



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
SISTEMAS AQUÁTICOS TROPICAIS

Idade, crescimento e mortalidade do Ariocó  
*Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) capturado pela  
frota artesanal no Banco dos Abrolhos.

Mestrando: Alexandre C. Aschenbrenner  
Orientadora: Dra. Gecely Rodrigues Alves Rocha  
Co-Orientadora: Dra. Beatrice Padovani Ferreira

Ilhéus – Bahia  
Julho de 2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS  
AQUÁTICOS TROPICAIS

Idade, crescimento e mortalidade do Ariocó *Lutjanus synagris*  
(Linnaeus, 1758) capturado pela frota artesanal no Banco dos  
Abrolhos.

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Sistemas Aquáticos  
Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos pré-requisitos  
para obtenção do título de Mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais

(Mestrado Acadêmico em Ecologia)

Mestrando: Alexandre C. Aschenbrenner

Orientadora: Dra. Gecely Rodrigues Alves Rocha

Co-Orientadora: Dra. Beatrice Padovani Ferreira

Ilhéus – Bahia

Julho de 2009

A813

Aschenbrenner, Alexandre C.

Idade, crescimento e mortalidade do Ariocó *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) capturado pela frota artesanal no Banco dos Abrolhos / Alexandre C. Aschenbrenner.

– Ilhéus, BA: UESC, 2009.

79 f. : il.

Orientadora: Gecely Rodrigues Alves Rocha.

Coorientadora: Beatrice Padovani Ferreira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós - graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.

Inclui bibliografia.

1. Peixe – Crescimento. 2. Peixes recifais. I. Título.

CDD 597

*Dedico este trabalho a Heinrich Aschenbrenner  
Embora distante, nunca deixei de sentir sua presença.  
E a minha família e amigos, sem vocês eu não conseguiria.*

*“Não se mede o valor de um homem pelas suas roupas  
ou pelos bens que possui. O verdadeiro valor do homem  
é o seu caráter , suas idéias e a nobreza dos seus ideais”*

*Charles Chaplin*

## **AGRADECIMENTOS**

A Conservation Internacional do Brasil (CI), Rodrigo Leão de Moura e Ronaldo Francini – Filho e Matheus O. Freitas pela concessão dos dados;

A Dra. Gecely Rodrigues Alves Rocha, pela orientação, paciência e compreensão;

A FAPESB, pela concessão da Bolsa durante o Mestrado;

A Universidade Estadual de Santa Cruz e CEPENE (Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do litoral Nordeste);

A todos os professores que realizaram contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho durante as atividades de seminário, qualificação e disciplinas;

Aos amigos de mestrado SAT, Ananda, Japa, Elly, Karen, Gislaine e Edjane o qual tive o prazer de passar estes últimos dois anos em contato.

A meu amigo Matheus, pela ajuda, idéias, críticas e principalmente pela amizade, muito obrigado meu amigo.

Um agradecimento especial para Beatrice, a quem tive a sorte de ser co-orientado;

A Bili, “sábio da montanha” pelas dicas e ensinamentos.

A Nino pela paciência, ajuda e amizade;

A Harildon pela boa vizinhança e amizade;

Ao brother Cézinha, pela amizade e bons papos que tivemos durante esse período,

Ao Ricardo meu “brother”,

A minha família, especialmente minha mãe pelo apoio, ajuda e berço,

A todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho,

Em especial ao meu amor Simone, pelos momentos mágicos que experimento a cada dia estando ao seu lado.

## ÍNDICE

|                                                 |      |
|-------------------------------------------------|------|
| LISTA DE TABELAS.....                           | viii |
| LISTA DE FIGURAS.....                           | ix   |
| RESUMO.....                                     | xi   |
| ABSTRACT.....                                   | xii  |
| 1. INTRODUÇÃO.....                              | 1    |
| 2. OBJETIVO GERAL.....                          | 5    |
| 2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                 | 5    |
| 3. MÉTODOS.....                                 | 6    |
| 3.1.ÁREA DE ESTUDO.....                         | 6    |
| 3.2. CARACTERISTICAS DA PESCA.....              | 8    |
| 3.3. COLETA DO MATERIAL.....                    | 10   |
| 3.4. OTÓLITOS.....                              | 11   |
| 3.5. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....            | 12   |
| 3.6. CRITÉRIOS NA LEITURA.....                  | 14   |
| 3.7. DIGITALIZAÇÃO DE IMAGENS.....              | 15   |
| 3.8. ANÁLISE DOS DADOS.....                     | 16   |
| 3.8.1. RELAÇÃO COMPRIMENTO-PESO.....            | 16   |
| 3.8.2. CURVAS DE CRESCIMENTO.....               | 17   |
| 3.8.3. VALIDAÇÃO.....                           | 17   |
| 3.8.4. MORTALIDADE.....                         | 19   |
| 3.8.5. MORTALIDADE NATURAL (M).....             | 19   |
| 4. RESULTADOS.....                              | 20   |
| 4.1. DADOS ABIÓTICOS.....                       | 20   |
| 4.2. CARACTERISTICAS DA PESCA.....              | 21   |
| 4.3. DISTRIBUIÇÃO DE COMPRIMENTOS.....          | 22   |
| 4.4. RELAÇÃO PESO-COMPRIMENTO TOTAL.....        | 26   |
| 4.5. RELAÇÃO DE ENTRE COMPRIMENTOS OBTIDOS..... | 27   |
| 4.6. IDADE E CRESCIMENTO.....                   | 29   |
| 4.6.1. DESCRIÇÃO DO OTÓLITO.....                | 29   |
| 4.6.2. RELAÇÃO ENTRE MEDIDAS.....               | 41   |
| 4.6.3. LEITURA DAS IDADES.....                  | 33   |
| 4.6.4. CURVAS DE CRESCIMENTO.....               | 35   |
| 4.6.5. CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO.....        | 36   |
| 4.6.6. INCREMENTO EM PESO.....                  | 36   |
| 4.7. VALIDAÇÃO.....                             | 37   |
| 4.8. MORTALIDADE.....                           | 41   |
| 4.9. MORTALIDADE NATURAL (M).....               | 43   |
| 5. DISCUSSÃO.....                               | 44   |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                    | 55   |
| 7. BIBLIOGRAFIA.....                            | 57   |



## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Resumo dos parâmetros na comparação entre as regressões obtidas na relação linearizada de comprimento – peso, para machos e fêmeas.....                                       | 27 |
| <b>Tabela 2.</b> Chave idade – comprimento obtida para <i>L. synagris</i> . Intervalo de classes de comprimento 5 cm.....                                                                      | 42 |
| <b>Tabela 3.</b> Resumos dos parâmetros estatísticos obtidos na regressão entre idade e LN da frequência dos indivíduos recrutados pela pesca de <i>L. synagris</i> no Banco dos Abrolhos..... | 43 |
| <b>Tabela 4.</b> Parâmetros de crescimento estimados em diversos estudos (CF = comprimento furcal; CT = comprimento total).....                                                                | 50 |
| <b>Tabela 5.</b> Comparação dos parâmetros de crescimento estimados para espécies da família Lutjanidae (CF = comprimento furcal; CT = comprimento total).....                                 | 51 |
| <b>Tabela 6.</b> Valores de Z encontrados para o gênero <i>Lutjanus</i> .....                                                                                                                  | 54 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Mapa do Banco dos Abrolhos e Municípios de Prado, Alcobaça, Caravelas e Nova Viçosa onde foram realizados os trabalhos.....                                                                             | 7  |
| <b>Figura 2.</b> Modelo numérico terreno elaborado no programa ArcGis 9.2, a partir de pontos batimétricos (carta Náutica 13000), caracterizando o Banco dos Abrolhos quanto suas profundidades relativamente rasas..... | 10 |
| <b>Figura 3.</b> Esquema demonstrando todas as medidas obtidas para exemplar de <i>L. synagris</i> .....                                                                                                                 | 11 |
| <b>Figura 4.</b> Otólito inteiro de um exemplar com 10 anos. Pontos indicam a formação de anéis opacos.....                                                                                                              | 12 |
| <b>Figura 5.</b> Processamento de amostras. Etapa de inclusão em resina para subsequente corte dos otólitos.....                                                                                                         | 13 |
| <b>Figura 6.</b> Serra metalográfica de baixa rotação (Buehler). Equipamento utilizado para realização dos corte.....                                                                                                    | 13 |
| <b>Figura 7.</b> Visualização de um otólito seccionado. Produto final de uma série de processos descritos acima.....                                                                                                     | 14 |
| <b>Figura 8.</b> Câmera utilizada para a obtenção de imagens.....                                                                                                                                                        | 15 |
| <b>Figura 9.</b> Aparato utilizado para apoiar a câmera e lâminas.....                                                                                                                                                   | 16 |
| <b>Figura 10.</b> Eixos de medição em otólitos seccionados.....                                                                                                                                                          | 18 |
| <b>Figura 11.</b> Valores médios mensais da temperatura da água do mar amostrados entre maio de 2005 e julho de 2007 no Banco dos Abrolhos.....                                                                          | 21 |
| <b>Figura 12.</b> Valores médios mensais de pluviosidade, compreendidos no período dos anos de 1961 e 1990 amostrados no Banco dos Abrolhos (Fonte: DNMET, 1992).....                                                    | 21 |
| <b>Figura 13.</b> Boxplot mostrando as médias obtidas para os diferentes petrechos de pesca.....                                                                                                                         | 22 |
| <b>Figura 14.</b> Distribuição de freqüências de comprimento total de indivíduos capturados no banco de Abrolhos no período de agosto de 2005 a julho de 2007.....                                                       | 23 |
| <b>Figura 15.</b> Distribuição de freqüências de comprimento de fêmeas capturados no banco de Abrolhos no período de agosto de 2005 a julho de 2007.....                                                                 | 24 |
| <b>Figura 16.</b> Distribuição de freqüências de comprimento de machos capturados no banco de Abrolhos no período de agosto de 2005 a julho de 2007.....                                                                 | 25 |
| <b>Figura 17.</b> Boxplot com os comprimentos obtidos para fêmeas e machos.....                                                                                                                                          | 26 |
| <b>Figura 18.</b> Peso em função do comprimento total (CT) para de <i>L. synagris</i> capturado no Banco dos Abrolhos .....                                                                                              | 27 |
| <b>Figura 19.</b> Regressão demonstrando a relação entre comprimento furcal e comprimento total. ....                                                                                                                    | 28 |
| <b>Figura 20.</b> Regressão demonstrando a relação entre comprimento padrão e comprimento total.....                                                                                                                     | 28 |
| <b>Figura 21.</b> Regressão demonstrando a relação entre comprimento furcal e comprimento padrão.....                                                                                                                    | 29 |
| <b>Figura 22.</b> Esquema mostrando a nomenclatura utilizada em otólitos inteiros (A) e seccionados (B).....                                                                                                             | 30 |
| <b>Figura 23.</b> Relação entre o peso do otólito (PO) e peso de indivíduos (P) para <i>L. synagris</i> na área de estudo .....                                                                                          | 31 |
| <b>Figura 24.</b> Relação entre comprimento total (CT) e o peso do otólito (PO) .....                                                                                                                                    | 32 |
| <b>Figura 25.</b> Relação potencial entre idade e comprimento do otólito (CO) .....                                                                                                                                      | 32 |
| <b>Figura 26.</b> Relação linear entre idade e peso do otólito (PO) .....                                                                                                                                                | 33 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 27.</b> Distribuição das frequências das idades determinadas com otólitos inteiros e seccionados.....                                                                                                                                                  | 34 |
| <b>Figura 28.</b> Estimativa da diferença entre o nº de anéis em otólitos seccionados - nº de anéis em otólitos inteiros, para idades determinadas com otólitos seccionados.....                                                                                 | 35 |
| <b>Figura 29.</b> Curva de crescimento de <i>L. synagris</i> baseada em dados de comprimento e idade .....                                                                                                                                                       | 35 |
| <b>Figura 30.</b> Curva de crescimento de <i>L. synagris</i> baseada em dados de peso e idade .....                                                                                                                                                              | 36 |
| <b>Figura 31.</b> Curva de crescimento em peso total (linha tracejada) e incremento anual em peso (linha contínua) por classes de idade (anos), para <i>L. synagris</i> amostrados entre 2005 e 2007 no Banco dos Abrolhos .....                                 | 37 |
| <b>Figura 32.</b> Medidas mensais (a) bimestrais (b) do incremento marginal em anéis de 136 e 116 otólitos para os eixos a e c respectivamente, de <i>L. synagris</i> capturados no Banco de abrolhos no período de maio de 2005 a junho de 2007.....            | 38 |
| <b>Figura 33.</b> Medidas mensais (a) bimestrais (b) do incremento marginal percentual em anéis de 136 e 116 otólitos para os eixos a e c respectivamente, de <i>L. synagris</i> capturados no Banco de abrolhos no período de maio de 2005 a junho de 2007..... | 39 |
| <b>Figura 34.</b> Percentual de bordas opacas e translúcidas (a) eixo A e (b) eixo C, amostradas bimestralmente de <i>L. synagris</i> capturado no Banco de Abrolhos no período de maio de 2005 a junho de 2007.....                                             | 40 |
| <b>Figura 35.</b> Valores das médias bimestrais de temperatura e valores das médias bimestrais do incremento marginal, obtidos durante o período de maio de 2005 a junho de 2007.....                                                                            | 40 |
| <b>Figura 36.</b> Gráficos de regressão usados para o cálculo da mortalidade e as classes das distribuições de frequências que foram escolhidas para o cálculo (barras pretas).....                                                                              | 41 |
| <b>Figura 37.</b> Gráfico de resíduos obtido na regressão da idade e LN frequência de indivíduos recrutados pela pesca no Banco dos Abrolhos.....                                                                                                                | 43 |

## RESUMO

Apesar do grande volume de estudos sobre ecologia, informação sobre idade de peixes recifais na costa brasileira são escassas. Muitas destas espécies de peixes são alvos de pescarias e estão sob ameaça de sobrepesca. Assim este trabalho teve como objetivo estimar os parâmetros de crescimento de *Lutjanus synagris*, no Banco dos Abrolhos. Espécimes analisados foram provenientes do monitoramento dos desembarques pesqueiros da frota artesanal dos municípios de Prado, Alcobaça, Nova Viçosa e Caravelas, extremo sul da Bahia, no período compreendido entre maio de 2005 a junho de 2007. Durante a biometria de cada exemplar foram registrados os comprimentos totais (CT), furcal (CF), padrão (CP) e peso total. Otólitos foram retirados de cada exemplar e acondicionados. Os dados históricos pluviosidade foram acessados através do Departamento Nacional de Meteorologia. Dados de superfície da água foram obtidos no site <http://nomad3.ncep.noaa.gov/cgi-bin/pdisp-sst.sh>. Foram analisados 723 exemplares, sendo 406 fêmeas e 317 machos. O comprimento total variou entre 102 mm e 560mm. A maior abundância ocorreu para as classes de 250 a 300 mm, com 24,1% da amostra. A composição de tamanho não variou significativamente entre os sexos (Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ). A relação peso-comprimento ficou definida como ( $P = 0,0198CT^{2,89}$ ) e sugerem que a espécie possui em crescimento alométrico negativo. A idade foi determinada através da leitura de anéis etários em otólitos inteiros e seccionados e foi feita a partir de uma subamostra de  $n = 303$  otólitos. A análise de incremento marginal validou que um anel de crescimento é formado anualmente. A equação de von Bertalanffy do crescimento em comprimento total dos sexos agrupados do ariocó foi:  $CT\ (cm) = 56 * [1 - e^{-0,22(idade - 0,20)}]$  e em peso  $W\ (g) = 2200 * [1 - e^{-0,23(idade - 0)}]^{2,89}$ . Os incrementos anuais em peso por idades atingiram seus maiores incrementos até o quinto e sexto ano de vida. A estimativa de mortalidade total instantânea **Z**, obtida através deste método permaneceu em  $0,5\ ano^{-1}$ , o que significa uma sobrevivência **S** de  $60\%\ ano^{-1}$ . As estimativas para o cálculo da mortalidade natural (**M**) para *L. synagris* variaram substancialmente e dependeram do método empregado. O método proposto por TAYLOR (1958) produziu as estimativas mais baixas de  $0,22(ano^{-1})$ . O método proposto por PAULY (1980) produziu uma estimativa de  $0,46(ano^{-1})$ . O método de HOENING (1983) resultou em uma estimativa de  $0,28(ano^{-1})$ . Por fim o método de regressão proposto por RALSTON (1987) produziu a estimativa mais alta de  $0,47(ano^{-1})$ . Estimativas da mortalidade por pesca **F** =  $0,28$  mostram que **M** corresponde a 44% da mortalidade total e a mortalidade por pesca corresponde a 56%.

## ABSTRACT

Although a great among of studies on ecology has been done, information about reef fish age on Brazilian coast still scarce. Many of these species are considered target species for fisheries and lots of them are under overfishing threat. That way this study had as main objective to estimate growth parameter of *Lutjanus synagris*, in the Abrolhos Bank Southern of Bahia State- Brazil. Specimens analyzed came from the monitoring of line and hook artisanal landings on municipalities of Prado, Alcobaça, Nova Viçosa and Caravelas. Data were collected from may of 2005 to June of 2007. All specimens were measured total length, furcal length, standard length and total weight. Both sagittal otoliths were removed and washed in fresh water, air dried and stored in plastic receptacles until processing. Rainfall data were collected on a monthly bases thorough the National Department of Meteorology. Data from water surface were accessed from <http://nomad3.ncep.noaa.gov/cgi-bin/pdisp-sst.sh>. A total of 723 exemplars were analyzed from which 406 females and 317 males. Total length ranged from 102mm to 560mm. Major abundance occurred from 250 to 300mm classes, representing 24,1% of the sample. Length composition haven't shown significantly variance between sexes (Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ). Length – weight relationship was defined as ( $W = 0,0198LT^{2,89}$ ) and suggest that this species has a negative allometric growth. Age were determined on a subsample  $n=303$ , based on age rings from sectioned and whole otoliths. Marginal incremental analysis has shown that age rings occurred on a year basis. Von bertalanffy growth equation for lane snapper was defined as ( $LT\text{ (cm)} = 56 * [1 - e^{-0,22(\text{age} - 0,20)}]$ ) and for weight  $W\text{ (g)} = 2200 * [1 - e^{-0,23(\text{age} - 0)}]^{2,89}$ . Weight increment for ages had it's major values for the fifth and sixth year. Total mortality  $Z$  was  $0,46\text{ (year}^{-1}\text{)}$ , what means a survival  $S = 0,60\text{ (year}^{-1}\text{)}$ . Estimates of natural mortality  $M$  calculated with various methods ranged from  $0,22$  to  $0,47$ ; however we felt that  $M = 0,22$  was the most appropriate estimate based on our estimate of  $Z$ . Estimates of Fishing mortality  $F = 0,28$ , show that  $M$  correspond to 44% of total mortality and  $F$  correspond to 56%.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a biologia e ecologia de Lutjanídeos têm sido estudadas e revisadas intensamente. Esta família pertencente à Ordem Perciformes, a mais diversificada de todas as ordens de peixes e também a maior ordem dentre os vertebrados (FISHER, 1978; NELSON, 1994), sendo considerada um recurso pesqueiro importante em toda sua área de ocorrência (RALSTON & MYAMOTU, 1983; POLOVINA & RALSTON, 1987; POLUNIN & ROBERTS, 1996).

A família Lutjanidae, composta por cerca de 125 espécies, é tipicamente tropical, com a distribuição de seus representantes coincidindo, a grosso modo, com a ocorrência de formações recifais (MACHADO *et al.*, 2003). Lutjanídeos apresentam altas fecundidades e formam agregações reprodutivas (SALE, 1991; LEIS, 1987). Exemplares deste grupo, são considerados vulneráveis à pesca, devido principalmente, a seu grande porte, ciclo de vida longo, crescimento lento e maturação tardia (POLOVINA & RALSTON, 1987; SADOVY, 2001). Estas características colocam as populações de lutjanídeos em situação delicada, quando grandes esforços de pesca são empregados (BANERROT *et al.*, 1987; RALSON, 1987). Recentemente, a American Fisheries Society-AFS reconheceu que os lutjanídeos devem ser manejados conservativamente, de forma que sejam evitadas situações de sobrepesca e colapso dos estoques (COLEMAN *et al.*, 2000).

Espécies do gênero *Lutjanus* apresentam distribuição circuntropical. São considerados peixes demersais que habitam cavernas e reentrâncias em fundos duros, rochosos ou recifais, entre profundidades de 2 a 250 m. São carnívoros generalistas, apresentando estratégias de alimentação noturna e crepuscular, além de serem sexualmente gonocóricos (LOWE-MCCONNELL, 1991; GRIMES, 1987).

Peixes recifais são mais vulneráveis às atividades pesqueiras do que os de regiões temperadas ou de comportamento pelágico. Aspectos do ciclo de vida, como territorialismo, uma pequena área espacial, características trofodinâmicas do ambiente recifal, alta longevidade, crescimento lento, época de primeira maturação tardia, possibilidade de hermafroditismo protogínico para algumas espécies e até mesmo mutualismo com outros filos, tornam a estrutura das comunidades de peixes recifais sensíveis às atividades exploratórias devido ao alto nível organizacional das relações interespecíficas (BANERROT *et al.*, 1987; POLUNIN & ROBERTS, 1996; RUSS, 1991; SADOVY, 1996; SALE, 1991). Um dos principais efeitos diretos da pesca está

na redução da abundância de espécies alvo. Além disso, a pesca pode também modificar características evolutivas na população, através da remoção seletiva de indivíduos maiores e de crescimento mais rápido (PAULY *et al.*, 1998). Esses grupos de peixes, normalmente espécies alvo da pesca, possuem muito mais ligações tróficas do que sua abundância numérica pode predizer, indicando efeitos potenciais em toda a estrutura da comunidade (FLOETER *et al.*, 2006).

Apesar do grande volume de estudos sobre ecologia, informações sobre idade de peixes recifais são escassas (SALE, 1985). Por muito tempo acreditava-se que os peixes tropicais marinhos não estavam sujeitos a oscilações no crescimento ou a variações sazonais em sua taxa de crescimento e, portanto, espécies tropicais não apresentariam anéis anuais sazonais suficientes para induzir a formação destas marcas (LONGHURST & PAULY, 1987). Contudo, diversas investigações apontam para a formação de marcas anuais periódicas em estruturas de aposição, associando sua formação a reprodução, disponibilidade de alimento, períodos de seca e chuva, fotoperíodo e a ciclos endógenos (CLARO *et al.*, 2001, LUCKHURST *et al.*, 2000; ALEGRIA & MENEZES, 1970; MANOOCH III & MASON, 1984) .

Algumas espécies de peixes recifais, tais como vermelhos, badejos e garoupas, possuem excelente valor comercial, sendo considerados peixes nobres. Devido a crescente exploração destes recursos pela frota linheira, entre outras, se levou a necessidade de estudar estas espécies quanto a sustentabilidade e o estado de suas pescarias (LEITE *et al.*, 2005).

Estudos de crescimento e idade fornecem informações básicas sobre a estratégia de vida, estrutura de populações e mudanças no crescimento devido a perturbações ambientais ou pela pesca, o que aumenta a compreensão da biologia dos peixes e forma a base dos modelos de dinâmica de populações (RADTKE & HOURIGAN, 1990). Quando utilizados em modelos de produção permitem diagnosticar mudanças e fazer projeções sobre o estoque (DOMINGUES & HAYASHI, 1998). Tais estudos assumem relevância ecológica, compondo um dos aspectos biológicos mais importantes por ser quesito indispensável aos cálculos de mortalidade.

A importância de se compreender a dinâmica de crescimento não é algo recente. Um dos primeiros a realizar observações acerca do crescimento de peixes foi Aristóteles (348-322 a.c) em sua obra “História Animalium”, ao reportar que na Grécia antiga o pescador distinguia três tamanhos (grupos) de atum. Entre outras observações, notou

que a escassez de grupos de indivíduos mais jovens (menores) gerava deficiência na pescaria nos anos seguintes (AGUILAR *et al.*, 1995).

A determinação da idade através de anéis periódicos tem um longo histórico, datando antes de um século atrás, quando HEDERSTÖM (1759) considerado um dos pioneiros na leitura de idade em estruturas ósseas em peixes utilizou as escamas de carpa *Ciprinus carpio* e as vértebras de *Esox lucio* para determinar a idade. Mais tarde, REIBISCH (1899) observou annulis em otólitos (CAMPANA, 1999). No século XIX criou-se o método das frequências de comprimento, proposto por PETERSEN (1892), além do desenvolvimento e aperfeiçoamento das técnicas utilizadas na determinação da idade. Essas técnicas tornaram-se mais precisas e refinadas, devido aos métodos desenvolvidos para retrocalcular os comprimentos dos peixes e para a validação das técnicas utilizadas na determinação da idade (AGUILAR *et al.*, 1995). Também neste século, observaram-se em águas européias e norte-americanas os primeiros sinais do que mais tarde se denominaria sobrepesca (AGUILAR *et al.*, 1995).

Paralelamente ao desenvolvimento destas técnicas, grandes esforços foram feitos para encontrar uma expressão matemática que explicaria o crescimento dos organismos em peso e comprimento. Muitas fórmulas foram propostas como a de GOMPERTZ (1825), ROBERTSON (1923), entre outras. Contudo, a maioria das fórmulas propostas eram muito complexas, além de não apresentarem uma boa base biológica. O modelo proposto por VON BERTALANFFY (1938) foi o que encontrou maior aceitação no campo da ciência pesqueira, por apresentar boa base fisiológica, baseada no resultado da ação dos processos de anabolismo e catabolismo como base do crescimento.

