho biológico entre espécies, aumentando assim a possibilidade dos gestores de criar planos de conservação adequados.

## **Referências Bibliográficas**

ABRAHAM M. 1976. Ultrastructure of cell-types and of *Mugil cephalus* from freshwater, sea and a hypersaline lagoon. *General and Comparative Endocrinology*, 29: 511-521.

ARAÚJO, F. G., GUIMARÃES, F. J. C. & COSTA, M.R. 2006. Environmental influences on distribution of four Sciaenidae species (Actinopterygii, Perciformes) in a tropical bay at Southeastern Brazil. *Revista Brasileira Zoologia*, 23: 497-508.

ARAÚJO, F. G., SILVA, M. A., SANTOS, J. N. S. & VASCONCELLOS, R. M. 2008. Habitat selection by anchovies (Clupeiformes: Engraulidae) in a tropical bay at Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 6(4): 583-590.

BLABER, S. J. M. 1997. *Fish and Fisheries of Tropical Estuaries*. Chapman and Hall, London, United Kingdom.

CARDONA, L. 2001. Non-competitive coexistence between Mediterranean grey mullet (Osteichthyes, Mugilidae): evidences from seasonal changes in food availability, niche breadth and trophic overlap. *Journal of Fish Biology*, 59: 729-744.

CARDONA, L. 2006. Effects of salinity on the habitat selection and growth performance of Mediterranean flathead grey mullet *Mugil cephalus* (Osteichthyes, Mugilidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 727-737.

CASTILLO-RIVERA, M. & KOBELKOWSKY, A. 2000. Distribution and Segregation of Two Sympatric Brevoortia Species (Teleostei: Clupeidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50: 593–598.

CERVIGÓN, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. 2° ed. Volume II. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela.

CHELLAPPA, S.; HUNTINGFORD, F. A.; STRANG, H.C. & THOMSON. R. Y 1995. Condition factor and hepatosomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback. *Journal of Fish Biology*, 47: 775-787.

FABRÉ, N. N. & SAINT-PAUL, U. 1998. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*. *Journal of Fish Biology* 53: 1-11.

GASTON, K. J. & SPICER J. I. 2004. Biodiversity: an introduction. 2° ed. Blackwell, Oxford.

GATZ, Jr. A. J. 1979. Community organization in fishes as indicated by morphological features. *Ecology*, 60 (4): 711-718.

GONZÁLEZ CASTRO, M. 2007. Los peces representantes de la Familia Mugilidae en Argentina. PhD thesis. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

GONZÁLEZ CASTRO, M.; ABACHIAN, V. & PERROTTA, R. G. 2009. Age and growth of the striped mullet *Mugil platanus* (Actinopterygii, Mugilidae), in a southwestern

atlantic coastal lagoon (37°32's-57°19'w): a proposal for a life-history model. Journal of Applied Ichthyology, 25: 61-66.

GONZÁLEZ CASTRO, M.; DÍAZ DE ASTARLOA, J. M.; COUSSEAU, M. B.; FIGUEROA, D. E.; DELPIANI, S. M.; BRUNO, D. O.; GUZZONI, J. M.; BLASINA, G. E. & DELI ANTONI, M. Y. 2009. Fish composition in a south-western Atlantic temperate coastal lagoon: spatial - temporal variation and relationships with environmental variables. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 89(3): 593–604.

HARRISON, I. J. 2002. Mugilidae. In FAO Species Identification Guide for Fisheries Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic, Vol. 2. Bony Fishes part 1. Rome: FAO.

HARRISON, I. J.; NIRCHIO, M.; OLIVEIRA, C.; RON, E., & GAVIRIA, J. 2007. A New Species Of mullet (Teleostei: Mugilidae) from Venezuela, with a discussion on the taxonomy of *Mugil gaimardianus*. Journal of Fish Biology, 71 (Supplement A): 76–97.

IBÁÑEZ, A. L & BENÍTEZ, G. O. 2004. Climate variables and spawning migrations of the striped mullet and White in the North-Western área of the Gulf of México. Journal of fish biology, 65:822-831.

KENNEDY, B. M.; THOMPSON, B. W & LUECKE, C. 2006. Ecological differences between two closely related morphologically similar benthic whitefish (*Prosopium spilonotus* and *Prosopium abyssicola*) in an endemic whitefish complex. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 63: 1700-1709.

KUPSCHUS, S. & TREMAIN, D. 2001. Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. Journal of Fish Biology, 58: 1383-1403.

MACÊDO, S. J.; MUNIZ, K. & MONTES, M. J. F. 2004. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do estado de Pernambuco. In: ESKINAZI LEÇA, E.; NEUMANN LEITÃO, S. & COSTA, M. F. orgs. Oceanografia: um cenário tropical. Recife, Bagaço.

MALAVASI, S., FRANCO, A., RICCATO, F., VALERIO, C., TORRICELLI, P. & FRANZOI, P. 2007. Habitat selection and spatial segregation in three pipefish species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75: 143 -150.

MENEZES, N. A. & FIGUEIREDO. 1980. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Museu de zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo.

MENEZES, N. A. 1983. Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do Litoral Brasileiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(1): 1-12.

MENEZES, N. A. & FIGUEIREDO J. L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4). São Paulo, Museu de Zoologia da USP.

NELSON, J. S. 2006. *Fishes of the World*, 4th edn. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.

NIKOLSKI, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. London, Academic Pres.

PÉREZ, A. & FABRÉ, N. N. 2009. Seasonal growth and life history of the catfish, *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Amazon floodplain. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 343-349.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G.; AZEVEDO, M. C. C. & GOMES, I. D. 2000. Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Revista brasileira de Zoologia*, 17(1): 251 – 261.

ROSS, S. T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages—a review of field studies. *Copeia*, 2: 352–358.

SADOWSKI, V. & ALMEIDA DIAS, E. R. 1986. Migração da tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) na costa sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 13 (1): 31-50.

SCHOENER, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185: 27–39.

THOMSON, J. M. 1997. The Mugilidae of the word. *Memoirs of the Queensland Museum*, 41: 457–562.

TORRES, C. M.; TRAVASSOS, P.; FIGUEIREDO, M. V.; HAZIN, F.; CAMPOS, D. F. & ANDRADE, F. 2008. Biologia reprodutiva de *Mugil curvidens* e *Mugil incilis* no litoral norte de Alagoas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 3(1): 68-73.

UIEDA, V. S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. *Revista Brasileira de Biologia*, 44(2): 203-213.

VIEIRA, J. P. & SCALABRIN, C. 1991: Migração reprodutiva da “tainha” (*Mugil platanus* Gunther 1880) no sul do Brasil. *Atlântica*, 13: 131–141.

WOOTTON, R. J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman and Hall, N.York.

## 4 Idade e crescimento de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 em um estuário tropical do Brasil

### 4.1 Resumo

A pesca das espécies de Mugilidae é tradicional na costa brasileira, destacando-se *Mugil curema* como um importante recurso econômico na região nordeste do Brasil. Dessa forma, visando obter informações adicionais sobre seu ciclo de vida, foi estudada a formação de anéis nos otólitos de *M. curema*, associando variações no crescimento associada aos índices biológicos e aos índices pluviométricos. Mensalmente, foi avaliado o incremento marginal relativo, índice alimentar, fator de condição e índice gonadossomático. Foram coletados 410 indivíduos de *M. curema*, com comprimento total médio de  $30,7 \pm 4,7$  cm. Considerando-se a periodicidade anual das marcas de crescimento, as idades observadas variaram entre 1 e 9 anos. Os parâmetros de crescimento estimados para *M. curema* foram:  $L_{\infty} = 40,85$  cm;  $k = 0,21$ ,  $t_0 = -1,93$ ,  $(A_{0,95}) = 12,33$  anos. Não foram obtidas diferenças significativas no crescimento entre os sexos. O seguinte foram os parâmetros obtidos para as fêmeas:  $L_{\infty} = 40,85$  cm;  $k = 0,21$ ,  $t_0 = -1,94$ ,  $(A_{0,95}) = 12,32$  anos; e para os machos:  $L_{\infty} = 32,74$  cm;  $k = 0,40$ ,  $t_0 = -1,12$ ,  $(A_{0,95}) = 6,28$  anos. A análise do incremento marginal relativo indica que em fevereiro houve uma diminuição significativa no ritmo de crescimento, como consequência da formação de um anel opaco. Este período foi caracterizado pela redução do ritmo alimentar assim como a preparação fisiológica para a reprodução. Assim, os resultados sugerem que *M. curema* seja sensível aos efeitos da exploração pesqueira, já que é caracterizada por ter um ciclo de vida relativamente longo e baixas taxas de crescimento somático. Neste contexto o presente trabalho é fundamental para servir como base para planos de manejo na área de estudo e avaliar o impacto da exploração pesqueira sobre sua produção, em ambiente natural.

