



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

WASLEY MACIEL PINHEIRO

BIOLOGIA POPULACIONAL DE ESPÉCIES COMERCIALMENTE
IMPORTANTES DE LUTJANÍDEOS (TELEOSTEI: LUTJANIDAE) CAPTURADOS
NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

FORTALEZA

2023

WASLEY MACIEL PINHEIRO

BIOLOGIA POPULACIONAL DE ESPÉCIES COMERCIALMENTE IMPORTANTES DE
LUTJANÍDEOS (TELEOSTEI: LUTJANIDAE) CAPTURADOS NO ESTADO DO
CEARÁ, BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Pesca. Área de Concentração: Recursos Pesqueiros e Meio Ambiente.

Orientadora: Prof. Dra. Caroline Vieira Feitosa.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P722b Pinheiro, Wasley Maciel.

Biologia populacional de espécies comercialmente importantes de lutjanídeos (Teleostei: Lutjanidae) capturados no Estado do Ceará, Brasil / Wasley Maciel Pinheiro. – 2023.
126 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Caroline Vieira Feitosa.

1. Lutjanídeos. 2. Reprodução. 3. Idade e crescimento. 4. Gestão pesqueira. 5. Conservação. I. Título.
CDD 639.2

WASLLEY MACIEL PINHEIRO

BIOLOGIA POPULACIONAL DE ESPÉCIES COMERCIALMENTE IMPORTANTES DE
LUTJANÍDEOS (TELEOSTEI: LUTJANIDAE) CAPTURADOS NO ESTADO DO
CEARÁ, BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Pesca. Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Meio Ambiente.

Aprovada em: 24/07/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Caroline Vieira Feitosa (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Guelson Batista da Silva
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)

Dra. Aline Rocha França
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. Cezar Augusto Freire Fernandes
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPA)

Prof. Dr. Jones Santander Neto
Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Piúma (IFES PIÚMA)

Ao meu avô, Vicente de Araújo Pinheiro,
in memoriam desde 12/08/2023.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por se fazer presente em minha vida sempre, para que eu nunca desanimasse frente às dificuldades, por ter me permitido chegar a lugares que nunca imaginei e por iluminar meus passos e decisões.

À Prof^ª. Carolina Vieira Feitosa, orientadora, pelo suporte e orientação, sempre buscando soluções adequadas para as adversidades encontradas durante a realização da pesquisa.

À banca examinadora que contribuiu integralmente para a melhoria do trabalho, com importantes apontamentos e fundamentações.

A todos aqueles que auxiliaram nas coletas de dados, análises laboratoriais, tratamento e análises de dados, bem como nas discussões inerentes ao tema, Oscar Souza, Dávila Araújo, Ícaro Ben Hur, Bárbara Frota, Isabela Ponte, Prof. Guelson Batista da Silva e Prof. Cezar Augusto Freire.

Destaco um agradecimento especial ao Carlos Eduardo Lira dos Santos, que auxiliou principalmente na elaboração e tratamento dos dados deste trabalho e contribuiu para que fosse gerado todo o embasamento técnico/acadêmico para as conclusões da tese.

Ao Prof. Cezar Augusto Freire, coordenador do Laboratório de Bioecologia Pesqueira (Biopesca), e à Prof^ª. Beatrice Padovani Ferreira, coordenadora do Laboratório de Estudos em Ecossistemas Oceânicos e Recifais (LECOR), que disponibilizaram os laboratórios para o processamento e avaliação das amostras coletadas em campo.

Aos meus amigos Tiago Ferreira, Rafaela Chaves, Emanuelle Vasconcelos, Kalebe Brito e Deborah Lacerda, pela parceria, amizade, apoio e companheirismo de sempre.

“Esperei com paciência no SENHOR, e ele se
inclinou para mim, e ouviu o meu clamor.”

Salmos 40, Versículo 1

RESUMO

Os lutjanídeos são recursos pesqueiros comercialmente importantes, principalmente no Nordeste, onde o ariacó *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), a cioba *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) e a guaiúba *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) estão entre as espécies com maiores volumes de captura. Entretanto, o conhecimento referente às suas histórias de vida ainda é limitado no Ceará, sobretudo quanto a estudos de biologia reprodutiva e idade e crescimento. A produção e atualização dos parâmetros reprodutivos e de crescimento são cruciais, pois são influenciados pela pressão pesqueira e necessários para uma gestão pesqueira eficiente. Os objetivos desta pesquisa foram identificar as lacunas de conhecimento para essas três espécies, a partir de uma revisão sistemática sobre estudos de reprodução e de idade e crescimento, bem como descrever e atualizar os parâmetros populacionais de *L. synagris* e *L. analis*, capturados por uma frota artesanal sediada na enseada do Mucuripe, Fortaleza/Ceará. O estudo de revisão sistemática englobou artigos publicados no século XXI (período de 2001 a 2023), a partir de buscas realizadas nas plataformas: Periódicos CAPES, Science Direct, Web of Science, Scopus, Google Scholar e Scielo. Dos 1.883 artigos encontrados, 105 foram considerados para a leitura completa, sendo 36 sobre *L. synagris*, 42 sobre *L. analis* e 27 sobre *O. chrysurus*. Os resultados indicam uma falta de padronização nas estimativas do tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}) das espécies, a necessidade de se estimar esse parâmetro para sexos agrupados, além da existência de lacunas de conhecimento quanto a estudos de biologia reprodutiva e de idade e crescimento, principalmente para *L. analis* e *O. chrysurus*. Estudos de biologia populacional foram realizados para *L. synagris* e *L. analis*. Os desembarques foram monitorados mensalmente, compreendendo o período de janeiro a dezembro de 2019. Os indivíduos foram medidos (cm), pesados (kg) e tiveram suas gônadas e otólitos extraídos para posterior análise de parâmetros populacionais. Para *L. synagris*, dos 120 indivíduos amostrados, 64 eram machos e 56 eram fêmeas, com uma proporção sexual de 1,1:1 (M:F), que não diferiu significativamente da proporção sexual esperada. O IGS, o IHS e a frequência mensal de fêmeas maduras sexualmente foram uniformes, indicando que a espécie desova ao longo do ano todo. O comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) foi de 32,2 cm para sexos agrupados, 32 cm para as fêmeas e 33,5 cm para os machos. A espécie apresentou fecundidade média de 207 mil ovócitos e desenvolvimento ovocitário assincrônico, resultando em desova parcelada. O coeficiente de crescimento (K) foi $0,23 \text{ year}^{-1}$, o comprimento assintótico teórico (L_{∞}) foi 45,27 cm de CT e o índice de desempenho do crescimento (ϕ') foi 2,84. A idade média de primeira maturação sexual (A_{50}) foi de 5,43 anos. Os resultados sugerem que a população de *L. synagris* no Ceará apresentou certa estabilidade quanto aos parâmetros reprodutivos e de idade e crescimento e pode estar sendo submetida a um baixo esforço de pesca pela frota artesanal da enseada do Mucuripe, necessitando-se de um contínuo monitoramento dos desembarques pesqueiros que possam gerar informações atualizadas para comparação em estudos futuros de estrutura populacional, com o intuito de garantir a conservação da espécie. Para *L. analis*, foram registrados 120 espécimes, sendo 61 machos e 59 fêmeas, com uma proporção sexual de 1,03:1 (M:F), que não diferiu significativamente da proporção sexual esperada. Os resultados de IGS, IHS e frequência mensal de fêmeas maduras sexualmente indicam que a espécie apresenta uma desova alongada no ano inteiro, com pico principalmente na estação seca no Ceará, especificamente no mês setembro. O comprimento de primeira maturação gonadal (L_{50}) foi de 35,4 cm para sexos agrupados, 35,1 cm para as fêmeas e 35,8 cm para os machos. A espécie apresentou fecundidade média de 194 mil ovócitos e desenvolvimento ovocitário assincrônico, resultando em desova parcelada. Este é o primeiro estudo no Ceará a estimar parâmetros reprodutivos para *L. analis*. Essa espécie apresenta bons índices de parâmetros reprodutivos na região sob estudo, sugerindo-se um monitoramento contínuo dos desembarques, com o intuito de se avaliar possíveis flutuações na dinâmica populacional dessa espécie no Ceará. Essas

espécies são de grande importância comercial para o Estado, evidenciando-se a necessidade de uma gestão pesqueira eficaz que garanta, simultaneamente, uma produtividade pesqueira sustentável desses recursos e a garantia de renovação dos estoques. Sugere-se a realização de pesquisas futuras que abordem parâmetros de história de vida em conjunto, bem como a implementação de programas de monitoramento dos desembarques do ariacó, da cioba e de outras espécies de lutjanídeos, com o intuito de avaliar se a pressão pesqueira incide negativamente sobre essas espécies, visto que essa atividade pode levar um determinado tempo para gerar impactos cumulativos sobre essas populações e causar a sobreexploração dos estoques.

Palavras-chave: lutjanídeos; reprodução; idade e crescimento; gestão pesqueira; conservação.

ABSTRACT

Lutjanids are commercially important fishery resources, especially in the Northeast, where lane snapper *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), mutton snapper *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), and yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791), are among the species with the highest capture volumes. However, knowledge regarding their life histories is still limited in Ceará, particularly in terms of reproductive biology and age and growth studies. The production and updating of reproductive and growth parameters are crucial as they are influenced by fishing pressure and essential for efficient fisheries management. The objectives of this research were to identify knowledge gaps for these three species through a systematic review of reproduction and age and growth studies and to describe and update population parameters for *L. synagris* and *L. analis*, captured by an artisanal fleet based in Mucuripe Embayment, Fortaleza, Ceará. The systematic review encompassed articles published in the 21st century (from 2001 to 2023), based on searches conducted on the following platforms: CAPES Periodicals, Science Direct, Web of Science, Scopus, Google Scholar, and Scielo. Out of the 1,883 articles found, 105 were considered for full reading, including 36 on *L. synagris*, 42 on *L. analis*, and 27 on *O. chrysurus*. The results indicate a lack of standardization in estimates of the size at first sexual maturity (L_{50}) for these species, the need to estimate this parameter for grouped sexes, and knowledge gaps in reproduction and age and growth studies, particularly for *L. analis* and *O. chrysurus*. Population biology studies were conducted for *L. synagris* and *L. analis*. Landings were monitored monthly, covering the period from January to December 2019. Individuals were measured (cm), weighed (kg), and had their gonads and otoliths extracted for subsequent population parameter analysis. For *L. synagris*, out of the 120 sampled individuals, 64 were males and 56 were females, with a sex ratio of 1.1:1 (M:F), which did not significantly differ from the expected sex ratio. GSI, HSI, and monthly frequencies of sexually mature females were uniform, indicating year-round spawning for the species. The length at first sexual maturity (L_{50}) was 32.2 cm for grouped sexes, 32 cm for females, and 33.5 cm for males. The species exhibited an average fecundity of 207,000 oocytes and asynchronous oocyte development, resulting in batch spawning. The growth coefficient (K) was 0.23 year^{-1} , the theoretical asymptotic length (L_{∞}) was 45.27 cm TL, and the growth performance index (ϕ') was 2.84. The average age at first sexual maturity (A_{50}) was 5.43 years. The results suggest that the population of *L. synagris* in Ceará showed some stability in terms of reproductive and age and growth parameters and may be subject to low fishing effort by the artisanal fleet in Mucuripe Embayment, requiring continuous monitoring of fish landings to provide updated information for comparison in future population structure studies, with the aim of ensuring species conservation. For *L. analis*, In total, 120 specimens were recorded, 61 males and 59 females, resulting in a sex ratio of 1.03:1 (M:F), which did not significantly differ from the expected sex ratio. The results of GSI, HSI, and monthly frequency of mature females indicate that the species exhibits year-round spawning, with a peak mainly in the dry season in Ceará, particularly in the month of September. The length at first sexual maturity (L_{50}) was 35.4 cm for grouped sexes, 35.1 cm for females, and 35.8 cm for males. The species displayed an average fecundity of 194,000 oocytes and asynchronous oocyte development, resulting in batch spawning. This represents the first study in Ceará to estimate reproductive parameters for *L. analis*. The species exhibits favorable reproductive parameter indices in the study area, suggesting the need for continuous monitoring of landings to assess potential fluctuations in the population dynamics of this species in Ceará. These species are of significant commercial importance to the State, highlighting the need for effective fisheries management that ensures both sustainable fisheries productivity of these resources and the replenishment of stocks. It is suggested that future research should address life history parameters collectively, along with the implementation of monitoring programs for lane snapper, mutton snapper and other lutjanid

species, with the aim of assessing whether fishing pressure negatively impacts these species, as this activity may take some time to generate cumulative impacts on these populations and lead to stock overexploitation.

Keywords: lutjanids; reproduction; age and growth; fisheries management; conservation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Fluxograma referente ao procedimento de seleção das referências bibliográficas (Protocolo PRISMA). 30
- Figura 2 – Quantidade de produções publicadas no século XXI (2001 a 2023) para *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis* e *Ocyurus chrysurus*, após a aplicação dos primeiros critérios de exclusão do protocolo PRISMA. 34
- Figura 3 – Tamanhos de primeira maturação gonadal (L_{50}) estimados através do comprimento total (CT), por diferentes autores em trabalhos publicados para *Lutjanus synagris*, entre os anos de 2001 e 2023. (VENEZUELA/2001 – Gómez; Guzmán; Chacón; RN/2012 - Cavalcante; Oliveira; Chellappa, 2012; MA/2022 - Fernandes *et al.*, 2022; BA/2014 - Freitas *et al.*, 2014; RN/2015 – Oliveira *et al.*, 2015; COLÔMBIA/2017 - Ramírez *et al.*, 2017; RN/2017 - Rufener *et al.*, 2017; MA/2017 - Sousa *et al.*, 2017; CE/2008 - Sousa-Júnior; Silva; Salles, 2008; PE/2015 – Viana; Hazin; Oliveira, 2015). 35
- Figura 4 – Mapa georreferenciado da região de desembarque do pescado (enseada do Mucuripe), situada em Fortaleza, Ceará. 55
- Figura 5 – Seção do otólito de uma fêmea de *Lutjanus synagris* com 6 anos de idade, com indicação do núcleo à margem externa. Os pontos brancos representam as bandas opacas, P = face proximal, S = Sulco Acústico, D = Margem dorsal..... 60
- Figura 6 – Distribuição de classes de comprimento total do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019. 63
- Figura 7 – Relação peso-comprimento dos machos, fêmeas e sexos agrupados do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019. 63
- Figura 8 – Fotomicrografia de ovários durante o ciclo gonadal em fêmeas de *Lutjanus synagris*. (a) ovário imaturo; (b) ovário em desenvolvimento; (c) ovário capaz de desovar; (d) ovário ativamente desovando; (e) ovário em regressão; (f) ovário em regeneração. PO, parede ovariana; PG, crescimento primário; CA, oócito cortical alveolar; Vtg1, oócito vitelogênico primário; Vtg2, oócito vitelogênico secundário; Vtg3, oócito vitelogênico terciário; H, oócito hidratado; POF, complexo folicular pós-ovulatório. Método de Coloração (Hematoxilina-Eosina). 64