Para a estimação do crescimento vários métodos podem ser aplicados, entre os quais, a observação direta, normalmente utilizada para peixes em cativeiro. Métodos de marcação e recaptura são amplamente utilizados na Biologia Pesqueira, pois além de fornecerem dados acerca do crescimento, os dados obtidos através deste método podem ser utilizados para a estimação do tamanho da população, taxas de mortalidade e migração. Contudo, esse método geralmente envolve gasto de recursos como pagamento de recompensas por animais recapturados e considerável tempo no mar (KING, 1995). Outro método utilizado é o método de Petersen que se baseia na análise de distribuições de frequência por classe de comprimento de amostras sucessivas no tempo; cada moda representa o comprimento médio aproximado dos indivíduos componentes de uma mesma classe etária (resultantes de uma mesma desova). Aplica-se a estudos sobre crescimento de espécies para as quais a contagem do número de anéis



das diversas estruturas torna-se impossível e principalmente no caso em que só há disponibilidade de dados sobre distribuição de comprimento. Este método exige um grande número de amostras, que devem ser coletadas mensalmente e não deve ser aplicado no caso de desova parcelada, o que aumenta a subjetividade na identificação das modas (VAZZOLER, 1981). Aplica-se, sobretudo, a espécies de crescimento rápido, ciclo de vida curto e de clima temperado, que possuem períodos de desova bem definidos.

Outro método consiste na interpretação das estruturas rígidas ou de aposição. Esta metodologia é a mais utilizada para a determinação da idade e estudos de crescimento (VAZZOLER, 1981). Baseia-se na observação de marcas que se formam periodicamente em estruturas rígidas como escamas, otólitos, vértebras, ossos operculares e espinhos de nadadeira (FONTELES-FILHO, 1989). Estas marcas são resultantes da flutuação do crescimento causadas por variações ambientais e ou metabólicas que o peixe foi ou é submetido, fazendo com que ele cresça rapidamente em determinadas épocas do ano e lentamente em outras. As variações periódicas são mais comuns para peixes de clima temperado, onde a sazonalidade é bem demarcada. Durante as estações frias, devido à queda do metabolismo provocado pelas baixas temperaturas, ocorre uma redução na taxa de crescimento e durante as estações quentes, as altas temperaturas favorecem o crescimento. Em espécies de regiões tropicais as variações no crescimento são resultado das atividades de desova ou mudanças nas condições ambientais durante as estações de seca e chuva (KING, 1995; BAGENAL & TESCH, 1978).

O ariocó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), espécie alvo deste estudo, habita recifes coralíneos e áreas adjacentes, sendo encontrados da superfície até cerca de 400 m de profundidade em todo o Atlântico ocidental tropical e subtropical alcançando tamanho máximo entre 40 e 50 cm (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980). Apesar de sua importância comercial, a maior parte das informações sobre a biologia da espécie é proveniente de estudos feitos no hemisfério norte. LUCKHURST *et al.* (2000) e MANICKCHAND-DASS (1987) estudaram aspectos da reprodução, idade e crescimento nas Bermudas e em Trinidad, respectivamente. No Golfo do México, onde *L. synagris* também é uma espécie comercialmente importante, sua ecologia e dinâmica populacional foram estudadas por RIVERA-ARRIAGA *et al.* (1996).

No Brasil, a espécie é relativamente abundante no Nordeste, onde também tem grande importância comercial. As espécies do grupo estão entre as categorias de

pescado mais valiosas no mercado, sendo consideradas como peixe de primeira qualidade em todos os estados (RESENDE *et al.*, 2003 ). No caso específico do ariocó, a pesca é conhecida como “pesca de choque”, onde os peixes são pescados e congelados vivos, a fim de manter a cor vermelha característica do grupo, o que aumenta seu valor comercial e torna a pesca “tipo exportação”.

As primeiras investigações sobre *L. synagris* no Brasil foram realizadas no estado do Ceará, onde a idade e o crescimento foram estudados por ALEGRIA & MENEZES (1970) e a fecundidade por GESTEIRA & ROCHA (1976). Na costa baiana, três estudos foram realizados: CARIA (2000) estudou aspectos da biologia reprodutiva no litoral norte e LIMA (2004) avaliou a idade e crescimento.

Apesar de sua grande importância econômica e biológica, ainda faltam dados biológicos que permitam uma avaliação do estoque desta espécie na região de Abrolhos, onde a mesma assume grande importância, tanto social, quanto ecológica. Assim este estudo visa contribuir para o conhecimento do crescimento dessa espécie, além de fornecer dados importantes quanto à sustentabilidade de sua pescaria e o estado atual de seu estoque para o Banco dos Abrolhos.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar os parâmetros de crescimento de *Lutjanus synagris*, através da análise de dados obtidos nos desembarques da frota linheira artesanal no extremo sul da Bahia, gerando subsídios para a gestão pesqueira da espécie no Banco dos Abrolhos.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Calcular a relação peso total/comprimento total de *L. synagris*;
- Estimar a idade de *L. synagris* através da análise de otólitos sagittae;
- Obter os parâmetros de crescimento:  $L_{\infty}$ ,  $k$  e  $t_0$ ;
- Estimar as curvas de crescimento em comprimento e peso;
- Determinar a periodicidade e época de formação de anéis etários em otólitos;
- Demonstrar a validade dos anéis etários em otólitos como indicadores de idade, bem como discutir os fatores que influenciam sua formação;
- Estimar o parâmetro de mortalidade total (**Z**).

### **3. MÉTODOS**

#### **3.1. ÁREA DE ESTUDO**

O estado da Bahia possui uma costa com extensão de 1188 km, apresentando características tropicais e águas influenciadas por correntes marinhas oceânicas. A costa baiana é composta por várias regiões estuarinas com formação de manguezais arbóreos, destacando-se as baías de Todos os Santos e de Camamú. No Extremo Sul, destacam-se, na área marinha, os Bancos Abrolhos e Royal Charlotte e, na costa, os extensos manguezais de Caravelas e Nova Viçosa.

O Complexo dos Abrolhos (Figura 1) constitui-se numa área formada por extensos recifes de corais, manguezais, restingas e remanescentes da Mata Atlântica brasileira. Apresenta a maior biodiversidade marinha de todo o Atlântico Sul, abrigando diversas espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção (DUTRA *et al.*, 2006).

O banco de Abrolhos é um alargamento da plataforma continental leste brasileira, a qual é irregular e de um modo geral bastante estreita (largura média 50km). Possui 46.000Km<sup>2</sup> de área e costa afora, na altura da cidade de Caravelas, apresenta uma largura excepcional de cerca de 200 km (PEREIRA *et al.*, 2005; LEÃO, 1982).

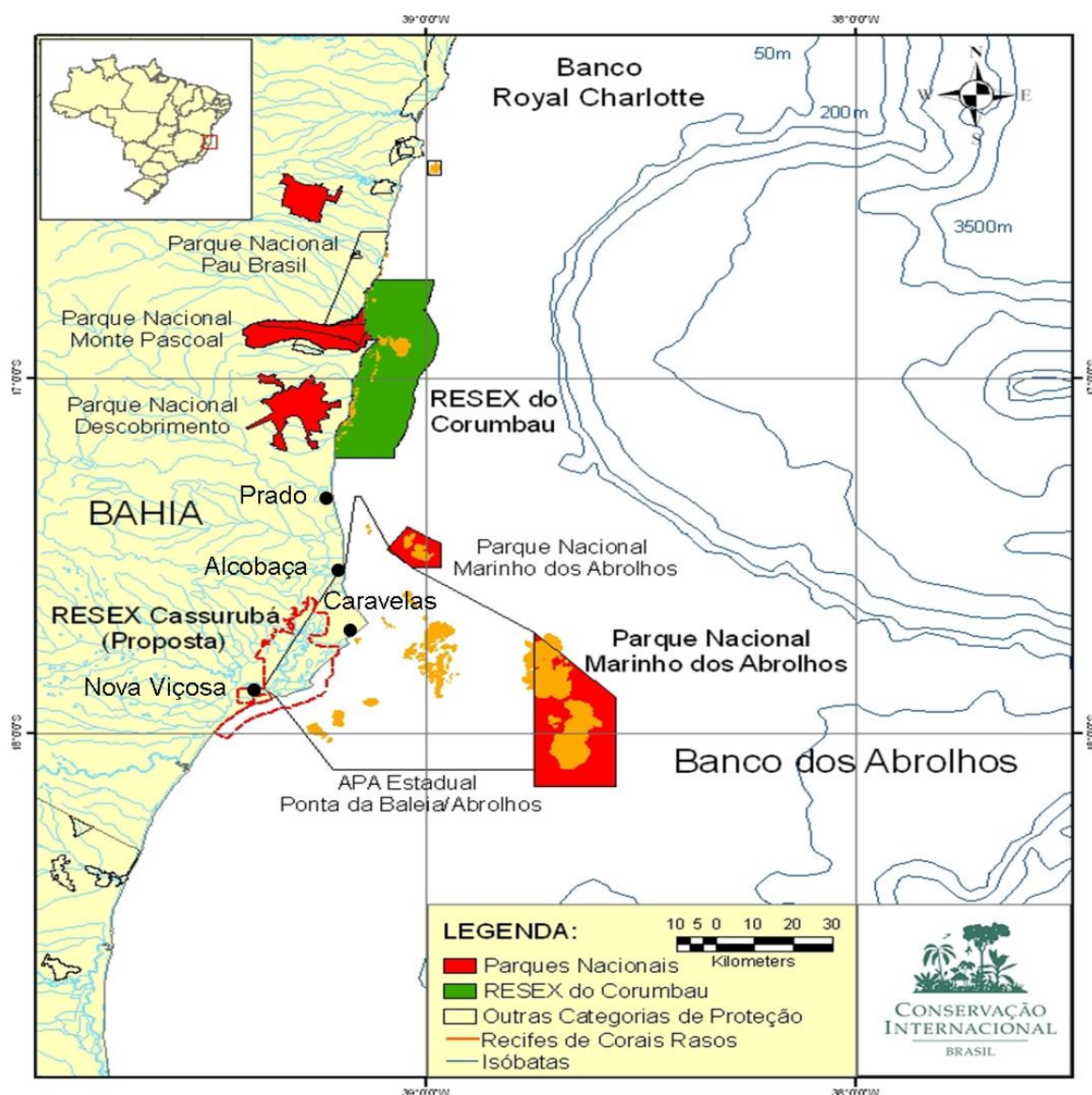


Figura 1. Mapa do Banco dos Abrolhos com as principais reservas e Municípios de Prado, Alcobaça, Caravelas e Nova Viçosa na Bahia, onde foram realizados os trabalhos. Mapa concedido pela Conservation International do Brasil (CI).

O clima é determinado pela influência de três massas de ar: a Equatorial Atlântica (mEA), constituída pelos ventos alísios do SE, dominando o outono e o inverno; a Tropical Atlântica (mTA) na primavera e verão e a Equatorial Continental (mEC) no verão. A temperatura do ar apresenta médias mensais relativamente constantes, variando de 24°C no inverno a 27°C no verão. A média anual de precipitação na região costeira em frente à área de Abrolhos é de 1750 mm. Março, abril e maio são os meses mais chuvosos, concentrando 35% da toda a precipitação anual (612mm) (NIMER, 1989).

As condições hidrográficas do nordeste do Brasil se estendem por toda a Região Central, entre a Baía de Todos os Santos e o Cabo de São Tomé. Três massas d'água são as principais nesta região. A parte interna da plataforma continental é, em sua maior parte, coberta pela Água Costeira (AC), com característica quente com temperaturas maiores que 20°C e salinidades menores que 35 e alta mistura, resultado da diluição de águas oceânicas por águas provenientes de pequenos e médios estuários localizados ao longo da costa. Na parte externa da plataforma continental ocorre a Água Tropical da Corrente do Brasil (AT), que consiste em uma massa d'água superficial com temperaturas maiores que 20°C e salgada, com salinidades maiores que 36,4. Enquanto a Corrente do Brasil é observada na superfície, abaixo dela observa-se a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), caracteristicamente fria com temperaturas menores que 20°C e com salinidades maiores que 36,4 (CASTRO & MIRANDA, 1998). Enquanto a ACAS é rica em nutrientes, a AT é oligotrófica (STRAMMA & ENGLAND, 1999). As temperaturas na região dos bancos variam de 25 a 27°C durante o verão, e 22 a 24°C durante o inverno, apresentando fracos gradientes verticais (MARTINS *et al.*, 2005).

Um mecanismo que contribui para o enriquecimento nesta área oligotrófica é a influência da corrente de maré com a topografia do fundo, ocasionando ressurgência da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) na porção sul do banco de Abrolhos e consequentemente aumento da produtividade primária (PEREIRA *et al.*, 2005). A interação das correntes de maré com a topografia de fundo pode, também, gerar correntes residuais normais aos gradientes topográficos. Tais correntes também são responsáveis por gerar ressurgência (PEREIRA *et al.*, 2005).

### **3.2. CARACTERÍSTICAS DA PESCA**

As características do litoral sul baiano constituem-se num fator importante para a análise da estrutura pesqueira e das diversidades zonais aí encontradas. Essas peculiaridades fisiográficas se manifestam através de diferenças ocorridas em relação ao traçado do litoral, bem como na constituição e extensão da plataforma continental que, desde o limite com Sergipe até a altura da cidade de Belmonte, apresenta-se bastante estreita, com cerca de 12 milhas de largura. A partir daí, há uma expansão progressiva, chegando, na região do extremo sul do estado a atingir 120 milhas. O fundo da plataforma continental é duro e extremamente acidentado, formado por uma laje calcária associada a estruturas coralinhas. Esse fundo rochoso e irregular, principalmente na isóbata dos 50m e no limite do talude é o habitat de espécies nobres, tais como:

vermelhos, badejos, garoupas, chernes e lagosta (IBAMA, 2005). Outro fator que pode influenciar no tipo de espécies capturadas, bem como o tipo de frota, devido à maior ou menor autonomia das mesmas, são as profundidades existentes em cada região (FRÉDOU & FERREIRA, 2005). No caso específico do Banco dos Abrolhos este se mostra um local, em geral, onde existe o predomínio de baixas profundidades (Figura 2), o que por sua vez, favorece e condiciona a atuação de uma frota artesanal (IBAMA, 2005). A captura destas espécies, normalmente sedentárias, habitantes dos fundos rochosos, fica limitada ao uso de linha simples, espinhéis e armadilhas (IBAMA, 2005)

No estado da Bahia, a frota é predominantemente artesanal, com um total de 6.979 embarcações (IBAMA, 2005). As embarcações de pequeno porte, movidas a vela ou remo, constituem 69% e não conseguem alcançar profundidades elevadas. Apenas as embarcações motorizadas, que compõem 31% da frota, possuem maior autonomia, conseguindo atingir profundidades e distâncias maiores (IBAMA, 2003). As embarcações não motorizadas, representadas por canoas, catraias, jangadas e barcos a vela, foram responsáveis pela maior produção de pescado em 2005 no estado da Bahia. As canoas representam 57% desse total e se concentram principalmente nas regiões de Salvador e do baixo sul da Bahia. Nestas, são empregadas uma grande variedade de petrechos que incluem redes de cerco, redes de espera e linha de mão.

As 2.099 embarcações motorizadas incluem saveiros, botes e lanchas e são dirigidas principalmente à pesca da lagosta, ao arrasto de camarão e à pesca de linha. A pesca de linha representou 19,1% do total desembarcado, sendo dirigida principalmente para a captura de espécies recifais, geralmente da família Lutjanidae (COSTA *et al.*, 2003).

Estimativas de produção mostram que em 2005, o Ariocó apresentou 442,7 t o que representa 1% de toda a pescaria na Bahia. Contudo, em Caravelas e Nova Viçosa, esta espécie assume maior importância nos desembarques locais. Segundo dados de captura, esta apresentou 57,5t para o município de Caravelas e 87,2t para Nova Viçosa, constituindo 3,9 e 3,3%, respectivamente (IBAMA, 2005).

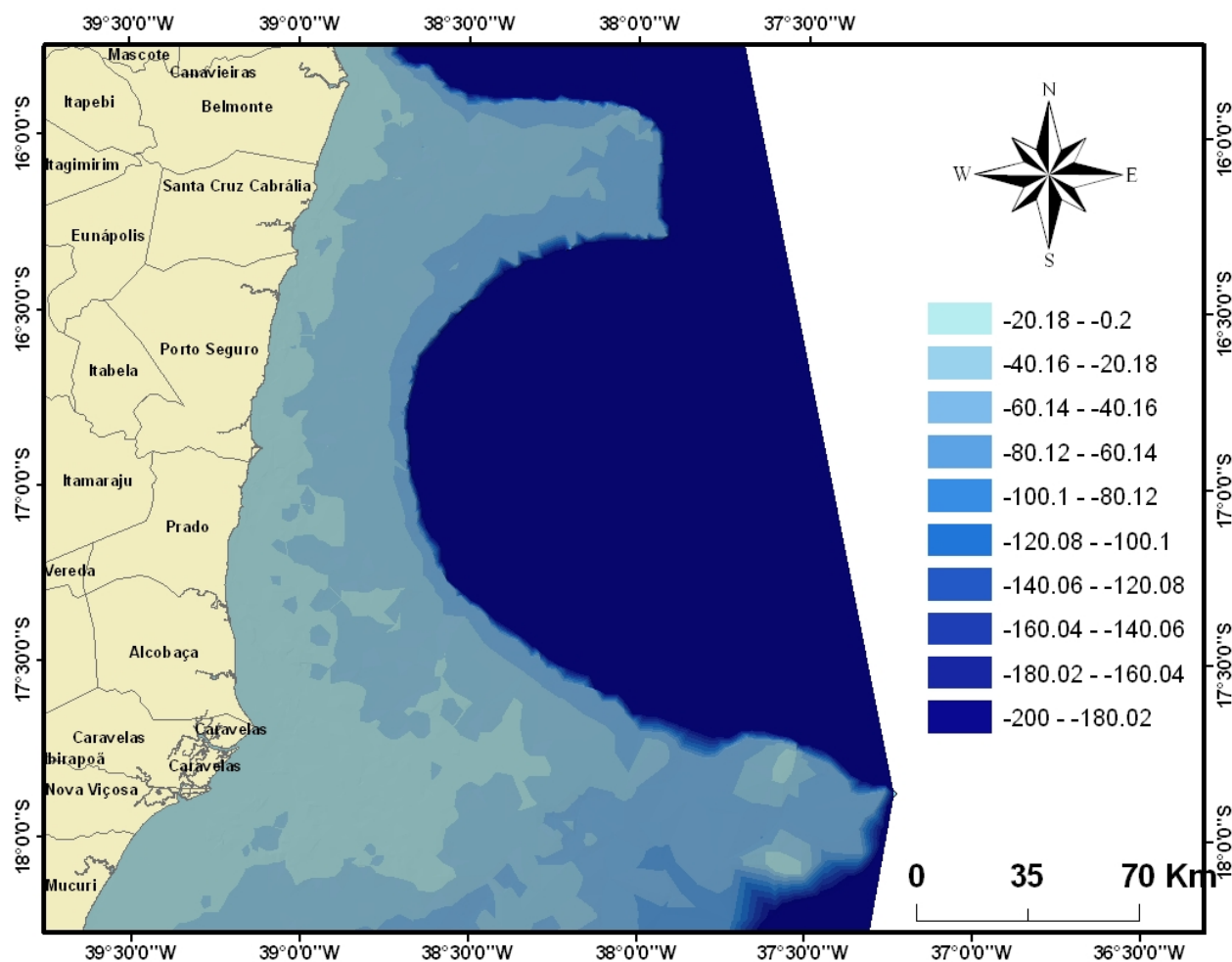


Figura 2. Modelo numérico terreno elaborado no programa ArcGis 9.2, a partir de pontos batimétricos (carta Náutica 13000), caracterizando o Banco dos Abrolhos quanto as suas profundidades relativamente rasas.

### 3.3. COLETA DO MATERIAL

Os dados utilizados para este estudo foram obtidos através do programa Marine Management Area Science (MMAS) em parceria com a Conservação Internacional do Brasil (CI Brasil), através do monitoramento dos desembarques pesqueiros realizado nos municípios de Nova Viçosa, Caravelas, Alcobaça e Prado durante o período de maio de 2005 a junho de 2007, junto às comunidades artesanais. A frota pesqueira atua na região compreendida entre o Banco Royal Charlotte (16°S) e o sul do Banco dos Abrolhos (20°S) localizado no norte do Estado do Espírito Santo.

Exemplares de *L. synagris* foram obtidos aleatoriamente nos desembarques mencionados acima. Cada exemplar foi mensurado com um ictiômetro (1 mm), sendo obtidos dados morfométricos como comprimento total (comprimento entre a extremidade do focinho e a extremidade da nadadeira caudal), furcal (comprimento



entre a extremidade do focinho e a furca da nadadeira caudal), total (comprimento entre a extremidade do focinho e a extremidade da última vértebra) (Figura 3).

O peso de cada exemplar foi obtido com balança de 0,1 g de precisão, o sexo determinado através da observação macroscópica e a data e local de captura foram anotados. Em seguida, o par de otólitos *sagittae*, situados na porção da cabeça dentro da cápsula auditiva, foi retirado dos sáculos que os envolvem, lavados em água corrente e preservados a seco em frascos de plástico (VAZZOLER, 1981).

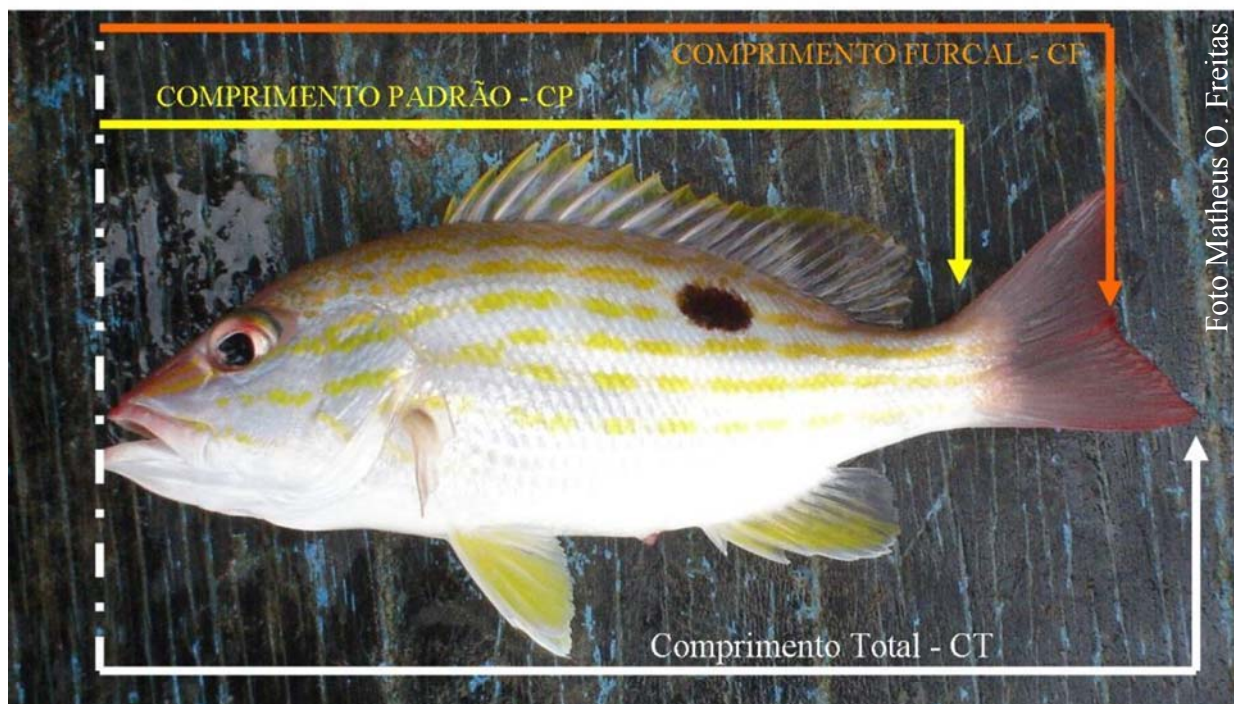


Figura 3. Esquema demonstrando um exemplar de *L. synagris* e respectivas medidas obtidas para exemplar.

### 3.4. OTÓLITOS

Otólitos representam as mesmas estruturas que nós conhecemos como ossos do ouvido em vertebrados superiores. Para o peixe, estas pequenas concreções calcárias, localizadas em cápsulas auditivas, são responsáveis pela percepção de sons, equilíbrio corporal, movimento e gravidade (LOWENSTEIN, 1971; FONTELES FILHO, 1989). Para os pesquisadores eles funcionam como o registro de informações cronológicas, informações estas que podem ser usadas no rastreamento da história de vida do peixe, a um nível de detalhamento incomparável por qualquer outra estrutura dentre outros vertebrados (CAMPANA & THORROLD, 2001; JENKE, 2002). Isto, devido às concreções contínuas de carbonato cálcio e proteínas (predominantemente otolina) ao



longo de toda vida. Além disso, otólitos têm a vantagem de não apresentarem reabsorção quando submetidos ao estresse, o que não ocorre para outras partes duras como, por exemplo, escamas (CAMPANA & NELSON, 1985).

Todo peixe possui três pares de otólitos. O maior é o *sagittae* (Figura 4), seguido em ordem de tamanho *asterisci* e *lappilli*. Por ser o maior dos três pares de otólito encontrados *sagittae* foi escolhido para a estimação da idade de *Lutjanus synagris*. Esses foram extraídos através da dissecação do bulbo ótico, técnica que consiste em cortar a parte superficial do bulbo, com tesoura apropriada, expondo as cápsulas auditivas com seus respectivos otólitos, que são removidos imediatamente com pinças, limpos, secos, etiquetados e armazenados em tubos plásticos.

Em laboratório, os pesos dos otólitos direitos e esquerdos foram obtidos com balança analítica com magnitude de (0,0001g). O comprimento dos otólitos foi obtido com auxílio de um paquímetro (0,05mm).