Palavras chave: Brasil, Mugil, crescimento, pesca, conservação.

## 4.2 Introdução

Os peixes da família Mugilidae, conhecidos popularmente como “tainhas”, são representados no Brasil apenas por espécies do gênero *Mugil*, abundantes na América do Sul e Central, mas ocorrendo em regiões tropicais, subtropicais e temperadas de todos os continentes, em áreas marinhas, estuarinas e de água doce (Thomson, 1997; Menezes, 1983; Cervigón, 1993; Harrison, 2002; Nelson, 2006; González Castro, 2007).

A pesca dos mugilídeos é tradicional na costa brasileira, sendo responsável por 2,8% do total da captura (IBAMA, 2006). Dentre os mugilídeos, *M. curema* é a espécie mais capturada na região Nordeste (Santana da Silva, 2007) e considerando a crescente pressão de pesca sobre seus estoques, a determinação da idade e a estimativa dos parâmetros de crescimento são dados importantes para o conhecimento da dinâmica populacional da espécie. Por outro lado, conhecer os fatores bióticos e abióticos sazonais que influenciam o crescimento da população são fundamentais para compreender os fatores que podem determinar a produtividade ecossistêmica em ambientes tropicais (Sparre *et al.* 1991; Fabré & Saint-Paul, 1998; Cutrim & Batista, 2005).

Nas regiões temperadas a variação da temperatura é um dos fatores mais importantes que influenciam o crescimento, visto que há uma interrupção do ritmo de crescimento devido às baixas temperaturas do inverno, que se reflete na formação dos anéis (Haimovici & Reis, 1984; Krug & Haimovici, 1989; Bernardes, 2002). Como nos trópicos a temperatura tem amplitude de variação muito menor do que em latitudes altas, parece que o crescimento está mais relacionado com a variação temporal da pluviosidade e com os processos biológicos sazonais ou cíclicos dos peixes (Wootton, 1984; Reshetnikov & Claro, 1976; Fabré & Saint-Paul, 1998; Perez & Fabré, 2003; Bartehm & Fabré, 2004; Perez & Fabré, 2009).

Diversos estudos foram realizados em várias regiões para a determinação da idade de espécies da família Mugilidae: Espanha (Cardona, 2000), Portugal (Arruda *et*

al. 1991) Grécia (Katselis *et al.* 2002; Hotos, 2003), Egito (Hamza, 1999), Nova Zelândia (Curtis & Shima, 2005), Golfo do México (Ibáñez Aguirre *et al.* 1995; Ibáñez Aguirre & Gallardo Cabello, 1996; Ibáñez Aguirre & Lleonart, 1996; Ibáñez Aguirre *et al.* 1999; Espino-Barr *et al.* 2005), Argentina (González Castro *et al.* 2009). Porém, dentre os estudos de crescimento nove apresentam como alvo *M. curema*: Estados Unidos (Richards & Castagna, 1976), Venezuela (Marin & Dodson, 2000); Cuba (Alvarez Lajonchère, 1981); Golfo do México (Ibáñez Aguirre, *et al.* 1995, 1999; Ibáñez Aguirre & Lleonart, 1996; Ibáñez Aguirre & Gallardo Cabello, 1996; Gallardo Cabelo *et al.*, 2005) e Brasil (Santana *et al.* 2009).

Apesar dos estudos de crescimento já realizados com *M. curema*, o padrão de crescimento deve ser reavaliado periodicamente, tendo em vista sua dependência a variações temporais na densidade, causadas principalmente pela intensidade do esforço de pesca e possíveis variações espaciais com a discriminação de estoques (Villacorta-Correa, 1997; Begg & Waldman, 1999). Neste contexto, os objetivos do presente estudo foram 1. compreender a dinâmica do ritmo sazonal e sua relação com o ciclo de vida de *M. curema* no estuário do rio Santo Antônio, e 2. estimar os parâmetros populacionais de crescimento e a esperança de vida de *M. curema*.

#### **4.3 Metodologia**

A área de estudo situa-se no estuário do rio Santo Antônio, (9°24'50"S e 35°30'24"W), no litoral norte de Alagoas, nordeste do Brasil. A região possui clima Tropical Chuvoso, quente e úmido, com duas estações bem definidas: seca e chuvosa (Macêdo, *et al.* 2004). A primeira se estende de setembro a fevereiro e a segunda de março a agosto. O estuário tem uma profundidade média de 1,95 metros, temperatura da água média de 28,3°C, pluviosidade média anual de 130 mm.

Coletas mensais foram realizadas entre setembro de 2009 e agosto de 2010 durante o período de “estofo de vazante ou de enchente”. Os indivíduos foram

capturados com uma rede de espera de nylon monofilamento de 1200m de comprimento e 2,5m de altura, malha 30. A rede foi operada à deriva, com esforço padronizado de amostragem. Coletas complementares foram realizadas com uma rede de arrasto de praia nos mangues com o objetivo de coletar os juvenis.

A identificação das espécies foi realizada seguindo Menezes & Figueiredo (1980), Menezes (1983), Harrison *et al.* (2007).

De cada exemplar coletado foram anotados comprimento total (cm), peso total, peso eviscerado, peso do estômago, peso do fígado e peso das gônadas, todos expressos em gramas. Foi determinado o sexo e o estágio de desenvolvimento gonadal pela escala macroscópica de cinco estádios (Nikolski, 1963).

Para determinação da idade e do crescimento foram coletados os otólitos *sagitta*. Estes foram submergidos por 10 minutos em xilol, para descalcificar a estrutura. Os otólitos inteiros foram observados submersos em álcool, sob fundo escuro, utilizando microscópio estereoscópico, com luz refletida. As imagens de cada otólito foram capturadas e armazenadas utilizando o software Motic Images Plus 2.0.



Figura 1. Otólito *sagitta* esquerdo de *Mugil curema* com quatro anos.

Foram realizadas duas leituras independentes de 85 otólitos, para aferir os critérios de interpretação das marcas. Os dados referentes à amostra (data, sexo e comprimento) e das leituras anteriores foram ignorados durante a leitura das estruturas, de acordo com os princípios dos experimentos duplamente cegos (Vieira e Hoffmann, 1989).

Para determinar a periodicidade de formação das marcas na estrutura calcificada escolhida foi aplicado o método do incremento marginal relativo, cuja fórmula é:  $IMR = (R_t - R_n / R_n - R_{n-1}) * 100$  onde,  $R_t$  = raio total da estrutura;  $R_n$  = distância do foco da estrutura até a última marca;  $R_{n-1}$  = distância do foco até a penúltima marca (Fabré & Saint-Paul, 1998).

Para definir o período de formação das marcas de crescimento, os resultados de IMR foram analisados aplicando uma ANOVA simples para detectar diferenças entre os valores médios mensais do IMR, com análise prévia dos pressupostos da ANOVA. Posteriormente, para definir entre quais meses existem diferenças significativas, foi aplicado o teste LSD (Steel & Torrie, 1985), calculando-se os correspondentes intervalos de confiança ( $\alpha = 0,05$ ). As diferenças significativas indicaram o período ou períodos de formação das marcas de crescimento.

Os valores médios mensais do IMR foram relacionados com os seguintes índices: gonadossomático (peso da gônada/ peso eviscerado\*100); alimentar (peso do estômago/peso eviscerado\*100) e fator de condição (peso eviscerado/  $a * C_t^b$ ), este último calculado a partir da relação entre o peso eviscerado ( $P_e$ ) e o comprimento do peixe ( $C_t$ ); pluviométrico (variações mensais da pluviosidade).

Diferenças mensais entre os índices foram comparadas por meio da ANOVA, com tempo (meses do ano) como fator fixo. Quando a heterocedasticidade foi detectada por meio do teste de Bartlett, a variável foi log transformada. Rejeitando a hipótese nula de homogeneidade nas variâncias ( $P < 0,05$ ), os valores das médias mensais e seus

correspondentes intervalos de confiança ( $P < 0,05$ ) foram calculados utilizando o método de diferença mínima significativa (LSD) (Steel & Torrie, 1985).