Figura 9 – Fotomicrografias de gônadas, com indicação de estágios de desenvolvimento oocitário de fêmeas de <i>L. synagris</i> , amostradas no litoral do Ceará, Brasil. Estágios de desenvolvimento dos oócitos: crescimento primário (PG), cortical alveolar (CA), oócitos vitelogênicos (Vtg1, Vtg2 e Vtg3), além da presença de oócitos hidratados (H) e folículos pós-ovulatórios (POF).	65
Figura 10 – Fotomicrografia de testículos durante o ciclo gonadal em machos de <i>Lutjanus synagris</i> . (a) testículo imaturo; (b) testículo em desenvolvimento; (c) testículo capaz de desovar; (d) testículo em regressão; (e) testículo em regeneração. Sg1, espermatogônia primária; Sc1, espermatócito primário; Sc2, espermatócito secundário; Sz, espermatozoide; St, espermátide; EGD, epitélio germinativo descontínuo; L, lúmen. Método de Coloração (Hematoxilina-Eosina).	65
Figura 11 – Tamanho de Primeira Maturação Sexual (L_{50}) de sexos agrupados (a), fêmeas (b) e machos (c) do ariacó, <i>Lutjanus synagris</i> , desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.....	66
Figura 12 – Frequência relativa mensal (%) das fases de maturação gonadal de fêmeas e machos do ariacó, <i>Lutjanus synagris</i> , coletados entre janeiro e dezembro de 2019 no Ceará, Brasil.....	67
Figura 13 – Variação mensal do Índice Hepatosomático (IHS) de fêmeas e machos maduros sexualmente (n = 108) do ariacó, <i>Lutjanus synagris</i> , desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.....	69
Figura 14 – Variação mensal do Índice Gonadosomático (IGS) de fêmeas e machos maduros sexualmente (n = 108) do ariacó, <i>Lutjanus synagris</i> , desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.....	69
Figura 15 – Variação mensal do fator de condição (K) de machos e fêmeas do ariacó, <i>Lutjanus synagris</i> , desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.	70
Figura 16 – Quantidade e diâmetro dos oócitos das fêmeas do ariacó, <i>Lutjanus synagris</i> , desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.	71
Figura 17 – Relação do número de ovócitos com o comprimento total (cm) de fêmeas do ariacó, <i>Lutjanus synagris</i> , desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.....	71

Figura 18 – Relação do número de ovócitos com o peso total (g) de fêmeas do ariacó, <i>Lutjanus synagris</i> , desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.....	72
Figura 19 – Curva de crescimento de Von Bertalanffy (VBGC) ajustada ao comprimento na idade para o ariacó, <i>Lutjanus synagris</i> , desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, de janeiro e dezembro de 2019 (n = 120).....	74
Figura 20 – Ponto de desembarque pesqueiro utilizado para a obtenção das amostras, enseada do Mucuripe, Fortaleza, com indicação do Estado do Ceará, Brasil.....	91
Figura 21 – Distribuição de classes de comprimento total da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.	96
Figura 22 – Relação peso-comprimento de machos, fêmeas e sexos agrupados da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.....	96
Figura 23 – Fotomicrografia de ovários durante o ciclo gonadal em fêmeas de <i>Lutjanus analis</i> . (a) ovário imaturo; (b) ovário em desenvolvimento; (c) ovário capaz de desovar; (d) ovário ativamente desovando; (e) ovário em regressão; (f) ovário em regeneração. PO, parede ovariana; PG, crescimento primário; CA, oócito cortical alveolar; Vtg1, oócito vitelogênico primário; Vtg2, oócito vitelogênico secundário; Vtg3, oócito vitelogênico terciário; H, oócito hidratado; POFs, complexo folicular pós-ovulatório. Método de Coloração (Hematoxilina-Eosina).....	97
Figura 24 – Fotomicrografia de gônadas, com indicação de estágios de desenvolvimento oocitário de fêmeas de <i>L. analis</i> , amostradas no litoral do Ceará, Brasil. Estágios de desenvolvimento dos oócitos: crescimento primário (PG), cortical alveolar (CA), oócitos vitelogênicos (Vtg1, Vtg2 e Vtg3), oócitos hidratados (H) e folículos pós-ovulatórios (POF).	98
Figura 25 – Fotomicrografia de testículos durante o ciclo gonadal em machos de <i>Lutjanus analis</i> . (a) testículo imaturo; (b) testículo em desenvolvimento; (c) testículo capaz de desovar; (d) testículo em regressão; (e) testículo em regeneração. Sg1, espermatogônia primária; Sc1, espermatócito primário; Sc2, espermatócito secundário; Sz, espermatozoide; St, espermátide; EGD, epitélio germinativo descontínuo; L, lúmen. Método de Coloração (Hematoxilina-Eosina).	98

Figura 26 – Tamanho de Primeira Maturação Gonadal (L_{50}) para sexos agrupados (a), fêmeas (b) e machos (c) da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.....	99
Figura 27 – Frequência relativa mensal (%) das fases de maturação gonadal de fêmeas e machos da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , coletados entre janeiro e dezembro de 2019 em Fortaleza-CE, Brasil.....	100
Figura 28 – Variação mensal do Índice Hepatosomático (IHS) de fêmeas e machos maduros sexualmente (n = 81) da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.....	102
Figura 29 – Variação mensal do Índice Gonadosomático (IGS) de fêmeas e machos maduros sexualmente (n = 81) da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.....	102
Figura 30 – Variação mensal do fator de condição de Fulton (K) de machos e fêmeas da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.	103
Figura 31 – Quantidade e diâmetro dos oócitos das fêmeas da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.	104
Figura 32 – Relação do número de ovócitos com o comprimento total (cm) de fêmeas da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.....	105
Figura 33 – Relação do número de ovócitos com o peso total (g) de fêmeas da cioba, <i>Lutjanus analis</i> , desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios de elegibilidade para a seleção das referências bibliográficas relacionadas ao protocolo PRISMA e filtros utilizados nas bases de dados pesquisadas.	31
--	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Quantidade de artigos escolhidos por espécie para compor o artigo de revisão, após a aplicação do protocolo PRISMA. 33
- Tabela 2 – Estimativa de comprimento total (CT) a partir de comprimento furcal (CF) ou comprimento padrão (CP), utilizando a equação de transformação linear da relação comprimento-comprimento ($y = a + bx$) para *Lutjanus synagris*. Os valores de a e b foram retirados do FishBase (Froese; Pauly, 2023), a partir das transformações lineares realizadas por Claro (1981b) (CP → CF) e Thompson e Munro (1983) (CF → CT). 36
- Tabela 3 – Estimativa de comprimento total (CT) a partir de comprimento furcal (CF) ou comprimento padrão (CP), utilizando a equação de transformação linear da relação comprimento-comprimento ($y = a + bx$) para *Ocyurus chrysurus*. Os valores de a e b foram retirados do FishBase (Froese; Pauly, 2023), a partir das transformações lineares realizadas por Claro (1983) (CP → CF) e Thompson e Munro (1983) (CP → CF). 40
- Tabela 4 - Idade observada em dados de comprimento para o ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, de janeiro e dezembro de 2019 (n = 120). 73
- Tabela 5 – Comparação do Tamanho de Primeira Maturação Sexual (L_{50}) estimado para *L. synagris* em diferentes áreas. CT = comprimento total, CF = comprimento furcal, MA = Maranhão/Brasil, CE = Ceará/Brasil, RN = Rio Grande do Norte/Brasil, PE = Pernambuco/Brasil, BA = Bahia/Brasil, NE = Nordeste/Brasil. 76
- Tabela 6 - Comparação dos parâmetros de crescimento (L_{∞} , k), índice de desempenho de crescimento (ϕ') para *L. synagris* de diferentes estudos de idade a partir de otólitos, em diferentes áreas. TL = comprimento total, FL = comprimento furcal, N.A= não disponível, NE= nordeste do Brasil (Ceará), CC = litoral central do Brasil, AB = Banco de Abrolhos, Brasil. 79

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
3. CAPÍTULO I: ASPECTOS DE HISTÓRIA DE VIDA DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA LUTJANIDAE (PISCES: ACTINOPTERYGII): UMA REVISÃO SISTEMÁTICA NO SÉCULO XXI	25
4. CAPÍTULO II: BIOLOGIA REPRODUTIVA, IDADE E CRESCIMENTO DO ARIACÓ, <i>Lutjanus synagris</i> , CAPTURADO NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL.....	51
5. CAPÍTULO III: BIOLOGIA REPRODUTIVA DA CIOBA, <i>Lutjanus analis</i> , CAPTURADA NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL	87
6. CONCLUSÃO	115
REFERÊNCIAS	116
APÊNDICE A – TESTES ESTATÍSTICOS ARIACÓ (<i>Lutjanus synagris</i>)	123
APÊNDICE B – TESTES ESTATÍSTICOS CIOBA (<i>Lutjanus analis</i>)	126

1. INTRODUÇÃO

Os lutjanídeos são peixes essencialmente marinhos que se distribuem em mares tropicais e subtropicais e possuem grande importância comercial para o setor pesqueiro mundial, sendo capturados principalmente pela pesca artesanal (ALLEN, 1985). No Brasil, as últimas estatísticas publicadas indicam que diversas espécies da família Lutjanidae apresentaram grandes volumes de captura no cenário nacional (BRASIL, 2010). Mais especificamente para a Região Nordeste, as estimativas indicam uma tendência decrescente na pesca de lutjanídeos, porém as análises de avaliação de estoques são limitadas, principalmente devido à dificuldade na obtenção de dados de capturas separadas por espécies nos registros oficiais pesqueiros (REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003). Dentre as espécies da família Lutjanidae que se destacaram quanto à produção de pescado, podem-se citar três que foram classificadas dentre as 45 espécies com maiores volumes de captura nacional (BRASIL, 2010) e que possuem importância comercial para a pesca artesanal desenvolvida no Ceará: o Ariacó (*Lutjanus synagris*), a Cioba (*Lutjanus analis*) e a Guaiúba (*Ocyurus chrysurus*).

Muito embora existam estudos de biologia reprodutiva realizados na região Nordeste referente à estas espécies (BEGOSSI *et al.*, 2011; CAVALCANTE; OLIVEIRA; CHELLAPA, 2012; FERNANDES *et al.*, 2022; FRANÇA *et al.*, 2021; FREITAS *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2014; TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2021; SOUSA *et al.*, 2017; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015; VIANA *et al.*, 2016), o nível de conhecimento referente às suas histórias de vida ainda é limitado no Ceará (ALEGRIA; MENEZES, 1970; GESTEIRA; ROCHA, 1976; SOUSA JÚNIOR; SILVA; SALLES, 2008).

Logo, a evidente importância comercial dos lutjanídeos aliada ao aumento nos volumes de captura entre os anos e aos consequentes decréscimos nas tendências populacionais evidenciam um cenário preocupante quanto à sobrexplotação dos estoques de espécies dessa família. A sobrexplotação pesqueira caracteriza-se principalmente pela predominância do estoque jovem em uma dada população submetida à pressão pesqueira, impactando diretamente na produção pesqueira e levando a um desequilíbrio populacional das espécies sobrexplotadas (FONTELES-FILHO, 2011). Reduções nas classes de comprimento dos indivíduos resultam em alterações no recrutamento pesqueiro dos estoques. Isto pode até mesmo levar a uma diminuição nos tamanhos de primeira maturação gonadal (L_{50}) e alterar a resiliência das populações (OLSEN *et al.*, 2004). Algumas espécies desta família são conhecidas por formar agregações de desova em épocas reprodutivas, estratégia esta que pode ser considerada uma

maneira de garantir o sucesso reprodutivo em épocas de desova e conseqüentemente contribuir para a resiliência das populações frente à pressão pesqueira (FREITAS *et al.*, 2014). No entanto, ainda existem poucas medidas efetivas de gestão pesqueira que garantam o sucesso no recrutamento e conservação das populações dessas espécies, como por exemplo a criação de áreas protegidas, o estabelecimento de cotas de captura, a definição de épocas de defeso, dentre outras. Além disso, existe uma dificuldade na implementação de tais medidas para espécies com importância comercial, como é o caso dos lutjanídeos, tendo em vista a forte pressão que o setor pesqueiro exerce sobre os órgãos governamentais e fiscalizatórios, bem como a escassez de dados efetivamente publicados, que abordem os parâmetros de história de vida dessas espécies.

Portanto, a produção e atualização de conhecimento científico sobre aspectos reprodutivos e de crescimento podem ser medidas essenciais na conservação dessas espécies a longo prazo, principalmente se levarmos em consideração o caso específico para o Ceará, onde foi realizada uma única pesquisa no século XXI (SOUSA JÚNIOR; SILVA; SALLES, 2008). Além disso, deve-se ressaltar que a última estatística pesqueira nacional publicada encontra-se obsoleta (GONÇALVES-NETO *et al.*, 2021), evidenciando-se uma lacuna de conhecimento sobre o status populacional de diversas espécies de peixes capturadas ao longo de 10 anos e justificando-se a necessidade de dados biológicos atualizados que possam subsidiar a tomada de decisão para medidas de ordenamento pesqueiro.

Deste modo, a tese foi estruturada em três capítulos inerentes ao estudo dos parâmetros história de vida (reprodução, idade e crescimento) de *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis* e *Ocyurus chrysurus*. O primeiro capítulo trata-se de um estudo de revisão sistemática das três espécies para o século XXI (2001 a 2023). O segundo capítulo aborda parâmetros simultâneos de biologia reprodutiva e de idade e crescimento do ariacó (*Lutjanus synagris*). O terceiro capítulo remeta-se ao estudo sobre a biologia reprodutiva da cioba (*Lutjanus analis*). Esta tese tem o objetivo de identificar lacunas de conhecimento para as três espécies de lutjanídeos e caracterizar parâmetros de história de vida de duas dessas espécies comercialmente importantes no Brasil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Ordem dos Perciformes é a maior ordem dos vertebrados e uma das mais diversificadas de todos as ordens de peixes, com 2 subordens, 62 famílias, 365 gêneros e cerca de 2.248 espécies descritas (NELSON; GRANDE; WILSON, 2016). Dentre as famílias

descritas, a Lutjanidae é considerada uma das mais importantes na taxonomia, com 4 subfamílias, 17 gêneros e 110 espécies conhecidas (NELSON; GRANDE; WILSON, 2016). Os peixes dessa família são primordialmente marinhos e comumente encontrados em mares tropicais e subtropicais, principalmente em águas costeiras, distribuindo-se entre os Hemisférios Norte e Sul (FERNANDES, 2010; NELSON; GRANDE; WILSON, 2016). Além disto, podem ser encontrados em regiões estuarinas, geralmente quando jovens, em águas rasas e se deslocar desde a superfície até cerca de 550 metros de profundidade na coluna d'água (NELSON; GRANDE; WILSON, 2016). Por serem predadores de topo, as espécies desta família consomem uma ampla gama de presas, principalmente peixes (FRÉDOU; FERREIRA, 2005), e apresentam, em geral, longos períodos de vida e baixas taxas de crescimento e mortalidade natural (FERNANDES, 2010; MANOOCH, 1987).