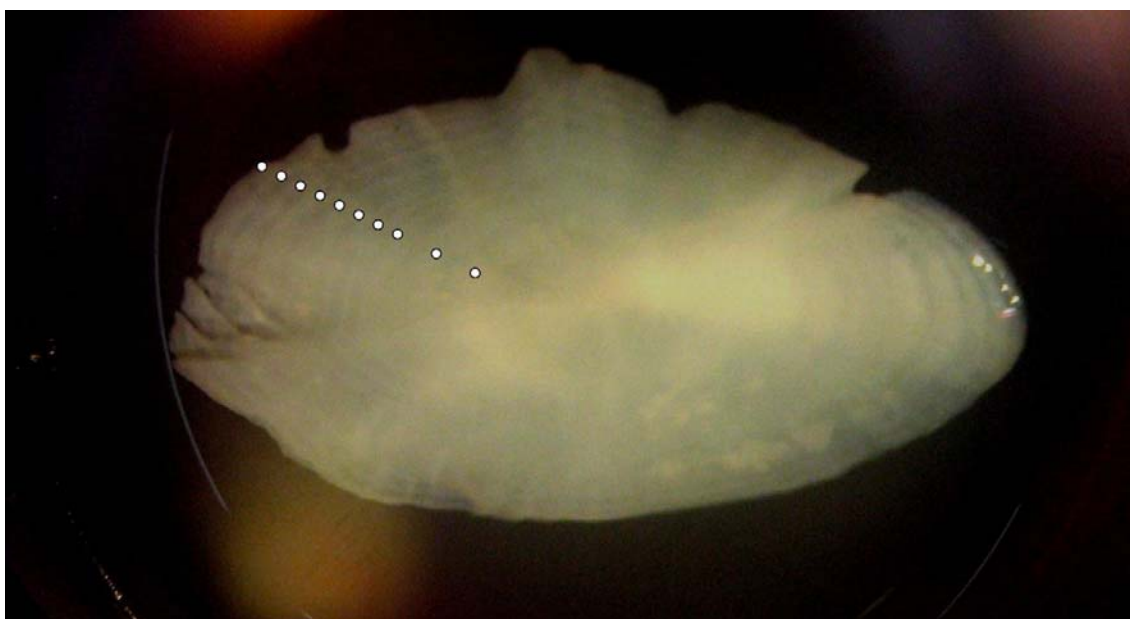


Figura 4. Otólito inteiro de um exemplar com 10 anos. Pontos indicam a formação de anéis opacos.

### 3.5. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Posterior à observação dos otólitos inteiros, os otólitos esquerdos foram separados para a confecção de lâminas. Este processo passa por várias etapas dentre elas: inclusão em resina, cortes e preparação da lâmina. Na etapa de inclusão, primeiro foram identificados e marcados na área do núcleo, local onde devem ser feitos os cortes. A etapa subsequente consiste em acondicionar os otólitos em moldes de

silicone, confeccionados manualmente (Figura 5). Em seguida foi aplicada resina poliéster cristal. Após o endurecimento da resina por 24h, os blocos foram retirados das formas e preparados para os cortes. De cada bloco foram feitos quatro cortes transversais com o auxílio de uma serra metalográfica de baixa rotação (Buehler) (Figura 6). Cada secção foi então lixada com lixa d'água 1200. As secções foram coladas a uma lâmina de vidro com o auxílio de cola transparente Enthellan. As lâminas então foram secas ao ar livre e depois de vinte quatro horas estão prontas para a visualização (Figura 7).



Figura 5. Processamento das amostras. Etapa de inclusão em resina para subsequente corte dos Otólitos.



Figura 6. Serra metalográfica de baixa rotação (Buehler).

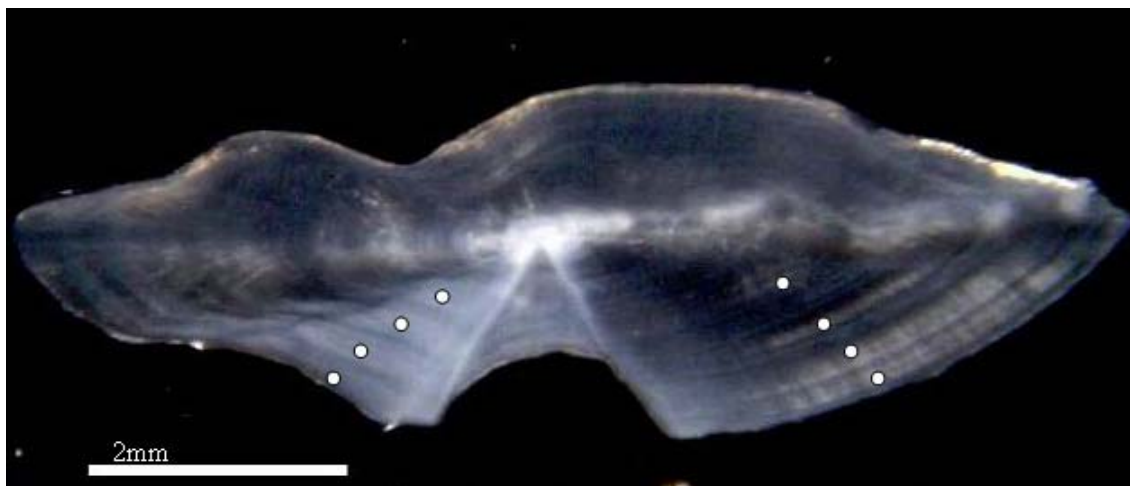


Figura 7. Visualização de um otólito seccionado. Pontos indicam anéis etários.

### 3.6. CRITÉRIOS NA LEITURA

Todas as leituras foram feitas através de uma lupa estereoscópica com aumento de 5x. Após o reconhecimento morfológico nos padrões das marcas opacas e translúcidas e zonas de leitura, quatro critérios foram definidos para a leitura de otólitos inteiros e seccionados:

- 1- Inicialmente identificou-se o primeiro anel opaco;
- 2- Em seguida observou-se a integridade do último anel opaco, verificando se este era completamente formado ou não. Se completo, ou seja, uma banda opaca entre duas bandas translúcidas, o mesmo era considerado nas contagens. Se incompletos esses foram desconsiderados das leituras;
- 3- A correspondência entre o número de marcas opacas nos dois lados dos otólitos seccionados foi observada verificando o plano de secção.
- 4- A continuidade das marcas opacas entre os dois lados do otólito também foi observada.

Foram realizadas três leituras para otólitos seccionados e para otólitos inteiros.

O ajuste na precisão das leituras, foi realizada de acordo com o calculo do APE (Average Percent Error), estabelecido por BEAMISH & FOURNIER (1981):

$$APE = \frac{1}{N} \times \sum_{j=1}^N \frac{1}{R} \times \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j}$$

A comparação de leituras independentes por este método é baseada na diferença entre os desvios padrões de cada leitor ou leitura, onde:

N é o número de amostras;

**R** é o número de determinações de idade para a amostra

**X<sub>ij</sub>** é a idade determinada;

**X<sub>j</sub>** é a média entre as determinações.

Foi estabelecido também um critério de aceitação de leituras, que considerou como idade determinada, aquela de maior frequência para um mesmo otólito, concluindo desta maneira a determinação das idades (**i**). Leituras que apresentaram um erro maior que 25% entre as leituras ou que não se repetiam foram revisadas para subsequente aferição da idade.

### 3.7. DIGITALIZAÇÃO DE IMAGENS

Foi feita a digitalização de todos os otólitos utilizados nas leituras. Com isso espera-se ter um banco de imagens, que será utilizado como registro do tipo de padrão dos otólitos para esta espécie. Além disso, as imagens obtidas podem ser utilizadas para treinamento de novos leitores. As imagens foram obtidas através de uma câmera (Microscope câmera 130x USB) que é ligada diretamente ao computador (Figura 8). A câmera é colocada em cima da lâmina, que por sua vez está sob um vidro em cima de uma cuba preta (Figura 9), que permite a melhor visualização da estrutura. Toda a regulagem de zoom e aumento é feita manualmente. Assim as imagens são obtidas de forma prática e eficiente.



Figura 8. Obtenção das imagens dos otólitos através da câmera digital (Microscope câmera 130x USB).

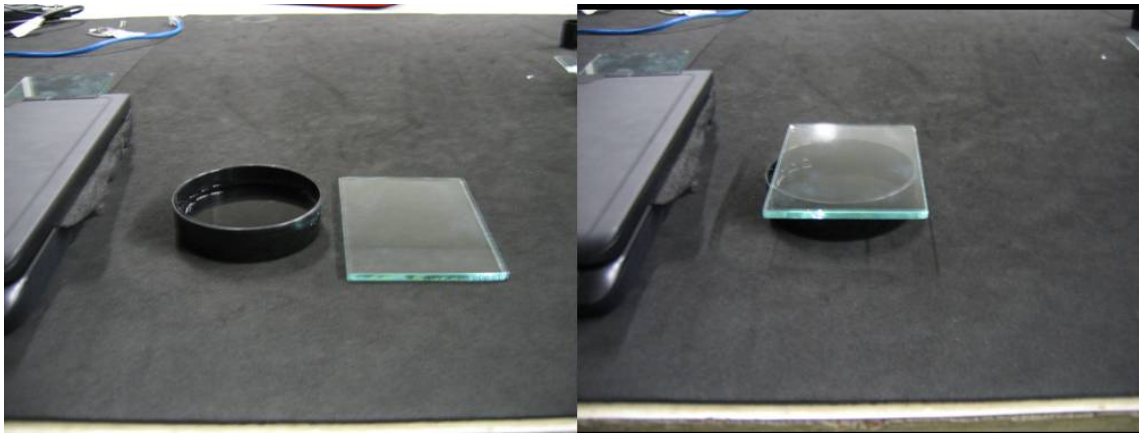


Figura 9. Aparato utilizado para apoiar a câmera e lâminas.

### 3.8. ANÁLISE DOS DADOS

#### 3.8.1. RELAÇÃO COMPRIMENTO-PESO

A relação comprimento–peso dos peixes tem muita utilidade na biologia pesqueira. Por um lado esta relação tem valor teórico estabelecendo a forma com que o peixe cresce. Se o peixe cresce isometricamente existe uma relação cúbica entre o comprimento e o peso. Por outro lado tem uma relevância prática, dado que normalmente é difícil, demorado e pouco exeqüível registrar os pesos dos peixes em amostragens de desembarques da frota comercial (KING, 1995). Esta equação que descreve essa relação nos permite transformar os dados de comprimento em peso, ou seja, na unidade usada tanto pelos pescadores, como pelos organismos responsáveis pelas estatísticas para avaliar o volume da captura, biomassa e produção. Outra aplicação prática desta equação pode ser observada em trabalhos de senso visual, onde o uso desta relação permite a conversão de dados de comprimentos obtidos em peso.

Os dados referentes à relação entre peso total (**Wt**) e comprimento total (**Lt**) foram obtidos para machos, fêmeas e sexos agrupados utilizando a expressão matemática proposta por LE CREN (1951):

$$Wt = a \cdot Lt^b$$

Sendo, Wt = peso total (g), Lt = comprimento total (cm), *a* = coeficiente linear, é o ponto onde a reta corta o eixo (y) e *b* = coeficiente angular é a tangente do ângulo que a reta forma com a direção horizontal.

### 3.8.2. CURVAS DE CRESCIMENTO

A curva de crescimento, bem como os parâmetros da curva, foram determinados através de um modelo de ajuste não-linear que utiliza um algoritmo iterativo que minimiza o somatório dos quadrados dos resíduos, implementado através do programa Kaleidagraph 4.0 (Albec Software, 1993), utilizando-se o modelo de von Bertalanffy:

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

Sendo,

$L_t$  = o comprimento total (cm) dos indivíduos com idade  $t$ ;

$L_{\infty}$  = o comprimento total máximo assintótico (cm);

$e$  = base do logaritmo neperiano;

$k$  = taxa de crescimento ( $\text{ano}^{-1}$ );

$t$  = idade dos indivíduos em anos;

$t_0$  = comprimento total médio dos indivíduos no instante de nascimento.

Para o crescimento em peso foi utilizada a expressão:

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b,$$

Sendo,

$W_t$  = peso total estimado (g);

$W_{\infty}$  = peso teórico assintótico (peso máximo que um indivíduo atingiria se vivesse em condições ideais) (g);

$b$  = constante obtida da relação entre comprimento total e peso total.

### 3.8.3. VALIDAÇÃO

Para determinar a periodicidade na zona de formação, dois métodos foram usados. Primeiro, a borda de otólitos seccionados foi classificada como translúcida (TR) ou opaca (OP). Posteriormente foram plotadas as frequências de ocorrência da condição translúcida por mês. A coincidência temporal entre os menores valores do incremento marginal (IM) e a maior frequência de ocorrência da margem translúcida foi interpretada como o período de formação do anel.

O incremento marginal foi utilizado para validar as zonas opacas (*annulis*). O incremento marginal corresponde à distância da borda até o último anel opaco; quando o último anel opaco encontra-se na borda então o incremento é igual a zero. As médias mensais foram plotadas contra os meses. O valor mínimo de IM indica o mês de



formação do anel opaco (annuli) (BURTON, 2001; LAI *et al.*, 1996; YOSEF & CASSELMAN, 1995)

A análise do incremento marginal foi realizada utilizando diferentes expressões matemáticas propostas por LAI *et al.* (1987):

$$IM = (Rt - Rn)/(Rn - Rn-1)$$

Sendo:

**Rt** = Distância do foco até a borda (raio)

**Rn** = Distância do foco até o último anel opaco;

**Rn-1** = Distância do foco até a penúltima marca opaca.

O incremento marginal percentual (IM%) foi calculado através da expressão adaptada de ARAUJO *et al.* (2002):

$$IM\% = (Rt - Rn)/Rt$$

Sendo:

**Rt** = Distância do foco até a borda (raio)

**Rn** = Distância do foco até o último anel opaco;

As medidas de incremento marginal foram feitas para três eixos dos otólitos seccionados (eixo A, eixo C e eixo D), através de uma lupa estereoscópica com aumento de 25x para os eixos C e D e aumento de 16x para o eixo A, para saber qual pode fornecer a melhor resposta para esta análise (Figura 10).

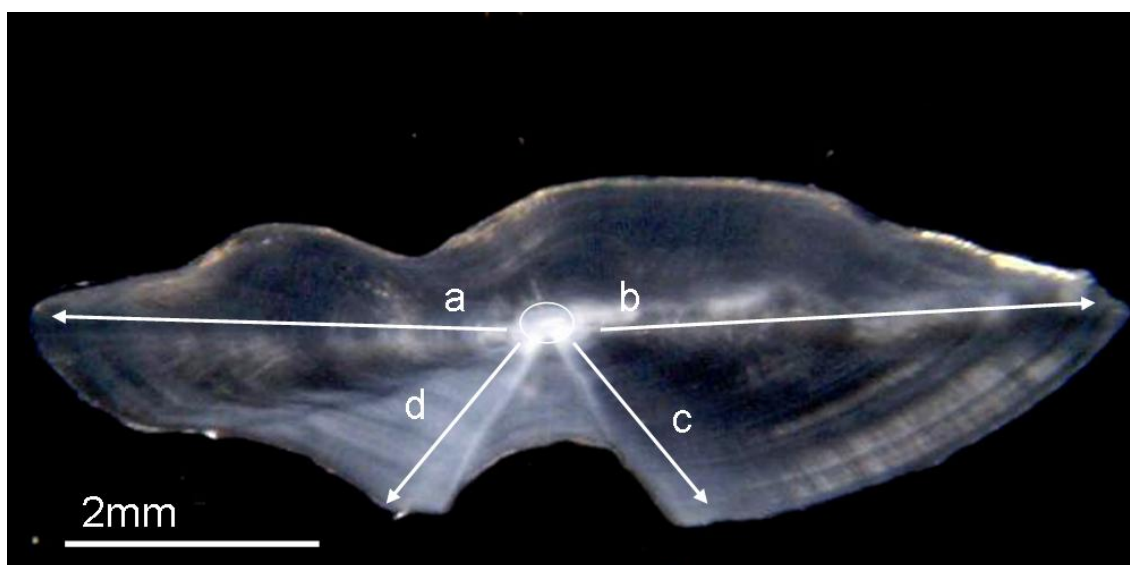


Figura 10. Eixos de medição em otólitos seccionados.

### 3.8.4. MORTALIDADE

Estimativas de **Z** foram obtidas através do método de curvas de capturas e comprimentos convertidos em curvas de capturas, proposto por BEVERTON & HOLT (1957), que se fundamenta na análise gráfica da regressão linear entre o logaritmo natural do número de peixes das capturas por classe de comprimento e sua respectiva idade, onde **Ln (n/Δt)** é a frequência total por classes de comprimento e idade, **a** é o intercepto e **b** o coeficiente angular da reta de regressão, o qual representa a taxa instantânea de mortalidade **Z**.

$$\text{Ln } (n/\Delta t) = a + b * \text{idade}$$

É considerado na análise apenas o segmento descendente da regressão que é a fração populacional intensamente explorada pela pesca. A partir do **Z** determinado, calculou-se a taxa de sobrevivência, segundo RICKER (1975).

$$S = e^{-Z}$$

Vale ressaltar que o cálculo de **Z** pressupõe que a mortalidade é constante para todos os grupos de idades considerados, que os grupos de idade são igualmente vulneráveis a arte de pesca utilizada e que a amostra pela qual as idades foram determinadas é representativa da população capturada (AGUILAR *et al.*, 1995).

### 3.8.5. MORTALIDADE NATURAL (M)

Para o cálculo da Mortalidade Natural (M) foram empregados quatro métodos.

A longevidade, em anos, foi estimada segundo TAYLOR (1958):

$$T_{\max} = t_0 + 2,996/k \text{ onde:}$$

$t_{\max}$  = longevidade (anos)

$$2,996 = -\ln(1-0,95)$$

(1) A mortalidade natural foi estimada segundo TAYLOR (1960):

$$M = 2,996/ t_{\max}$$



(2) Fórmula empírica de PAULY (1980):

$$\ln M = -0,0152 - 0,279 \cdot \ln L_{\infty} + 0,6543 \cdot \ln k + 0,463 \cdot \ln T$$

T= temperatura média anual da água, neste caso, 26 °C.

(3) Modelo empírico de RALSTON (1987), para Lutjanideos e Garoupas:

$$M = 0.0189 + 2.06 K$$

**M** = Mortalidade natural

**K** = coeficiente de crescimento calculado através da equação de von Bertalanffy.

(4) Método utilizado para se estimar a mortalidade natural foi de HOENING (1983):

$$\ln(M) = 1,44 - 0,982 \cdot \ln(t_{\max})$$

**T<sub>max</sub>** = idade máxima observada na amostra.

A mortalidade por pesca (**F**) foi estimada pela relação:

$$F = Z - M$$

Para o tratamento estatístico dos dados, testes não paramétricos foram empregados quando não eram respeitadas as condições de normalidade e homocedasticidade (ZAR, 1999). Todos os testes foram realizados com um nível de confiança de  $\alpha = 0,05$ .

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. DADOS ABIÓTICOS**

Foi observado que a temperatura superficial da água do mar (Figura. 11) aumenta a partir dos meses de setembro e outubro, tendo seu pico nos meses de verão (janeiro a março). No ano de 2007, estes altos valores estenderam-se até o mês de abril. Os menores valores de temperatura ocorreram nos meses de inverno (junho, julho e agosto). Avaliando-se as médias históricas de pluviosidade (Figura. 12) verifica-se que entre os meses de março e maio e entre os meses de outubro e dezembro são os períodos de maior incidência de chuvas na região do Banco dos Abrolhos.

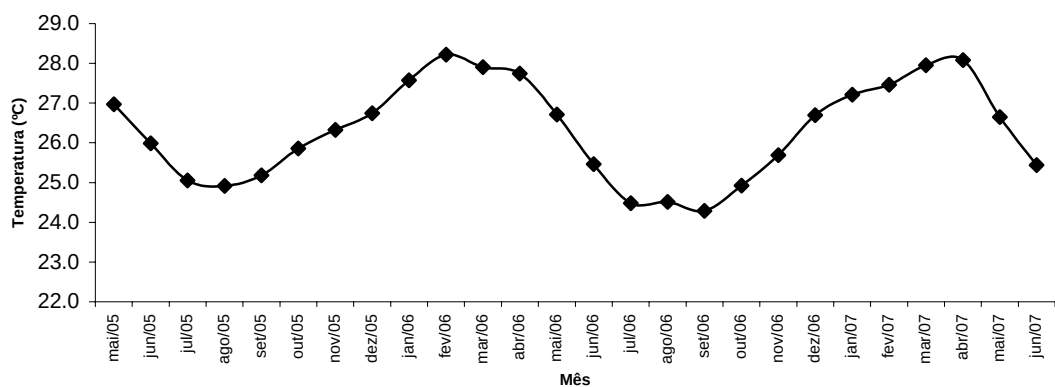


Figura 11. Valores médios mensais da temperatura da água do mar amostrados entre maio de 2005 e julho de 2007 no Banco dos Abrolhos.

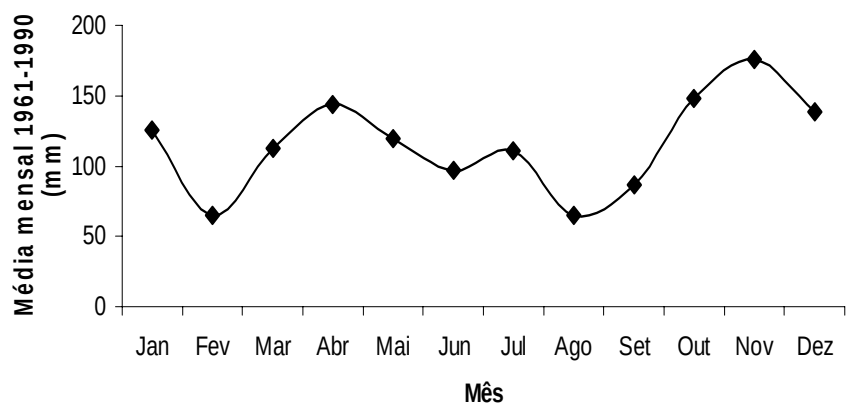


Figura 12. Valores médios mensais de pluviosidade no período de 1961 a 1990 amostrados no Banco dos Abrolhos (Fonte: DNMET, 1992).

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS DA PESCA

Os dados obtidos para este estudo são em sua maioria provenientes de indivíduos desembarcados em Caravelas ( $n = 603$ ), o que corresponde a 80% do total amostrado. O município de Alcobaça contribuiu com 13% ( $n = 99$ ), enquanto Nova Viçosa e Prado representaram apenas 6 % ( $n = 47$ ) e 1 % ( $n = 6$ ), respectivamente.

Com relação ao petrecho utilizado, os dados provêm em sua grande maioria da pesca de linha ( $n = 710$ ) o que corresponde a 93,9% do total amostrado. O restante foi coletado através do uso de rede ( $n = 46$ ), o que corresponde a 6,1% do total da amostra. Apesar da grande maioria dos dados proverem da pesca de linha, os tamanhos observados para a pesca de linha e rede foram bem distintos (Figura 13). O teste de

Mann – Whitney demonstrou que os tamanhos são significativamente diferentes ( $p < 0,0001$ ), indicando que as redes capturam peixes maiores se comparado à linha de mão.

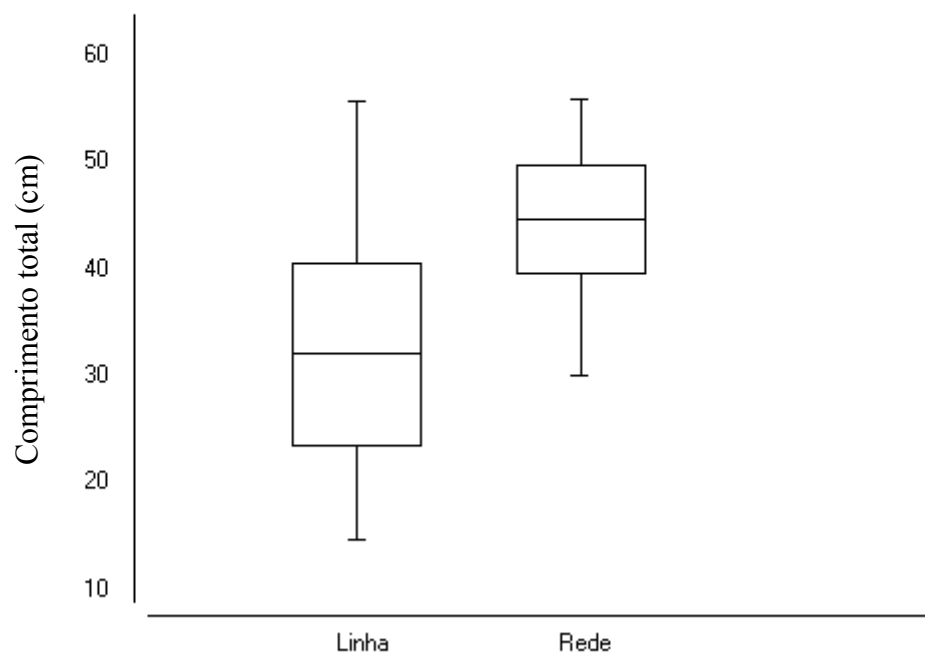


Figura 13. Boxplot mostrando as médias de comprimento total (cm) obtidas para os diferentes petrechos de pesca.

#### 4.3. DISTRIBUIÇÃO DE COMPRIMENTOS

A Figura 14 apresenta a distribuição de frequências do comprimento total agrupadas em intervalos de 50 mm, capturados no banco de Abrolhos durante o período de maio 2005 a junho de 2007. A distribuição de frequência apresentou maior abundância no intervalo de 250 - 300 mm, com 24,1% da amostra. O valor mínimo de comprimento obtido foi de 102 mm e o maior valor de 560 mm.