Para retrocalcular o comprimento do peixe a idades passadas no momento da formação de cada marca principal ( $L_i$ ), foi utilizada a fórmula de retrocálculo de Morita & Matsuishi (2001):

$$C_f = \alpha + \beta * R_t + \gamma * T$$

onde:  $C_f$  = comprimento do peixe no momento da captura

$R_t$  = raio total do otólito

$T$  = idade do peixe

$\alpha$  = constante da regressão (intercepto da ordenada)

$\beta$  = coeficiente da regressão para  $R_t$

$\gamma$  = coeficiente da regressão para  $T$

Assim, o modelo de retrocálculo de Morita & Matsuishi é:

$$C_{r_i} = -\alpha/\beta + (C_f + \alpha/\beta + \gamma/\beta * T) * R_i/R_t - \gamma/\beta * t$$

onde:  $C_{r_i}$  = comprimento retrocalculado à idade  $i$

$C_f$  = comprimento do peixe no momento da captura

$R_i$  = distância do centro da estrutura até a marca de crescimento  $i$

$R_t$  = raio total do otólito

$T$  = idade do peixe no momento da captura

$i$  = idade da marca de crescimento  $i$

$\alpha$  = intercepto da reta de regressão múltipla entre o comprimento do peixe com o raio total do otólito e a idade do peixe

$\beta$  = coeficiente da regressão para  $R_t$  da regressão múltipla entre o comprimento do peixe com o raio total do otólito e a idade do peixe

$\gamma$  = coeficiente de regressão para  $T$  da regressão múltipla entre o comprimento do peixe com o raio total do otólito e a idade do peixe.

A relação entre o comprimento total dos indivíduos e o raio total do otólito de machos e fêmeas foram comparados por meio da ANCOVA, com sexo (macho ou fêmea) como fator fixo.

Os parâmetros de crescimento  $k$  e  $t_0$  foram estimados utilizando-se todos os comprimentos retrocalculados por idade e ajustando-se os dados ao modelo de crescimento de von Bertalanffy, a saber:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t - t_0)}]$$

onde:  $L_t$  = Comprimento estimado relativo à idade  $t$

$L_{\infty}$  = Comprimento infinito teórico

$e$  = Base de logaritmo neperiano

$K$  = Taxa de crescimento

$t$  = Idade do peixe no comprimento  $C_t$

$t_0$  = Idade do peixe no comprimento zero

A idade máxima (longevidade) foi estimada pelo método de Taylor (1958) (Sparre *et al.* 1991):

$$A_{0.95} = t_0 + (2,996/k);$$

onde:  $A_{0.95}$  = Longevidade

$K$  = Taxa de crescimento

$t_0$  = Idade do peixe no comprimento zero

## 4.4 Resultados

### 4.4.1 Mudança no ritmo sazonal de crescimento e índices biológicos

Foram coletados 410 indivíduos de *M. curema*, sendo 183 fêmeas, 200 machos e 27 com sexo indeterminado. Variações no índice gonadossomático sugerem que a espécie se reproduz durante praticamente o ano todo, porém, em dezembro foi obtido um índice significativamente superior ( $p < 0,05$ ) aos demais meses do ano além de apresentar o maior número de indivíduos maduros (Figura 2 e 3). Neste período foram registrados os menores índices pluviométricos. As desovas de fevereiro e março são acompanhadas por um drástico declínio do índice gonadossomático em abril. No período correspondente aos maiores valores deste índice, a espécie alimenta-se intensamente, como demonstrado pela variação do índice alimentar de setembro a dezembro (Figura 2). Em janeiro houve um aumento significativo do fator de condição ( $p < 0,05$ ). Já em agosto e setembro houve um declínio do fator de condição (Figura 2).

Variações nas taxas mensais do incremento marginal relativo indicam que a espécie cresce mais rapidamente em agosto e janeiro, período onde ocorreram os índices pluviométricos mais baixos, contudo durante o período de chuvas os valores do IMR se mantiveram relativamente elevados. No mês de fevereiro registra-se uma diminuição significativa ( $p < 0,05$ ), indicando a formação do anel sazonal.

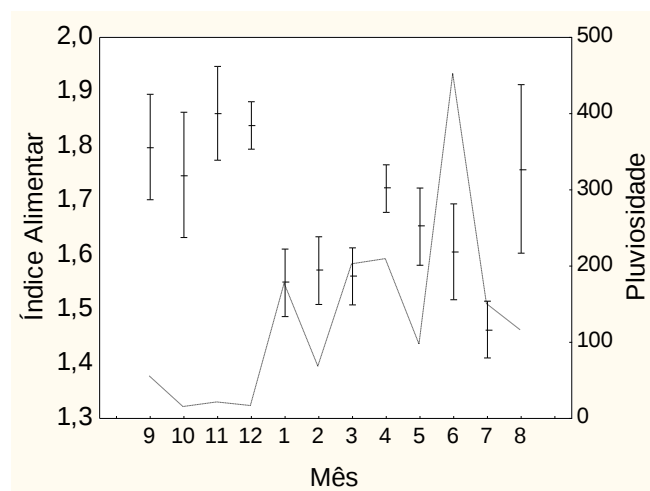
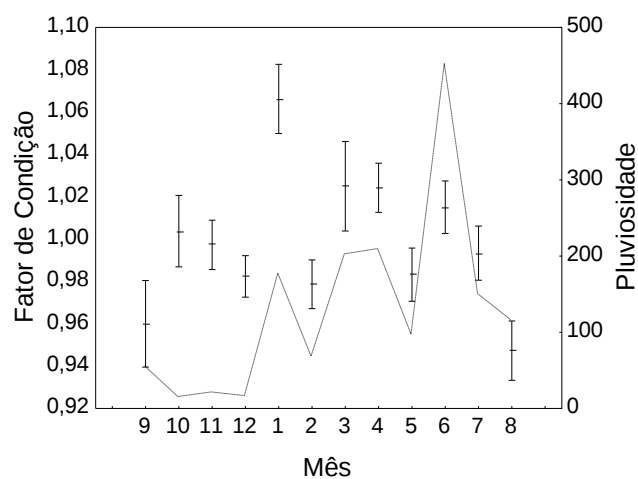
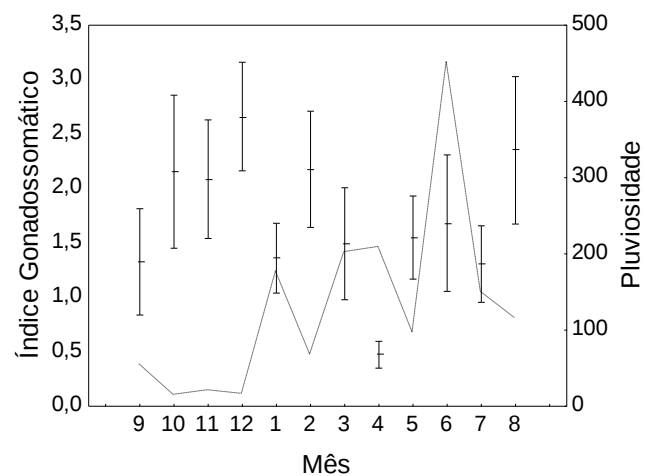
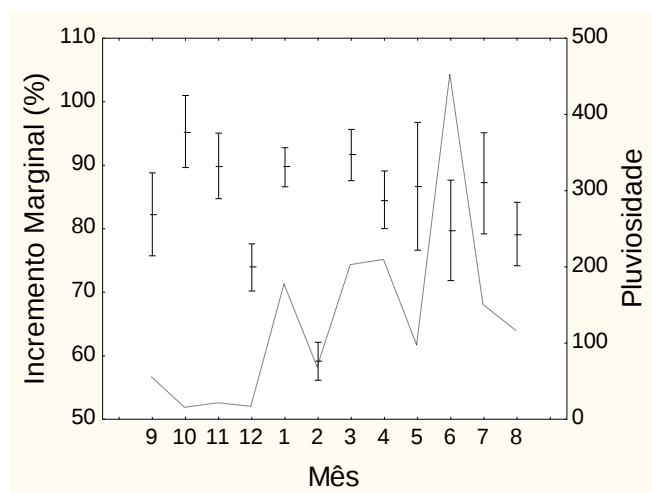


Figura 2. Relação entre variáveis biológicas e a pluviosidade (linha pontilhada), de setembro de 2009 a agosto de 2010. Os valores representam a média  $\pm$  erro padrão. (A) Incremento marginal relativo, (B) índice gonadossomático, (C) fator de condição, (D) índice alimentar.