No entanto, a mortalidade por pesca de lutjanídeos ainda é um fator preponderante que tem levado as populações a declínios acentuados (FRÉDOU; FERREIRA, 2005; FREITAS *et al.*, 2011). Tais declínios são ainda mais evidenciados em espécies que realizam agregações para fins de reprodução em áreas específicas, que é o caso de muitas espécies desta família (GRAHAM *et al.*, 2008; MOTTA *et al.*, 2022; SADOVY; DOMEIER, 2005). Isto ocorre devido à falta de planejamento e gestão eficaz no ordenamento pesqueiro, o que torna essas espécies mais propensas à sobrepesca (CLARO *et al.*, 2009).

Mundialmente, as populações de lutjanídeos vem sofrendo declínios sejam como espécies-alvo ou como fauna acompanhante em pescarias comerciais, tornando-se um importante grupo para a realização de pesquisas sobre estudos de conservação dos estoques pesqueiros (BABCOCK *et al.*, 2013; BURTON, 2002; CASTRO-PÉREZ *et al.*, 2018; CLARO *et al.*, 2009; LA GUARDIA *et al.*, 2018; MOLINA-HERNÁNDEZ; PEREZ; FRAGOSO, 2018). No Brasil, essas espécies são o principal recurso capturado por linha de mão na pesca artesanal, sendo classificados como um dos grupos de peixes mais valiosos devido a boa aceitação de sua carne no mercado interno e sendo considerados como peixes de primeira qualidade em todos os estados, o que pode resultar na sobrepesca das espécies (FREITAS, 2009; REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003).

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, a pesca de lutjanídeos iniciou-se em meados dos anos 50 (REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003), tornando-se efetivamente comercial em 1961 e apresentando tendências de declínio a partir do final dos anos 80 (IVO; SOUSA, 1988). Principalmente no Nordeste do Brasil, os lutjanídeos são considerados espécies-alvo da pesca (FRÉDOU; FERREIRA, 2005), devido ao fato de serem um dos principais recursos pesqueiros em termos de abundância e renda para os pescadores (SANTOS, 2001).

No estado do Ceará, a “pesca do pargo”, pescaria que englobava cinco espécies de lutjanídeos (*Lutjanus purpureus*, *Lutjanus vivanus*, *Lutjanus bucanella*, *Etelis oculatus* e *Rhomboplites aurorubens*), apresentou um aumento contínuo até o ano de 1981, quando houve a mudança na composição dos desembarques, o que levou ao aumento nas capturas de outras espécies de “vermelhos”, como o Ariacó (*Lutjanus synagris*), a Cioba (*Lutjanus analis*) e a Guaiúba (*Ocyurus chrysurus*) (REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003). Atualmente estas espécies são frequentemente desembarcadas no Ceará, sendo considerados recursos pesqueiros comercialmente importantes para a pesca extrativa do estado.

O ariacó (*Lutjanus synagris*) distribui-se a partir do Oceano Atlântico Ocidental, desde a Carolina do Norte (EUA) até a Região Sudeste do Brasil (ALLEN, 1985). Habita águas costeiras com diversos tipos de fundos, principalmente recifes de corais e bancos arenosos vegetados, podendo atingir profundidades de até 400 metros. Esta espécie encontra-se classificada como “Quase Ameaçada” (Near Threatened) de extinção, conforme a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) (LINDEMAN *et al.*, 2016b) e com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018).

A espécie é carnívora, se alimenta de pequenos peixes, crustáceos, gastrópodes e cefalópodes (ALLEN, 1985; FREITAS, 2009; LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004), e foi previamente investigada em estudos de alimentação com enfoque em sua caracterização trófica no Brasil (ARAÚJO, 2022; COSTA, 2013; PIMENTEL; JOYEUX, 2010; RODRIGUES, 1974), Colômbia (ARÉVALO, 1996), Cuba (CLARO, 1981b; CLARO; LAPIN, 1971; SIERRA, 1997) e Estados Unidos (FRANKS; VANDERKOOY, 2000).

O tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}) varia entre 16 e 37 cm de comprimento total (GÓMEZ, GUZMÁN; CHACÓN, 2001; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015), sendo registrado um tamanho de maturação de 18 cm de comprimento furcal para a região Nordeste (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004). A desova da espécie é do tipo parcelada, com pico do Índice Gonadossomático (IGS) registrado para o mês de abril (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004). Alguns trabalhos referentes à biologia reprodutiva foram publicados por Begossi *et al.* (2011), Cavalcante, Oliveira e Chellappa (2012), Fernandes *et al.* (2022), Freitas *et al.* (2011), Freitas *et al.* (2014), Gesteira e Rocha (1976), Gómez, Guzmán e Chacón (2001), Karlsson, Saillant e Gold (2009), Manickchand-Dass (1987), Oliveira *et al.*, (2015), Ramírez *et al.*, (2017), Rufener *et al.* (2017). Silva *et al.* (2021), Sousa *et al.*, (2017), Trejo-Martínez *et al.* (2021), Viana, Hazin e Oliveira (2015), Viana *et al.* (2016), Ximena *et al.* (2015).

A longevidade máxima observada em otólitos seccionados na Região Nordeste foi de 22 anos, o comprimento assintótico teórico (L_{∞}) foi 62,3 cm e a taxa de crescimento (k) foi de $0,036 \text{ ano}^{-1}$ (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004). Os trabalhos referentes à parâmetros de idade e crescimento foram publicados por Alegria e Menezes (1970), Aschenbrenner *et al.* (2017), García e Duarte (2006), Lessa, Nóbrega e Bezerra Jr. (2004), Mikulas Jr. e Rooker (2008), Schwamborn *et al.* (2023).

A cioba (*Lutjanus analis*) é uma espécie nectônica costeira, que ocorre em águas tropicais a partir do Oceano Atlântico Ocidental, entre Massachussets e Bahamas, até a região Sudeste do Brasil, em fundos coralinos, rochosos ou arenosos (ALLEN, 1985). Mundialmente e no Brasil, *Lutjanus analis* está classificada como “Quase Ameaçada” (Near Threatened) de extinção, de acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) (LINDEMAN *et al.*, 2016a) e com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018), respectivamente. Esta espécie é frequentemente capturada por uma variedade de artes de pesca, com destaque para as linhas de mão, entre 20 e 80 metros de profundidade (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004).

Lutjanus analis alimenta-se de peixes, crustáceos, cefalópodes e gastrópodes, sendo previamente estudada nesta temática por Araújo (2022), Claro (1981a), Claro e Lindeman (2008), Duarte e Garcia (1999), Freitas, Abilhoa e Silva (2011), Randall (1967), Sierra (1997), Sierra, Claro e Popova (2001), Pimentel e Joyeux (2010).

O tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}) varia geralmente entre 40 e 50 cm de CT (ALLEN, 1985; FREITAS *et al.*, 2011), com registros na literatura de fêmeas aptas à reprodução com 28 cm de CT (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004). Esta espécie é conhecida por formar agregações reprodutivas em épocas de desova (CLARO *et al.*, 2009; GRAHAM *et al.*, 2008). A desova é do tipo parcelada e os picos de desova no Nordeste geralmente ocorrem entre março e abril, com um segundo período reprodutivo entre novembro e dezembro (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004). Alguns dos trabalhos publicados relacionados à biologia reprodutiva e padrões de desova para a espécie foram realizados por Begossi *et al.* (2011), Boomhower *et al.* (2010), Burton *et al.* (2005), Feeley *et al.* (2018), França *et al.* (2021), Freitas *et al.* (2011), Heyman e Kjerfve (2008), Martínez, Carrillo e Marinone (2019), Teixeira, Duarte e Ferreira (2010). A partir de dados oriundos da Região Nordeste, registrou-se uma longevidade máxima em otólitos de 29 anos, um comprimento assintótico teórico (L_{∞}) de 59 cm e taxa de crescimento (K) de $0,16 \text{ ano}^{-1}$ (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004), sendo preteritamente estudado quanto à idade e crescimento por Burton (2002), Stevens, Smith e Ault (2019), Viana *et al.* (2016).

A guaiúba (*Ocyurus chrysurus*) distribui-se desde o Oceano Atlântico Ocidental, a partir da região Norte dos Estados Unidos até a região Sudeste do Brasil (ALLEN, 1985). Esta espécie é conhecida por formar cardumes e habita águas costeiras, principalmente recifes de corais, em profundidades de 10 a 70 metros. A espécie está classificada como “Deficiente de Dados”, com tendência populacional decrescente pela IUCN (LINDEMAN *et al.*, 2016c). No cenário nacional, a guaiúba encontra-se classificada como “Quase Ameaçada” (Near Threatened) de extinção, de acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018). Na região Nordeste, é capturada principalmente com linha e anzol e vem sendo explorada acima de seu limite máximo, o que a torna vulnerável à pesca (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004).

Os adultos alimentam-se de pequenos peixes, crustáceos, vermes, gastrópodes e cefalópodes, enquanto os jovens são zooplancófagos (ALLEN, 1985). Estudos quanto à alimentação da espécie foram realizados por Araújo (2022), Claro (1983), Cocheret de la Morinière *et al.* (2003), Longley e Hildebrand (1941), Randall (1967), Sierra (1997).

Em geral, atinge o tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}) entre 20 e 30 cm de comprimento total (ALLEN, 1985; FREITAS *et al.*, 2011). A desova é do tipo parcelada, com os indivíduos podendo se reproduzir ao longo do ano todo, porém com pico de desova em torno do mês de abril (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004). Alguns dos trabalhos publicados referentes à biologia reprodutiva para essa espécie foram realizados por Ault *et al.* (2019), Begossi *et al.* (2011), Freitas *et al.* (2011), Gutiérrez-Sigeros *et al.* (2018), Trejo-Martínez *et al.* (2011), Ximena *et al.* (2015). A longevidade máxima observada em otólitos seccionados na região Nordeste foi de 17 anos, o L_{∞} foi 73,1 cm e a taxa de crescimento (K) foi $0,04 \text{ ano}^{-1}$ (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004). A espécie foi previamente estudada quanto a parâmetros de idade e crescimento por Allman, Barbieri e Bartels (2005), Araújo, Martins e Costa (2002), D’alessandro, Sponaugle e Serafy (2010), García e Duarte (2006), Garcia *et al.* (2003), Gerrard *et al.* (2015), Jurado-Molina, Gutiérrez-Benítez e Roldan-Heredia (2018), Vasbinder e Ainsworth (2020), Velázquez-Abunader *et al.* (2021).

Deste modo, considerando a quantidade limitada de estudos relacionados à essas três espécies no Brasil, principalmente aqueles realizados no Ceará, bem como a necessidade de atualização de parâmetros reprodutivos e de crescimento, que possam subsidiar a caracterização dos padrões de história de vida dessas espécies, o objetivo geral desta tese é identificar lacunas de conhecimento para as três espécies de lutjanídeos, bem como caracterizar parâmetros de história de vida de duas dessas espécies comercialmente importantes da família Lutjanidae: (*Lutjanus synagris* e *Lutjanus analis*).

3. CAPÍTULO I: ASPECTOS DE HISTÓRIA DE VIDA DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA LUTJANIDAE (PISCES: ACTINOPTERYGII): UMA REVISÃO SISTEMÁTICA NO SÉCULO XXI

Wasley Maciel Pinheiro¹, Caroline Vieira Feitosa¹

¹Laboratório de Dinâmica Populacional e Ecologia de Peixes Marinhos - DIPEMAR, Universidade Federal do Ceará (UFC), Instituto de Ciências do Mar – Labomar, Avenida da Abolição, 3207, Meireles, 60165-081, Fortaleza, CE, Brazil.

E-mails: (WMP) waslleyeng@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6664-6811> (autor correspondente);

(CVF) carol_feitosa@ufc.br, <https://orcid.org/0000-0002-6143-0544>

**Artigo submetido aos Arquivos de Ciências do Mar
(ISSN 0374-5686 impresso; ISSN 2526-7639 online)**

RESUMO

Os lutjanídeos são recursos pesqueiros comercialmente importantes, principalmente no Nordeste, onde o ariacó *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), a cioba *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) e a guaiúba *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) têm destaque na produção pesqueira do Ceará. Entretanto, o conhecimento referente às suas histórias de vida ainda é limitado no Ceará, sobretudo quanto à estudos de reprodução e idade e crescimento. A produção e atualização dos parâmetros reprodutivos e de crescimento são cruciais, pois são influenciados pela pressão de pesca e necessários para uma eficaz gestão pesqueira. O objetivo desta pesquisa foi realizar uma revisão sistemática sobre os parâmetros de reprodução e de idade e crescimento dessas três espécies, compilando-os em um manuscrito com sugestões para melhoria na estimativa dos dados, além de identificar as lacunas de conhecimento nestas temáticas. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico contemplando os artigos publicados no século XXI (período de 2001 a 2023), disponíveis nas plataformas: Periódicos CAPES, Science Direct, Web of Science, Scopus, Google Scholar e Scielo. Ao todo, foram registrados 1.883 artigos. Após os critérios de exclusão, foram considerados 105 artigos para análise completa de texto, sendo 36 sobre *L. synagris*, 42 sobre *L. analis* e 27 sobre *O. chrysurus*. Foram compilados valores de tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}), porém identificou-se uma falta de padronização nas estimativas. Constatou-se também a necessidade na estimativa de L_{50} para sexos agrupados. Pode-se afirmar que essas espécies foram amplamente estudadas quanto à biologia reprodutiva, mas estimativas atualizadas são necessárias, principalmente para *L. analis* e *O. chrysurus*. Entretanto, as espécies foram pouco avaliadas quanto à idade e crescimento, principalmente *L. analis* e *O. chrysurus* no Brasil. Esse estudo permitiu compilar importantes parâmetros de história de vida, identificar lacunas de conhecimento, bem como sugerir melhorias na forma de levantamento e apresentação de dados biológicos.

Palavras-chave: gestão pesqueira, tamanho de primeira maturação gonadal, comprimento total, idade e crescimento.