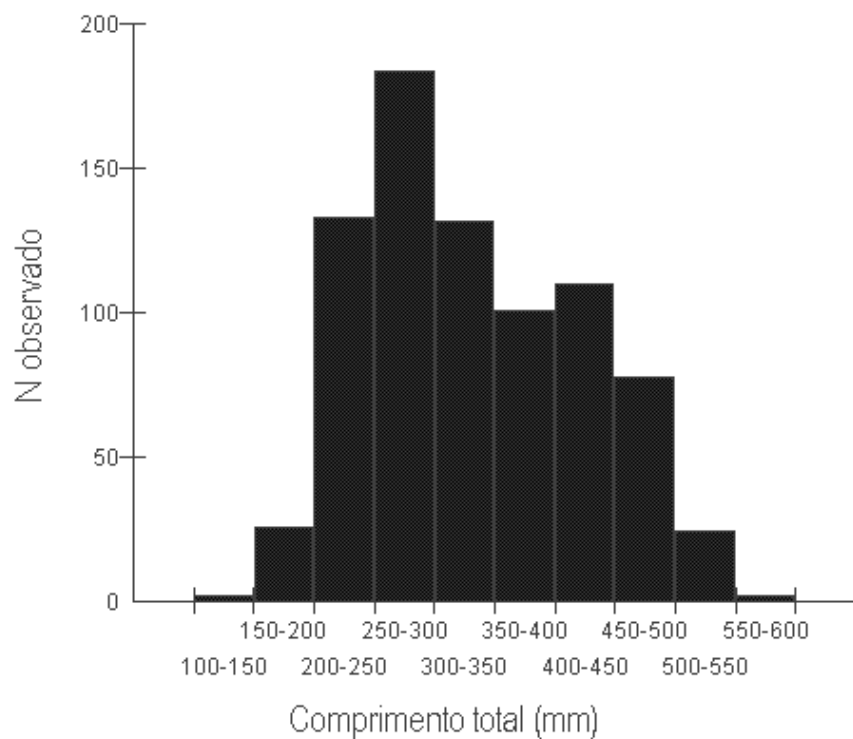


Figura 14. Número de indivíduos por classe de comprimento total (mm) capturado no banco dos Abrolhos no período de agosto de 2005 a julho de 2007 (n = 793).

A figura 15 apresenta a distribuição de frequências do comprimento total para fêmeas agrupadas em intervalos de 50 mm. A maior abundância corresponde ao intervalo de 250-300 mm, com 20,6% dos indivíduos. O valor mínimo de comprimento obtido foi de 147 mm e o maior valor de 560 mm.

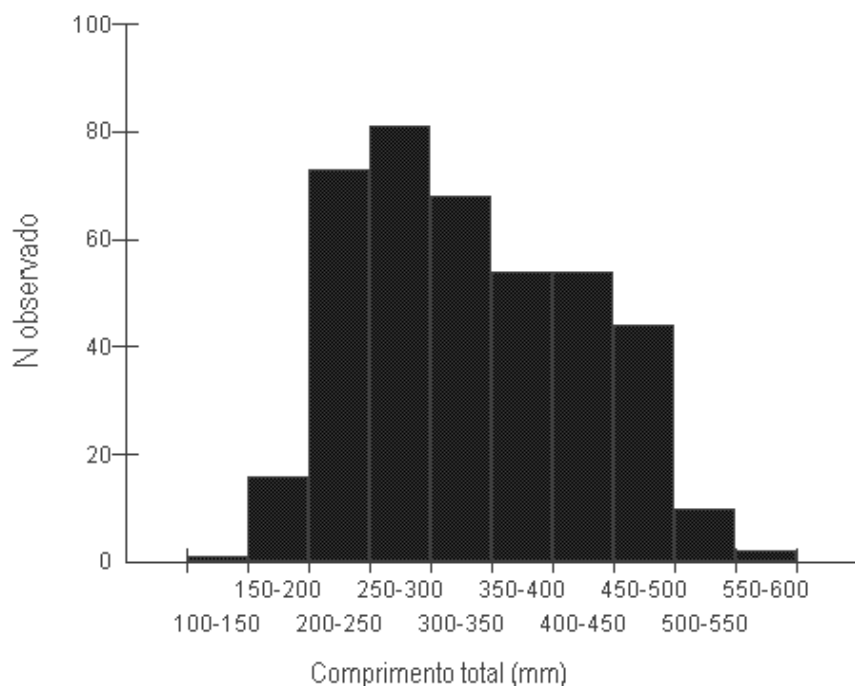


Figura 15. Número de fêmeas por classe de comprimento total (mm) capturado no banco de Abrolhos no período de agosto de 2005 a julho de 2007 (n = 406).

A figura 16 apresenta a distribuição de frequências do comprimento total para machos agrupada em intervalos de 50 mm. A maior abundância corresponde ao intervalo de 250-300 mm, com 27,1% dos indivíduos. O valor mínimo obtido foi de 165 mm e o maior valor de 543 mm. Observou-se que o tamanho das fêmeas foi ligeiramente maior que o dos machos. As fêmeas apresentaram representantes na classe entre 100-150 mm, o que não foi observado para os machos.

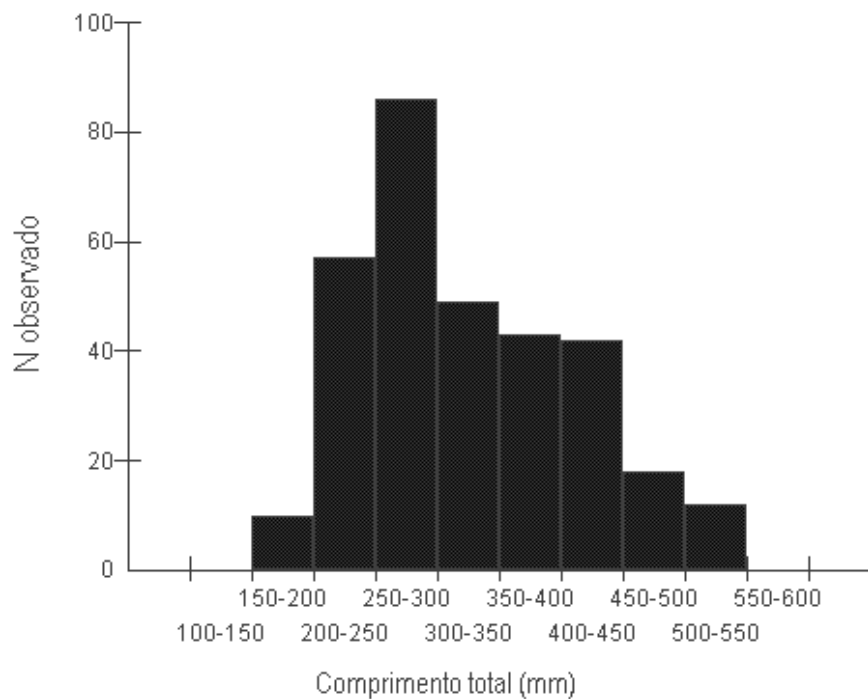


Figura 16. Número de machos por classe de comprimento total (mm) capturado no banco de Abrolhos no período de agosto de 2005 a julho de 2007 ( $n = 317$ ).

As fêmeas apresentaram tamanhos médios  $CT = 33,2$  cm, um pouco maiores que os machos  $CT = 32,5$  cm (Figura 17), mas a diferença não foi significativa (Kolmogorov – Smirnov  $p = 0,1021$ ).

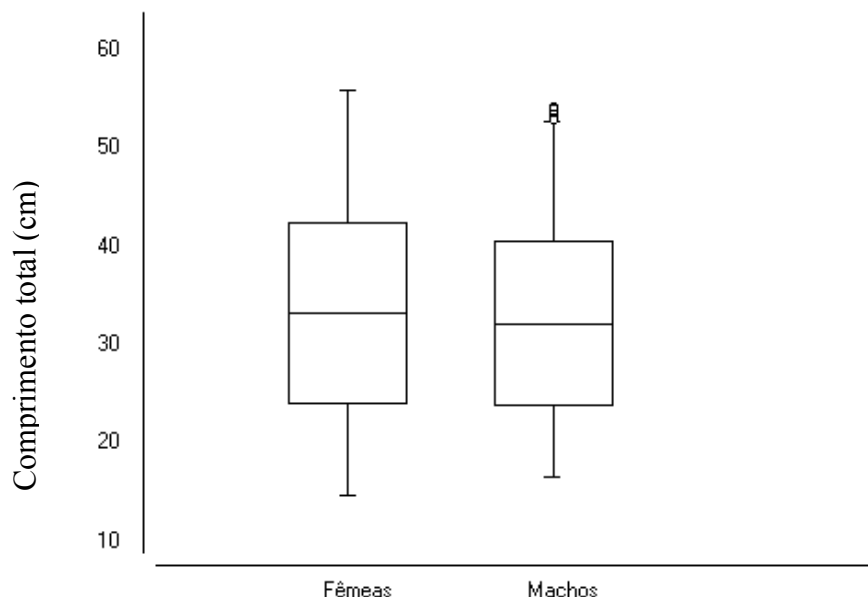


Figura 17. Boxplot com as médias de comprimento total (cm) obtidas para fêmeas e machos capturados no Banco dos Abrolhos no período de maio de 2005 a junho de 2007.

#### 4.4. RELAÇÃO PESO-COMPRIMENTO TOTAL

Os dados de comprimento e peso para machos e fêmeas foram inicialmente logaritmizados e os parâmetros **a** e **b** da reta foram testados (Test t). Os dados obtidos para a relação peso – comprimento total para machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas para o coeficiente angular (b), nem nos interceptos (a) (Tabela 1). A Figura 18 apresenta a relação peso – comprimento de *L. synagris* para sexos agrupados. A regressão teve um ajuste elevado, indicado pelo alto valor do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) maior que 0,98. O peso aumentou exponencialmente com o comprimento sendo definida pela equação:  $PT = 0,0198 * CT^{2,8892}$ . O parâmetro **b** obtido indica que esta espécie apresentou um crescimento alométrico negativo.

Tabela 1. Resumo dos parâmetros na comparação entre as regressões obtidas na relação linearizada de comprimento – peso, para machos e fêmeas.

| Parâmetro | Fêmeas | Machos | P      |
|-----------|--------|--------|--------|
| <b>a</b>  | 1,4160 | 1,4327 | 0,4032 |
| <b>b</b>  | 0,3361 | 0,3340 | 0,7082 |
| <b>n</b>  | 397    | 317    |        |

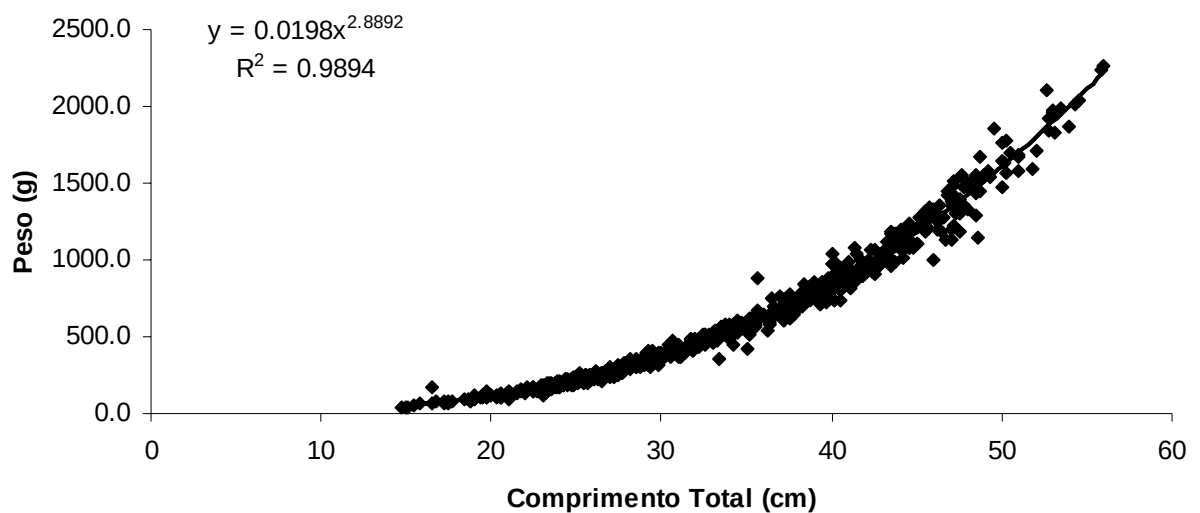


Figura 18. Peso em função do comprimento total (CT) para de *L. synagris* capturado no Banco dos Abrolhos (n = 732).

#### 4.5. RELAÇÃO ENTRE COMPRIMENTOS OBTIDOS

As relações funcionais entre as variáveis comprimento total (CT), comprimento padrão (CP) e comprimento furcal (CF) foram estimadas via regressão linear simples. As Figuras 19, 20 e 21 apresentam os resultados obtidos.



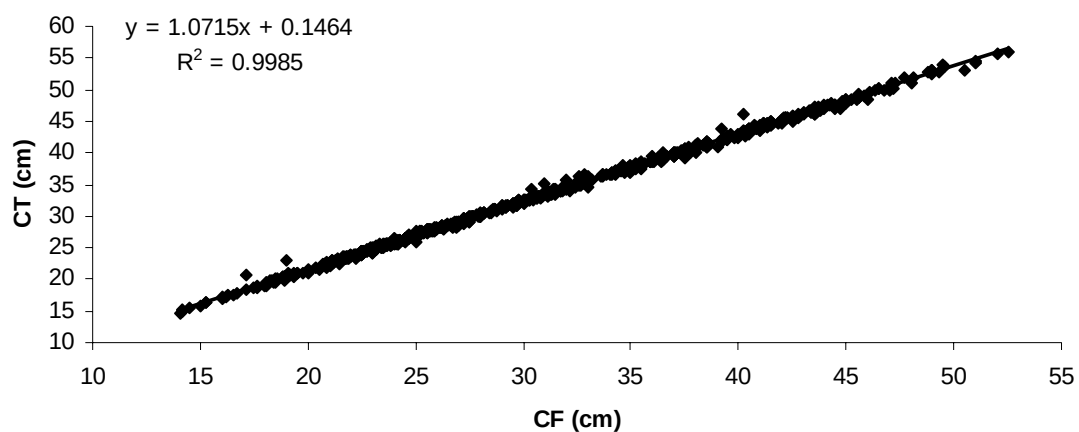


Figura 19. Regressão da relação entre Comprimento Furcal e Comprimento Total (n = 726).

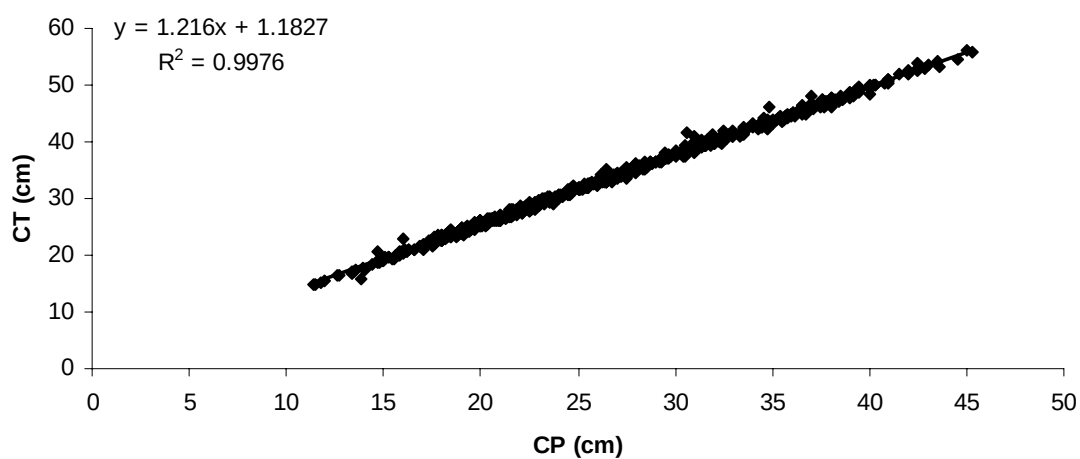


Figura 20. Regressão da relação entre Comprimento Padrão e Comprimento Total (n = 726).

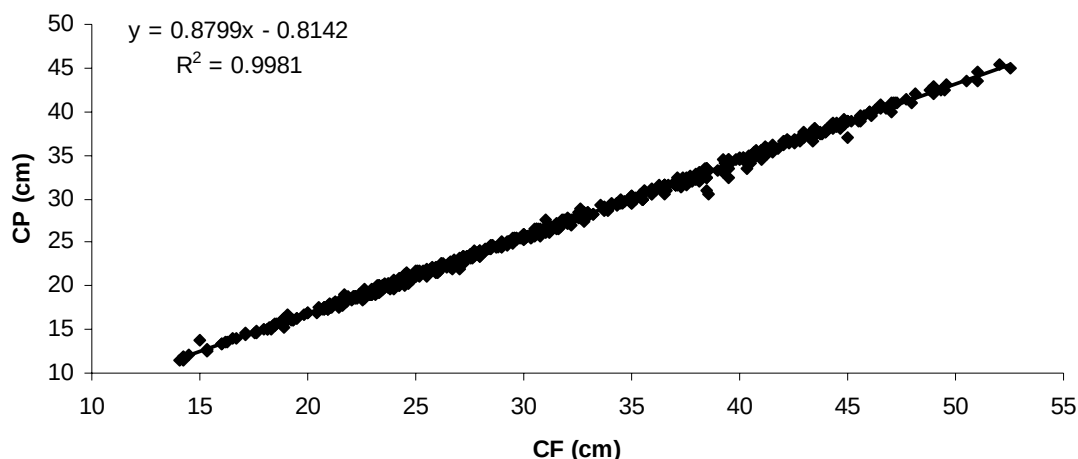


Figura 21. Regressão da relação entre Comprimento Furcal e Comprimento Padrão (n = 726).

As regressões entre todas as medidas obtidas mostraram um alto coeficiente de determinação ( $R^2$ ), indicando que todas podem ser utilizadas para este estudo ou mesmo transformadas para possíveis comparações de medidas utilizadas em outros estudos para a mesma espécie e área de estudo.

## 4.6. IDADE E CRESCIMENTO

### 4.6.1. DESCRIÇÃO DO OTÓLITO

Otólitos *sagittae* de *L. synagris* são angulosos de forma subelíptica e com o *rostrum* pontiagudo. Dentre os três pares estes são os maiores. Radialmente apresentam um leve aspecto cônico; no centro as paredes são mais espessas, perdendo espessura em direção às margens dorsal e ventral (Figura 22).

Na face externa (lado côncavo), todos os otólitos apresentam uma zona opaca central, visível a olho nu, correspondente ao núcleo. A identificação desta zona vai se tornando mais difícil em otólitos maiores, como resultado da aposição de minerais (argonita), proteínas (otolina) e conseqüente engrossamento do otólito. A região postero-dorsal desta face é intensamente esculpida com canais radiais que, às vezes, atravessam até a face interna do otólito, ao passo que a face antero-ventral é lisa.

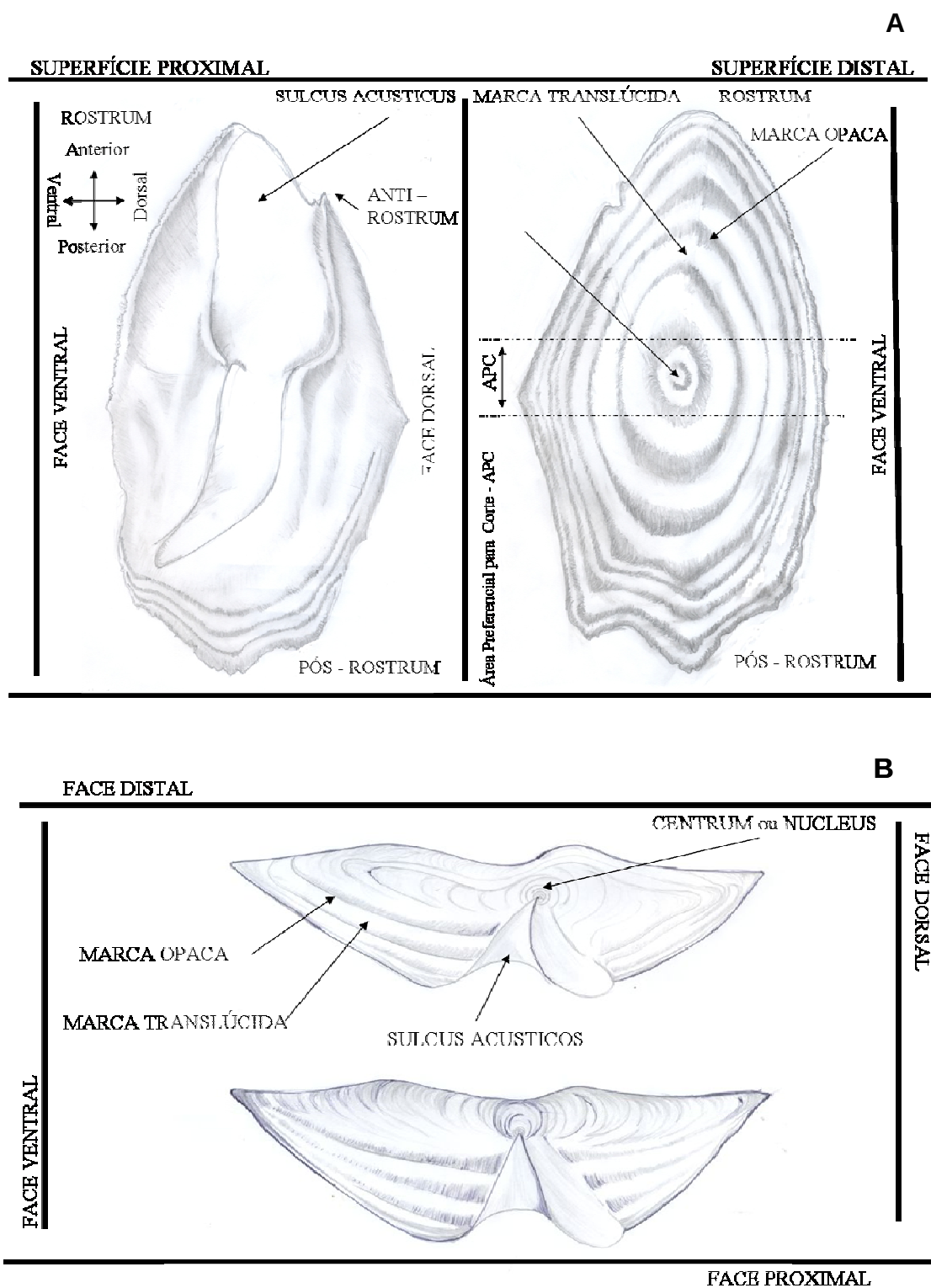


Figura 22. Esquema mostrando a nomenclatura utilizada em otólitos inteiros (A) e seccionados (B).

A face interna (convexa) possui um *sulcus acusticus* profundo dividido em *ostium* e *cauda*. O *ostium* é aberto anteriormente e a *cauda*, na sua porção posterior, se inclina para a borda ventral do otólito. A depressão na área dorsal se estende ao longo do *sulcus* desde o estreitamento do *ostium* até o final da *cauda* formando uma *crista* inferior proeminente. O eixo principal de crescimento do otólito está orientado na direção antero-posterior.

#### 4.6.2. RELAÇÃO ENTRE MEDIDAS

A Figura 23 mostra a relação entre o peso dos otólitos (PO) e peso dos indivíduos (P). O peso dos otólitos correlaciona-se positivamente com o peso dos indivíduos. Esta relação fica definida como:  $PO = 0,004 * P^{0,7092}$ .

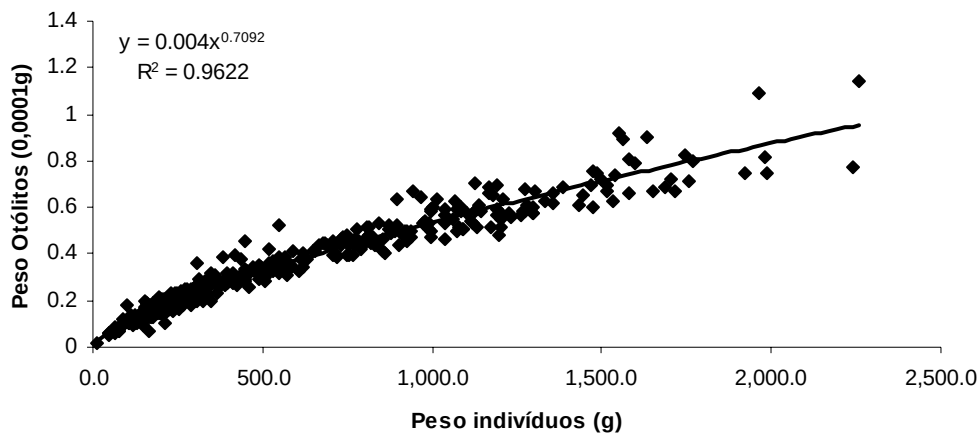


Figura 23. Relação entre o peso do otólito (PO) e peso de indivíduos (P) para *L. synagris* na área de estudo (n = 504).

O peso dos otólitos aumentou potencialmente em função do comprimento total (Figura 24). A relação fica definida como:  $PO = 0.0002 * CT^{2.0895}$ .