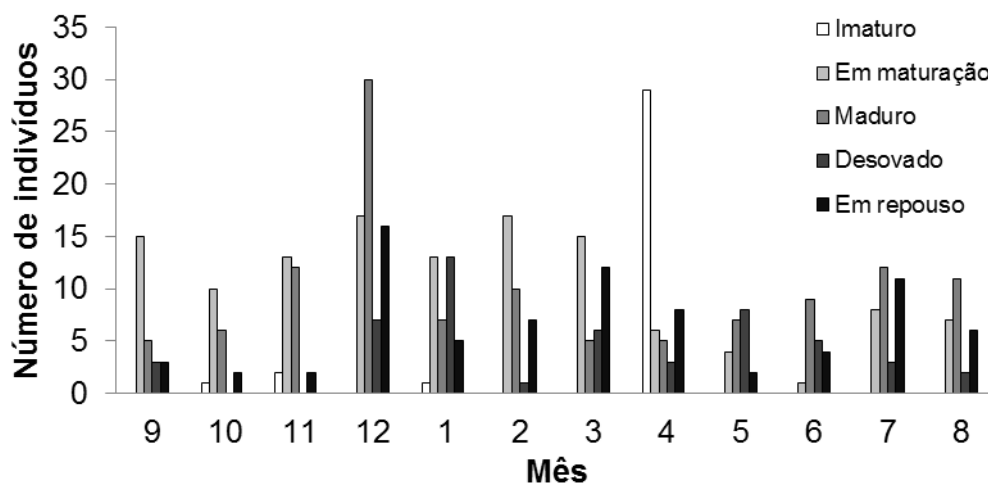


Figura 3. Distribuição mensal do número de indivíduos nos cinco estádios de desenvolvimento gonadal de *Mugil curema*.

#### 4.4.2 Parâmetros populacionais

A amplitude de tamanhos observada foi de 14 e 44 cm de comprimento total. Os machos representaram 48,8%, com comprimento médio total de 32,16 cm ( $s=4,19$ ) e as fêmeas 44,6%, comprimento médio de 29,99 cm ( $s=3,32$ ), os restantes 6,6% corresponderam aos jovens de sexo indeterminado (Figura 4).

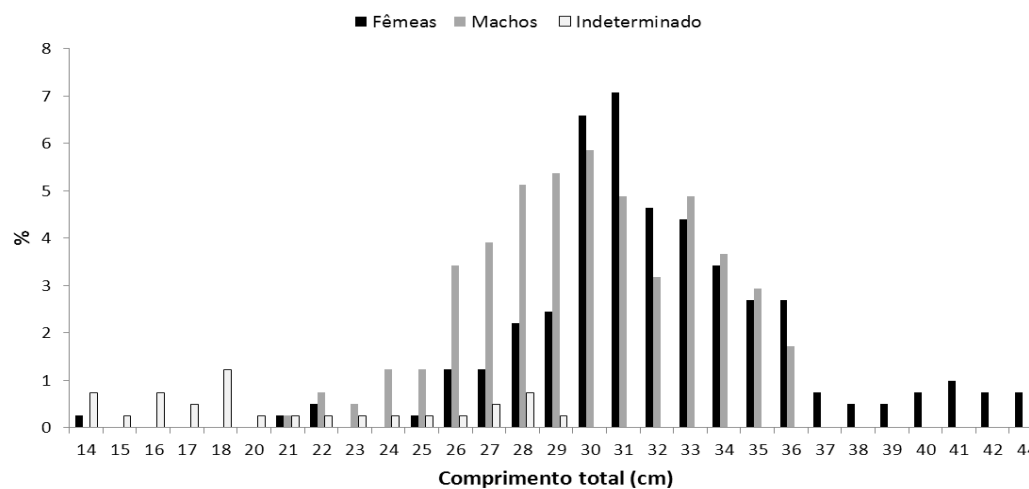


Figura 4. distribuição de comprimentos de *Mugil curema* discriminado por sexo. n= 410.

A regressão que representa a relação peso-comprimento apresenta um elevado coeficiente de regressão, tanto para fêmeas (r 0,97), quanto para machos (r 0,96) (Figura 5). As fêmeas apresentaram maior comprimento total e peso em relação aos machos. Estes não excederam 37 cm (comprimento total) e 510 g (peso).

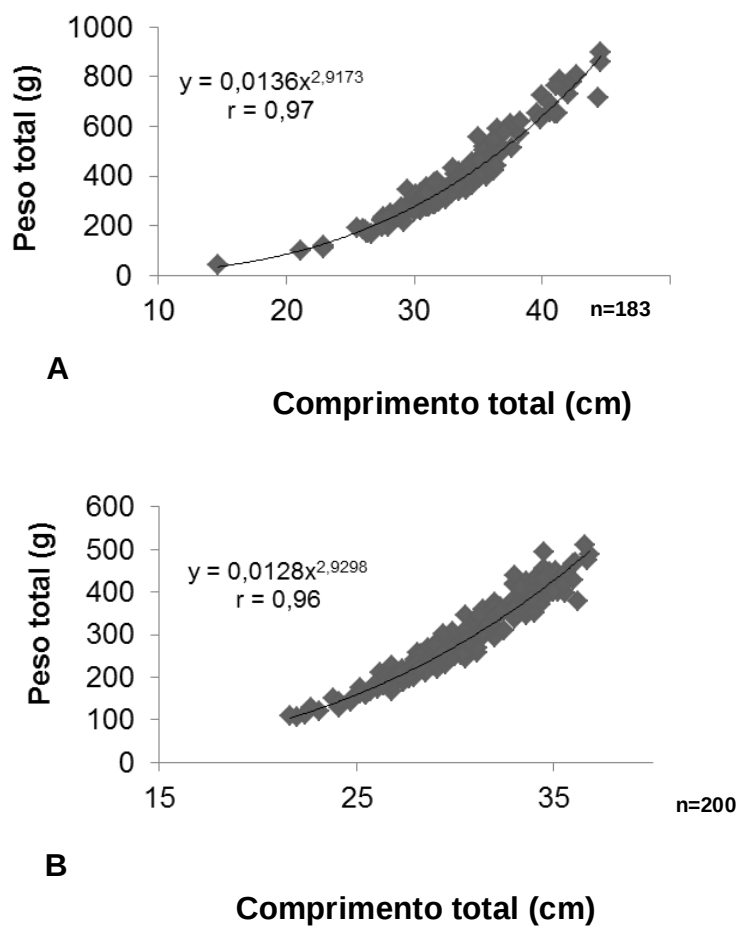
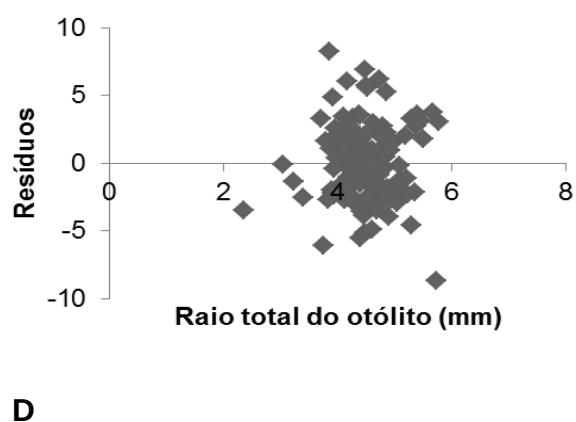
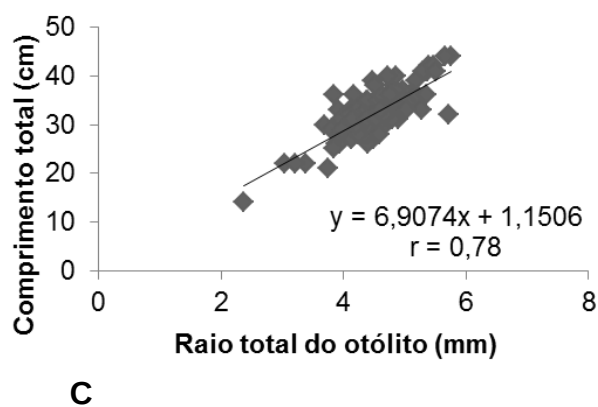
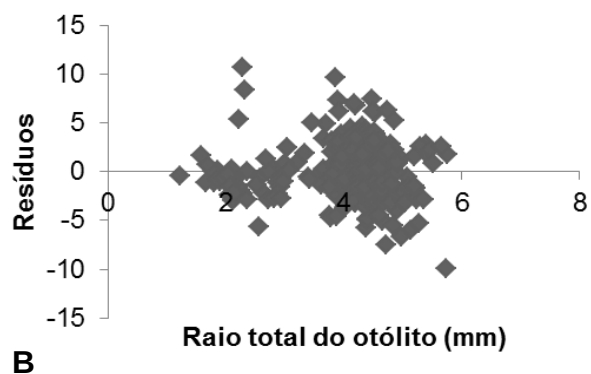
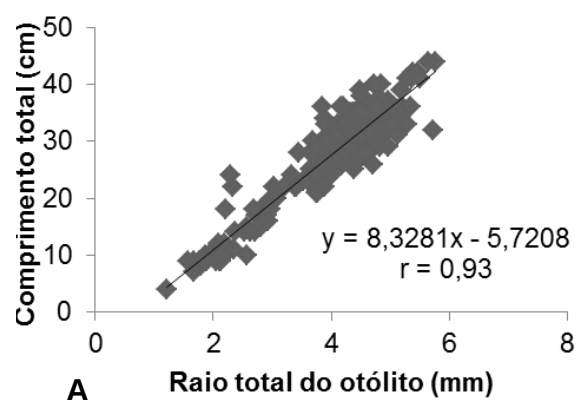


Figura 5. Relação entre peso total e comprimento total para fêmeas (A) e machos (B) de *Mugil curema*, coletados entre setembro de 2009 e agosto de 2010, no estuário do rio Santo Antônio.