CHAPTER I: LIFE HISTORY ASPECTS OF SPECIES OF THE FAMILY LUTJANIDAE (ACTINOPTERYGII): A SYSTEMATIC REVIEW IN THE 21ST CENTURY

ABSTRACT

Lutjanids are a valuable fishery resource, especially in the Northeast of Brazil, where lane snapper *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), mutton snapper *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) and yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) are prominent in the fishing production of Ceará. However, knowledge regarding their life histories remains limited in this region, especially concerning reproduction, age, and growth studies. It is reinforced that the production and updating of reproductive and growth parameters are crucial, since they are influenced by fishing pressure and necessary for effective fisheries management. The aim of this research was to conduct a systematic review on reproduction and age and growth parameters of these three species, compiling them in a manuscript with suggestions for improving the data estimation and identifying knowledge gaps on these topics. By this purpose, a bibliographic survey was conducted, encompassing articles published in the 21st century (from 2001 to 2023), available on platforms such as Periódicos CAPES, Science Direct, Web of Science, Scopus, Google Scholar and Scielo. In total, 1,883 articles were registered. After applying exclusion criteria, 105 articles were considered for full-text analysis, 36 on *L. synagris*, 42 on *L. analis*, and 27 on *O. chrysurus*. The size at first sexual maturity (L_{50}) values were compiled, but a lack of standardization in the estimates was identified. The need for estimation of L_{50} for grouped sexes was also noted. It can be stated that these species have been extensively studied regarding reproductive biology, but updated estimates are needed, especially for *L. analis* and *O. chrysurus*. However, *L. analis* and *O. chrysurus* have been poorly studied for age and growth, especially in Brazil. This study allowed us to compile important life history parameters, identify knowledge gaps, and suggested improvements in the collection and presentation of biological data.

Keywords: fisheries management, size at first sexual maturity, total length, age and growth.

3.1 INTRODUÇÃO

A família Lutjanidae, composta por 17 gêneros e 110 espécies (NELSON; GRANDE; WILSON, 2016), é reconhecida por sua importância comercial e, por esta razão, as espécies são alvo de diversas pescarias no Brasil (BRASIL, 2010), principalmente na região Nordeste (REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003). Algumas espécies formam agregações reprodutivas com o propósito de garantir o sucesso reprodutivo (FREITAS *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2014), entretanto, esta estratégia as vulnerabiliza caso sejam capturadas nesse momento. Isto porque uma quantidade considerável de reprodutores é removida da população, tornando-as mais vulneráveis à sobreexploração (DE MITCHESON *et al.*, 2008).

Apesar da importância econômica e da necessidade de exploração racional dessas espécies, existem poucas medidas de gestão pesqueira que garantam o sucesso no recrutamento

e conservação (e.g. criação de áreas de exclusão de pesca, tamanho mínimo e máximo de captura, defeso). Além disso, existe uma dificuldade na implementação de tais medidas para espécies com importância comercial, pois o setor produtivo costuma exercer forte pressão sobre os órgãos governamentais fiscalizatórios. Isto pode ser observado com a publicação da Portaria N° 163/2015 (BRASIL, 2015) que prorrogou o prazo para manutenção do desembarque de espécies classificadas como “Ameaçadas” e “Criticamente Ameaçadas”, bem como a Portaria N° 73/2018 que permitiu o “uso sustentável” de espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 2018). Tais modificações ocorreram sem nenhuma recuperação populacional dessas espécies, considerando o momento em que foram classificadas de acordo com os critérios de ameaça. A escassez de dados sobre os parâmetros de história de vida dessas espécies é muitas vezes utilizada como argumento pelo setor produtivo, seja para inviabilizar a inclusão de determinadas espécies em listas vermelhas ou para que o próprio setor possa acatar medidas de ordenamento com base em precaução (FEITOSA, C.V. com. pes.).

Mundialmente, as populações de lutjanídeos vem sofrendo declínios pela captura como espécies-alvo ou fauna acompanhante, tornando-se objeto para a realização de pesquisas sobre estudos de conservação (BABCOCK *et al.*, 2013; BURTON, 2002; CASTRO-PÉREZ *et al.*, 2018; CLARO *et al.*, 2009; GRAHAM *et al.*, 2008; LA GUARDIA *et al.*, 2018; MOLINA-HERNÁNDEZ; PEREZ; FRAGOSO, 2018). No Brasil, essas espécies são o principal recurso capturado por linha de mão na pesca artesanal, sendo considerados valiosos peixes de primeira qualidade, principalmente devido a boa aceitação de sua carne no mercado interno. Ademais, no Nordeste, os lutjanídeos representam um dos principais recursos pesqueiros em renda para os pescadores (FRÉDOU; FERREIRA, 2005). Tal interesse e demanda associados às pescarias sem gestão podem resultar em sobrepesca (REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003). Vale ressaltar que os lutjanídeos também são alvos de captura para exportação, onde as espécies ariacó *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) e guaiúba *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) são comercializadas como peixe inteiro eviscerado congelado (PEC) (CARVALHO *et al.*, 2013).

Em âmbito global, o ariacó, a cioba *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) e a guaiúba ocupam diferentes categorias de ameaça, conforme os critérios estabelecidos pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). A cioba e o ariacó constam como “Quase Ameaçadas” (LINDEMAN *et al.*, 2016 a, b) enquanto a guaiúba como “Deficiente de Dados” e com tendência populacional decrescente (LINDEMAN *et al.*, 2016c). No Brasil, as três espécies estão classificadas como “Quase Ameaçadas” pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018), porém nenhuma destas consta classificada

na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2022). Vale ressaltar também que não há monitoramento, nem estatística pesqueira desde 2011 no Brasil (GONÇALVES-NETO *et al.*, 2021).

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, a pesca de lutjanídeos iniciou-se em meados dos anos 1950 (REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003), tornando-se comercial em 1961, mas começou a declinar no final dos anos 1980 (IVO; SOUSA, 1988; REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003). Diversas espécies da família Lutjanidae apresentaram grandes volumes de captura, onde no Ceará, das 45 espécies com maiores produções e importância comercial (Brasil, 2010), três espécies têm destaque: ariacó, cioba e guaiúba.

No estado do Ceará, a “pesca do pargo” englobava cinco espécies: *L. purpureus* (Poey, 1866), *L. vivanus* (Cuvier, 1828), *L. bucanella* (Cuvier, 1828), *Etelis oculatus* (Valenciennes, 1828) e *Rhomboplites aurorubens* (Cuvier, 1829). Com o declínio na década de 1980, a composição dos desembarques foi mudando e *L. synagris*, *L. analis* e *O. chrysurus* passaram a ser mais representativas (REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003). Atualmente estas espécies são comercialmente importantes e frequentemente desembarcadas no Estado.

Muito embora essas espécies tenham importância econômica e existam estudos com foco na reprodução na região Nordeste (BEGOSSI *et al.*, 2011; CAVALCANTE; OLIVEIRA; CHELLAPA, 2012; FRANÇA *et al.*, 2021; FREITAS *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2014; TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2015; SOUSA *et al.*, 2017; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015; VIANA *et al.*, 2016), o nível de conhecimento referente às suas histórias de vida ainda é limitado no Ceará (ALEGRIA; MENEZES, 1970; GESTEIRA; ROCHA, 1976; SOUSA-JÚNIOR; SILVA; SALLES, 2008). Além do que, quanto aos estudos de idade e crescimento, o conhecimento é ainda mais escasso (ALLMAN; BARBIERI; BARTELS, 2005; ARAÚJO; MARTINS; COSTA, 2002; ASCHENBRENNER *et al.*, 2017; BURTON, 2002; GARCÍA; DUARTE, 2006; GARCIA *et al.*, 2003). Vale reforçar que essas três espécies formam agregações reprodutivas (DONAHUE *et al.*, 2015; HEYMAN; KJERFVE, 2008; FRANÇA *et al.*, 2021) e algumas frotas utilizam-se dessa estratégia reprodutiva para garantir elevada produção pesqueira (BOOMHOWER *et al.*, 2010), resultando em declínios populacionais (GRAHAM *et al.*, 2008).

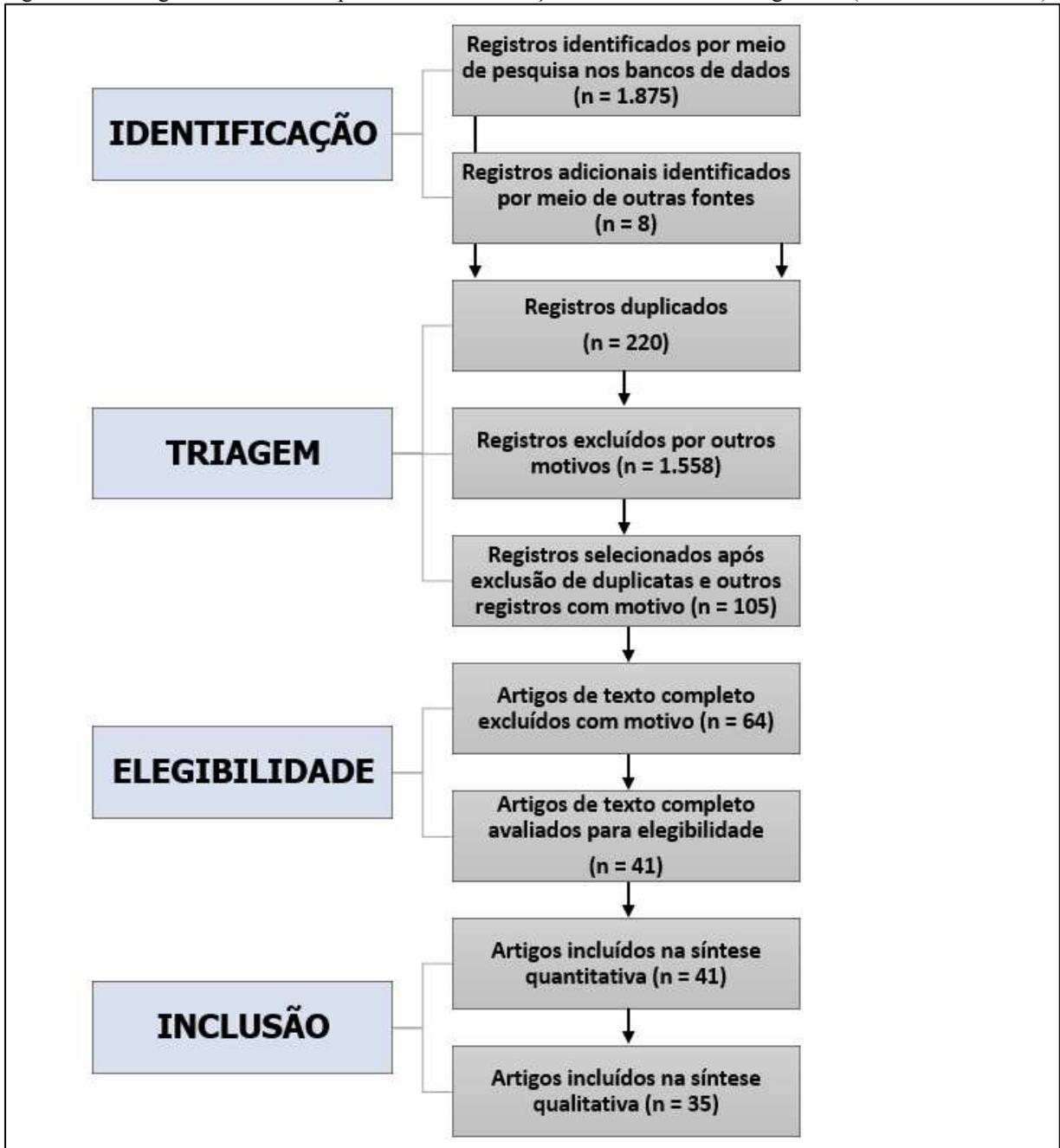
Isto posto, reforça-se que a produção e atualização de conhecimento científico sobre parâmetros reprodutivos e de crescimento são informações cruciais para a compreensão dos efeitos ecológicos da exploração e distúrbios ambientais (AULT *et al.*, 2008). Tais parâmetros sofrem modificações com base em densidade-dependência, portanto, são influenciados pela pressão pesqueira (FONTELES-FILHO, 2011). Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi realizar

uma revisão sistemática sobre os parâmetros de reprodução e de idade e crescimento de *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis* e *Ocyurus chrysurus*, compilando esses parâmetros em um manuscrito com sugestões para melhoria da coleta e análise dos dados, além de identificar as lacunas de conhecimento nessa temática.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento bibliográfico contemplando os principais estudos publicados no século XXI (período de 2001 a 2023), buscando caracterizar aspectos da biologia reprodutiva e parâmetros de idade e crescimento de *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis* e *Ocyurus chrysurus*. O levantamento de dados foi feito por meio do protocolo para revisões sistemáticas e meta-análises PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses) (LIBERATI *et al.*, 2009; MOHER *et al.*, 2009), conforme fluxograma demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma referente ao procedimento de seleção das referências bibliográficas (Protocolo PRISMA).



Fonte: Adaptado de Moher *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2019.

As pesquisas foram realizadas nas seguintes bases de dados: Periódicos CAPES, Science Direct, Web of Science e Scopus. As plataformas Google Scholar e Scielo foram utilizadas para buscas complementares de artigos publicados nessa temática, mas que não constavam nas outras bases de dados supramencionadas. As palavras-chave utilizadas para a busca de artigos revisados por pares foram as seguintes: (1) “Reproductive Biology” ou “Reproductive”; (2) “Length at First Maturity”, “First Maturity” ou “Maturity”; (3) “Spawning Period”; (4) “Age and Growth”; (5) “Longevity”; (6) “Condition Factor” ou “Weight and

Length”; (7) “Gonadosomatic Index”. As pesquisas realizadas na plataforma Scielo utilizaram as palavras-chave supramencionadas também no idioma português: (1) “Biologia Reprodutiva” ou “Reprodução”; (2) “Comprimento de Primeira Maturação”, “Primeira Maturação”; ou “Maturidade”; (3) “Período de Desova” ou “Desova”; (4) “Idade e Crescimento”; (5) “Longevidade”; (6) “Fator de Condição”; (7) “Índice Gonadossomático”.

Na etapa de busca dos artigos, as palavras-chave foram incluídas junto aos nomes de cada espécie, uma por vez e separadamente, utilizando-se também os filtros presentes nas bases de dados pesquisadas para a seleção dos artigos, englobando o período total de 01/01/2001 a 02/05/2023. Os critérios de elegibilidade previamente estabelecidos (inclusão e exclusão de referências bibliográficas) e os filtros utilizados nas bases de dados para a pesquisa, estão dispostos no Quadro 1:

Quadro 1 - Critérios de elegibilidade para a seleção das referências bibliográficas relacionadas ao protocolo PRISMA e filtros utilizados nas bases de dados pesquisadas.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Artigos científicos disponíveis na web
 Publicações em Inglês, Espanhol ou Português
 Artigos revisados por pares
 Artigos publicados entre 2001 e 2023
 Artigos que abordavam alguma das palavras-chave utilizadas na busca

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Livros, relatórios, teses, dissertações, monografias e resumos
 Artigos não disponíveis na web
 Artigos que não mencionaram nenhuma das palavras-chave utilizadas na busca
 Artigos que não mencionaram nenhuma das três espécies estudadas
 Artigos que não abordavam diretamente aspectos reprodutivos ou de crescimento após a leitura completa

FILTROS UTILIZADOS NAS BASES DE DADOS PESQUISADAS

Base de dados – Filtro utilizado
 Periódicos Capes – “Assunto”
 Science Direct – “Palavras-chave”
 Web of Science – “Tópico”
 Scopus - “Palavras-chave”, “Título” e “Resumo” ou “Todos os Campos”
 Google Scholar – “Nomes das espécies”
 Scielo – “Todos os índices”

Fonte: Adaptado de Lima *et al.* (2019).