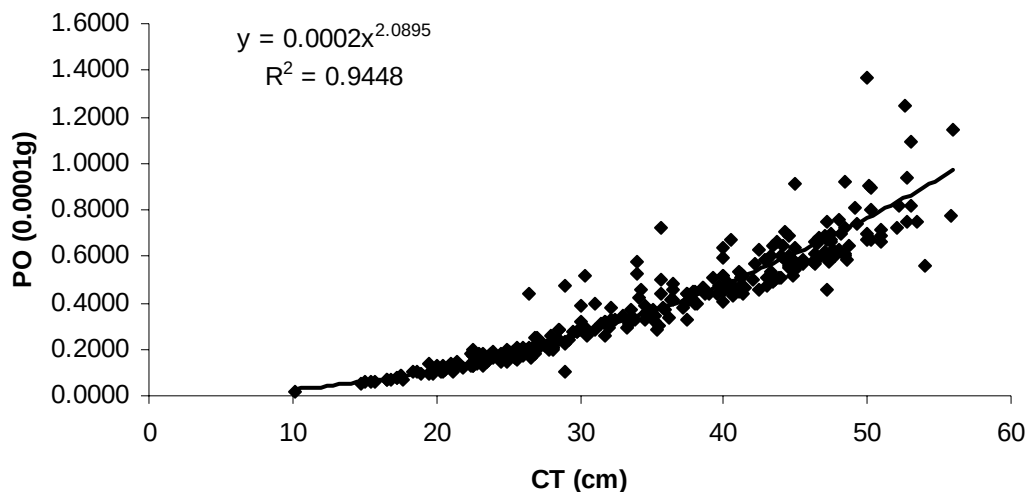


Figura 24. Relação entre comprimento total (CT) e o peso do Otólito (PO) (n = 303).

As medidas de comprimento dos otólitos (CO) e peso de otólitos (PO) foram relacionados com as idades. A figura 25 apresenta a relação entre CO e idade, definida como:

$$CO = 7,2629 * Idade^{0,459}.$$

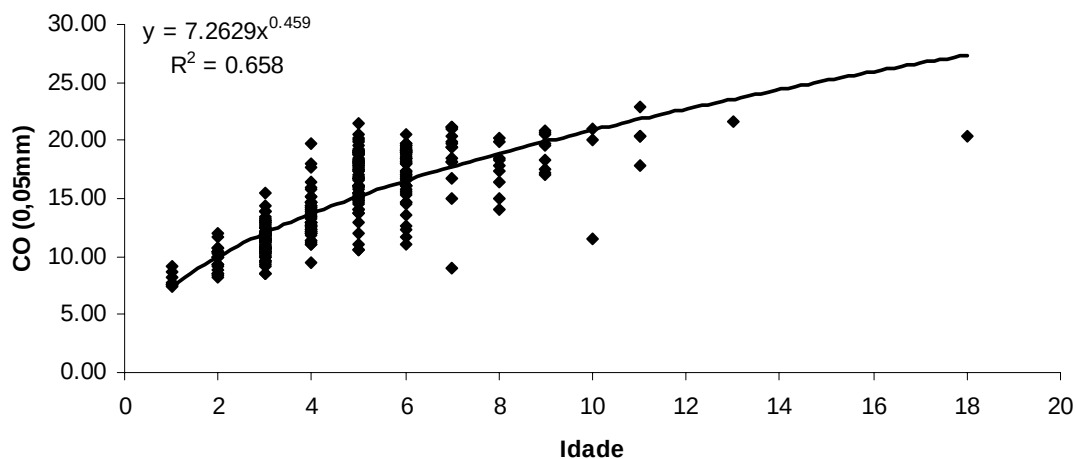


Figura 25. Relação potencial entre idade (anos) e comprimento do otólito (CO) (n = 303).

A relação entre Idade e PO é apresentada na Figura 26, sendo definida como:

$$PO = 0,0933 * Idade - 0,0579.$$

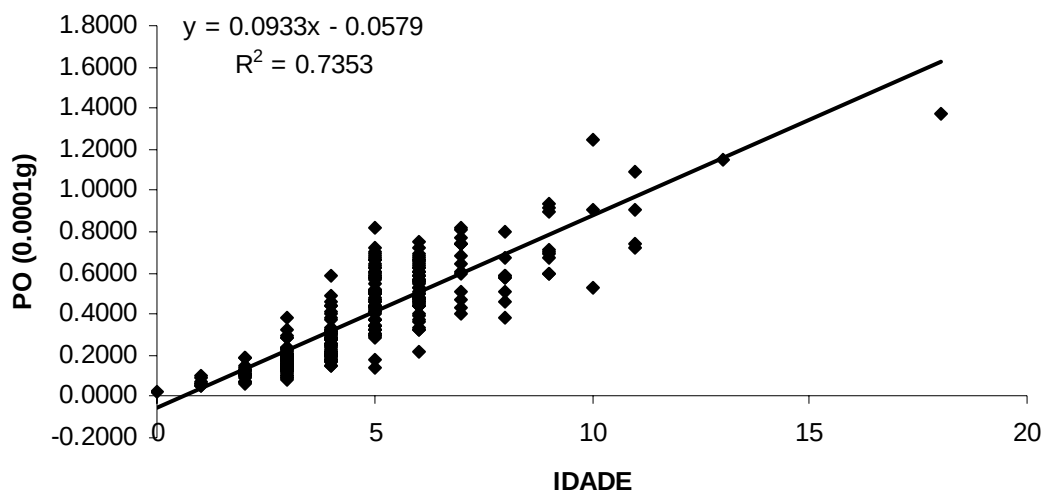


Figura 26. Relação linear entre idade (anos) e peso do otólito (PO) (n = 303).

#### 4.6.3. LEITURA DAS IDADES

Diferenças entre pesos de otólitos esquerdos e direitos do par *sagittae* foram verificadas pelo teste “t” de Student ( $p > 0.05$ ), não sendo encontrados resultados significativos.

Para as leituras e subsequente determinação das idades foi utilizado uma sub-amostra de 303 otólitos, selecionada da amostra original baseado no peso dos otólitos, a fim de obter a maior amplitude possível de idades da amostra original. Foram feitas três leituras pelo mesmo leitor em otólitos inteiros e seccionados. As leituras foram classificadas quanto a sua qualidade em três classes: boa (apresentam um padrão claro de bandas translúcidas e opacas); média (padrão regular) e difícil (padrão confuso). Para as leituras em otólitos inteiros 15% foi considerado boa, 58% médias e 27% difícil. Para otólitos seccionados 17% foi considerado boa, 47% média e 37% difícil. As leituras obtidas para *L. synagris* determinaram em otólitos inteiros idades de 0 a 15 anos e para seccionados idades de 0 a 18 anos (Figura 27).

As leituras em otólitos inteiros foram menos precisas APE = 17% do que em seccionados APE = 13%. Comparando o APE por idades em otólitos inteiros, não foi encontrado um padrão, o percentual de erro foi atribuído à dificuldade intrínseca de visualização dos otólitos, muitos apresentando padrão excessivamente opaco e com isso dificultando a leitura, principalmente para indivíduos mais velhos. Em otólitos seccionados as principais dificuldades ocorreram devido à presença de padrões de anéis múltiplos (duplos ou triplos), anéis translúcidos muito estreitos e compactação de anéis

opacos. Além disso, houve dificuldade na visualização dos primeiros anos de vida, isto porque as marcas iniciais apresentaram-se muito sutis, dificultando a leitura e subsequente interpretação das idades iniciais. Analisando o erro percentual por idades em otólitos seccionados, o erro calculado das primeiras idades (1-4) aumentou em 4% o erro estimado para a amostra. O primeiro ano, sozinho, apresentou um erro 50% maior que a média das leituras em seccionados. O menor erro para a leitura em seccionados foi observado nas idades avançadas (9 a 11).

Não foi detectada diferença significativa entre as idades determinadas com otólitos seccionados e inteiros (Mann - Whitney;  $p = 0,8$   $n = 241$ ). As estimativas de idades com otólitos inteiros subestimam as idades acima de sete anos e esta tendência se acentua com o avanço da idade (Figura 28). Fundamentado na diferença observada, entre leituras em otólitos inteiros e seccionados, as leituras em otólitos seccionados até três anos foram feitas com auxílio de otólitos inteiros, para evitar erros de subestimação da idade em otólitos seccionados. O mesmo foi feito para otólitos inteiros acima de sete anos, que foram comparados com otólitos seccionados para evitar erros de subestimação da idade. Desta forma tentou-se mitigar o erro na aferição da idade para as duas estruturas.

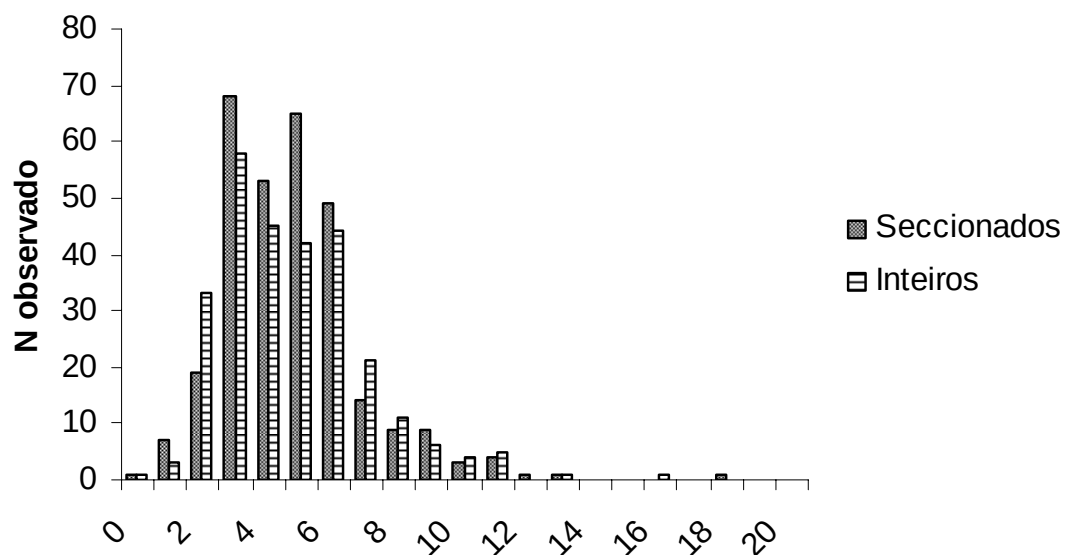


Figura 27. Distribuição de freqüência de idade determinada em otólitos inteiros e seccionados.

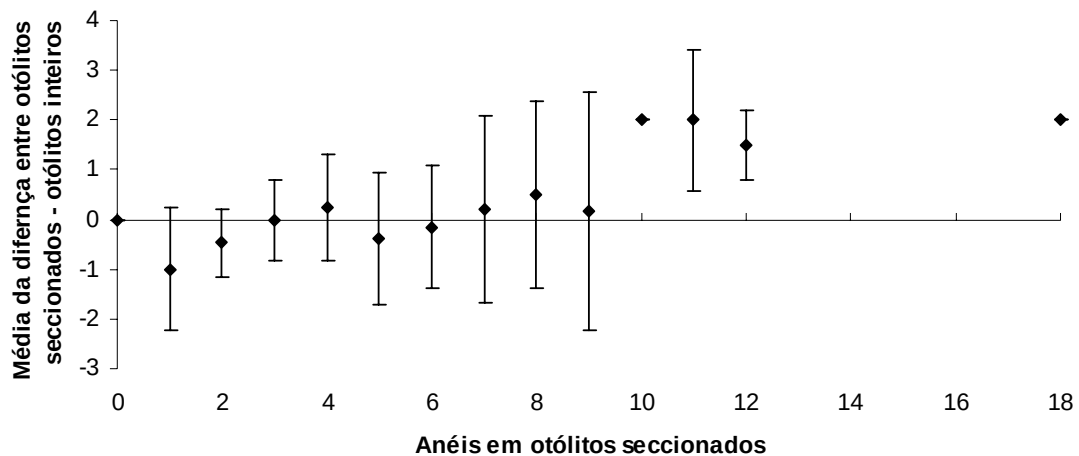


Figura 28. Estimativa da diferença entre o nº de anéis em otólitos seccionados - nº de anéis em otólitos inteiros, para idades determinadas com otólitos seccionados (n = 250).

#### 4.6.4. CURVAS de CRESCIMENTO

Otólitos seccionados de 303 exemplares forneceram idades entre 0 e 18 anos para *L. synagris*. O crescimento obtido através de dados de comprimento e idade foi descrito pela equação de Von Bertalanffy, com parâmetros  $L_{\infty} = 56,0$  (cm) e  $K = 0,22(\text{ano}^{-1})$  (Figura 29).

$$CT \text{ (cm)} = 56 * [1 - e^{-0,22(\text{idade} - 0,20)}] \quad (R^2 = 0,83).$$

Observou-se uma grande variabilidade individual no crescimento de *L. synagris* indicada pela larga amplitude de comprimento para cada idade (Figura 29).

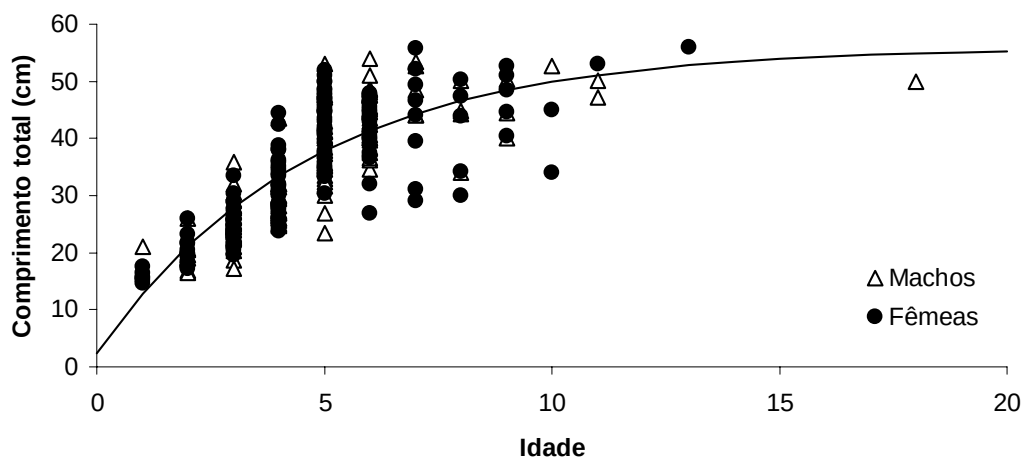


Figura 29. Curva de crescimento de *L. synagris* baseada em dados de comprimento e idade (N = 303).



#### 4.6.5. CURVA DE CRESCIMENTO EM PESO

O crescimento obtido através de dados de peso e idade foi descrito pela equação de Von Bertalanffy, com parâmetros  $W_{\infty} = 2200,0$  g e  $K = 0,23$  ( $\text{ano}^{-1}$ ). Observou-se novamente uma grande variabilidade individual no crescimento de *L. synagris* indicada pela larga amplitude do peso para cada idade (Figura 30).

$$W \text{ (g)} = 2200,0 * [1 - e^{-0,23(\text{idade} - 0)}]^{2,89} \quad (R^2 = 0,77).$$

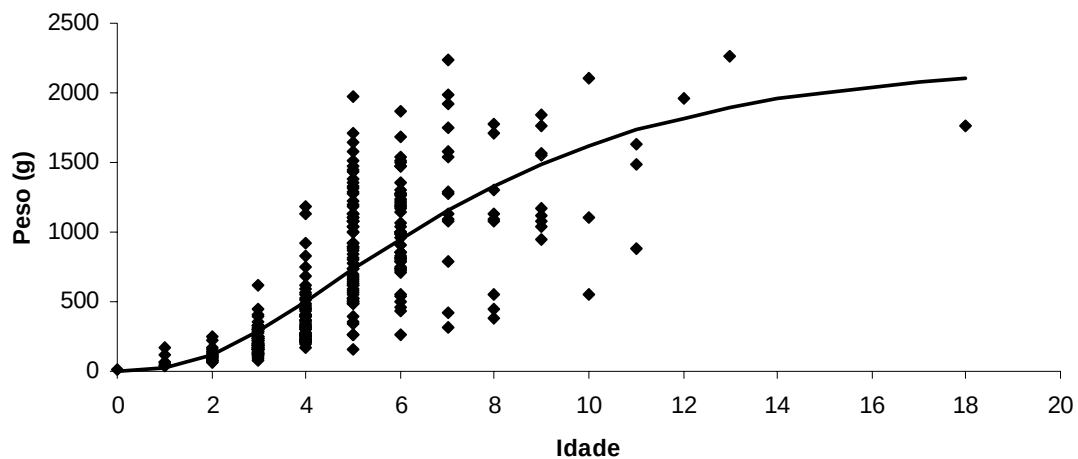


Figura 30. Curva de crescimento de *L. synagris* baseada em dados de peso e idade (n = 303).

#### 4.6.6. INCREMENTO EM PESO

O incremento anual em peso, calculado como a diferença de peso entre idades sucessivas, apresentou valores máximos entre as idades 5 e 6, onde o indivíduo alcança 66% do seu comprimento máximo (Figura 31).

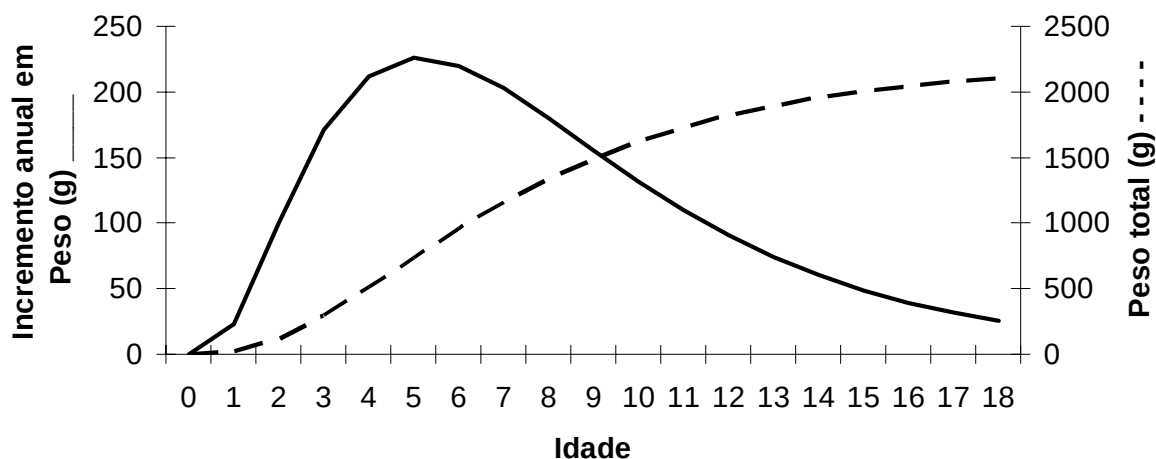


Figura 31. Curva de crescimento em peso total (linha tracejada) e incremento anual em peso (linha contínua) por classes de idade (anos), para *L. synagris* amostrados entre 2005 e 2007 no Banco dos Abrolhos (n = 303).

#### 4.7. VALIDAÇÃO

Para a análise do incremento marginal (IM) foram analisados n = 136 para o eixo A, n = 116 para o eixo C e n = 82 para o eixo D, distribuídos ao longo de 12 meses. Os eixos A e C mostraram um padrão coerente de formação; já o eixo D não apresentou valores coerentes, e por isso foi descartado das análises. O incremento médio mensal calculado para otólitos em idades combinadas apresentou uma tendência decrescente a partir do mês de junho, chegando aos seus valores mínimos em agosto para o eixo A e em setembro para o eixo C (Figuras 32 a e 33 a), voltando a subir em setembro para o eixo A e em outubro para o eixo C. No eixo A, o crescimento incremental teve seus maiores valores entre os meses de março a junho, o que também foi observado para o eixo C.

Os dados bimestrais para o eixo A (Figuras 32 b e 33 b) apresentaram diferença significativa entre o terceiro bimestre e os demais, exceto para o segundo bimestre (Kruskal-Wallis  $p < 0,05$ ). Dados bimestrais para o eixo C mostraram haver diferença significativa entre o terceiro, quarto, quinto e sexto bimestres (Kruskal-Wallis  $p < 0,05$ ).

Um padrão anual de formação foi verificado através da distribuição mensal das médias dos incrementos obtidas a partir de medidas em todos os eixos analisados. Os baixos valores do incremento marginal observados no eixo A para os meses de julho e agosto mostram que estes são os prováveis meses de formação de um novo anel opaco. Para o eixo C os menores valores foram observados nos meses de agosto e setembro, indicando estes meses como prováveis na formação de um novo anel opaco. Para ambos

os eixos observou-se uma diminuição da deposição durante os meses de inverno, aumentando rapidamente nos meses de verão. A evidência de formação de um novo anel opaco pode ser reforçada pelo percentual de bordas opacas ao longo dos meses, que para o eixo A teve seu maior percentual no mês de agosto (Figura 34 **a**) e para o eixo C no mês de setembro (Figura 34 **b**). Ambas as fórmulas empregadas para o cálculo do IM apresentaram padrão semelhante (Figuras 32 e 33).

Valores bimestrais de Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) parecem ter uma relação com os valores bimestrais do crescimento incremental. Observa-se uma tendência de aumento no crescimento incremental quando as médias de temperatura sobem e um declínio do crescimento incremental quando os valores de temperatura baixam (Figura 35).

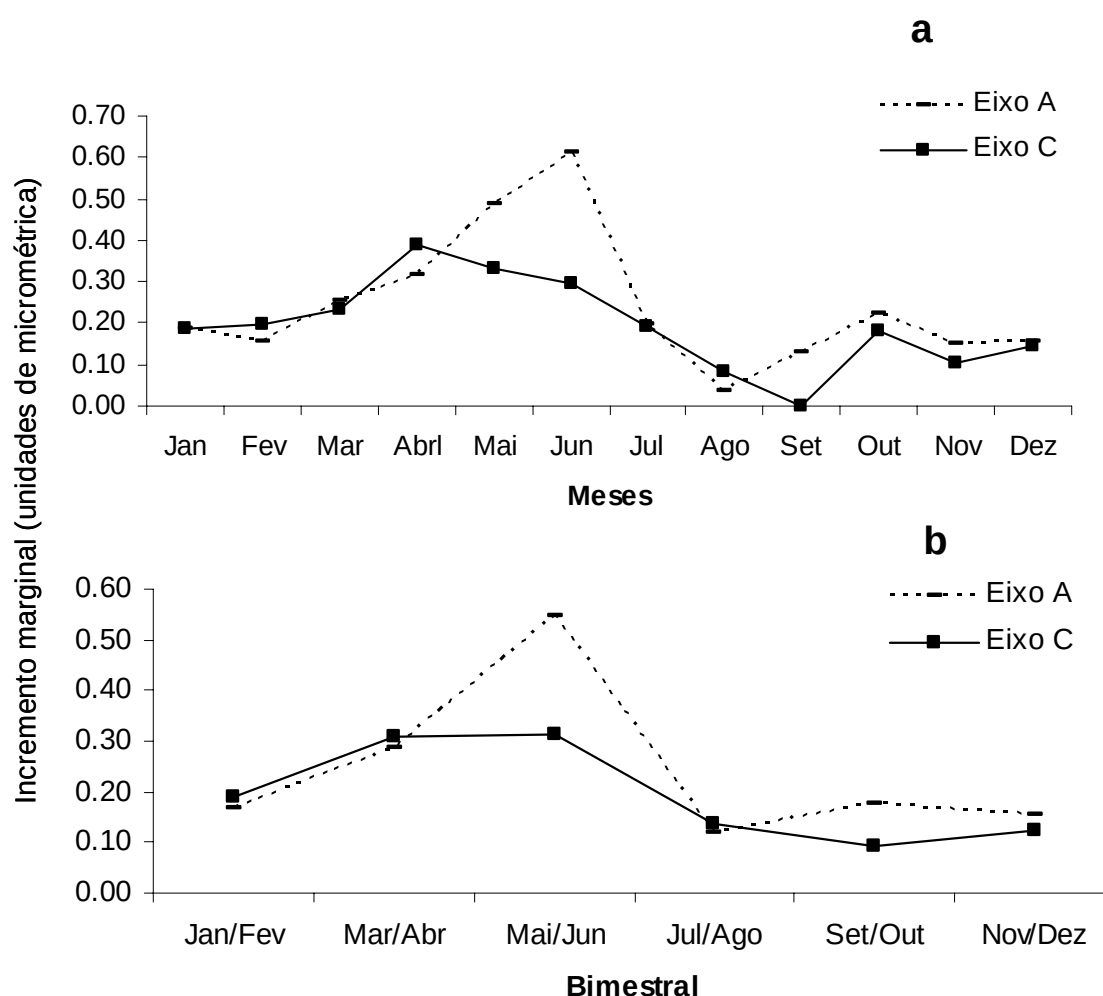


Figura 32. Medidas mensais (**a**) bimestrais (**b**) do incremento marginal em anéis de 136 e 116 otólitos para os eixos A e C respectivamente, de *L. synagris* capturados no Banco dos Abrolhos no período de maio de 2005 a junho de 2007 (Fórmula empregada de LAI *et al.*, 1987).