Um modelo linear foi ajustado para a relação entre o raio do otólito e o comprimento total do peixe (Figura 6). Considerando a distribuição dos resíduos e o valor do coeficiente de correlação, considerou-se que os dados observados apresentam um bom ajuste linear, de tal forma que foi utilizada a fórmula de Morita & Matsuishi (2001) para retrocalcular o comprimento a cada idade passada. Não foram obtidas diferenças significativas no crescimento entre os sexos (ANCOVA,  $p > 0,05$ ).



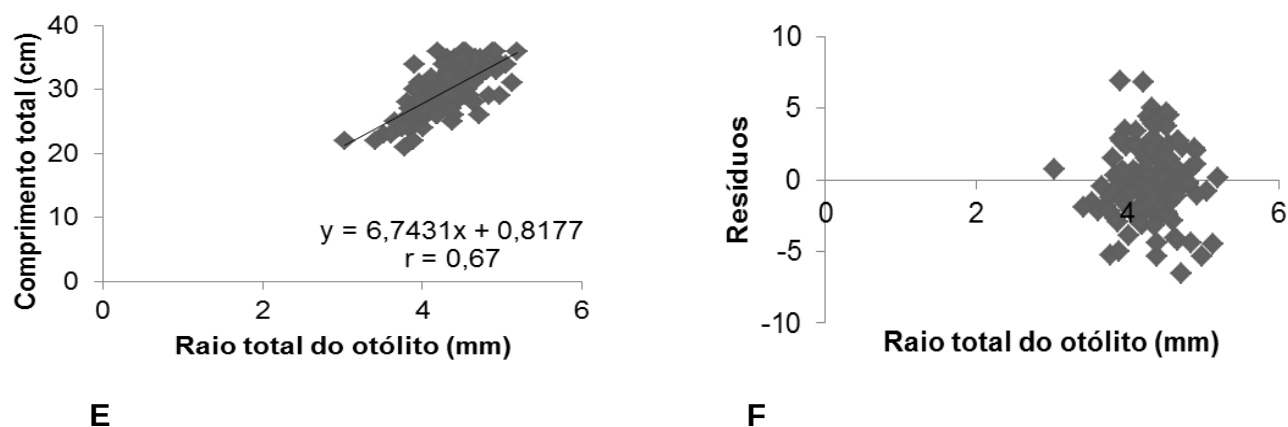


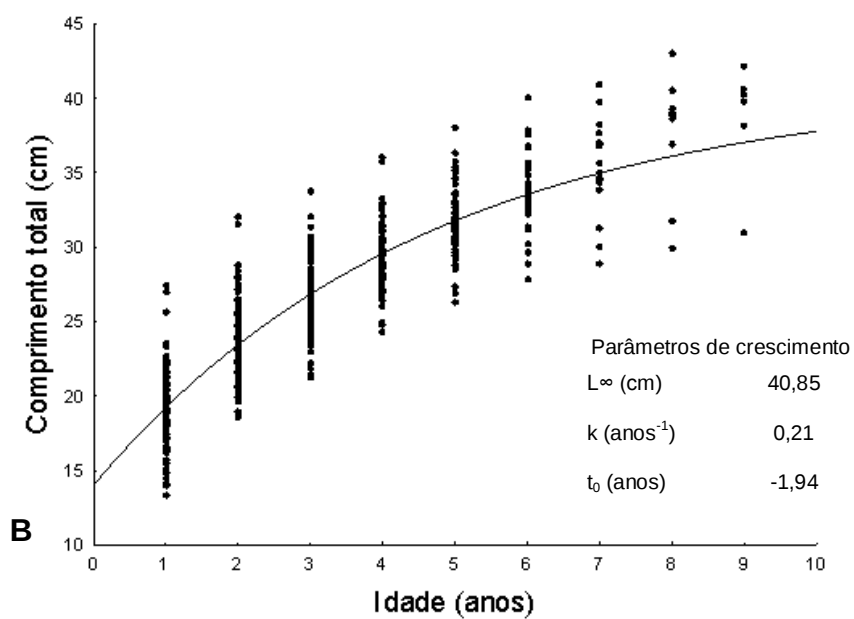
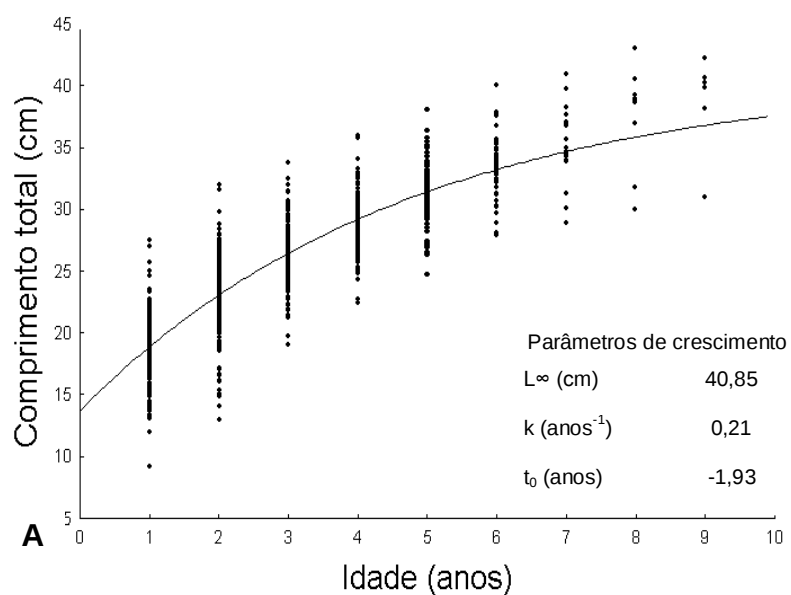
Figura 6. Relação entre o raio total do otólito (mm) e o comprimento total (cm) de *Mugil curema* e as respectivas distribuições de resíduos. (A e B) todos os indivíduos, (C e D) fêmeas, (E e F) machos.

Tabela 1. Média do comprimento total e desvio padrão por idade retrocalculada para *Mugil curema* no estuário de Santo Antônio.

| Idade (anos) | Comprimento total (cm) | Desvio padrão |
|--------------|------------------------|---------------|
| 1            | 17,65                  | 2,42          |
| 2            | 22,41                  | 2,56          |
| 3            | 25,67                  | 1,99          |
| 4            | 28,36                  | 1,88          |
| 5            | 30,70                  | 1,94          |
| 6            | 32,88                  | 2,27          |
| 7            | 34,85                  | 2,98          |
| 8            | 36,78                  | 4,21          |
| 9            | 38,17                  | 4,22          |

Considerando-se a periodicidade anual das marcas de crescimento observadas nos otólitos, as idades observadas variaram entre 1 e 9 anos (tabela 1). Conforme o tamanho médio retrocalculado, *M. curema* apresenta sua maior taxa de crescimento nos dois primeiros anos de vida, quando atinge mais de vinte quatro centímetros de

comprimento total (Figura 7). A esperança de vida ( $A_{0,95}$ ) para o total de indivíduos foi estimada em 12,33 anos, para as fêmeas foi 12,32 anos e para machos 6,28 anos.