A coleta de dados foi realizada nos anos de 2021 e 2023, por meio da leitura dos artigos, seleção e registro das informações em uma planilha eletrônica. As informações registradas em cada artigo foram: 1) título, 2) autoria, 3) ano de publicação, 4) revista, 5) objetivo, 6) local de estudo, 7) fonte de variação (espaço e tempo), 8) espécie, 9) aparelho de pesca, 10) análises estatísticas, 11) parâmetros de biologia reprodutiva, 12) idade e crescimento, 13) escala e duração do estudo, 14) método de amostragem e 15) observações gerais.

Considerando que algumas pesquisas estabeleceram o tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}) com diferentes estimativas de comprimento [e.g. comprimento total (CT), padrão (CP) ou furcal (CF)], foram realizadas conversões, por meio de regressões lineares para o CT, visando a possibilidade de comparações entre os valores estimados. Para tanto, as seguintes relações de conversões disponíveis no Fishbase (FROESE; PAULY, 2023) foram consideradas:

Lutjanus synagris:

- Comprimento Padrão (CP) para Comprimento Furcal (CF)

$$CF = 1,590 + 1,100 \times CP \quad (\text{CLARO, 1981b})$$
- Comprimento Furcal (CF) para Comprimento Total (CT)

$$CT = 0,200 + 1,080 \times CF \quad (\text{THOMPSON; MUNRO, 1983})$$

Lutjanus analis:

- Comprimento Padrão (CP) para Comprimento Furcal (CF)

$$CF = 0,450 + 1,120 \times CP \quad (\text{CLARO, 1981a})$$
- Comprimento Furcal (CF) para Comprimento Total (CT)

$$CT = 0,700 + 1,090 \times CF \quad (\text{THOMPSON; MUNRO, 1983})$$

Ocyurus chrysurus:

- Comprimento Padrão (CP) para Comprimento Furcal (CF)

$$CF = 0,170 + 1,090 \times CP \quad (\text{CLARO, 1983})$$
- Comprimento Furcal (CF) para Comprimento Total (CT)

$$CT = -0,800 + 1,260 \times CF \quad (\text{THOMPSON; MUNRO, 1983})$$

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

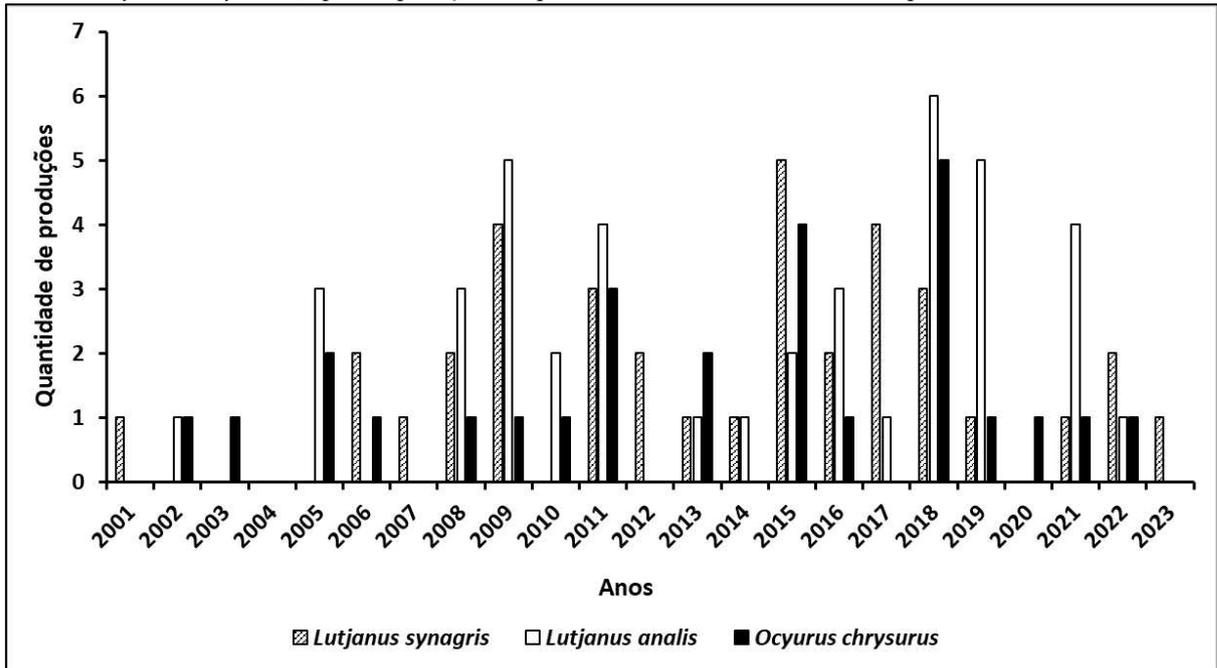
No total, foram encontrados 1.883 artigos publicados, sendo 678 referentes a *L. synagris* (82 repetidos e 560 foram excluídos por não apresentarem relação aos temas abordados), 657 sobre *L. analis* (99 repetidos e 516 excluídos) e 548 referentes à *O. chrysurus* (39 repetidos e 482 excluídos). Por fim, foram considerados 36 artigos sobre *L. synagris*, 42 sobre *L. analis* e 27 sobre *O. chrysurus*, totalizando 105 artigos para leitura completa de texto (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de artigos escolhidos por espécie para compor o artigo de revisão, após a aplicação do protocolo PRISMA.

Palavras-chave	Espécie		
	<i>Lutjanus synagris</i>	<i>Lutjanus analis</i>	<i>Ocyurus chrysurus</i>
Reproductive Biology	10	21	14
Lenght at First Maturity	4	8	5
Spawning Period	7	8	1
Age and Growth	10	1	7
Longevity	1	1	0
Condition Factor (K)	4	3	0
Gonadosomatic Index	0	0	0
TOTAL	36	42	27

A quantidade de artigos que abordam parâmetros reprodutivos e de crescimento vem decrescendo ao longo dos anos. Com relação aos anos de publicação dos artigos que abordavam os parâmetros reprodutivos e de idade e crescimento das espécies, verificou-se que 2015 foi o ano com maior número de publicações para *Lutjanus synagris* (13,8%) e 2018 foi o ano com maior número de publicações para *Lutjanus analis* (14,3%) e *Ocyurus chrysurus* (18,5%). Contudo, constataram-se 32 artigos publicados entre 2016 e 2019 (30,5% do total) e somente 12 artigos publicados entre 2020 e 2023, representando 11,4% do total de artigos publicados para as três espécies juntas (Figura 2).

Figura 2 – Quantidade de produções publicadas no século XXI (2001 a 2023) para *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis* e *Ocyurus chrysurus*, após a aplicação dos primeiros critérios de exclusão do protocolo PRISMA.

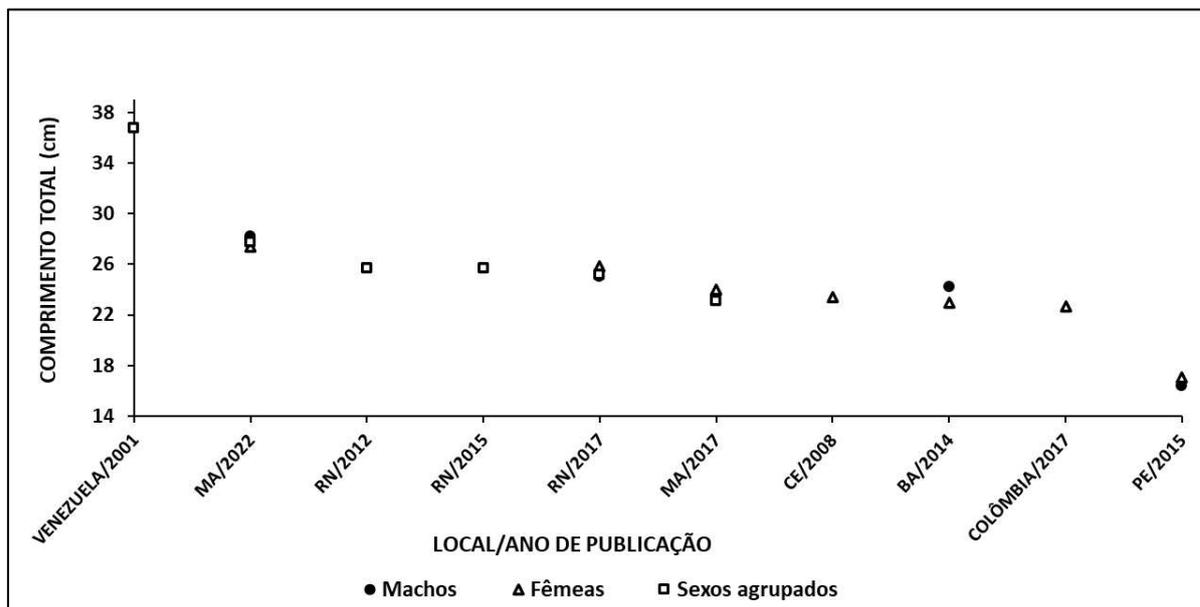


3.3.1 *Lutjanus synagris*

Após leitura completa dos 36 artigos, foi aplicado o critério de exclusão de artigos que não abordavam, na íntegra, aspectos reprodutivos ou de crescimento. Então, foram considerados 19 artigos, sendo 18 referentes à biologia reprodutiva, quatro referentes à idade e crescimento e um artigo que abordou as duas temáticas.

Quanto aos estudos de biologia reprodutiva verificou-se que os menores valores do tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}) foram registrados em Pernambuco (16,4 cm de comprimento total (CT) para machos e 17,1 cm de CT para fêmeas; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015). Já os maiores valores de L_{50} foram registrados na Venezuela (36,8 cm de CT para sexos agrupados; GÓMEZ, GUZMÁN; CHACÓN, 2001) e no Maranhão (28,2 cm de CT para machos e 27,4 cm de CT para fêmeas; FERNANDES *et al.*, 2022) (Figura 3).

Figura 3 – Tamanhos de primeira maturação gonadal (L_{50}) estimados através do comprimento total (CT), por diferentes autores em trabalhos publicados para *Lutjanus synagris*, entre os anos de 2001 e 2023. (VENEZUELA/2001 – Gómez; Guzmán; Chacón; RN/2012 - Cavalcante; Oliveira; Chellappa, 2012; MA/2022 - Fernandes *et al.*, 2022; BA/2014 - Freitas *et al.*, 2014; RN/2015 – Oliveira *et al.*, 2015; COLÔMBIA/2017 - Ramírez *et al.*, 2017; RN/2017 - Rufener *et al.*, 2017; MA/2017 - Sousa *et al.*, 2017; CE/2008 - Sousa-Júnior; Silva; Salles, 2008; PE/2015 – Viana; Hazin; Oliveira, 2015).



MA = Maranhão; RN = Rio Grande do Norte; CE = Ceará; BA = Bahia; PE = Pernambuco.

Por outro lado, verificou-se a utilização de diferentes protocolos e estimativas de L_{50} com diferentes comprimentos, por exemplo comprimento furcal (CF) no México (TREJO-MARTÍNEZ *et al.*, 2021) e comprimento padrão (CP) na Bahia/Brasil (FREITAS *et al.*, 2011). Utilizando-se das transformações lineares comprimento x comprimento disponíveis no FishBase (FROESE; PAULY, 2023), verificou-se que não consta equação de transformação linear direta de comprimento padrão para comprimento total para esta espécie. Então, foi necessário realizar a transformação linear de comprimento padrão para comprimento furcal (CLARO, 1981b) e posteriormente de comprimento furcal para comprimento total (THOMPSON; MUNRO, 1983) (Tabela 2). Além disso, verificou-se que os autores citados acima realizaram as transformações lineares a partir de amostras com intervalos de comprimento específicos (e.g. IC = 6 – 35 cm, CLARO 1981b; IC = 10 a 41 cm, THOMPSON; MUNRO, 1983). Sabe-se que o L_{50} é um parâmetro denso-dependente, ou seja, este parâmetro responde às variações de abundância e de fatores abióticos (ALVES; HAIMOVICI; CARDOSO, 2020; AUDZIJONYTE *et al.*, 2016; PANKHURST; PORTER, 2003; SABORIDO-REY; KJESBU, 2005). Ainda assim, essas comparações entre as estimativas de L_{50} são úteis, pelo menos para valores obtidos na mesma região ou locais próximos. Portanto, sugere-se uma padronização quanto ao comprimento que deve ser utilizado para a estimativa

do L_{50} , pois muito embora as regressões estejam disponíveis na literatura, notam-se vieses embutidos nas estimativas e transformação lineares. Possíveis falhas na estimativa do L_{50} podem gerar interpretações equivocadas quanto à gestão de um recurso pesqueiro.

Tabela 2 – Estimativa de comprimento total (CT) a partir de comprimento furcal (CF) ou comprimento padrão (CP), utilizando a equação de transformação linear da relação comprimento-comprimento ($y = a + bx$) para *Lutjanus synagris*. Os valores de a e b foram retirados do FishBase (Froese; Pauly, 2023), a partir das transformações lineares realizadas por Claro (1981b) (CP → CF) e Thompson e Munro (1983) (CF → CT).

Autor	Local de estudo	L_{50} estimado através de Comprimento Padrão (CP) / Furcal (CF) (cm)	Valor de a	Valor de b	Estimativa de L_{50} em Comprimento Total (cm)
Freitas <i>et al.</i> , 2011	Bahia/ Brasil	Fêmeas = 18,67 CP Machos = 18,1 CP	1,590	1,100	Fêmeas = 22,12* CF Machos = 21,5* CF
Freitas <i>et al.</i> , 2011	Bahia/ Brasil	Fêmeas = 22,12 CF Machos = 21,5 CF	0,200	1,080	Fêmeas = 24,08* CT Machos = 23,42* CT
Trejo-Martínez <i>et al.</i> , 2021	México	Fêmeas = 17,8 CF Machos = 13,9 CF	0,200	1,080	Fêmeas = 19,42 CT Machos = 15,21 CT

* Realizada a transformação de Comprimento Padrão para Comprimento Furcal e posteriormente de Comprimento Furcal para Comprimento Total.