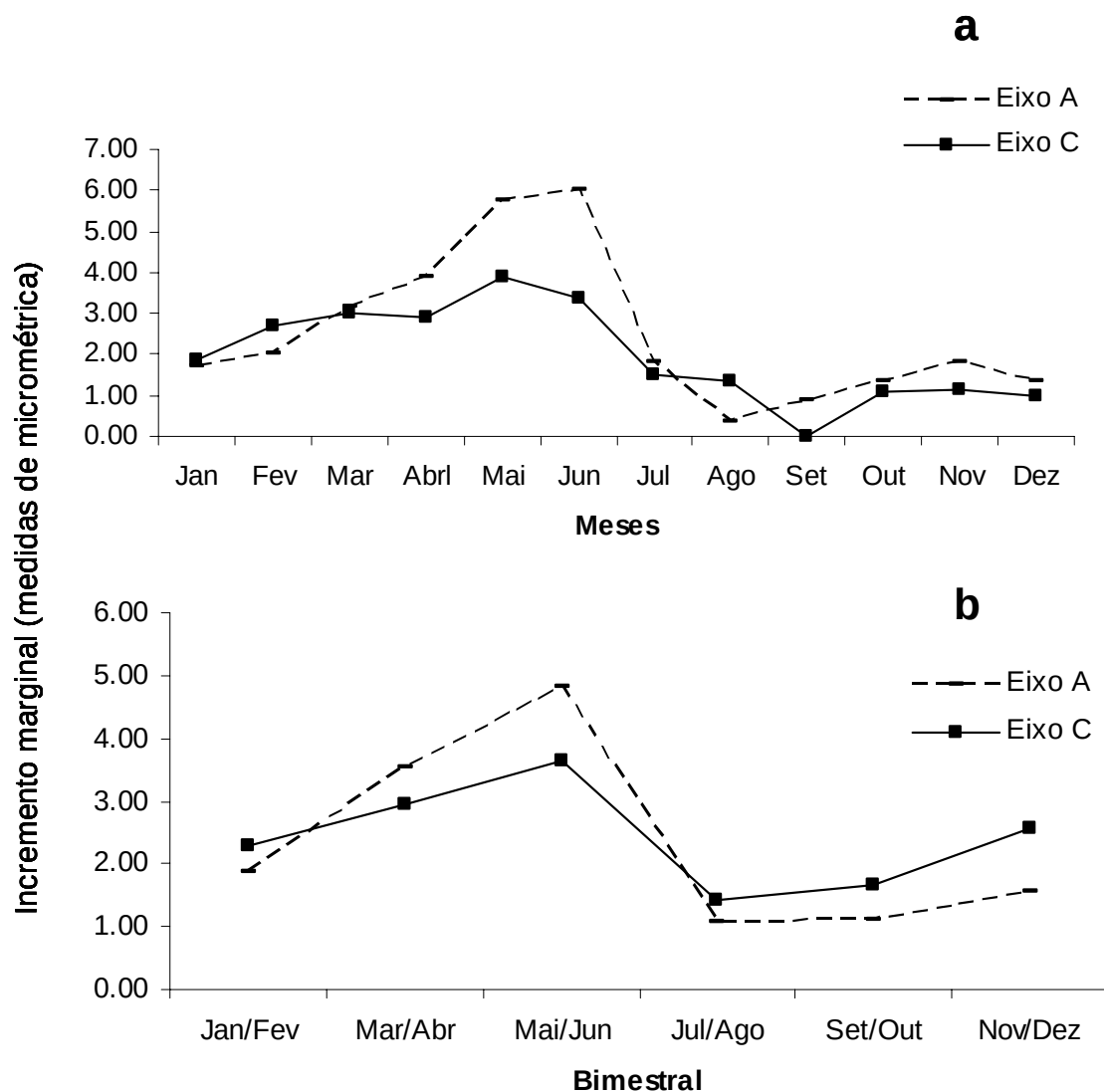


Figura 33. Medidas mensais (a) bimestrais (b) do incremento marginal percentual em anéis de 136 e 116 otólitos para os eixos A e C respectivamente, de *L. synagris* capturados no Banco de Abrolhos no período de maio de 2005 a junho de 2007 (Fórmula empregada ARAUJO *et al.*, 2002).

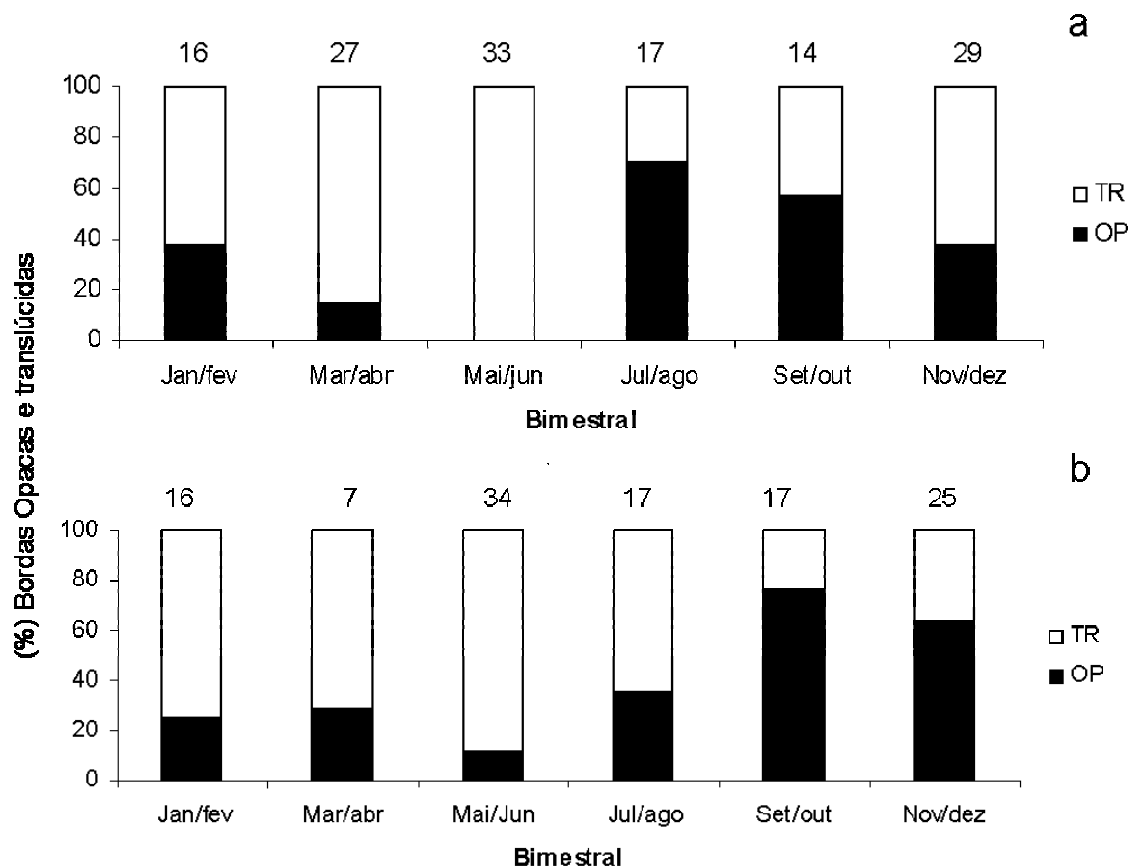


Figura 34. Percentual de bordas opacas e translúcidas obtidas para o eixo A (a) e percentual de bordas opacas e translúcidas obtidas para o eixo C (b), amostrados bimestralmente para *L. synagris* capturado no Banco dos Abrolhos no período de maio de 2005 a junho de 2007.

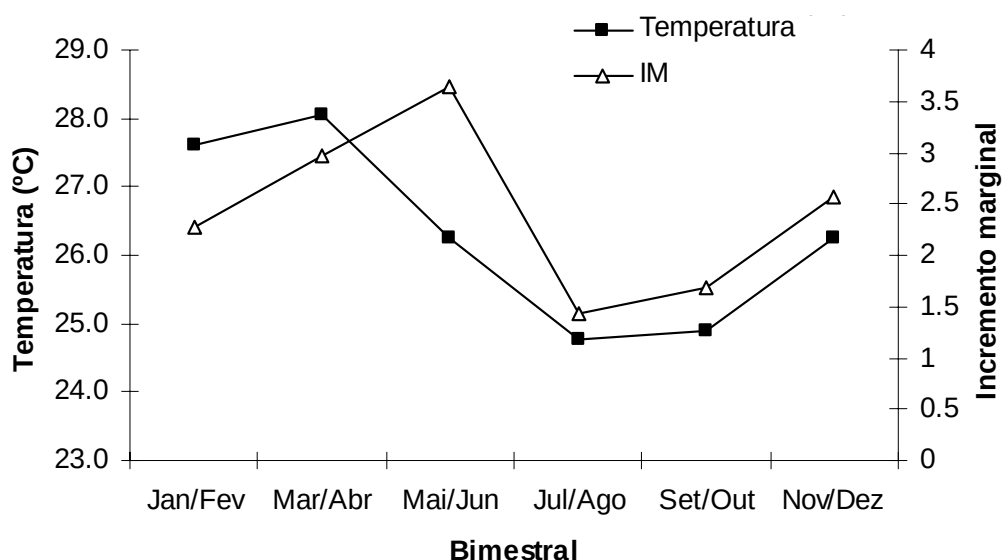


Figura 35. Valores das médias bimestrais de temperatura (°C) e valores das médias bimestrais do incremento marginal no eixo C, obtidos durante o período de maio de 2005 a junho de 2007.

#### 4.8. MORTALIDADE

A chave de idade – comprimento gerada a partir da sub amostra de exemplares com idades determinadas ( $n = 303$ ) demonstrou que a população de *L. synagris* no Banco de Abrolhos começa a ser recrutada pela pesca a partir dos dois anos, sendo intensamente recrutada com idade acima dos três anos. Na classe de comprimento entre 25 a 30 cm é que a população está sob intensa pressão de pesca (Tabela 2). As idades de 0 a 3 anos, que ainda não são intensamente recrutados pela pesca foram excluídas da análise. A estimativa de mortalidade total instantânea  $Z$ , obtida através deste método, permaneceu em  $0,47 \text{ ano}^{-1}$  ( $R^2 = 0,94$ ;  $N = 208$ ), o que significa uma sobrevivência  $S = 0,62 \text{ ano}^{-1}$  (Figura 36). A Figura 37 mostra o residual obtido para a regressão utilizada no cálculo da mortalidade, enquanto a Tabela 3 fornece o resumo dos parâmetros estatísticos encontrados.

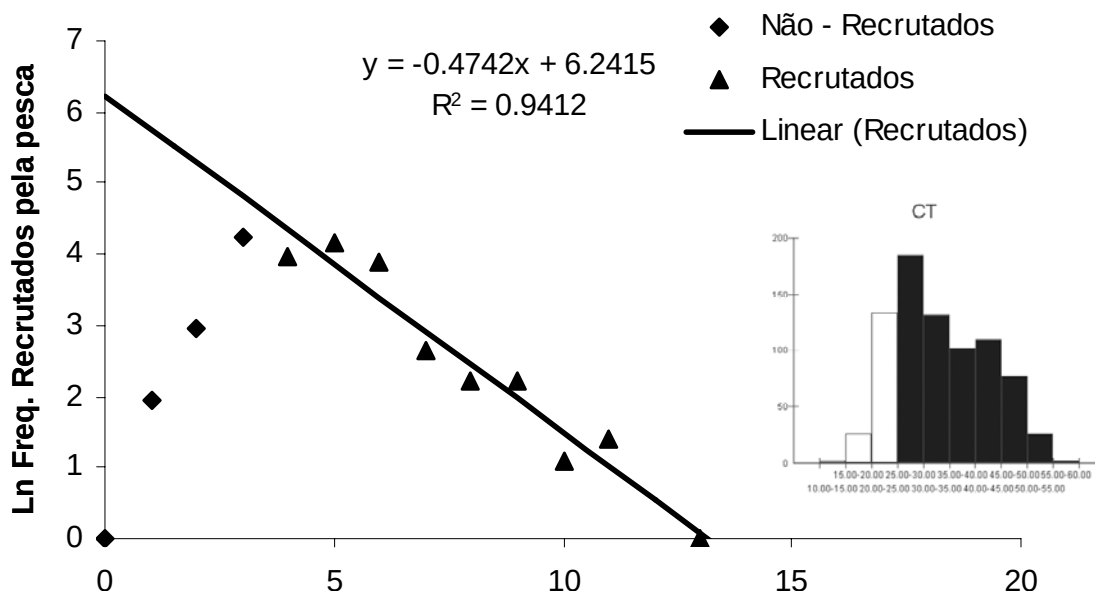


Figura 36. Gráficos de regressão usados para o cálculo da mortalidade e as classes das distribuições de frequências que foram escolhidas para o cálculo (barras pretas).

Tabela 2. Chave idade – comprimento total (CT) obtida para *L. synagris*. Intervalo de classes de comprimento total de 5 cm.

|       |       | Idade |   |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |
|-------|-------|-------|---|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|
| CT    | Total | 0     | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 18 |
| 10-15 | 2     | 1     | 1 |    |    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |
| 15-20 | 19    |       | 5 | 10 | 4  |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |
| 20-25 | 47    |       | 1 | 7  | 34 | 4  | 1  |    |    |   |   |    |    |    |    |    |
| 25-30 | 57    |       |   | 2  | 25 | 26 | 2  | 1  | 1  |   |   |    |    |    |    |    |
| 30-35 | 38    |       |   |    | 4  | 14 | 12 | 3  | 1  | 3 |   | 1  |    |    |    |    |
| 35-40 | 33    |       |   |    | 1  | 6  | 14 | 10 | 1  |   |   |    | 1  |    |    |    |
| 40-45 | 49    |       |   |    |    | 3  | 18 | 17 | 3  | 3 | 5 |    |    |    |    |    |
| 45-50 | 37    |       |   |    |    |    | 13 | 16 | 4  | 1 | 1 | 1  | 1  |    |    |    |
| 50-55 | 20    |       |   |    |    |    | 5  | 2  | 3  | 2 | 3 | 1  | 2  | 1  |    | 1  |
| 55-60 | 2     |       |   |    |    |    |    |    | 1  |   |   |    |    |    | 1  |    |
| Total | 303   | 1     | 7 | 19 | 68 | 53 | 65 | 49 | 14 | 9 | 9 | 3  | 4  | 1  | 1  | 1  |

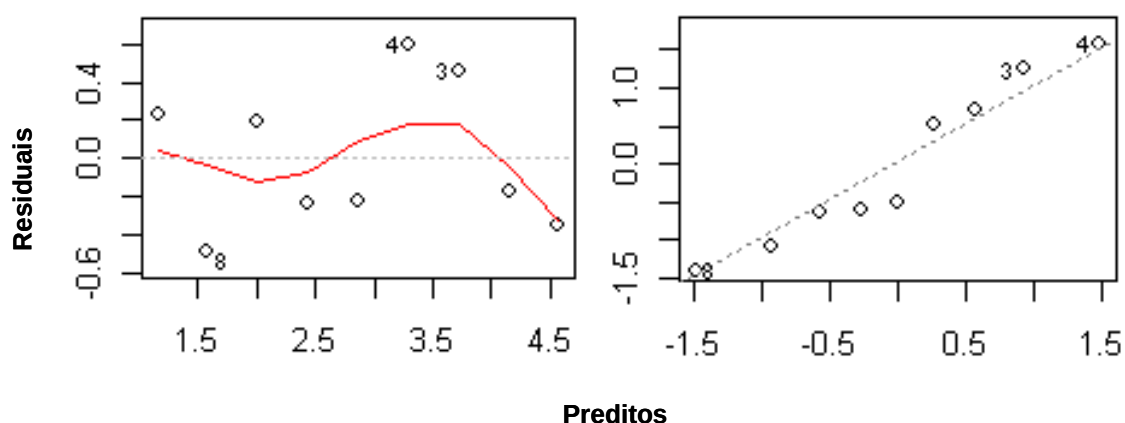


Figura 37. Gráfico de resíduos obtido na regressão da idade e LN frequência de indivíduos recrutados pela pesca no Banco dos Abrolhos.

Tabela 3. Resumo dos parâmetros estatísticos obtidos na regressão entre idade e LN da frequência dos indivíduos recrutados pela pesca de *L. synagris* no Banco dos Abrolhos.

| Parâmetro      | Valor     | Erro padrão | IC                      |
|----------------|-----------|-------------|-------------------------|
| a              | 6.2415    | 0.39123     | 4.9249996 a 6.7752391   |
| b              | -0.4742   | 0.05244     | -0.5506075 a -0.3026196 |
| R <sup>2</sup> | 0.9412    |             |                         |
| p              | 8.185e-05 |             |                         |

#### 4.9. MORTALIDADE NATURAL (M)

As estimativas para o cálculo da mortalidade natural (M) para *L. synagris* variaram substancialmente e dependeram do método empregado. O método proposto por TAYLOR (1958) produziu as estimativas mais baixas de 0,22(ano<sup>-1</sup>). O método proposto por PAULY (1980), utilizando uma média anual de temperatura de 26°C e parâmetros k e L<sub>∞</sub> derivados da equação de crescimento de von Bertalanffy produziu uma estimativa de 0,46(ano<sup>-1</sup>). O método de HOENING (1983) resultou em uma estimativa de 0,28(ano<sup>-1</sup>). Por fim, o método de regressão proposto por RALSTON (1987) produziu a estimativa mais alta de 0,47(ano<sup>-1</sup>).



## 5. DISCUSSÃO

A estrutura de idade e comprimento da população pode ser alterada devido à pressão de pesca. Ao longo do tempo, nota-se que, usualmente, existem mais peixes pequenos nas capturas do que grandes, com padrão de poucos jovens, pico para certa idade e poucos velhos. As possíveis razões para isso são: peixes jovens são menos vulneráveis, pois ainda não estão completamente recrutados; peixes velhos são menos abundantes na população (devidos às mortalidades) e ainda se tornam menos vulneráveis ao aparelho por várias razões (HILBORN & WALTERS, 1992). A distribuição de frequência de tamanho da captura de *L. synagris*, neste estudo, é condizente com o padrão descrito acima. Assim esta distribuição de comprimentos pode ser considerada representativa da porção dos estoques sujeita à pesca, porém não representa idealmente a população como um todo. No entanto, para o propósito final desta análise que é a avaliação do crescimento, pode-se considerar esta amostra satisfatória (GERRITSEM & McGRAFF, 2007).

A análise da estrutura de tamanho dos peixes capturados pela pesca, ao longo do tempo, é importante porque pode fornecer indicações sobre o estado do estoque, ou seja, se existe uma tendência à diminuição do tamanho médio no tempo como indicação de uma possível sobrepesca de crescimento. Ou ainda, se a participação de peixes pequenos nas capturas é muito acentuada denunciando uma possível pressão sobre os jovens (KING, 1995).

Analizando as classes de comprimento encontradas para *L. synagris* neste estudo observaram-se valores médios mais elevados (fêmeas 33,3 cm; machos 32,5 cm) em relação a outros estudos realizados com a espécie no Atlântico central. LUCKHURST *et al.* (2000) encontraram valor médio de 29,7 cm. Outros autores, como GOMEZ *et al.* (1999) e GINEZ (1982) encontraram tamanhos médios ainda menores (28,8 e 20,0 cm respectivamente). As variações encontradas nos tamanhos, para diferentes regiões, podem estar associadas a características ambientais e oceanográficas distintas de cada região como, por exemplo, profundidades, tipo de correntes, largura da plataforma. Além disto, características como tipo de frota e diferentes artes utilizadas em cada região (FREDOU & FERREIRA, 2005), ou mesmo a associação destas podem estar associadas aos diferentes tamanhos encontrados. Uma outra hipótese para explicar tamanhos maiores em diferentes regiões, pode ser a pressão de pesca. Quando níveis muito elevados são exercidos sobre uma população, pode ocorrer a diminuição gradativa no tamanho de seus espécimes (PAULY *et al.*, 1998), e o primeiro sinal da

ação antrópica através da pesca pode ser notado pela variação da estrutura etária dos estoques de espécies alvo (NIKOLSKY, 1974). Embora séries históricas sejam muito raras, sabemos que *L. synagris* sofreu um declínio populacional grande entre os anos 70 e 80 em Cuba, onde sua pesca é mais antiga e predatória (CLARO *et al.*, 2001). Desta forma, menores tamanhos encontrados em Cuba, se comparados a este estudo, podem ter relação com a pressão de pesca exercida sobre *L. synagris* na região.

Os dados obtidos para a relação comprimento – peso sugerem que *L. synagris* possui um crescimento alométrico negativo ( $b = 2,89$ ). Isto também foi verificado em investigações feitas na Jamaica e em Cuba (THOMPSON & MUNRO, 1974; RUBIO *et al.*, 1986) com valores de **b** de 2,64 e 2,97 respectivamente. No Brasil, o estudo realizado por ALEGRIA & MENEZES (1970) não fornece os dados desta relação. Os únicos dados encontrados deste parâmetro para o Brasil (REVIZEE, 2004) ficaram acima do encontrado no presente estudo com  $b = 3,15$ . São muitos os fatores que podem influenciar nas variações do coeficiente de regressão, tais como, tipo de amostragem e fatores ambientais intrínsecos de cada região amostrada.

As medidas obtidas para os comprimentos total, furcal e padrão mostraram um alto valor de  $R^2$ , todos acima de 0,99. Isto mostra que todas as medidas podem ser validadas e transformadas, se necessário, para fins comparativos ou mesmo ecológicos. Das medidas obtidas dos otólitos, a que mostrou ter uma melhor relação com a idade foi o peso de otólitos ( $R^2 = 0,74$ ). Apesar da relação potencial ter mostrado um  $R^2$  maior, optou-se pela linear, pois acreditamos que esta aproxima-se mais dos indivíduos com idades maiores, e por isso deve fornecer uma melhor estimativa, especialmente para indivíduos mais velhos. A curva potencial, ao contrário, mostrou uma tendência a se afastar cada vez mais dos pontos representados por indivíduos mais velhos. Isto que o comprimento dos otólitos alcança um limite e não acompanha mais a idade, mudando seu eixo de crescimento para a face proximal. O peso dos otólitos, ao contrário, continua acompanhando a idade para estes indivíduos, pois o peso engloba todos os eixos. LUCKHURST *et al.* (2000), nas Bermudas, encontrou situação semelhante ( $R^2 = 0,94$ ). FERREIRA & RUSS (1994) encontraram que o peso do otólito foi também um bom estimador da idade para *Plectropomus leopardus*, explicando 80% da variabilidade em torno dos dados de idade. O fato do peso de otólitos estarem mais correlacionados com a idade do que, por exemplo, o tamanho, pode ter uso prático. O mesmo autor sugere que análises da estrutura etária podem ser feitas a partir de uma coleção de otólitos e estimações das idades podem ser derivadas do peso de otólitos.

Distribuições de frequências etárias podem ser construídas após uma primeira estimação direta e subseqüentes curvas de crescimento ser estimadas. Isto poderia reduzir em muito os custos operacionais de laboratório e tempo na preparação das amostras. Tal enfoque é possível assumindo-se que a relação peso do otólito – idade permanecerá a mesma nas gerações subseqüentes. Segundo WORTHINGTON *et al.* (1995) o peso em otólitos pode ser usado para muitas espécies de peixes, embora este método, como outros utilizados na estimacão da idade, possa gerar viés. Como resultado o peso de otólitos só pode ser usado quando uma calibração inicial for feita, isto é, deve ser feita a leitura de idades em uma pequena amostra para a calibração da relação. O uso desta técnica permite a estimacão de um número muito maior de espécimes, desta forma aumentando a população amostrada e fornecendo estimativas confiáveis da estrutura etária de uma população.

A ocorrência de problemas de visualização de anéis é bastante comum em peixes de regiões tropicais. CASSELMAN (1987) cita que peixes de ambientes relativamente homeotérmicos, tais como nos trópicos, devem ter suas estruturas de aposição interpretadas cuidadosamente. De acordo com YOSEF & CASSELMAN, (1995) o ciclo de crescimento anual de peixes tropicais é muito mais complexo que de peixes de regiões temperadas.

Otolitos de Lutjanídeos, como em outras espécies tropicais, são geralmente grandes e espessos. Diversos autores demonstraram a viabilidade de se determinar a idade através de seus otólitos. Entre as diferentes espécies tropicais, o grau de dificuldade de leituras em otólitos inteiros tem sido reconhecido. Em vários casos, decisões de seccionar otólitos forneceram mais acuracia às leituras, diminuindo consideravelmente a subjetividade do método e determinando idades com mais segurança (MANOOCH III, 1987; MILTON *et al.*, 1995; NEWMAN *et al.*, 1996). A interpretação começa do foco ou origem e segue para todas as direções até a região limite da estrutura.

Segundo ALLMAN *et al.* (2004), a interpretação do primeiro anel e o tipo de borda em otólitos são os maiores responsáveis pelo aumento do erro na precisão de estimativas de idade. O mesmo autor ainda considera que para peixes de longevidade alta e relativa dificuldade na leitura de otólitos, um APE de 5% deve ser adotado como medida de referência.

Apesar das leituras em otólitos inteiros apresentarem um erro percentual maior se comparadas aos seccionados, observou-se que nestes, a leitura das primeiras idades

apresentaram-se mais claras, evidenciando melhor a formação de anéis nos primeiros anos de vida (idades 1-3).

Outro fator que trouxe dificuldades nas interpretações das bandas opacas em otólitos seccionados foi a distinção de zonas com crescimento diferenciados para um mesmo otólito. Nestes, a margem ventral e dorsal demonstraram um padrão de deposição mais disperso das bandas opacas, que quando percorridas em direção ao *sulcus acusticus*, tornam-se mais concentradas, evidenciando um crescimento menos acentuado nesta região do otólito, como observado em otólitos de *Pristipomoides zonatus* por RALSTON & WILLIAMS (1988).

Embora dificuldades tenham sido encontradas, de forma geral os otólitos de *L. synagris* apresentaram um padrão de marcas opacas e translúcidas alternadas consistentes com o observado para espécies de Lutjanídeos (MANOOCH III & MASON, 1984; MILTON *et al.*, 1995; LUCKHURST *et al.*, 2000; BURTON, 2002).