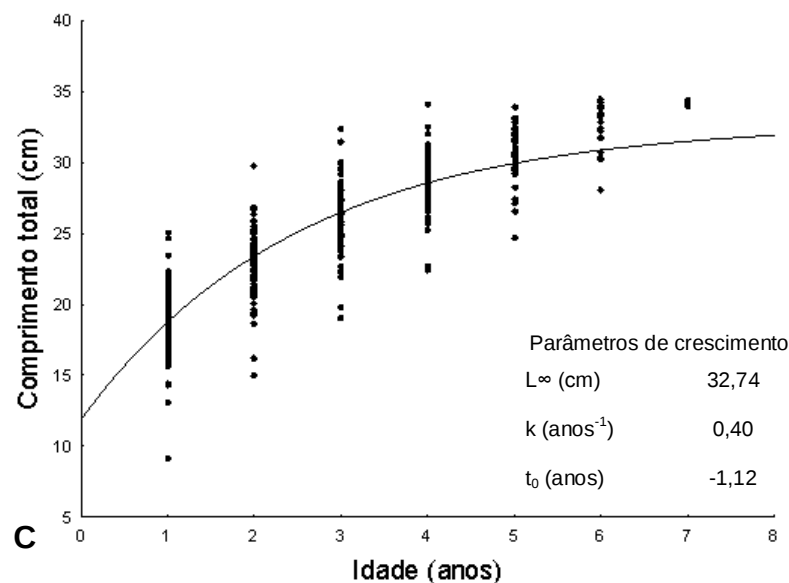


Figura 7. Curva de crescimento e parâmetros de crescimento de *Mugil curema*, estabelecido de acordo com o modelo de von Bertalanffy, para dados de idade retrocalculada. (A) todos os indivíduos, (B) fêmeas, (C) machos.

#### 4.5 Discussão

O estudo comparativo dos índices biológicos em relação ao nível de água do rio e conseqüentemente com a pluviosidade, pode ser utilizado como um indicador de processos cíclicos, e sua relação é freqüentemente utilizada para compreender o ciclo de vida de espécies de peixes (Saint-Paul, 1984; Fabré & Saint-Paul, 1998). Fatores abióticos e bióticos podem estar afetando mudanças no crescimento, estádios de maturidade sexuais e freqüência alimentar, entre outros (Nikolsky, 1963).

Para González Castro (2007) altos valores do índice gonadossomático e presença de fêmeas em avançado estágio de maturação ovariana são fortes evidências de maturação gonadal. Em *M. curema* estas características ocorreram entre outubro e dezembro e estende-se até fevereiro, indicando que a maturação gonadal nesta espécie ocorreria durante este período. Porém indivíduos em estágio de maturação gonadal avançada foram encontrados durante praticamente todo o ano, o que corrobora

a afirmação de Wootton (1984) de que em regiões tropicais espécies de peixes em condição reprodutiva são encontrados durante todo do ano, havendo picos sazonais na proporção de peixes em reprodução.

De agosto a dezembro os indivíduos se alimentam intensamente, dessa forma o fator de condição aumenta em janeiro. Os baixos valores do índice alimentar nos meses de janeiro a março somados aos baixos valores do IMR em fevereiro, podem estar relacionados a migração reprodutiva da região estuarina para o mar, uma vez que a diminuição do índice alimentar é resultado de um alto custo energético, que se reflete nas taxas de crescimento (Ibañez-Aguirre & Gallardo-Cabello, 2004). Este padrão também foi encontrado por González Castro *et al.* (2009) ao estudar o ciclo de vida de *M. platanus* (= *M. liza*) na lagoa costeira do Mar Chiquita.

O fator de condição representa o equilíbrio homeostático ideal entre o tamanho e o peso; ele indica o período em que o peixe acumula mais peso (Anderson & Gutreuter, 1983). Em apenas quatro meses, ao longo do ano, o fator de condição se manteve acima de 1, o que não indica alto grau de bem estar dos espécimes. Visto que, biologicamente este índice apresenta como valor isométrico  $K=1$ , sendo que os valores acima de 1 representam uma condição ótima de bem estar do peixe (Perez, 2005).

Os valores da declividade ( $b$ ) da relação peso-comprimento foram similares para fêmeas e machos, indicando que ambos apresentam um crescimento alométrico negativo. O valor de  $b$  estimado para as fêmeas foi similar ao apresentado para a mesma espécie por Ibañez-Aguirre *et al.* (1999) (fêmeas 2,94).

A análise do incremento marginal relativo indica um mês com diminuição significativa no ritmo de crescimento, como consequência a formação de um anel opaco em fevereiro. Welcomme (1992) considera três fatores que podem levar a uma redução no ritmo de crescimento dos peixes: a temperatura (importante nos climas temperados), efeitos associados à retração dos ambientes na seca, e a reprodução. Portanto, no caso de *M. curema*, uma combinação destes fatores caracterizados pela redução do

ritmo alimentar assim como a preparação fisiológica para a reprodução, pode alterar a taxa de crescimento ao final do período seco, levando como consequência a formação das marcas de crescimento. Estes resultados concordam com estudos anteriores em *M. curema* (Ibañez-Aguirre & Gallardo-Cabello, 1996; Santana *et al.* 2009), *M. platanus* (= *M. liza*) (González Castro, 2009) e *M. cephalus* (Ibañez-Aguirre e Gallardo-Cabello, 1996). Dessa forma é sugerido que em *M. curema* existe um ciclo anual de crescimento.

Santana *et al.* (2009) estudou o crescimento de *M. curema* no litoral de Pernambuco, com base nas microestruturas (anéis diários) e macroestruturas (anéis anuais). Ao avaliar a variação anual no IMR verificou que uma nova macroestrutura é depositada no período de janeiro a fevereiro, que é próximo ao período de desova (novembro a fevereiro) da espécie. Os resultados da análise de macroestrutura e identificação do período reprodutivo encontrados no presente trabalho são similares ao observado por Santana *et al.* (2009). Vale ressaltar que segundo Santana da Silva (2007) os dois primeiros anéis de crescimento visíveis nos otólitos de *M. curema* estão associados a variações ontogenéticas. Dessa forma, estes anéis não foram considerados na avaliação da idade.

Segundo Brothers (1983), para utilizar o método de IMR como forma de validação das marcas de crescimento, é necessário uma amostragem representativa, com espécimes de diferentes tamanhos, idade e sexos. Com base na dificuldade de satisfazer essa condição, Campana (2001) sugere que a validação da idade de uma espécie por meio do IMR, deve incluir, no mínimo, dois ciclos completos para que a sobreposição dos resultados possa definir a validade do mesmo. Apesar da validação ter sido estabelecida ao se analisar dados correspondentes a um ciclo, houve consistência nas diferenças significativas das médias mensais dos valores de IMR e nos seus intervalos de confiança.

A presença de algumas marcas intermediárias, com pouca força de marcação nos primeiros estágios de vida, sugere a ocorrência de eventos sistemáticos, porém,

sem impacto suficiente para alterar o ritmo de crescimento (Alonso, 2002). Dessa forma, um anel opaco identificado logo após o núcleo, que poderia ser confundido com o primeiro anel de crescimento, não foi considerado como marca de crescimento periódico anual, visto que não obedecia ao padrão esperado de crescimento. No presente estudo sugere-se que antes da formação da primeira marca de crescimento considerada, existe algum fator biótico ou abiótico que afeta *M. curema*. Esse fator pode estar relacionado a migração que os juvenis realizam do ambiente marinho para o estuarino, porém, são necessários estudos complementares.

O rápido crescimento durante os primeiros anos de vida de *M. curema* é análogo ao observado por outros pesquisadores na família Mugilidae (Ibañez-Aguirre & Gallardo-Cabello, 1996; Santana *et al.* 2009; González Castro *et al.* 2009), além de outras espécies tropicais (Perez & Fabré, 2003). Este fato pode estar relacionado com a primeira maturação sexual que ocorre entre 18,1 e 24 cm de comprimento total (Ibañez-Aguirre & Gallardo-Cabello, 1996, Marin & Dodson, 2000). Porém, também pode ser uma resposta adaptativa para evitar a predação (Lowe-McConnell, 1999).

As espécies de peixes com crescimento relativamente alto atingem a maturidade sexual com aproximadamente a metade do tamanho do  $L_{\infty}$  (Dryagin, 1934 apud Nikolsky, 1969). Esta regra geral coincide com as estimativas de  $L_{\infty}$  de *M. curema* (39,9 cm).