Por fim, notou-se que cinco autores estimaram o L_{50} para sexos agrupados (Figura 3). A estimativa do L_{50} para sexos agrupados é ainda mais importante para espécies sem dimorfismo sexual aparente, como é o caso das três espécies aqui consideradas. Partindo do pressuposto que esse parâmetro deve ser considerado para ajustar a seletividade da arte de pesca e conseqüentemente o tamanho mínimo de captura, a estimativa por sexo em espécie gonocorística não auxilia a gestão pesqueira. Pois, como ferramenta de manejo, o comprimento dos espécimes capturados deve ser fiscalizado e monitorado (KING, 2007), sem a necessidade de dissecação do exemplar.

Considerando a distribuição de classes de comprimento por sexo, três artigos verificaram que os comprimentos são semelhantes (FREITAS *et al.*, 2014; SOUSA *et al.*, 2017; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015), enquanto outro registrou fêmeas maiores que os machos (CAVALCANTE; OLIVEIRA; CHELLAPPA, 2012). Quanto à proporção sexual, pesquisas registraram quantidades iguais (FREITAS *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2014; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015), predominância de machos (CAVALCANTE; OLIVEIRA; CHELLAPPA, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2015), bem como de fêmeas (SOUSA *et al.*, 2017).

Em geral, espécies gonocóricas apresentam distribuição equitativa de machos e fêmeas, porém desvios nas proporções sexuais entre lutjanídeos são comuns (TREJO-MARTÍNEZ *et al.*, 2011). Além do que, tais resultados foram obtidos mediante amostras capturadas por diferentes artes de pesca (e.g. armadilhas, linhas de mão, espinhéis, redes de emalhar, redes de fundo e pesca de compressor), o que pode ter influenciado nesses resultados. As artes de pesca têm grau de seletividade, capturando indivíduos de diferentes tamanhos e, em geral, observa-se uma maior ocorrência de fêmeas entre os peixes maiores (CLARO, 1982; GARCÍA-CAGIDE; CLARO; KOSHELEV, 2001). Outro fator a ser considerado reside na hipótese de haver segregação espacial entre os sexos, como observado em outros teleósteos (e.g. *Megalops atlanticus*, *Trichiurus lepturus*) (SILVA; FEITOSA; FERNANDES, 2021; MUNEKIYO; KUWAHARA, 1984a; 1984b).

Quanto à época de desova, foram observados picos de desova de *L. synagris* nos meses de março, abril e setembro no Banco dos Abrolhos, Bahia (FREITAS *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2014), Pernambuco (VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015), Alagoas, Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo (BEGOSSI *et al.*, 2011) e Cuba (DONAHUE *et al.*, 2015). No México, o período de desova foi estabelecido entre março e julho (TREJO-MARTÍNEZ *et al.*, 2021). Por outro lado, foram registrados picos de desova entre maio e junho no Maranhão (SOUSA *et al.*, 2017) e entre janeiro e abril para fêmeas no Ceará (SOUSA-JÚNIOR; SILVA; SALLES, 2008), padrão que pode estar relacionado a diferentes fatores oceanográficos e climáticos (e.g. chuvas), uma vez que Ceará e Maranhão situam-se mais ao Norte do Brasil, diferenciando-se de Pernambuco, Bahia e Alagoas que se situam na porção leste (MENEGETTI; FERREIRA, 2009).

Quanto à fecundidade, poucos trabalhos estimaram esse parâmetro e os valores foram consideravelmente distintos [39.790 ovócitos (VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015); 954.976 ovócitos (SOUSA *et al.*, 2017)]. Como o L_{50} , a fecundidade é um fator densidade-dependente, pois a redução populacional pode causar uma diminuição no comprimento dos espécimes, que afeta diretamente o tamanho das gônadas (CARDOSO; HAIMOVICI, 2014; HAIMOVICI; CARDOSO, 2016; FONTELES-FILHO, 2011). Portanto, acredita-se que essa variação na fecundidade pode estar vinculada à pressão de pesca distinta ou ao simples fato da variação no comprimento daqueles exemplares aptos à reprodução.

No que concerne ao crescimento, o modelo de Von Bertalanffy tem sido o mais utilizado para gerar a curva de idade e crescimento para essa espécie ($n=4$) (ASCHENBRENNER *et al.*, 2017; AULT *et al.*, 2008; GARCÍA; DUARTE, 2006; RAMÍREZ

et al., 2017). Para organismos aquáticos, esse modelo de crescimento é considerado um dos mais adequados ao estudo da dinâmica populacional, devido ao seu embasamento biológico, além da facilidade de incorporação a outros modelos destinados à estimativa da captura máxima de equilíbrio sustentável (FONTELES-FILHO, 2011). Apenas um único artigo, com dados de pesca no Banco dos Abrolhos, Bahia, determinou todos os parâmetros de idade e crescimento. A taxa de crescimento (K) registrada foi de $0.22 \text{ (ano}^{-1}\text{)}$, o maior rendimento da coorte foi registrado entre 4 e 6 anos (33,5 a 41,4 cm), a idade na maturidade gonadal (A_{50}) foi 2,8 anos e a idade máxima registrada foi 18 anos (ASCHENBRENNER *et al.*, 2017). Tais estimativas são importantes para avaliar as modificações dinâmicas sofridas por um estoque submetido à pressão pesqueira (FONTELES-FILHO, 2011) e conforme a longevidade e a idade de maturação obtidos por Aschenbrenner *et al.* (2017), sugere-se que a espécie se reproduz cedo, ou seja, um aspecto positivo que pode assegurar uma maior resiliência.

3.3.2 *Lutjanus analis*

Para *L. analis* foram considerados nove artigos que abordavam aspectos de biologia reprodutiva, sendo registrado apenas um artigo que estimou parâmetros básicos de idade e crescimento diretamente (BURTON, 2002). Para a biologia reprodutiva, somente um estudo, realizado no Banco dos Abrolhos/Bahia, estimou um L_{50} de 31,2 a 40 cm de CP para as fêmeas e de 28,9 a 29,5 cm de CP para os machos (FREITAS *et al.*, 2011), o que na verdade infere que os espécimes conseguem se reproduzir nessa amplitude de comprimento e não a um valor específico de L_{50} . Quanto à proporção sexual, dois estudos, realizados em Belize e no Brasil, verificaram similaridade entre os sexos (GRAHAM *et al.*, 2008; TEIXEIRA, DUARTE; FERREIRA, 2010) e que as fêmeas são maiores que os machos (GRAHAM *et al.*, 2008). Tais resultados estão em consonância com aqueles obtidos por García-Cagide *et al.* (2001) em Cuba.

A cioba possui período de desova prolongado, mas com picos entre março e julho, sobretudo em períodos de lua cheia (BURTON *et al.*, 2005; ROMERO *et al.*, 2011), ou seja, quando há maior luminosidade e amplitudes de maré (HARARI; MESQUITA; CAMARGO, 2021). Tal padrão foi observado na Flórida/EUA (BURTON *et al.*, 2005; FEELEY *et al.*, 2018), no México (CASTRO-PEREZ *et al.*, 2018), em Belize (GRAHAM *et al.*, 2008; HEYMAN; KJERFVE, 2008), Cuba (LA GUARDIA *et al.*, 2018) Venezuela (ROMERO *et al.*, 2011) e na costa nordeste (TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010; FRANÇA *et al.*, 2021) e sudeste do Brasil (BEGOSSI *et al.*, 2011). No entanto, essas pesquisas não correlacionaram período de desova de lutjanídeos e fases lunares (BURTON *et al.*, 2005).

O estudo mais completo referente aos parâmetros de biologia reprodutiva foi realizado a partir de coleta de dados nos estados da Bahia, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, Brasil (TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010), onde não foram obtidos indivíduos imaturos. Todas as fêmeas maiores que 28 cm de CF e machos maiores que 35 cm de CF estavam maduros, com evidência de desova pretérita. Nas fêmeas foi observado desenvolvimento ovocitário assincrônico, sugerindo desova parcelada (TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010). Esse tipo de desova busca sincronizar a reprodução com a produção planctônica que serve de alimento para as larvas (CARTER; PERRINE, 1994), onde no nordeste brasileiro coincide com a estação chuvosa (BARROSO *et al.*, 2018).

Os registros mais recentes de parâmetros de idade e crescimento estão em relatórios específicos de avaliações de estoque realizados no Golfo do México e na Flórida/EUA (O'HOP; MULLER; ADDIS, 2015; SEDAR, 2008). Considerando o protocolo aqui aplicado, o único artigo identificado (BURTON, 2002) registrou uma longevidade de 29 anos, um comprimento assintótico teórico de 86,9 cm de CT e uma taxa de crescimento (K) de $0,16 \text{ ano}^{-1}$, fatores que influenciaram no recrutamento pesqueiro e evidenciaram uma vulnerabilidade da espécie às capturas durante os meses em que forma agregações de desova, implicando na remoção excessiva de reprodutores ativos prolongados e concluindo que o recurso encontrava-se sobrexplotado na costa leste da Flórida (EUA) (BURTON, 2002). Já o estudo publicado mais recente nesta temática para espécie trata-se de um artigo de revisão que sintetizou, em 2019, informações de história de vida para 84 espécies de peixes recifais com importância comercial na Flórida e Caribe (STEVENS; SMITH; AULT, 2019).

Mais especificamente no Brasil, os parâmetros de idade e crescimento não foram publicados, mas o tema foi objeto de uma tese de doutorado com amostras obtidas entre 1997 e 2000, na região Nordeste (REZENDE, 2008). Estimativas de parâmetros de idade e crescimento são importantes ferramentas para processos de avaliações de estoques, modelagens de dinâmica populacional, rendimentos potenciais e a consequente sustentabilidade de um estoque (STEVENS; SMITH; AULT, 2019). Portanto, a aquisição desses parâmetros é fundamental para espécies exploradas comercialmente, como é o caso de *L. analis*.

3.3.3 *Ocyurus chrysurus*

Para *Ocyurus chrysurus*, foram considerados 12 artigos, sendo sete de biologia reprodutiva e cinco de idade e crescimento. Quanto ao tamanho de primeira maturação gonadal, registraram-se pesquisas no México e no Brasil. No México, foram registrados L_{50} de 21,3 cm de CF para as fêmeas e 19,4 cm de CF para os machos (TREJO-MARTÍNEZ *et al.*, 2011), enquanto na Bahia/Brasil, o L_{50} foi de 20,2 cm de CP para as fêmeas e 21,4 cm de CP para os machos (FREITAS *et al.*, 2011) (Tabela 3). Aqui, as considerações são similares as de *L. synagris*, principalmente quanto à determinação deste parâmetro para sexos agrupados.

Tabela 3 – Estimativa de comprimento total (CT) a partir de comprimento furcal (CF) ou comprimento padrão (CP), utilizando a equação de transformação linear da relação comprimento-comprimento ($y = a + bx$) para *Ocyurus chrysurus*. Os valores de a e b foram retirados do FishBase (Froese; Pauly, 2023), a partir das transformações lineares realizadas por Claro (1983) (CP → CF) e Thompson e Munro (1983) (CP → CF).

Autor	Local de estudo	L_{50} estimado através de Comprimento Padrão (CP) /Furcal (CF) (cm)	Valor de a	Valor de b	Estimativa de L_{50} em Comprimento Total (CT) (cm)
Freitas <i>et al.</i> , 2011	Bahia/ Brasil	Fêmeas = 20,2 CP Machos = 21,4 CP	0,17	1,090	Fêmeas = 22,18* CF Machos = 23,49* CF
Freitas <i>et al.</i> , 2011	Bahia/ Brasil	Fêmeas = 22,18 CF Machos = 23,49 CF	-0,8	1,260	Fêmeas = 27,15* CT Machos = 28,79* CT
Trejo-Martínez <i>et al.</i> , 2011	México	Fêmeas = 21,3 CF Machos = 19,4 CF	-0,8	1,260	Fêmeas = 26,04 CT Machos = 23,64 CT

* Realizada a transformação de comprimento padrão (CP) para comprimento furcal (CF) e posteriormente de comprimento furcal (CF) para comprimento total (CT).

Com relação à proporção sexual, os estudos realizados no Golfo do México (XIMENA *et al.*, 2015; TREJO-MARTÍNEZ *et al.*, 2011) e na Bahia (FREITAS *et al.*, 2011) comprovaram proporções similares. Um único manuscrito com dados obtidos no México estabeleceu a relação peso/comprimento, determinando alometria negativa para machos e fêmeas jovens, diferente das fêmeas adultas que apresentaram padrão isométrico ($b = 3$) (XIMENA *et al.*, 2015). Nessa pesquisa realizada no México, foi observado que as fêmeas adultas apresentaram maiores pesos que os machos adultos, porém com menores valores de IGS (2,30) em comparação aos machos (3,30). Esse padrão pode estar relacionado ao desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas, pois as fêmeas necessitam de maior energia para maturação gonadal, enquanto os machos possuem gônadas menores e investem menos energia

no crescimento somático (LESTER; SHUTER; ABRAMS, 2004). Por esta razão, Ximena *et al.*, (2015) afirmam que a relação peso-comprimento para essa espécie precisa ser estabelecida por sexo.

Ainda no México, as fêmeas foram consideradas sexualmente ativas ao longo do ano todo e com desenvolvimento ovocitário assíncrono (TREJO-MARTÍNEZ *et al.*, 2011). No entanto, com base na quantidade amostrada de fêmeas ativamente desovando, sugere-se um período de desova entre janeiro e setembro, com pico em abril e maio (primavera), frequência de desova a cada 8,3 dias e fecundidade entre 14.102 a 164.756 oócitos (TREJO-MARTÍNEZ *et al.*, 2011). Na Flórida/EUA, larvas em abundância foram registradas em julho e setembro (verão/outono) (D’ALESSANDRO; SPONAUGLE; SERAFY, 2010). Em Cuba, a desova ocorre entre os meses de abril a julho (primavera/verão) (LA GUARDIA *et al.*, 2018). No Brasil, o período de desova variou entre junho e outubro (inverno/primavera) (BEGOSI *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2011). Com base nestas referências, pode-se afirmar que *O. chrysurus* apresenta desova ao longo do ano todo, com picos de desova relacionados a períodos específicos do ano, que podem refletir características específicas climáticas e oceanográficas.

Quanto aos estudos de idade e crescimento, o coeficiente de crescimento (K) foi estimado em estudos realizados na Flórida/EUA e variou de 0,041 (D’ALESSANDRO; SPONAUGLE; SERAFY, 2010), em um estudo referente a ecologia larval para a espécie, até 0,65, em um estudo que estimou padrões de idade e crescimento a partir de dados pesqueiros (ALLMAN; BARBIERI; BARTELS, 2005). Este parâmetro está relacionado ao metabolismo e pode ser alterado por fatores bióticos e abióticos (stress e disponibilidade de oxigênio), influenciando na longevidade, visto que crescimento e reprodução são promovidos pelo metabolismo (FONTELES-FILHO, 2011).