A longevidade de 18 anos registrada neste trabalho aproximou-se da idade máxima de 19 anos encontrada por LUCKHURST *et al.* (2000) na região das Bermudas, e foi menor que a registrada por FERREIRA *et al.* (2004) que foi de 22 anos. No presente trabalho somente um indivíduo foi registrado com a idade de 18, 13 e 12 anos, e não houve registro para as idades de 17, 16, 15 e 14 anos. Entre os ariocós amostrados, 96,7% apresentaram a variação de 2 a 11 anos de idade. Na costa do Ceará, ALEGRIA & MENEZES (1970), identificaram longevidade de 6 anos. Ariocós capturados no sul da Flórida chegavam a 10 anos de idade (MANOOCH III & MASON, 1984). Estas diferenças podem estar relacionadas ao tipo de pesca realizada, maior ou menor seletividade dos anzóis, número de peixes amostrados, utilização de peixes de frotas pesqueiras, características oceanográficas particulares e características intrínsecas da espécie. Neste estudo o petrecho mostrou ser um fator importante na seletividade etária de indivíduos. As redes foram responsáveis pela captura dos indivíduos mais velhos da amostra, com uma média de 7,7 anos. Já os indivíduos capturados na linha apresentaram uma média etária de 4,4 anos. As idades dos indivíduos capturados através de redes mostraram-se significativamente maiores (Mann-Whitney;  $P < 0,0001$ ) àqueles capturados por linha.

A longevidade relativamente alta do *L. synagris* da região de Bermudas foi dada como um indicador de subexploração para este estoque (LUCKHURST *et al.*, 2000). O mesmo autor atribui às altas longevidades encontradas a baixas temperaturas da água que ocorrem no inverno (18°C) na região da Bermudas. Segundo PAULY (1980),

organismos residentes em águas mais frias podem apresentar crescimento mais lento e longevidade maior, isto porque as baixas temperaturas diminuiriam as taxas metabólicas reduzindo desta forma as taxas de predação, levando a ocorrência de indivíduos de vida mais longa.

No entanto estas suposições parecem não se aplicar para o estoque de *L. synagris* no Banco dos Abrolhos. Temperaturas registradas para a região mostram uma variação de no máximo 4,5 °C ao longo do ano. A temperatura mínima registrada durante os anos referentes a este estudo foi de 24°C, sendo este padrão característico de águas subtropicais. Considerar a longevidade como um indicativo da saúde do estoque pode ser arriscado neste caso, para isto é preciso uma amostra muito representativa, além disto, os diferentes petrechos utilizados devem ser considerados.

Os dados coletados para este estudo mostram que as redes são responsáveis pela captura de indivíduos com maiores idades, contudo esta representa apenas 6% da amostra, sendo os outros 94% representados pela pesca de linha. Isto talvez explique a lacuna dos indivíduos com idades entre 17 a 14 anos, um aumento das capturados através das redes provavelmente aumentaria a representatividade de indivíduos com idades superiores aos 13 anos. Isto mostra que a pesca na área de estudo (em sua grande maioria frota linheira) exerce uma tendência de retirar indivíduos mais jovens da população. Além disso, *L. synagris* é uma espécie que tem sua ocorrência em águas relativamente rasas, se comparado a outros lutjanídeos (FRÉDOU & FERREIRA, 2005). Assim, esta espécie encontra-se mais vulnerável, podendo ser capturada pela maioria da frota, composta por embarcações artesanais (IBAMA, 2005) e por embarcações maiores e motorizadas, tornando esta espécie mais susceptível à pescaria local. Isto sugere a necessidade de estudos mais detalhados a cerca das tendências batimétricas das espécies alvo da pesca no Banco dos Abrolhos e sua relação com os tamanhos e idades obtidos por profundidades na área de estudo.

Recentemente, KLIPPEL *et al.* (2005) mostraram que *L. synagris* exibe um quadro moderado de sobreexploração na Bahia. No entanto, COSTA *et al.* (2002) classificaram *L. synagris* como plenamente explorado a sobre-explorado para a região da Costa Central do Brasil, enquanto FRÉDOU *et al.* (2009) consideraram a espécie sobreexplorada na região Nordeste do Brasil.

Os parâmetros de crescimento do *L. synagris* obtidos neste estudo estão dentro da faixa obtida para a espécie (Tabela 4). O valor encontrado neste estudo ( $k = 0,22$ ) foi igual ao encontrado em Trinidad & Tobago por MANICKCHAND-DASS (1987) e

muito próximo ao estimado por ALEGRIA & MENEZES (1970) para o Ceará ( $k = 0,23$ ). No entanto, FERREIRA *et al.* (2004) encontraram valores inferiores para o Nordeste do Brasil ( $k = 0,105$ ). Valores mais altos ( $k = 0,395$ ) foram encontrados na Região da Bermudas por LUCKHURST *et al.* (2000), sendo este o valor mais alto registrado para a espécie. Em Cuba, valores semelhantes foram encontrados por RODRIGUES (1962), RUBIO *et al.* (1985) e ARTILES (1985) ( $k = 0,20$ ;  $0,25$ ;  $0,26 \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente).

Os valores de  $L_{\infty}$  obtidos para este estudo também se encontram dentro dos parâmetros citados na literatura para esta espécie (Tabela 5). Com exceção do REVIZEE (2004), os comprimentos máximos obtidos aqui são os maiores já descritos para esta espécie no Brasil, sendo semelhante a algumas áreas de Cuba, Porto Rico e Trinidad & Tobago. *L. synagris* apresentou as menores taxas de crescimento na região da Flórida, as maiores taxas foram registradas nas Bermudas. As diferenças encontradas em regiões distintas podem ser consideradas como o reflexo da estrutura de crescimento em diferentes áreas, embora diferentes métodos de amostragem, áreas de pesca em relação à distribuição da população e de metodologia, como por exemplo, o tipo de estrutura utilizada (escamas, otólitos, comprimentos) podem também refletir de forma significativa nos resultados (GONÇALVES *et al.*, 2003).

Uma forma de evitar este tipo de viés metodológico seria através de uma padronização destes métodos. Embora simples, a padronização de métodos para a determinação da idade pode não ser aplicável devido a dificuldades financeiras, obtenção de equipamentos e tipo de dados disponíveis, inerentes às distintas regiões onde *L. synagris* ocorre.

Os parâmetros de crescimento obtidos neste estudo indicam que *L. synagris* possui um crescimento rápido nos primeiros anos de vida, atingindo 50% do seu tamanho médio máximo  $L_{\infty}$  aos três anos de vida. Aos sete anos *L. synagris* atinge 75% de seu comprimento médio máximo, onde a curva praticamente estabiliza indicando um crescimento bem mais daí em diante. Os padrões de crescimento obtidos neste estudo estão dentro do esperado para Lutjanideos (Tabela 5). Segundo MANOOCH III (1984), esta família apresenta peixes de relativa vida longa, geralmente excedendo os 10 anos e as taxas de crescimento normalmente ficam entre  $0,10$  e  $0,25(\text{ano}^{-1})$ .

Tabela 4. Parâmetros de crescimento estimados em diversos estudos (CF = comprimento furcal; CT = comprimento total)

| Área           | Cinf(mm) | k(ano-1) | t0(ano-1) | Métodos                     | Autores                        |
|----------------|----------|----------|-----------|-----------------------------|--------------------------------|
| Brasil (Bahia) | 560 CT   | 0.22     | -0.2      | otólitos                    | Este estudo                    |
| Brasil (Ceara) | 505 CT   | 0.23     | -0.19     | otólitos                    | Alegria & Menezes (1970)       |
| Brasil (NE)    | 62.3 CF  | 0.036    | -6.5      | otólitos                    | Ferreira <i>et al.</i> (2004)  |
| Brasil (NE)    | 46.8 CF  | 0.105    | 1.0       | Otl (Retrocalculado)        | Ferreira <i>et al.</i> (2004)  |
| Bermudas       | 331 CF   | 0.395    | -0.195    | otólitos                    | Luckhurst <i>ET al.</i> (2000) |
| Cuba           | 379 CF   | 0.2      | -185      | nd                          | Rodriguez-Pino (1962)          |
| NW Cuba        | 449 CF   | 0.25     | -1.05     | nd                          | Rubio (1986 <sup>a</sup> )     |
| SW Cuba        | 434 CF   | 0.29     | -0.32     | nd                          | Rubio (1986b)                  |
| SW Cuba        | 407 CF   | 0.35     | -0.03     | nd                          | Buesa & Olachea (1970)         |
| SW Cuba        | 396 CF   | 0.15     | -1.72     | nd                          | Salahange (1981)               |
| SW Cuba        | 452 CF   | 0.26     | -0.17     | nd                          | Artiles (1985)                 |
| SW Cuba        | 351 CF   | 0.28     | -0.52     | nd                          | Olaechea & Quintana (1970)     |
| SW Cuba        | 502 CF   | 0.15     | -0.97     | nd                          | Claro & Reshetnikov (1981)     |
| SW Cuba        | 401 CF   | 0.16     | -1.83     | nd                          | Rubio <i>et al.</i> (1985)     |
| Porto Rico     | 450 CF   | 0.23     | ----      | ELEFAN I                    | Acosta & Appeldoorn (1962)     |
| Flórida        | 460 CT   | 0.13     | ----      | otólitos                    | Mannoch III & Mason (1984)     |
| Trinidad e     |          |          |           |                             |                                |
| Tobago         | 708 CT   | 0.22     | Macho     | otólitos                    | Manickhand - Dass (1987)       |
| " " "          | 603 CT   | 0.22     | Fêmea     | otólitos                    | Manickhand - Dass (1987)       |
| Cuba           | 380 CT   | 0.35     |           | escamas, otólitos e urohyal | Rodriguez - Pino (1962)        |
| Cuba           | 516 CT   | 0.2      |           | escamas, otólitos e urohyal | Claro & Reshetnikov (1981)     |
| Yucatan        | 410 CT   | 0.25     |           | ELEFAN I, Ford-Walford      | Torres - Lara (1984)           |
| Yucatan        | 330 CT   | 0.27     |           | ELEFAN I, Ford-Walford      | Torres-Lara & Salas (1990)     |
| Yucatan        | 410 CT   | 0.25     |           | ELEFAN I, Ford-Walford      | Torres-Lara (1987)             |
| Yucatan        | 490 CT   | 0.23     |           | ELEFAN I, Ford-Walford      | Torres-Lara e Chávez (1987)    |
| Porto Rico     | 490 CT   | 0.23     |           | ELEFAN I, Ford-Walford      | Acosta & Appeldoorn (1962)     |
| Campeche       | 352 CT   | 0.26     |           | ELEFAN I, SLCA              | Rivera-Arriaga (1996)          |

Tabela 5. Parâmetros de crescimento estimados para espécies da família Lutjanidae (CF = comprimento furcal; CT = comprimento total)

| Espécie                  | Área                | Método            | $L_{\infty}$<br>(mm) | K(ano <sup>-1</sup> ) | t0<br>(ano <sup>-1</sup> ) | Autor                            |
|--------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|
| <i>L.griseus</i>         | Norte da Flórida    | Otólitos          | 717 CT               | 0.17                  | -0.025                     | Burton (2001)                    |
| <i>L.griseus</i>         | Sul da Flórida      | Otólitos          | 625 CT               | 0.13                  | -133                       | Burton (2001)                    |
| <i>L.griseus</i>         | Cuba                | Otólitos          | 513 CF               | 0.24                  | -0.616                     | Baez <i>et al.</i> (1980)        |
| <i>L.griseus</i>         | Cuba                | Otólitos          | 548 CF               | 0.228                 | -1.065                     | Claro (1983)                     |
| <i>L.griseus</i>         | Leste da Flórida    | Otólitos          | 890 CT               | 0.1                   | -0.316                     | Manooch & Matheson (1981)        |
| <i>L.guttatus</i>        | Califórnia          | Otólitos          | 662 CT               | 0.13                  | -0.23                      | Rodriguez (2003)                 |
| <i>L.campechanus</i>     | Golfo do México     | Otólitos          | 969 CT               | 0.19                  | -0.02                      | Patterson <i>et al.</i> (2001)   |
| <i>L.campechanus</i>     | Golfo do México     | escamas/otólitos  | 941 CT               | 0.16                  | -0.1                       | Nelson & Manooch (1982)          |
| <i>L.campechanus</i>     | Golfo do México     | Otólitos          | 925 CT               | 0.14                  | -0.1                       | Nelson <i>et al.</i> (1985)      |
| <i>L.campechanus</i>     | Sudeste EUA         | escamas/otólitos  | 975 CT               | 0.16                  | 0                          | Nelson & Manooch (1982)          |
| <i>L.jocu</i>            | Brasil (Pernambuco) | Otólitos          | 712 CF               | 0.112                 | -0.32                      | Rezende & Ferreira (2004)        |
| <i>L.analis</i>          | Cuba                | Otólitos          | 880 CF               | 0.152                 | -0.35                      | Claro (1981)                     |
| <i>L.analis</i>          | Cuba                | Otólitos          | 814 CF               | 0.143                 | -1.42                      | Pozo (1979)                      |
| <i>L.analis</i>          | Leste da Flórida    | Otólitos          | 826 CT               | 0.153                 | -0.579                     | Mason & Manooch (1985)           |
| <i>Ocyurus chrysurus</i> | Brasil (Bahia)      | Otólitos          | 567 CT               | 0.13                  | 0.773                      | Araujo <i>et al.</i> (2002)      |
| <i>Ocyurus chrysurus</i> | Brasil (Pernambuco) | Freq. Comp, FISAT | 547 CT               | 0.32                  | 1.32                       | Calado Neto <i>et al.</i> (1997) |

Com relação à validação, o número de otólitos utilizados para esta análise não permitiu a validação do incremento por idades. Contudo os resultados obtidos para análise do incremento marginal demonstraram que *L. synagris* deposita um anel opaco por ano, entre julho a setembro. Como o incremento medido corresponde à distância do último anel opaco até a borda, isto quer dizer que quando esta distância atinge seu ápice uma nova borda será formada. Neste caso, quando o anel translúcido atinge seu ápice, uma nova banda opaca deve ser formada. As maiores distâncias no IM ocorreram nos meses de maio e junho, indicando que nos meses seguintes será formada uma nova banda opaca. Esta tendência pode ser reforçada pela maior proporção de bordas opacas nos meses de julho a setembro.

A formação de anéis de crescimento em otólitos vem sendo associada a diversos fatores como temperatura, reprodução e aumento do fotoperíodo. Isto porque o declínio da temperatura em teoria levaria a diminuição do metabolismo e conseqüentemente a uma diminuição do crescimento. Por outro lado a elevação da temperatura levaria a um aumento no metabolismo e conseqüentemente a um aumento no crescimento. SIERRA



& CLARO, (1979) estudando as taxas de ingestão de *L. synagris* observaram que o período de digestão durou de 45 a 50 horas no inverno e de 22 a 26 horas no verão. O maior pico de digestão foi registrado um mês após o pico reprodutivo. Apesar de não dispormos desses dados para esta espécie no Brasil, observamos que as maiores distâncias no incremento estão relacionadas com os meses onde ocorre aumento na temperatura, possivelmente devido a um aumento do metabolismo nestes meses. CLARO & RESHETNIKOV (1981) em Cuba registraram para *L. synagris* um IM mínimo nos meses de maio à julho. Nas Bermudas, LUCKHURST *et al.* (2000) registraram para *L. synagris* valores mínimos de IM para os meses de abril à junho. O presente trabalho registrou valores mínimos de IM para os meses de julho a setembro.

Outro fator importante que deve ser relacionado com o incremento marginal são os dados de reprodução, isto porque, em teoria, nos meses onde ocorrem picos reprodutivos, grande parte da energia deve ser alocada para a reprodução e não para o crescimento. Desta forma é de se esperar que para os meses onde os picos reprodutivos ocorram, as taxas de crescimento devem ser baixas. FREITAS (2009), estudando a reprodução de *L. synagris* no Banco dos Abrolhos observou que esta espécie apresenta o maior pico reprodutivo em setembro e outubro. Os dados de IM neste estudo mostram que o período onde ocorreu um menor crescimento incremental foi justamente no período do meio de inverno e começo de primavera. Embora coincidente, estudos mais profundos devem ser feitos levando em conta a reprodução e seus efeitos no incremento marginal.

Embora os valores de incremento marginal neste trabalho pareçam ter relação com a temperatura, mudanças sazonais não levam às mesmas mudanças em todos os peixes de uma população (CLARO *et al.*, 2001). O período de formação do anel pode ser maior que o período de mudança sazonal. Além disso, mudanças ambientais podem variar interanualmente ao longo do tempo e intensidade, assim como a localização geográfica de indivíduos da mesma espécie. A intensidade dos processos metabólicos pode variar com a idade e isso também afetará a influência da variação ambiental nestes indivíduos. Por exemplo, longos períodos reprodutivos em peixes tropicais podem resultar em diferenças no tamanho dos indivíduos da mesma geração e afetará suas respostas no meio onde vivem (CLARO *et al.*, 2001). Outros fatores, tais como diferentes critérios, métodos utilizados (fórmula utilizada, eixo de medição, amplitude de idades) e tipo de estrutura rígida também devem ser considerados e levados em conta na comparação de resultados obtidos entre autores.

Segundo RALSTON (1987), os métodos mais confiáveis e utilizados na maioria das estimativas de mortalidade em Lutjanídeos são por curvas de capturas, proporções entre  $Z/K$  (BEVERTON & HOLT, 1956) e equação de PAULY (1980).

Os dados de Mortalidade total  $Z$  obtidos para este estudo provém do modelo de curvas de captura explicado na metodologia. O cálculo de  $Z$  foi feito para o Banco dos Abrolhos e não para localidades (pesqueiros), isto porque toda a amostra coletada foi proveniente do Banco. Os valores de  $Z$  para Lutjanídeos segundo a literatura variam de 0,29 a 1,26 (Tabela 6). O valor de  $Z$  estimado pelo método de comprimentos convertidos em curvas de captura para *L. synagris* foi 0,47 (ano<sup>-1</sup>), estando inserido na amplitude de  $Z$  para o gênero. A sobrevivência foi de 0,62 (ano<sup>-1</sup>) para idades a partir de 4+ anos. Valores de  $Z$  obtidos no REVIZEE, (2004) para *L. synagris* no Nordeste foram de 0,27 (ano<sup>-1</sup>). Os valores maiores de  $Z$  encontrados para o presente trabalho podem estar associados à ausência de indivíduos mais velhos na amostra, uma vez que uma maior representatividade de classes etárias maiores diminuiria a declividade da reta e conseqüentemente os valores de  $Z$ .

FRÉDOU & FERREIRA (2005) estudaram tendências batimétricas e relataram padrões de migrações ontogenéticas por profundidade para vários Lutjanídeos. Embora *L. synagris* tenha sido uma espécie que não apresentou um padrão claro, esta foi registrada como habitando águas rasas < 20 m e profundas > 80 m, dentro das quais estariam realizando possíveis migrações ontogenéticas. Desta forma é possível que indivíduos maiores e mais velhos tenham uma tendência a migrarem para águas mais profundas. Se isto de fato ocorre, então muitos espécimes não são capturados na área de pesca, porque possivelmente migram para áreas mais profundas, onde a frota de Caravelas não tem acesso, o que influenciaria as estimativas de  $Z$ . No entanto, estas estimativas assumem recrutamento constante de todas as classes etárias, e uma vez que flutuabilidade interanual em recrutamento ocorre para peixes recifais, estimativas confiáveis somente podem ser tomadas entre as mesmas classes em anos sucessivos (RUSS *et al.*, 1996).

Tabela 6. Valores de Z encontrados para o gênero *Lutjanus*

| Espécies             | Z            | Autores                       |
|----------------------|--------------|-------------------------------|
| <i>L.malabaricus</i> | 0.34 a 0.77  | Yeh <i>et al.</i> (1986)      |
| <i>L.vivanus</i>     | 1.26         | Tabash & Sierra (1996)        |
| <i>L.bucanella</i>   | 1.19         | Tabash & Sierra (1996)        |
| <i>L.ohar</i>        | 1.18 e 0.64  | Tabash & Sierra (1996)        |
| <i>L.purpureus</i>   | 0.745 e 1.20 | Wright <i>et al.</i> (1986)   |
| <i>L.jocu</i>        | 0.138        | Rezende & Ferreira (2004)     |
| <i>L. synagris</i>   | 0.27         | Ferreira <i>et al.</i> (2004) |
| <i>L.synagris</i>    | 0.678        | Manooch & Mason (1984)        |
| <i>L.griseus</i>     | 0.17         | Fisher <i>et al.</i> (2005)   |
| <i>L.griseus</i>     | 0.12 a 0.42  | Burton (2001)                 |
| <i>L.griseus</i>     | 0.29 a 0.38  | Burton (2001)                 |

Estimativas da mortalidade natural **M** variaram de 0,22 a 0,47 neste e em outros estudos. BURTON (2001) estudando *L. griseus* utilizando três dos quatro métodos empregados neste estudo encontrou valores de **M** variando de 0,18 a 0,43. FISCHER *et al.* (2005) investigando *L. griseus* e utilizando os mesmos métodos empíricos empregados por (BURTON, 2001) encontrou valores de **M** variando de 0,15 a 0,51. É bem conhecido que estimativas de **M** são altamente variáveis e dependem dos parâmetros e métodos empregados para seu cálculo (FISCHER *et al.*, 2005). No presente trabalho o uso de várias estimativas de **M** demonstra a variabilidade deste importante parâmetro dependendo do método utilizado. FRÉDOU *et al.* (2009) alertam para o impacto que o uso incorreto da taxa de mortalidade natural pode ter na reconstrução do tamanho do estoque, particularmente quando valores de F são próximos ou mesmo abaixo dos valores de **M**. Estes autores concluem que estimativas mais confiáveis são as que utilizam dados reais do estoque, como os que consideram a máxima idade registrada como o de AULT *et al.* (1998). A aplicação deste método, no entanto, é suscetível à ausência de indivíduos mais velhos na amostra, levando à subestimação da longevidade e uma superestimação de **M** (FRÉDOU *et al.*, 2009).

Acreditamos que o método de TAYLOR (1958) ( $M = 0,22$ ) seja a estimativa mais adequada de **M** para este estudo. Nossas estimativas de  $Z = 0,47$ ,  $M = 0,22$  e  $F = 0,25$  mostram que **M** corresponde a 47% da mortalidade total e a mortalidade por pesca corresponde a 53%. Outra forma conveniente de expressar intensidade de exploração é através da razão entre a mortalidade por pesca e mortalidade natural, criando a taxa de

F/M (RALSTON, 1987). A taxa equivalente a zero indica ausência de pesca, o aumento dessa taxa indica aumento da mortalidade por pesca. Uma taxa F/M de 1,0 corresponde à sugestão de GULLAND (1971) de que a mortalidade por pesca esta em seu nível ótimo (RALSTON, 1987). A taxa F/M observada no presente estudo foi de 1,14, indicando que na região do Banco dos Abrolhos os níveis de pesca encontram-se levemente acima do nível ótimo esperado, a exemplo de outras regiões do Brasil. Um aumento desta taxa pode indicar problemas futuros e a sobre exploração deste recurso. No entanto, devido às dificuldades com os métodos utilizados e incertezas com área de distribuição do estoque e capturas por outras artes de pesca ou frotas, estas conclusões são apenas tentativas e avaliações de estoques com métodos mais apropriados ainda são necessárias para a espécie na área de estudo.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados encontrados, de forma geral, propiciam recursos básicos para a avaliação do estoque pesqueiro. Os parâmetros de *L. synagris* para a área de estudo mostram que esta espécie apresenta uma taxa de crescimento um pouco maior do que em outras regiões, como Flórida ou mesmo Cuba. Sendo uma espécie de crescimento lento e grande expectativa de vida, é naturalmente sensível a uma pressão de pesca elevada. O uso de otólitos para a determinação desta espécie mostrou-se adequada, isto porque mostram incrementos (bandas alternadas) em sua estrutura. Estas estruturas mostraram-se regulares em uma escala de tempo e crescem ao longo da vida dos indivíduos. É recomendável a utilização desta técnica para a determinação da idade para esta espécie. Através da análise do incremento marginal observou-se que os anéis etários são formados em base anual. Sua formação parece ocorrer entre o fim do período de inverno e início da primavera. O crescimento incremental parece seguir um padrão parecido com o das temperaturas de superfície da água obtidas para o local de estudo. Contudo sugerimos que estudos mais aprofundados devam ser feitos sobre a influência de fatores abióticos e reprodução e seus efeitos sobre a formação de anéis etários na espécie em questão.

Os dados de mortalidade obtidos neste trabalho são muito importantes, pois compõem uma peça chave na avaliação de estoques pesqueiros. Desta forma os valores obtidos aqui podem ser usados como valores de referência para outros estudos que por ventura sejam realizados na mesma região. Contudo, um ou dois anos de dados

permitem apenas uma fotografia do cenário, sendo o ideal, a obtenção de dados de mortalidade anual ao longo de uma série temporal grande (e.g. dez anos). Só assim teríamos uma noção do que realmente está acontecendo com o estoque desta espécie no Banco dos Abrolhos.