Os parâmetros de crescimento de uma mesma espécie, em diferentes áreas podem variar, de acordo com sua exploração, pois quando a pesca é muito intensa, o tamanho comercial do peixe diminui e a variação da velocidade de crescimento aumenta (Ibañez-Aguirre *et al.* 1999). O padrão de crescimento também deve ser reavaliado periodicamente, tendo em vista sua dependência de variações temporais na densidade, causadas principalmente pela intensidade do esforço de pesca (Villacorta-Correa, 1997). Por esse motivo, os valores dos parâmetros de crescimento estimados para *M. curema* em diferentes áreas estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros de crescimento e longevidade ( $A_{0,95}$ ) obtidos a partir de dados retrocalculados por idade, para *M. curema* em diferentes localidades.

| Referência                            | Localidade            | Estrutura | $L_{\infty}$<br>(cm) | k<br>(anos <sup>-1</sup> ) | $t_0$<br>(anos) | $A_{0,95}$<br>(anos) | Grupo<br>(idade) |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------|----------------------|----------------------------|-----------------|----------------------|------------------|
| Presente estudo                       | Alagoas,<br>Brasil    | Otólitos  | 40,8                 | 0,21                       | -1,93           | 12,3                 | 9                |
| Santana <i>et al.</i><br>(2009)       | Pernambuco,<br>Brasil | Otólitos  | 40,2                 | 0,28                       | -0,46           | 12,3                 | 11               |
| Gallardo-Cabello <i>et al.</i> (2005) | Colima,<br>México     | escamas   | 36,47                | 0,21                       | -1,55           | 15                   | 5                |
| Ibañez- Aguirre <i>et al.</i> (1999)  | Veracruz,<br>México   | otólitos  | 46,14                | 0,14                       | -3,62           | 18,7                 | 5                |
| Ibañez- Aguirre <i>et al.</i> (1996)  | Veracruz,<br>México   | escamas   | 40,0                 | 0,16                       | -3,84           | 21,5                 | 5                |

Em comparação com os valores dos parâmetros populacionais obtidos por Santana *et al.* (2009), o comprimento assintótico e a longevidade foram similares, mas um k e  $t_0$  relativamente baixos foram encontrados no presente estudo. A taxa de crescimento apresentou o mesmo ao apresentado por Gallardo-Cabello *et al.* (2005). O maior valor de longevidade foi obtido por Ibañez- Aguirre *et al.* (1996) no litoral do México, porém este valor contrasta com os grupos de idade obtidos por esses autores.

Vale ressaltar que as diferenças encontradas entre os parâmetros de crescimento para *M. curema* também pode estar associada aos diferentes métodos aplicados para a determinação de idade e a falta de validação das marcas de crescimento (Oren, 1981; Santana da Silva, 2007).

Tem sido indicado o uso de parâmetros populacionais, tais como os de crescimento, para se prever a vulnerabilidade de uma espécie à pesca (Jennings *et al.* 1999). Assim, os resultados descritos neste trabalho, sugerem que *M. curema* seja sensível aos efeitos da exploração pesqueira, já que é caracterizada por ter um ciclo de vida relativamente longo e baixas taxas de crescimento somático. Neste contexto, o presente estudo é fundamental e espera-se que os resultados obtidos possam subsidiar

projetos de manejo na área de estudo e avaliar o impacto da exploração pesqueira sobre sua produção, em ambiente natural.

## Referências Bibliográficas

ALONSO, J. C. G. 2002. Padrão espaço-temporal da dourada (*Blachyplatystoma flaviacans*, castelnau, 1855; Siluriformes: Pimelodidae), no sistema Estuário-Amazonas-Solimões. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

ALVAREZ-LAJONCHÈRE L. 1981. Determination de la edad y el crecimiento de *Mugiliza*, *M. curema*, *M. hospes* y *M. trichodon* (Pisces, Mugilidae) en aguas cubanas. Revista de Investigacion Marina, 2:142–162.

ANDERSON, R. O. & GUTREUTER, S. J. 1983. Length, weight and associated structural indices. In: L. A. Nielsen, D. L. Johnson (ed.), Fisheries techniques. American Fisheries Society, Maryland.

ARRUDA, L. M.; AZEVEDO, J. N. & NETO, A. I. 1991. Age and growth of the grey mullet (Pisces, Mugilidae) in Ria de Aveiro (Portugal). Scientia Marina, 55 (3): 497 – 504.

BARTHEM, R.B. & FABRÉ, N. N. 2004. Capítulo 1 - Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros na Amazônia. In: Ruffino M.L. (Org.) A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia. Manaus, IBAMA.

BEGG, G. A. & WALDMAN, J. R. 1999. An holistic approach to fish stock identification. Fisheries Research, 43: 35-44.

BERNARDES, R. A. 2002. Age, growth and longevity of the gray triggerfish, *Balistes capriscus* (Tetraodontiformes: Balistidae), from the Southeastern Brazilian Coast. Scientia Marina, 66 (2): 167-173.

BROTHERS, E. B. 1983. Summary of round table discussions on age validation. In Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks (E. D. Prince, and L. M. Pulos, eds.), U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8.

CAMPANA S. E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59: 197–242.

CARDONA, L. 2000. Effects of salinity on the habitat selection and growth performance of Mediterranean flathead mullet *Mugil cephalus*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 727-737.

CERVIGÓN, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. 2° ed. Volume II. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela.

CURTIS, T. D. & SHIMA, J. S. 2005. Geographic and sex-specific variation in growth of yellow-eyed mullet, *Aldrichetta forsteri*, from estuaries around New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 39: 1277-1285.

CUTRIM, L. & BATISTA, V. da S. Determinação de Idade e Crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 5(1): 85-92, 2005.

ESPINO-BARR, E.; CABRAL-SOLÍS, E. G.; GALLARDO-CABELLO, M. & IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L. 2005. Age determination of *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces:Mugilidae) in the Cuyutlán Lagoon, Colima, México. *International Journal of Zoological Research*, 1(1): 21-25.

FABRÉ, N. N. & SAINT-PAUL, U. 1998. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*. *Journal of Fish Biology*, 53: 1-11

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 Cuyutlán Lagoon, Colima, México. *Hidrobiologica*, 15: 321–325.

GONZÁLEZ CASTRO, M. 2007. Los peces representantes de la Familia Mugilidae en Argentina. PhD thesis. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

GONZÁLEZ CASTRO, M.; ABACHIAN, V. & PERROTTA, R. G. 2009. Age and growth of the striped mullet *Mugil platanus* (Actinopterygii, Mugilidae), in a southwestern atlantic coastal lagoon (37°32's-57°19'w): a proposal for a life-history model. *Journal of Applied Ichthyology*, 25:61-66.

HAIMOVICI, M. & REIS, E.G. 1984. Determinação de idade e crescimento da castanha *Umbrina canosai*, (Pisces, Sciaenidae) do sul do Brasil. *Atlântica*, 7: 25-46.

HAMZA, A. K. 1999. A study on some biological characteristics of *Mugil cephalus* (L.) in Bardawil Lake, Egypt. *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 135-137.

HARRISON, I. J. 2002. Mugilidae. In: CARPENTER K. E. Species Identifications Sheets for fishery purposes. Roma: Food and Agriculture Organizations of the United Nation, VII.

HARRISON, I. J.; NIRCHIO, M.; OLIVEIRA C.; RON E. & GAVIRIA, J. 2007. A New Species Of mullet (Teleostei: Mugilidae) from Venezuela, with a discussion on the taxonomy of *Mugil gaimardianus*. *Journal of Fish Biology*, 71(Supplement A): 76–97.

HOTOS, G. N. 2003. A study on the scales and age estimation of the grey golden mullet, *Liza aurata* (Risso, 1810), in the Lagoon of Messolonghi (W. Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 220 – 228.

IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2006. Estatística da pesca 2005. Disponível na World Wide Web em: [http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estatistica\\_02.zip](http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estatistica_02.zip) [Acessado em julho de 2010].

IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L.; GALLARDO CABELLO, M. & SÁCHEZ RUEDA, M. P. 1995. Estimation de la edad de la lisa *Mugil cephalus* y la lebrancha *M. curema* por métodos indirectos. *Hidrobiológica*, 5 (1 - 2): 105 – 111.

IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L. & J. LLEONART. 1996. Relative growth and comparative morphometrics of *Mugil cephalus* L. and *M. curema* V. in the Gulf of Mexico. *Scientia Marina*, 60(2 -3): 361 – 368.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L. & GALLARDO-CABELLO, M., 1996: Age determination of the grey mullet *Mugil cephalus* and the white mullet *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) in Tamiahua Lagoon, Veracruz. *Ciencias Marinas*, 22: 329–345.

IBÁÑEZ-AGUIRRE, A. L. & GALLARDO-CABELLO, M. 1996b. Total and natural mortality of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), in Tamiahua Lagoon, Veracruz. *Selectivity I. Hidrobiológica*, 6: 9–16.

IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L.; GALLARDO-CABELLO, M. & CARRARA, X. C. 1999. Growth analysis of striped mullet, *Mugil cephalus*, and white mullet, *M. curema* (Pisces: Mugilidae), in the Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 97: 861 – 872.

IBÁÑEZ AGUIRRE, A. L. & GALLARDO-CABELLO, M. 2004. Reproduction of *Mugil cephalus* and *M. curema* (Pisces: Mugilidae) from a coastal lagoon in the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 75 (1): 37 – 49.

JENNINGS, S.; REYNOLDS, J. D. & POLUNIN, N. V. C. 1999. Predicting the vulnerability of tropical reef fishes to exploitation with phylogenies and life histories. *Conservation Biology*, 13(6): 1466-1475.

KATSELIS, G.; MINOS, G.; MARMAGAS, A.; HOTOS, G. & ONDRIAS, I. 1994. Seasonal distribution of Mugilidae fry and juveniles in Messolonghi coastal waters, Western Greece. *Bios*, 2: 101–108.

KRUG, L. C. & HAIMOVICI, M. 1989. Idade e crescimento da enchova *Pomatomus saltatrix* do Sul do Brasil. *Atlântica*, 11(1): 47-61.

LOWE-MCCONNELL, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo.

MACÊDO, S. J.; MUNIZ, K. & MONTES, M. J. F. 2004. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do estado de Pernambuco. IN: ESKINAZI.

MARIN, B. J. & DODSON, J. J. 2000. Age, growth and fecundity of the silver mullet, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), in coastal areas of northeastern Venezuela. *Revista de Biologia Tropical*, 48(2,3): 389 – 398.

MENEZES, N. A. 1983. Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do Litoral Brasileiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(1): 1-12.

MENEZES, N. A. e FIGUEIREDO. 1980. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Museu de zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo.

MORITA, K. & MATSUISHI, T. 2001. A new modelo f growth back-calculation incorporating age effect based on otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 58: 1805–1811.

NELSON, J. S. 2006. *Fishes of the World*, 4th edn. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.

NIKOLSKI, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. London, Academic Pres. 352 pp.

OREN, O. H. 1981. *Aquaculture of grey mullets*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.

PÉREZ, A. & FABRÉ, N. N. 2003. Seleção das Estruturas Calcificadas para a Determinação da Idade da Piracatinga *Calophysus macropterus* Lichtenstein (PISCES: PIMELODIDADE) na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazónica*, 34: 120-124.

PÉREZ, A. & FABRÉ, N. N. 2009. Seasonal growth and life history of the catfish, *Calophrys macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Amazon floodplain. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 343-349.

PÉREZ, A. L. 2005. Ciclo de vida e dinâmica populacional do caparari. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

RESHETNIKOV, Y. S. & CLARO, R. M. 1976. Cycles of biological processes in tropical fishes with reference to *Lutjanus synagris*. *Journal of Ichthyology*, 16: 711-723.

RICHARD, C. E. & CASTAGNA, M. 1976. Distribution, growth, and predation of juveniles white mullet (*Mugil curema*) in oceanside waters of Virginia's eastern shore. *Chesapeake Science*, 17(4): 308 – 309.

SAINT-PAUL, U. 1984. Investigations on the seasonal changes in the chemical composition of liver and condition from a Neotropical Characoid fish *Colossoma macropomum* (Serrasalminidae). *Amazoniana*, 9: 147–158.

SANTANA da SILVA, F. M. 2007. Biologie, pêche et dynamique de la population de mullet blanc (*Mugil curema*, Valenciennes, 1836) de Pernambuco – Brésil. PhD thesis, Université de Bretagne Occidentale, Plouzané.

SANTANA, F. M. S.; MORIZE, E.; CLAVIER, J. & LESSA, R. 2009. Otolith micro- and macrostructure analysis to improve accuracy of growth parameter estimation for white mullet *Mugil curema*. *Aquatic Biology*, 7: 199–206.

SPARRE, P.; URSIN, E. & VANEMA, S. C. 1991. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I: Manual FAO Fish. Tech. Pap. I, Ver. 2. Rome, FAO.

STEEL, R. G. & TORRIE, J. H. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.

THOMSON, J. M. 1997. The Mugilidae of the word. Memoirs of the Queensland Museum. 41, 457–562.

VIEIRA, S. & HOFFMANN, R. 1989. Estatística experimental. São Paulo. Atlas.

VILLACORTA-CORREA, M. A. 1997. Estudo de idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (CHARACIFORMES:CHARACIDAE) no Amazonas Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos. Tese de Doutorado, INPA/FUA, Manaus (AM).

WELCOMME, R. L. 1992. Pesca fluvial. FAO Documento Técnico de Pesca.

WOOTTON, R. J. 1984. Introducion: Strategies and tactics in fish reproduetion. In: POTTS, G. W. & WOOTTON, R. J. (Eds). Fish reproduction: strategies and tactics. London, Academic Press.

## 5. DISCUSSÃO GERAL

A distribuição diferenciada de *M. curema* e *M. curvidens* na área de estudo está associada às condições ambientais locais, associadas à ocupação dos ambientes marinhos e estuarinos, corroborando a idéia de Gatz (1979) e Uieda (1984). Este fato também foi observado por Cardona (2006), que analisou a ocupação de nichos de cinco espécies de Mugilidae, sob influência da salinidade. De acordo com o presente estudo *M. curema* e *M. curvidens* não apresentam solapamento de nichos espacial e temporal no estuário de Santo Antônio.

As estratégias de ciclo de vida são relacionadas às mudanças sazonais que ocorrem no ambiente e afetam todos os aspectos da biologia de espécies ictíicas. As mudanças sazonais ocasionadas por regimes de ventos e chuvas são responsáveis pelo fenômeno de sazonalidade em muitos ambientes tropicais (Lowe-McConnell, 1999). Este fato foi observado no presente estudo, já que a sazonalidade da pluviosidade se mostrou relacionada à disponibilidade de alimento, fator de condição, reprodução e crescimento. A menor abundância de *M. curema* no período chuvoso pode estar relacionada a deslocamentos da espécie para ambientes marinhos localizados ao norte da região estudada, com finalidade reprodutiva.

Dessa forma, o período caracterizado pela redução do ritmo alimentar, assim como a preparação fisiológica para a reprodução, podem alterar a taxa de crescimento ao final do período seco, levando, como consequência, a formação de um anel opaco. Sendo assim, é sugerido um ciclo anual de crescimento para *M. curema*. Estes resultados estão de acordo com o observado por Santana e colaboradores (2009), que ao avaliar a variação anual no IMR verificou que uma nova macroestrutura é depositada no período de janeiro a fevereiro, que é próximo ao período de desova da espécie (novembro a fevereiro). Nos meses onde ocorrem picos reprodutivos, grande parte da energia parece ser destinada à reprodução e ao crescimento. Dessa forma é de se

esperar que nos meses onde os picos reprodutivos ocorram, as taxas de crescimento devem ser baixas.

Sabendo-se da importância em identificar diferenças na ocupação de ambientes entre espécies congêneras (Kennedy *et al.*, 2006), e que a estimativa de parâmetros populacionais é utilizada na análise da vulnerabilidade de uma espécie à pesca (Jennings *et al.* 1999), o presente estudo pode servir como base para planos de manejo e conservação na área de estudo e avaliar o impacto da exploração pesqueira sobre as espécies estudadas.

## Referências Bibliográficas

KENNEDY, B. M.; THOMPSON, B. W & LUECKE, C. 2006. Ecological differences between two closely related morphologically similar benthic whitefish (*Prosopium spilonotus* and *Prosopium abyssicola*) in an endemic whitefish complex. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 1700-1709.

LOWE-MCCONNELL, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo.

CARDONA, L. 2006. Effects of salinity on the habitat selection and growth performance of Mediterranean flathead grey mullet *Mugil cephalus* (Osteichthyes, Mugilidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 727-737.

GATZ, Jr. A. J. 1979. Community organization in fishes as indicated by morphological features. *Ecology*, 60(4): 711-718.

JENNINGS, S.; REYNOLDS, J. D. & POLUNIN, N. V. C. 1999. Predicting the vulnerability of tropical reef fishes to exploitation with phylogenies and life histories. *Conservation Biology*, 13(6):1466-1475.

SANTANA, F. M.; MORIZE, E.; CLAVIER, J. & LESSA, R. 2009. Otolith micro- and macrostructure analysis to improve accuracy of growth parameter estimation for white mullet *Mugil curema*. *Aquatic Biology*, 7: 199–206.

UIEDA, V. S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. *Revista brasileira de Bioogia*, 44(2): 203-213.