O modelo de Von Bertalanffy foi o mais aplicado nos estudos que abordavam parâmetros de idade e crescimento (ALLMAN; BARBIERI; BARTELS, 2005; ARAÚJO; MARTINS; COSTA, 2002; GARCIA *et al.*, 2003; JURADO-MOLINA; GUTIÉRREZ-BENÍTEZ; ROLDAN-HEREDIA, 2018), porém também foram aplicados os modelos Logístico e de Gompertz no estudo realizado em Veracruz/México (JURADO-MOLINA; GUTIÉRREZ-BENÍTEZ; ROLDAN-HEREDIA, 2018). Destes, dois estudos foram realizados na Flórida/EUA (ALLMAN; BARBIERI; BARTELS, 2005, GARCIA *et al.*, 2003), os quais indicaram que pesca não alterou significativamente o estoque e o recrutamento pesqueiro da espécie, considerando os parâmetros de idade e crescimento registrados. Por outro lado, no Brasil, o único estudo que registrou parâmetros de idade e crescimento para *O. chrysurus*

(ARAÚJO; MARTINS; COSTA, 2002), sugeriu uma certa sensibilidade da espécie à exploração pesqueira, uma vez que apresenta ciclo de vida relativamente longo e baixas taxas de crescimento somático. Além disso, a atualização desses parâmetros para *O. chrysurus* no Brasil faz-se ainda mais necessária, pois esta espécie encontra-se como “Quase Ameaçada” conforme os critérios estabelecidos pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018), além de ter sido classificada como “Deficiente de Dados”, com tendência populacional decrescente em âmbito internacional (LINDEMAN *et al.*, 2016c).

3.4 SUGESTÕES E LACUNAS DE CONHECIMENTO

3.4.1 Sugestões

- Padronização nas estimativas de L_{50} , utilizando comprimento total, quando possível, ou comprimento padrão com equação de transformação linear direta de CP para CT (relação comprimento x comprimento).
- Para os estudos de reprodução, sugere-se estimar também o L_{50} para sexos agrupados.

3.4.2 Lacunas de conhecimento

- Estudos que correlacionem a influência da lua no período de desova das espécies de lutjanídeos.
- Estudos sobre biologia reprodutiva para *L. analis* e *O. chrysurus*.
- Estudos de idade e crescimento para *L. analis* e *O. chrysurus*, sobretudo no Brasil.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa revisão sistemática permitiu compilar importantes parâmetros de história de vida de *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis* e *Ocyurus chrysurus*. Pode-se observar que essas espécies foram amplamente estudadas quanto à biologia reprodutiva, mas estimativas atualizadas são necessárias, principalmente para *Lutjanus analis* e *Ocyurus chrysurus*. Além disto, sugere-se a padronização de protocolos para estimativas de L_{50} , além da atualização de transformações lineares comprimento x comprimento, principalmente para estimativa de CP para CT, utilizando-se de dados coletados para amplos intervalos de comprimento. Considera-se ainda que essas espécies foram pouco estudadas quanto à idade e crescimento, principalmente *L. analis* e *O. chrysurus* no Brasil. Vale ressaltar que tais espécies se encontram

com o status de conservação “Quase Ameaçadas” (*L. synagris* e *L. analis*) e “Deficiente de Dados” (*O. chrysurus*) na atual classificação a nível global da IUCN, reforçando a necessidade na geração de conhecimento atualizado que possa subsidiar medidas de gestão pesqueira para as espécies.

Portanto, estimativas adicionais e atualizadas de parâmetros reprodutivos e de crescimento são necessárias, principalmente por serem cruciais para uma melhor avaliação de como essas populações podem responder à pressão pesqueira. De posse desses dados é possível trabalhar com ferramentas de manejo específicas para esses recursos pesqueiros comercialmente importantes e baseadas na melhor ciência.

REFERÊNCIAS

- ALEGRIA, J. R. C.; MENEZES, M. F. Edad y crecimiento del ariacó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en el nordeste del Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 10, n. 1, p. 65-68, 1970.
- ALLMAN, R. J.; BARBIERI, L. R.; BARTELS, T. Regional and Fishery-specific Patterns of Age and Growth of Yellowtail Snapper, *Ocyurus chrysurus*. **Gulf of Mexico Science**, v. 23, n. 2, p. 211-223, 2005.
- ALVES, A. V.; HAIMOVICI, M.; CARDOSO, L. G. Long-term changes in the life history of the Jamaican weakfish, *Cynoscion jamaicensis* (Vaillant and Bocourt, 1883), in southern Brazil. **Reg. Stud. in Mar. Sci.**, v. 34, 101063, 2020.
- ARAÚJO, J. N.; MARTINS, A. S.; COSTA, K. G. Idades e crescimento da cioba, *Ocyurus chrysurus*, da Costa Central do Brasil. **Rev. Bras. Oceanograf.**, v. 50, p. 47-57, 2002.
- ASCHEBRENNER, A. *et al.* Age, growth parameters and fisheries indices for the lane snapper in the Abrolhos Bank, SW Atlantic. **Fisheries Research**, v. 194, p. 155-163, 2017.
- AUDZIJONYTE, A. *et al.* Trends and management implications of human-influenced life-history changes in marine ectotherms. **Fish and Fisheries**, v. 17, n. 4, p. 1005-1028, 2016. <https://doi.org/10.1111/faf.12156>
- AULT, J. S. *et al.* Length-based assessment of sustainability benchmarks for coral reef fishes in Puerto Rico. **Environm. Conserv.**, v. 35, n. 3, p. 221-231, 2008. <https://doi.org/10.1017/S0376892908005043>
- BABCOCK, E. A. *et al.* Length-based indicators of fishery and ecosystem status: Glover's Reef Marine Reserve, Belize. **Fisheries Research**, v. 147, p. 434-445, 2013.
- BARROSO, H. S. *et al.* Intra-annual variability of phytoplankton biomass and nutrients in a tropical estuary during a severe drought. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, v. 213, p. 283-293, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.08.023>
- BEGOSSI, A. *et al.* Ethnobiology of snappers (Lutjanidae): target species and suggestions for management. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 7, n. 11, p. 1-22, 2011.
- BOOMHOWER, J. *et al.* Prediction and verification of possible reef-fish spawning aggregation sites in Los Roques Archipelago National Park, Venezuela. **Journal of Fish Biology**, v. 77, p. 822-840, 2010.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília, DF: MPA, 2010. 128 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA N° 163, de 08 de junho de 2015. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, seção 01, pág 48, 09 de junho de 2015; 02 p. 2015.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA N° 73, de 26 de março de 2018. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, seção 01, pág 160, 28 de março de 2018; 02 p. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA N° 300, de 13 de dezembro de 2022. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Edição 234, seção 01, pág 75, 14 de dezembro de 2022; 90 p. 2022.

BURTON, M. L. Age, growth and mortality of mutton snapper, *Lutjanus analis*, from the east coast of Florida, with a brief discussion of management implications. **Fisheries Research**, v. 59, n. 1-2, p. 31-41, 2002.

BURTON, M. L. *et al.* Preliminary evidence of increased spawning aggregations of mutton snapper (*Lutjanus analis*) at Riley's Hump two years after establishment of the Tortugas South Ecological Reserve. **Fishery Bulletin- National Oceanic and Atmospheric Administration**, v. 103, n. 2, p. 404-410, 2005.

CARDOSO, L. G.; HAIMOVICI, M. Long term changes in the sexual maturity and in the reproductive biomass of the king weakfish *Macrodon atricauda* (Günther, 1880) in southern Brazil. **Fisheries Research**, v. 160, p. 120–28, 2014.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.05.012>

CARTER, J.; PERRINE, D. A spawning aggregation of dog snapper, *Lutjanus jocu* (Pisces: Lutjanidae) in Belize Central America. **Bull. Mar. Sci.**, v. 55, n. 1, p. 228–234, 1994.

CASTRO-PÉREZ, J. M. *et al.* Comparison of catch, CPUE and length distribution of spawning aggregations of mutton snapper (*Lutjanus analis*) and grey triggerfish (*Balistes capriscus*) on a Mesoamerican coral reef. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, n. 4, p. 717-726, 2018.

CARVALHO, R. A. *et al.* Captura e processamento de peixes recifais no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Actapesca**, v. 1, n. 1, p. 91-103, 2013.

CAVALCANTE, L. F. M. C.; OLIVEIRA, M. R.; CHELLAPPA, S. Aspectos reprodutivos do ariacó, *Lutjanus synagris*, nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 45-50, 2012.

CLARO, R. Ecología y ciclo de vida del pargo criollo, *Lutjanus analis* (Cuvier), en la plataforma cubana. Academia de Ciências de Cuba., **Inf. Cient. Inst. Oceanol.** v. 186, p. 1-83, 1981a.

CLARO, R. Ecología y ciclo de vida de la biajaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en la plataforma cubana. III. **Nutrición. Cienc. Biol.**, v. 6, p. 93-110, 1981b.

CLARO, R. Ecología y ciclo de vida de la biajaiba *Lutjanus synagris* (Linnaeus) em la plataforma cubana. IV: **Reporte de Investigaciones. Academia de Ciências de Cuba.** v. 5, p. 1–37., 1982.

CLARO, R. Ecología y ciclo de vida de la rabirrubia, *Ocyurus chrysurus* (Bloch), en la plataforma cubana II. Edad y crecimiento, estructura de poblaciones, y pesquerias. **Rep. Invest. Inst. Oceanol. Acad. Cienc.**, v. 19, p. 1-33, 1983.

CLARO, R. *et al.* Historical analysis of Cuban comercial fishing effort and the effects of management interventions on importante reef fishes from 1960-2005. **Fisheries Research**, v. 99, p. 7-16, 2009.

- D’ALESSANDRO, E. K. D.; SPONAUGLE, S.; SERAFY, J. E. Larval ecology of a suite of snappers (family: Lutjanidae) in the Straits of Florida, western Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 410, p. 159-175, 2010.
- DE MITCHESON, Y. S. *et al.* A Global Baseline for Spawning Aggregations of Reef Fishes. **Conservation Biology**, v. 22, n. 5, p. 1233–1244, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01020.x>
- DONAHUE, M. J. *et al.* Location Isn’t Everything: Timing of Spawning Aggregations Optimizes Larval Replenishment. **PLoS ONE**, 10(6): e0130694. 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130694>
- FEELEY, M. W. *et al.* Spawning migration movements of Mutton Snapper in Tortugas, Florida: Spatial dynamics within a marine reserve network. **Fisheries Research**, v. 204, p. 209-223, 2018.
- FERNANDES, J. F. F. *et al.* Reproductive biology of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus 1758) (Perciformes, Lutjanidae), in the Maranhão continental shelf, Northeast of Brazil. **Environm. Biol. of Fish.**, v. 105, p. 1033–1050, 2022.
- FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2011. 464 p.
- FRANÇA, A. R. *et al.* Spatio-temporal distribution of mutton snapper and dog snapper spawning aggregations in the South-west Atlantic. **Aquatic Conserv: Mar Freshw. Ecosyst.**, v. 31, n. 7, p. 1596-1610, 2021. <https://doi.org/10.1002/aqc.3536>
- FRÉDOU, T.; FERREIRA, B. P. Bathymetric trends of Northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): Implications for the reef fishery dynamic. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 5, p. 787-800, 2005.
- FREITAS, M. O. *et al.* Spawning patterns of commercially important reef fish (Lutjanidae and Serranidae) in the tropical western South Atlantic. **Scientia Marina**, v. 75, n. 1, p. 135-146, 2011.
- FREITAS, M. O. *et al.* Reproductive biology of the lane snapper, *Lutjanus synagris*, and recommendations for its management on the Abrolhos Shelf, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 94, n. 8, p. 1711-1720, 2014.
- FROESE, R.; PAULY, D. Editors. **FishBase. World Wide Web electronic publication**. www.fishbase.org, version (02/2023). 2023.
- GARCÍA-CAGIDE, A.; CLARO, R.; KOSHELEV, B. V. Reproductive patterns of fishes of the Cuban shelf. In Claro R., Lindeman K.C. and Parenti L.R. (eds) **Ecology of the marine fishes of Cuba**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, pp. 71–102, 2001.
- GARCÍA, C. B.; DUARTE, L. O. Length-based estimates of growth parameters and mortality rates of fish populations of the Caribbean Sea. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 22, n. 3, p. 193-200, 2006.
- GARCIA, E. R. *et al.* Age and growth of yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, from the southeastern United States. **Bulletin of Marine Science**, v. 72, n. 3, p. 909–921, 2003.

GESTEIRA, T. C. V.; ROCHA, C. A. S. Estudo sobre a fecundidade do Ariocó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), da costa do estado do Ceará (Brasil). **Arquivo de Ciências do Mar**, v. 16, n. 1, p. 19-22, 1976.

GRAHAM, R. T. *et al.* Historical and contemporary evidence of a mutton snapper (*Lutjanus analis* Cuvier, 1828) spawning agregation fishery in decline. **Coral Reefs**, v. 27, p. 311-319, 2008.

GÓMEZ, G.; GUZMÁN, R.; CHACÓN, R. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paria, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, v. 19, n. 3, p. 335-357, 2001.

GONÇALVES-NETO, J. B. *et al.* A sleeping giant: the historically neglected Brazilian fishing sector. **Ocean and Coast. Manag.**, v. 209, p. 105699, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105699>

HAIMOVICI, M.; CARDOSO, L. G. Long-term changes in the fisheries in the Patos Lagoon estuary and adjacent coastal waters in Southern Brazil. **Mar. Biol. Res.**, p. 1-16, 2016.
<https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1228978>

HARARI, J.; MESQUITA, A. R.; CAMARGO, R. Marés e nível médio do mar. In: HARARI, Joseph (org.). **Noções de Oceanografia**. São Paulo: Instituto Oceanográfico. E-book. Cap. 13: p. 277-296., 2021.

HEYMAN, W.; KJERFVE, B. Characterization of Transient Multi-Species Reef Fish Spawning Aggregations at Gladden Spit, Belize. **Bulletin of Marine Science**, v. 83, n. 3, p. 531-551, 2008.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1. ed. --** Brasília, DF : ICMBio/MMA, 7 v., 2018. 492 p.

IVO, C. T. C.; SOUSA, M. J. B. Sinopse de informações sobre o pargo, *Lutjanus purpureus* Poey (Pisces:Lutjanidae), no Norte e Nordeste do Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**, v. 27, p. 57-67, 1988.

JURADO-MOLINA, J.; GUTIÉRREZ-BENÍTEZ, O.; ROLDAN-HEREDIA, A. Model uncertainty and Bayesian estimation of growth parameters of Yellowtail Snapper (*Ocyurus chrysurus*) from Veracruz, Mexico. **Hidrobiológica**, v. 28, n. 1, p. 191-199, 2018.

KING, M. **Fisheries Biology, Assessment and Management**. Wiley-Blackwell; 2nd edition. 2007. 396 p.

LA GUARDIA, E. *et al.* Indicators of overfishing of snapper (Lutjanidae) populations on the southwest shelf of Cuba. **Ocean & Coastal Management**, v. 153, p. 116-123, 2018.