Embora estudos de idade, crescimento e reprodução sejam de suma importância para o manejo pesqueiro, permitindo inferências quanto ao estado do estoque, além de fornecer subsídios para normativas restritivas tais como tamanho mínimo de captura, medidas como a implementação de áreas de proteção integral tornam-se necessárias e devem ser levadas em conta pelos órgãos responsáveis quando se trata de conservação e uso conservativo de recursos pesqueiros. Recentemente o programa de monitoramento realizado pela Conservation Internacional do Brasil (CI) foi cancelado por falta de verba. Uma área tão importante como o Banco dos Abrolhos necessita que o programa de monitoramento tenha continuidade. Somente com estudos que abranjam longas séries temporais (através do monitoramento pesqueiro) e com a implementação de áreas de proteção integral teremos as ferramentas necessárias para programar o manejo efetivo das espécies alvo da pesca.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, A.; APPELDOORN R. S. 1962. Estimation of growth, mortality and yield per recruit for *Lutjanus synagris* (Linnaeus) in Puerto Rico. **Bull. Mar. Sci.**, 50(2): 282-291.
- AGUILAR A.T.; MALPICA Z.C.; URBINA. B.V. 1995. **Dinamica de Poblaciones de peces**. Editorial Libertad E.I.R.L., 304 p.
- ALEGRIA C. Jr.; MENEZES M. F. 1970. Edad y Crecimiento del Ariacó *Lutjanus synagris* (Linnaeus) en el Nordeste del Brasil. **Arq. Cien. Mar**, 10(1): 65-68.
- ALLMAN, R. J; FITZHUGH, R. G; STARZINGER, J. K; FARSKY, A. R. 2004. Precision of age estimation in red snapper (*Lutjanus campechanus*) In: **RED SNAPPER DATA WORKSHOP REPORT-SEDAR7-DW-34**. 23p.
- ANDRADE-RODRIGUEZ, H. A. 2003. **Age determination in the snapper *Lutjanus guttatus* (Pisces, Lutjanidae) and investigation of fishery management strategies in the Pacific Coast of Guatemala**. M. Sc. Thesis. Norwegian College of Fisheries Science, University of Tromsø, Norway, 45 p.
- ARAUJO J. N.; MARTINS A. S.; COSTA K. G. 2002. Idade e crescimento da cioba, *Ocyurus chrysurus*, da Costa Central do Brasil. **Rev. Bras. Oceanogr.**, 50:47-57.
- ARTILES, M. 1985. Estudios sobre los efectos de los otolitos, la edad y el crecimiento de la biajaiba (*Lutjanus synagris*, 1778). **Trab. Dipl. Cent. Inv. Mar.**, Univ. Hab. 29 p.
- AULT, J. S.; BOHNSACK, J. A.; MEESTER, G. A. 1998. A retrospective (1979-1996) multispecies assessment of coral reef fish stocks in the Florida Keys. *Fish. Bull.* 96(3):395-414.
- BAEZ HIDALGO M.; ALVAREZ-LAJONCHERE L.; PEDROSA B. 1980. Edad y crecimiento del caballerote *Lutjanus griseus* (Linné), em tunas de Zaza, Cuba. **Rev. Invest. Mar.**, 1(3-5): 135-150.
- BAGENAL T. B.; TESCH F. W. 1978. Age and growth. In T.B. BAGENAL (ed). **Methods for assessment of fish production in fresh waters**. International Biological Programme Handbook 3, Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. p. 101-136.
- BANNEROT, S. P.; FOX W. W.; POWERS J. E. 1987. **Reproductive Strategies and Management of Snappers and Groupers in the Gulf of Mexico and Caribbean**. In POLOVINA J. J., RALSTON S., 1987. Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press, Oceans Resources and Marine Policy Series. 659 p.
- BEAMISH, R. J.; FOURNIER, D. A. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 38: 982-983.

- BERTALANFFY, L. V. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws, II). **Hum. Biol.**, 10(2): 181-213.
- BEVERTON, R. J. H.; HOLT S. J. 1957. **On the Dynamics of Exploited Fish Populations. Fishery. Invest.**, London, Ser.2, 19: 533p.
- BUESA, R. J.; OLAECHEA, A. 1970. Estudios sobre la bialaiba: Zona B y Area de Diego Pérez. **Cent. Invest. Pesq.**, La Habana, (01)20: 9p.
- BURTON, M. L. 2001. Age, growth, and mortality of gray snapper, *Lutjanus griseus*, from the east coast of Florida. **Fish. Bull.**, 99: 254-265.
- BURTON, M. L. 2002. Age, growth and mortality of mutton snapper, *Lutjanus analis*, from the east coast of Florida, with a brief discussion of management implications. **Fisheries Research**, 59: 31-41.
- CAMPANA, S. E. 1999. Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 188: 263-297.
- CAMPANA, S. E.; NELSON, J. D. 1985. Microstructure of fish otoliths. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 42:1014-1032.
- CAMPANA, S. E.; THORROLD, S. R. 2001. Otoliths, increments, and elements: Keys to a comprehensive understanding of fish populations? **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 58: 30-38.
- CARIA, F. 2000. **Aspectos da dinâmica reprodutiva do Ariacó *Lutjanus synagris* (Pisces:Lutjanidae) no litoral de Salvador e adjacências. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.**
- CASSELMAN, J. M. 1987 Determination of age and growth. In: WEATHERLEY, A. H.; GILL, H. S. **The biology of fish growth**. Academic Press, London, p. 209-242.
- CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. In: Robinson, A.R.; Brink, K.H. (eds.): **The Sea**, (11): 209-252.
- CLARO, R. 1981. Ecología y ciclo de vida del pargo criollo, *Lutjanus analis* (Cuvier), en la plataforma Cubana. **Acad. Cienc. Cub, Infl. Cient.- Tec.** 186, 83p.
- CLARO, R. 1983. Ecología y ciclo de vida del caballerote, *Lutjanus griseus* (Linnaeus), en la plataforma Cubana I. Identidad, distribución y habitat, nutrición y reproducción. Reporte de Investigaciones. **Instituto de Oceanología**. Academia de Ciencias de Cuba, 7:1-30.
- CLARO, R.; LINDEMAN, K. C.; PARENTI, L. R. 2001. **Ecology of the marine fishes of Cuba**. Smithsonian Institution Press, Whashington and London, 253p.

- CLARO, R.; RESHETINOKOV, Y. S. 1981. Ecologia y ciclo de vida de la biajaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en la plataforma Cubana. **Ser. Oceanol. Acad. Cienc.**, 174: 1-28.
- COLEMAN, F. C.; KOENIG, C. C.; HUNTSMAN, G. R.; MUSICK J. A.; EKLUND A. M.; MCGOVERN J. C.; CHAPMAN R. W.; SEDBERRY G. R.; GRIMES C. B. 2000. Long-lived Reef Fishes: The Grouper Snapper Complex. **Fisheries**, 25(3): 14-20.
- COSTA, P. A. S.; SILVA, G. O. M.; MARTINS, A. S. 2002. Avaliação de estoques de pesca de linha de na costa central do Brasil. In: Relatório Síntese: Área de estatística pesqueira, dinâmica de populações e avaliação de estoques. Programa REVIZEE. Rio de Janeiro.
- DOMINGUES, W. M.; HAYASHI, C. 1998. Estudo Experimental sobre anéis diários em escamas nas fases iniciais do desenvolvimento do curimba, *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1882) (Characiformes, Prochilodontidae). **Rev. Bras. Biol.**, 58(4): 609-617.
- DUTRA, G. F.; ALLEN, G. R.; WERNER, T.; MCKENNA, S.A. 2005. A rapid marine biodiversity assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil. **Rap Bulletin of biological assessment**, Nº 38. 160p.
- FERREIRA, B. P.; REZENDE, S. M., TEIXEIRA, S. F; FREDÓU, T. 2004. *Lutjanus synagris*. In LESSA, R.P.; NÓBREGA, M.F. & BEZERRA JR., J.L. **Dinâmica de populações e avaliação dos estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste**. Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE Sub-Comitê Regional Nordeste – Score – NE. Recife. V II. 108-117p. 274p.
- FERREIRA, B. P.; RUSS, R. G. 1994. Age validation and estimation of growth rate of the coral trout *Plectropomus leopardus* (Lacepede 1802) from Lizard Island, Northern Great Barrier Reef. **Fish. Bull.**, 92: 46 -57.
- FISCHER, A. J.; BAKER, JR. S. M.; WILSON, C. A. 2005. Age, growth, mortality, and radiometric age validation of Gray snapper (*Lutjanus griseus*) from Lousiana. **Fish. Bull.**, 103: 307-319.
- FISHER, W. 1978. FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes . Western Central Atlantic Fishing Area 31. Fishery Resources and Environment Division. **FAO**, Rome.
- FLOETER, S. R.; HALPERN, B.S.; FERREIRA, C. E. L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. **Biol. Conserv.**, 128: 391-402.
- FONTELES-FILHO, A. A. 1989. **Recursos Pesqueiros: Biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza, Imprensa oficial do Ceará. 296.p.



- FRÉDOU, T.; FERREIRA, B. P. 2005. Bathymetric Trends of Northeastern Brazilian Snappers **Braz. Arch. Biol. Tech.**, 48(5): 787-800.
- FRÉDOU, T.; FERREIRA, B. P.; LETOURNEUR, Y. 2009. Assessing the stocks of the primary snappers caught in Northeastern Brazilian reef systems. 1: Traditional modeling approaches. **Fisheries Research**, 99: 90-96.
- FREITAS, M. O. 2009. **Pesca artesanal e Biologia reprodutiva do Ariocó *Lutjanus synagris* (Lutjanidae) no Banco dos Abrolhos**. Dissertação de Mestrado em Sistemas Aquáticos Tropicais – Universidade Estadual de Santa Cruz Ihéus-BA. 125p.
- GERRITSEM, D.; Mc GRATH, D. 2007. Precision estimates and suggested sample sizes for length – frequency data. **Fish. Bull.**, 106:116-120.
- GESTEIRA, T. C. V.; ROCHA, C. A. S. 1976. Estudo sobre a fecundidade do ariocó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), da costa do Ceará (Brasil). **Arq. Cien. Mar**, 16(1): 19-22.
- GINEZ, H. 1982. **Carta pesquera de Venezuela**. 2. Area Central Occidental. Fundacion La Salle de Ciencias Naturales. Caracas, Venezuela. Monografía. 226p.
- GÓMEZ, G.; GUZMÁN, R.; CHACÓN, R.; MÁRQUEZ, M. 1999. Talla de madurez y fecundidad del pargo guanaco, *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paria Edo. Sucre, Venezuela. Durante el período 1998. **Acta Científica Venezoelana**, 50(2):375.
- GOMPERTZ, B. 1825. On the nature of the function expressive of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. **Phil. Trans. Roy. Soc. London**. 115(1): 513-585
- GRIMES, C. B. 1987. **Reproductive Biology of the Lutjanidae: A Review**. In POLOVINA, J. J.; RALSTON, S. 1987. Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press, Oceans Resources and Marine Policy Series. 659p.
- GULLAND, J. A. 1971. **The fish resources of the ocean**. Fishing News (Books), Surrey, England, 225 p.
- HEDERSTRÖM, H. 1759. Rön om fiskars alder. Köngl. Vetenskaps Akademiens Handlingar 20: 222-229. (Original not seen, a translated version can be found in HERESTRÖM, H. 1959. Observations on the age of fishes. Report/Institute of Freshwater Research Drottningholm 40:161-164.
- HILBORN, R. & WALTERS, C.J. 1992 **Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty**. New York. Chapman and Hall. 570 p.
- HOENING, J. M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. **Fish. Bull.**, 81(4): 898-903.

- IBAMA, 2003. **Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil**. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste, Tamandaré. 191 p
- IBAMA, 2005. **Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil**. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste, Tamandaré. 152 p
- JENKE, J. 2002. **A guide to good otolith cutting**. Fisheries Research Report No. 141, 23 p.
- KING, M. 1995. **Fisheries Biology, Assessment and Management**. Fishing News Books. Osney Mead, Oxford. England, 342 p.
- KLIPPEL, S.; OLAVO, G.; COSTA, P. A. S.; MARTINS, A. S.; PERES, M. B. 2005. Avaliação dos estoques de lutjanídeos da costa central do Brasil: análise de coortes e modelo preditivo de Thompson e Bell para comprimentos. In: COSTA, P.A.S.; MARTINS, A.S.; OLAVO, G. (Eds.) **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. p.83-98 (Série Livros n.13).
- LAI, H. L. 1987. Age determination of pacific cod *Gadus macrocephalus* using five ageing methods. **Fish. Bull.**, 85: 713-723.
- LAI, H. L.; GALLUCCI, V. F.; GUNDERSON, D. R.; DONNELLY, R. F. 1996. Age determination in fisheries: methods and applications to stock assessment, 82-178p. In: V. F. GALLUCCI, S. B. SAILA, D. J. GUSTAFSON & B. J. ROTHCHILD (eds.), **Stock assessment: quantitative methods and applications for small-scale fisheries**. CRC Press, Florida, 527p.
- LEÃO, Z. M. A. N. 1982. **Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil**. Ph.D. Dissertation, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Florida, U.S.A., 218p.
- LE CREN, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **J. Anim. Ecol.**, 20(2): 201-219.
- LEIS, J. M. 1987. **Review of the Early Life History of Tropical Groupers (Serranid) and Snappers** (Lutjanidae). In: POLOVINA J. J., RALSTON S., 1987. Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press, Oceans Resources and Marine Policy Series. 659 p.
- LEITE JR, N. O.; MARTINS, A. S.; ARAÚJO, J. N. 2005. Idade e crescimento de peixes recifais na região central da Zona Econômica Exclusiva entre Salvador-BA e o Cabo de São Tomé-RJ (13°S a 22°S). In: COSTA, P.A.S.; MARTINS, A.S.; OLAVO, G. (Eds.) **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 203-216p. (Série Livros n.13).

- LIMA, W. B. 2004. Idade e crescimento do Ariocó *Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758 (Teleostei: Lutjanidae) da costa norte da Bahia – Brasil. – **Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Espírito Santo**, Vitória, ES. 40 p.
- LONGHURST, A. R.; PAULY, D. 1987. **Ecology of tropical Oceans**. San Diego: Acad. Press. 407p
- LOWE-McCONNEL, R. H. 1991. **Ecological Studies in Tropical Fish Communities**. Cambridge University Press. 235-262p.
- LOWENSTEIN, O. 1971. The labyrinth. In: Hoar, W. S. and Randall, D. J. (Eds) **Fish Physiology** Volume V, Sensory systems and electric organs., Academic Press, New York. p. 207-240.
- LUCKHURST, B. E.; DEAN, M. J.; REICHERT, M. 2000. Age, growth and reproduction of the lane snapper *Lutjanus synagris* (Pisces: Lutjanidae) at Bermuda. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 203: 255-261.
- MACHADO, L. F.; BERTONCINI, A. A.; HOSTIM-SILVA, M.; BARREIROS, J. P. 2003. Habitat use by the juvenile dusky grouper *Epinephelus marginatus* and its relative abundance, in Santa Catarina, Brazil. **Aqua, Journal of Ichthyology and Aquatic Biology**, 6(4): 133-138.
- MANICKCHAND-DASS, S. 1987. Reproduction, age and growth of lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), in Trinidad, West Indies. **Bull. Mar. Sci.**, 40:22-28.
- MANOOCH III, C. S. 1987. Age and growth of snappers and grouper. In: POLOVINA, J. J.; Ralston. Tropical snappers and grouper. **Biology and fisheries management**. Westview Press, Boulder and London, p. 329-373
- MANOOCH III, C. S.; MASON, L.D. 1984. Age, growth and mortality of Lane snapper from southern Florida. **Northeast Gulf Science**. 7(1): 109-115.
- MANOOCH III, C. S.; MATHESON, R. H. 1981. Age, growth and mortality of gray snapper collected from Florida waters. **Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish Wild. Agencies**. 35 p.
- MARTINS, A.S.; OLAVO, G.; COSTA, P. A. S. 2005. A pesca de linha de alto mar realizada por frotas sediadas no Espírito Santo, Brasil. In: COSTA, P.A.S.; MARTINS, A. S.; OLAVO, G. (Eds.) **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p.35-55 (Serie livros n.13).
- MASON, D. L.; MANOOCH III, C. S. 1985. Age and growth of mutton snapper along the east coast of Florida. **Fish. Res.**, 3: 93-104.
- MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. 1980. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil**. IV. Teleostei (3). São Paulo. Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, 96 p.

- MILTON, D. A.; SHORT, S. A.; O'NEIL, M. F.; BLADER, J. M. 1995. Aging of three species of tropical Snappers (Lutjanidae) from Gulf of Capentaria, Australia, using radiometry and otoliths counts. **Fish. Bull.**, 93: 103-115.
- NELSON, J. 1994. **Fishes of the World**. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons, New York. 523 p.
- NELSON, R. S.; MANOOCH III, C. S. 1982. Growth and mortality of red snapper, *Lutjanus campechanus*, in the west central Atlantic Ocean and northern Gulf of Mexico. **Trans. Am. Fish. Soc.**, 111: 465-475.
- NELSON, R. S.; MANOOCH III, C. S.; MASON D. L. 1985. Ecological effects of energy development on reef fish of the Flower Garden Banks: Reef fish bioprofiles. **Final report. Southeast Fish. Cent. Beaufort, NC**: 28516-9722.
- NEWMAN, S. J.; WILLIAMS, D.MCB.; RUSS, G. R. 1996. Variability in the population structure of *Lutjanus adetti* (Castelnaus, 1873) and *L. quinquelineatus* (Block, 1970) among reefs in Central Great Barrier Reef, Australia. **Mar. Freshwater. Res.** 47:575-584.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 421p.
- NIKOLSKY, G. V. 1974. Theory of the Dynamics of Fish Populations (in Russian). Nauka, Moscow, 447 p.
- OLAECHEA, A.; QUINTANA, M. 1970. **Pré-evaluación sobre la determinación de la edad en la biajaiba *Lutjanus synagris* (Linné)**. Cuba. In: Segunda Reunion de Balance del Centro de Investigaciones Pesqueras (mecenografiado) 2:50-61.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stock. **International Council for the Exploration of the Sea**, 39: 175-192.
- PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; DALSGAARD, J.; FROESE, R.; TORRES, F.JR. 1998. Fishing Down Marine Food Webs. **Science**, 279: 860-863.
- PEREIRA, A. F.; BELÉM, A. L.; CASTRO, B. M.; GEREMIAS. R. 2005. Tide topography interaction along the Eastern Brazilian Shelf. **Cont. Shelf Res.**, 25: 1521-1539.
- PETERSEN, C. J. G. 1892. Fiskensbiologiske forhold I Hlboek Fjord, 1890-1891. Beretning fra de Danske Biologiske Station for 1890 (1891) 1:121-183. (Original not seen, summarized in Ricker 1975).
- POLOVINA, J. J.; RALSTON S. 1987. **Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management**. Westview Press, Oceans Resources and Marine Policy Series. 659 p.

- POLUNIN, N. V. C.; ROBERTS, C. M. 1996. Reef Fisheries. **Fish and Fisheries Series** (20) 477 p.
- POZO, E. 1979. Edad y crecimiento del pargo criollo (*Lutjanus analis* Cuvier 1928) en la plataforma nororiental de Cuba. **Rev. Cubana Invest. Pesq.**, 4(2): 1-24.
- RADTKE, R. L.; HOURIGAN, T. F. 1990. Age and growth of the Antarctic fish *Notototheniops nudifrons*. **Fish Bull.**, 88: 557-571.
- RALSTON, S. 1987. Mortality Rates of Snappers and Groupers. In POLOVINA J. J., RALSTON S., 1987. **Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management**. Westview Press, Oceans Resources and Marine Policy Series. 659 p.
- RALSTON, S.; MYAMOTU, G. T. 1983. Analyzing the width of daily growth increments to age the Hawaiian Snapper, *Pristipomoides filamentosus*. **Fish. Bull.**, 81(3): 523-533.
- RALSTON, S.; WILLIAMS, H. A. 1988. Numerical integration of daily growth increments: Efficient means of aging tropical fishes for stock assessment. **Fish. Bull.**, 87: 1-16.
- REIBISCH, J. 1899. Über die Eizahl bei *Pleuronectes platessa* und die Altersbestimmung dieser Form aus den Otolithen. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen herausgegeben von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland 4:233-248.
- REZENDE, S. M.; FERREIRA, B. P. 2004. Age, growth and mortality of dog snapper *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801) in the northeast coast of Brazil. **Braz. J. Ocean.**, 52(2): 107-121.
- REZENDE, A. M.; FERREIRA, B. P.; FREDOU, T. 2003. A pesca de lutjanídeos no nordeste do Brasil: Histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. **Bol. Técn. Cient. CEPENE**, 11(1): 257 - 270.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Population. **J. Fish. Res. Board Can.** 191:382.
- RIVERA-ARRIAGA, E. 1996. Ecology and population dynamics of *Lutjanus synagris* on Campeche Bank. **ICLARM**, 48: 11-18.
- ROBERTSON, T. B. 1923. **The Chemicals basis of growth and senescence**. J. B. Lippincott. Philadelphia. 389p.
- RODRIGUEZ-PINO, Z. 1962. **Estudios estadísticos y biológicos sobre la biajaiba *Lutjanus synagris***. Centro de Investigaciones Pesqueras. Nota sobre investigaciones, (4): 99 p.

- RUBIO, R. 1986a. Estudio sobre la edad y el crecimiento de la biajaiba (*Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758) (Pisces: Lutjanidae), en la plataforma noroccidental de Cuba. 5to Foro Cient. **Cent. Invest. Pesq.**, La Habana.
- RUBIO, R. 1986b. Algunas consideraciones sobre la formación e interpretación del patrón de marcas de crecimiento de los otolitos de la biajaiba (*Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758) (Pisces: Lutjanidae) y su uso en los estudios de edad y crecimiento. 5to Foro Cient. **Cent. Invest. Pesq.**, La Habana.
- RUBIO, R.; SALAHANGE, P.; BETANCOURT, M. 1985. Relaciones de la edad con el largo, el peso y la fecundidad de la biajaiba (*Lutjanus synagris*) de la plataforma suroccidental de Cuba. **Rev. Cent. Invest. Pesq.**, La Habana, 10(3-4): 77-90.
- RUSS, G. R. 1991. Coral reef fisheries: Effects and yields. In Sale P.F. **The ecology of fishes on coral reefs**. Academic Press, New York. 754 p.
- RUSS, G. R.; LOU, D. C.; FERREIRA, B. P. 1996. Temporal tracking of a strong cohort in the population of a coral reef fish, the coral trout (*Plectropomus leopardus*) Serranidae: Epinephelinae, in the central Great Barrier Reef, Australia. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 53(12): 745-751.
- SADOVY, Y. J. 1996. Reproduction of reef fisheries species, In: **Reef Fisheries**. POLUNIN, N.V.C.; C.M. ROBERTS, eds. p 15-59. Chapman & Hall, London. 477 p.
- SADOVY, Y. J. 2001. The threat of fishing to highly fecund fishes. **Journal of Fish Biology**, 59: 90-108.
- SALAHANGE, P. 1981. Edad y el crecimiento de la biajaiba (*Lutjanus synagris* Linnaeus). Resum. Biol. IV Conf. Cient. Cienc. Biol., La Habana.
- SALE, P. F. 1985. Current priorities in Ecology of coral reef fishes. **Search**, 16: 9-12.
- SALE, P. F. 1991. **The ecology of fishes on coral reefs**. Academic Press, New York. 754 p.
- SIERRA, L. M.; CLARO, R. 1979. Variación estacional de la velocidad de digestión en dos especies de peces lutjánidos, la biajaiba (*Lutjanus synagris*) y el caballero (*Lutjanus griseus*). **Cienc. Biol.**, 3: 87-97.
- STRAMMA, L.; ENGLAND, M. 1999. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. **J. Geophys. Res.**, 104(C9): 20863–20883.
- TABASH, F. A. B.; SIERRA, L. M. S. 1996. Assessment of *Lutjanus vivanus* and *Lutjanus buccanella* in the North Caribbean Coast of Costa Rica. Naga, **ICLARM Q.** 19(4):48-51.
- TAYLOR, C. C. 1958. Cod growth and temperature. **Journal du Conseil**, 23(3): 366-370.

- TAYLOR, C. C. 1960. Temperature, growth, and mortality – the pacific cockle. **Journal du Conseil**, 26 (1): 117-124.
- THOMPSON, R.; MUNRO, J. L. 1974. The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes: Lutjanidae (snappers). Zoology Dep, Univ. West Indies. **ICAMARM**. 59-81p.
- TORRES-LARA, R. 1984. **Diagnosis de la pesquería de la rubia (*Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758) en las costas de Yucatán**. Escuela Nacional de Estudios Profesionales IZTACALA, Universidad Nacional de Estudios Autónoma de México. Tesis profesional. 89 p.
- TORRES-LARA, R. 1987. **Análisis biológico-pesquero de las temporadas de pesca de la rubia (*Lutjanus synagris*, L., 1758) en las costas de Yucatán**. CINVESTAV-IPN-Unidad Mérida, Yucatán, México. Teses de maestría. 154 p.
- TORRES-LARA, R.; CHAVEZ, E. 1987. Evaluación y diagnóstico de la pesquería de la rubia (*Lutjanus synagris* (L) en el Estado de Yucatán. **Cienc. Mar.**, 13(1): 7-29.
- TORRES-LARA, R.; SALAS, S. M. 1990. Crecimiento y mortalidad de la rubia *Lutjanus synagris* en las costas de Yucatán durante las temporadas de pesca 1983-1985. **Inst. Cienc. Del Mar y Limnol.**, Univ. Nal. Autón. México, 17(2):205-214.
- VAZZOLER, A. E. A. M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e Crescimento. Brasília, CNPq. Plano Nacional de Zoologia, 108 p.
- WRIGHT A.; DALZELL P. J.; RICHARDS A. H. 1986. Some aspects of the red bass, *Lutjanus bohar* (Forsskal), from the Tigak Islands, Papua New Guinea. **J. Fish. Biol.**, 28: 533-544.
- WORTHINGTON. D. G, FOWLER. A. J., DOHERTY. P.J. 1995. Determining the most efficient method of age determination for estimating the age structure of a fish population. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 52: 2320-2326.
- YEH S.; CHEN C.; LUI H. 1986. Age and growth of *Lutjanus sebae* in the waters off northwestern Australia. **Acta Oceanographica Taiwanica. Science Reports of the National Taiwan University**, 16: 90-102.
- YOSEF, T. G.; CASSELMAN, J. M. 1995. A procedure for increasing the precision of otolith age determination of tropical fish for differentiating biannual recruitment **Mar. Sci.**, 19: 247-269.
- ZAR, J. H. 1999. **Bioestatistical Analisis**. Prentice Hall International, Inc. 929p.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)