LESTER, N. P.; SHUTER, D. J.; ABRAMS, P. A. Interpreting the von Bertalanffy model of somatic growth in fishes: the cost of reproduction. **Proceed. of the Roy. Soci. of Lond.**, v. 271, p. 1625-1631, 2004.

LIBERATI, A. *et al.* The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **PLoS medicine**, v. 6, n. 7, p. e1000100, 2009. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>

- LIMA, M. K. S. *et al.* Pesca fantasma: uma síntese das causas e consequências nos últimos 15 anos. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 52, n. 2, p. 98-113, 2019.
- LINDEMAN, K. *et al.* *Lutjanus analis* (errata version published in 2019). **The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T12416A161245983**. 2016a. Acesso em: 14 de maio de 2023.
- LINDEMAN, K. *et al.* *Lutjanus synagris*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T194344A2317059**. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T194344A2317059.en>. 2016b. Acesso em: 14 de maio de 2023.
- LINDEMAN, K. *et al.* *Ocyurus chrysurus*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T194341A2316114**. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T194341A2316114.en>. 2016c. Acesso em: 14 de maio de 2023.
- MENEGHETTI, G. T.; FERREIRA, N. J. Variabilidade sazonal e interanual da precipitação no Nordeste Brasileiro. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30, INPE, p. 1685-1689, 2009.
- MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Annals of Internal Medic.**, v. 151, n. 4, p. 264-269, 2009.
- MOLINA-HERNÁNDEZ, A. L.; PEREZ, J. R. G.; FRAGOSO, A. A. Identifying management challenges and implementation shortcomings of a new fishing refuge: Akumal reef, Mexico. **Ocean & Coastal Management**, v. 161, p. 127-140, 2018.
- MUNEKIYO, M.; KUWAHARA, A. Spawning season and sex ratio of ribbon fish [*Trichiurus lepturus*] in the western Wakasa bay [Sea of Japan, Japan]. **Bull. of the Japan. Soc. of Scient. Fish.**, v. 50, n. 8, p. 1279-1284, 1984a.
- MUNEKIYO, M.; KUWAHARA, A. Spawning ground, mating systems and distribution pattern of ribbon fish (*Trichiurus lepturus*). **Bull. of the Japan. Soc. of Scient. Fish.**, v. 50, n. 9, p. 1527-1534, 1984b.
- NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON M. V. H. **Fishes of the world**. 5th. ed. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2016. 752 p.
- O'HOP, J.; MULLER, R.; ADDIS, D. SEDAR 15A Update: Stock Assessment of Mutton Snapper (*Lutjanus analis*) of the U.S. South Atlantic and Gulf of Mexico through 2013, SEDAR Update Assessment. **Technical Report 15 Florida Fish and Wildlife Conservation Commission St. Petersburg, FL.**, 2015.
- OLIVEIRA, M. R. *et al.* Estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. **HOLOS**, ano. 31, v. 6, p. 107-122, 2015.
- PANKHURST, N. W.; PORTER, M. J. R. Cold and dark or warm and light: Variations on the theme of environmental control of reproduction. **Fish Physiol. Biochem.**, v. 28, p. 385-389, 2003.
- RAMÍREZ, J. G. *et al.* Improving stock assessment and management advice for data-poor small-scale fisheries through participatory monitoring. **Fisheries Research**, v. 190, p. 71-83, 2017.

- REZENDE, S. M.; FERREIRA, B. P.; FRÉDOU, T. A pesca de lutjanídeos no nordeste do Brasil: Histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. **Boletim Técnico Científico do Cepene**, v. 11, p. 257–270, 2003.
- REZENDE, S. M. **Evolução das capturas, idade, crescimento e recrutamento de espécies de Lutjanidae do nordeste do Brasil**. 2008. 199 f. Tese (Doutorado em Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2008.
- ROMERO, M. A. *et al.* Identificación de sitios de agregaciones de desove de peces através del conocimiento ecológico local de los pescadores em El Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela. **Interciência**, v. 36, n. 2, p. 88-95, 2011.
- SABORIDO-REY, F.; KJESBU, O. S. **Growth and Maturation Dynamics**. 26 p. 2005.
- SEDAR, 15A. Stock Assessment Report 3 (SAR3), South Atlantic and Gulf of Mexico Mutton Snapper. **Technical Report 15 Southeast Data, Assessment, and Review North Charleston, SC.**, 2008.
- SILVA, C. E. L. S.; FEITOSA, C. V.; FERNANDES, C. A. F. Fishing gear selectivity on sub-adults and spawning stock of the Tarpon *Megalops atlanticus* (Actinopterygii: Megalopidae) in Northeast Brazil. **Reg. Stud. in Mar. Sci.**, v. 44, 101727, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101727>
- SOUSA, A. F. R. *et al.* Aspectos reprodutivos do peixe *Lutjanus synagris* (Perciformes, Lutjanidae) capturado na costa Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 10, n. 1, p. 106-120, 2017.
- SOUSA JÚNIOR, V. B.; SILVA, J. R. F.; SALLES, R. Análise ovariana do Ariacó, *Lutjanus synagris* (Actinopterygii: Lutjanidae), e considerações sobre sua reprodução no Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 41, n. 1, p. 90-97, 2008.
- STEVENS, M. H.; SMITH, S. G.; AULT, J. S. Life history demographic parameter synthesis for exploited Florida and Caribbean coral reef fishes. **Fish and Fisheries**, v. 20, p. 1196–1217, 2019.
- TEIXEIRA, S. F.; DUARTE, Y. F.; FERREIRA, B. P. Reproduction of the fish *Lutjanus analis* (mutton snapper; Perciformes: Lutjanidae) from Northeastern Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 58, n. 3, p. 791-800, 2010.
- THOMPSON, R.; MUNRO, J. L. **The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes: Lutjanidae (snappers)**. p. 94-109. In J.L. Munro (ed.) Caribbean coral reef fishery resources. ICLARM Stud. Rev 7., 1983.
- TREJO-MARTÍNEZ, J. *et al.* Reproductive aspects of the yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus* from the southern Gulf of Mexico. **Journal of Fish Biology**, v. 79, p. 915–936, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03062.x>
- TREJO-MARTÍNEZ, J. T. *et al.* Reproductive Strategy of a Continental Shelf Lane Snapper Population from the Southern Gulf of Mexico. **Mar. and Coast. Fish.**, v. 13, p. 140-156, 2021. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10142>

VIANA, D. F.; HAZIN, F. H. V.; OLIVEIRA, P. G. Reproductive biology of lane snapper, *Lutjanus synagris* (Perciformes, Lutjanidae), off Northern Pernambuco state, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 48, n. 2, p. 67-73, 2015.

VIANA, A. P. *et al.* Length–weight relations of 70 fish species (Actinopterygii) from tropical coastal region of Pernambuco, Northeast Brazil. **Acta Ichthyologica Piscatoria**, v. 46, n. 3, p. 271–277, 2016.

XIMENA, R *et al.* Growth stanzas in an Epinephelidae-Lutjanidae complex: considerations to length-weight relationships. **Revista de Biología Tropical**, v. 63, n. 1, p. 175-187, 2015.

4. CAPÍTULO II: BIOLOGIA REPRODUTIVA, IDADE E CRESCIMENTO DO ARIACÓ, *Lutjanus synagris*, CAPTURADO NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL.

RESUMO

O ariacó, *Lutjanus synagris*, é uma espécie costeira de grande importância comercial em pescarias de regiões tropicais e subtropicais. Dados históricos indicam um aumento no volume desembarcado dessa espécie entre os anos, fato que reflete uma preocupação quanto ao seu status populacional em avaliações globais. Então, a atualização de parâmetros reprodutivos e de idade e crescimento, sobretudo em escalas regionais, pode servir de referência para o fornecimento de subsídios à gestão pesqueira. Este estudo teve o objetivo de estimar e atualizar os parâmetros de reprodução e de idade e crescimento de *L. synagris*, capturado e desembarcado por uma frota artesanal sediada na enseada do Mucuripe, Fortaleza/Ceará. Os desembarques foram monitorados mensalmente, compreendendo o período de janeiro a dezembro de 2019. Os indivíduos foram medidos (cm), pesados (kg) e tiveram suas gônadas e otólitos extraídos para posterior análise de parâmetros reprodutivos e de idade e crescimento. Foram amostrados 120 indivíduos, sendo 64 machos e 56 fêmeas, com uma proporção sexual de 1,1:1 (M:F), que não diferiu significativamente da proporção sexual esperada. O IGS, o IHS e a frequência mensal de fêmeas maduras sexualmente foram uniformes, indicando que a espécie desova ao longo do ano todo. O comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) foi de 32,2 cm para sexos agrupados, 32 cm para as fêmeas e 33,5 cm para os machos. A espécie apresentou fecundidade média de 207 mil ovócitos e desenvolvimento ovocitário assincrônico, resultando em desova parcelada. O coeficiente de crescimento (K) foi $0,23 \text{ year}^{-1}$, o comprimento assintótico teórico (L_{∞}) foi 45,27 cm de CT e o índice de desempenho do crescimento (ϕ') foi 2,84. A idade média de primeira maturação sexual (A_{50}) foi de 5,43 anos. Os resultados sugerem que a população de *L. synagris* no Ceará apresentou certa estabilidade quanto aos parâmetros reprodutivos e de idade e crescimento e pode estar sendo submetida a um baixo esforço de pesca pela frota artesanal da enseada do Mucuripe, necessitando-se de um contínuo monitoramento dos desembarques pesqueiros que possam gerar informações atualizadas para comparação em estudos futuros de estrutura populacional, com o intuito de contribuir para um melhor entendimento do tempo geracional de *L. synagris* em modelos de avaliação de estoques pesqueiros.

Palavras-chave: lutjanídeos; reprodução; idade e crescimento; história de vida; pesca; conservação.

REPRODUCTIVE BIOLOGY, AGE AND GROWTH OF THE LANE SNAPPER, *Lutjanus synagris*, CAPTURED IN THE CEARÁ STATE, BRAZIL.

ABSTRACT

The lane snapper, *Lutjanus synagris*, is a coastal species of great commercial importance in fisheries in tropical and subtropical regions. Historical data indicate an increase in the volume landed of this species among the years, a fact that reflects a concern about its population status

in global assessments. So, updating reproductive and growth parameters can serve as reference for providing subsidies to fisheries management. This study aimed to describe and update the reproduction, age and growth parameters of *L. synagris*, captured and landed by an artisanal fleet based in Mucuripe Embayment, Fortaleza/Ceará. Landings were monitored monthly from January to December 2019. Individuals were measured (cm), weighed (kg) and had their gonads and otoliths extracted for subsequent analysis of reproductive and age and growth parameters. A total of 120 individuals were sampled, 64 males and 56 females, with a sex ratio of 1.1:1 (M:F), which did not significantly differ from the expected sex ratio. GSI, HSI, and monthly frequencies of sexually mature females were uniform, indicating year-round spawning for the species. The length at first sexual maturity (L_{50}) was 32.2 cm for grouped sexes, 32 cm for females, and 33.5 cm for males. The species showed an average fecundity of 207,000 oocytes and asynchronous oocyte development, resulting in batch spawning. The growth coefficient (K) was 0.23 year^{-1} , the theoretical asymptotic length (L_{∞}) was 45.27 cm TL, and the growth performance index (ϕ') was 2.84. The mean age at first sexual maturity (A_{50}) was 5.43 years. The results suggest that the population of *L. synagris* in Ceará presented some stability regarding reproductive and age-growth parameters and may be submitted to a low fishing effort by the artisanal fleet in the Mucuripe Embayment. Continuous monitoring of fishing landings is needed to provide updated information for comparison in future studies of population structure and contribute to a better understanding of the generation time of *L. synagris* in fisheries stock assessment models.

Keywords: snappers; reproduction; age and growth; life's history; fishing; conservation.

4.1 INTRODUÇÃO

Mundialmente, as espécies da família Lutjanidae são reconhecidas como importantes recursos pesqueiros, compondo os principais alvos em pescarias recifais (CAVALCANTE; OLIVEIRA; CHELLAPPA, 2012; FREITAS *et al.*, 2014). No Brasil, a pesca de lutjanídeos se concentra principalmente na região Nordeste, com tendências decrescentes nos cenários populacionais (REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003). Dentre diversas espécies da família, a cioba *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), dentão *L. joco* (Bloch & Schneider, 1801), pargo *L. purpureus* (Poey, 1866), guaiúba *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) e o ariacó *L. synagris* (Linnaeus, 1758) são algumas das principais espécies-alvo (REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003).

Os últimos dados pesqueiros disponíveis no Brasil corroboram *L. synagris* como um recurso pesqueiro comercialmente importante desta família, pois indicam um constante aumento do volume desembarcado desde o final da década de 80 até 2006. Sua captura concentra-se sobretudo no Nordeste, do Maranhão ao Piauí, onde são capturados com linha de fundo, rede de emalhar e armadilhas (BRASIL, 2008). O Ceará detém as maiores produções pesqueiras dos últimos anos para essa espécie, contribuindo com cerca de 800 toneladas na produção de pescado desembarcado em 2006 (BRASIL, 2008). Em 2006, no Ceará, essa

espécie contribuiu com cerca de 2.866,3 toneladas, correspondendo a 17,4% do total de pescado marítimo desembarcado (BRASIL, 2008).

O ariacó, *Lutjanus synagris*, distribui-se a partir do Oceano Atlântico Ocidental, desde a Carolina do Norte (EUA) até o Sudeste do Brasil, podendo atingir profundidades de até 400 metros (ALLEN, 1985). É uma espécie costeira que ocorre principalmente em recifes de corais e bancos de angiospermas marinhas. O aumento da temperatura da água (FREITAS *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2014), observado principalmente na primavera e no verão, é um estímulo para a reprodução, onde os indivíduos migram para a quebra da plataforma (talude) para compor agregação reprodutiva (DONAHUE *et al.*, 2015). O tamanho de primeira maturação sexual (L_{50}) varia entre 16 e 37 cm de comprimento total (GÓMEZ, GUZMÁN; CHACÓN, 2001; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015). A longevidade máxima observada em otólitos seccionados na região Nordeste foi de 22 anos com taxa de crescimento (K) de 0,036 ano⁻¹ (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004). A desova é do tipo parcelada, com elevado índice gonadossomático (IGS) no mês de abril (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004).

A última avaliação global da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) classificou essa espécie como “Quase Ameaçada” (Near Threatened), com tendências populacionais decrescentes (LINDEMAN *et al.*, 2016). No Brasil, o ariacó também está categorizado como “Quase ameaçado” (ICMBIO, 2018), sendo capturado ainda em seus estágios juvenis, principalmente pela pesca artesanal (BEGOSSI *et al.*, 2011). Além disso, o fato de depender de ecossistemas costeiros (CLARO *et al.*, 2009), que vem sendo severamente impactados em escala global (e.g. mudanças climáticas) e regional (e.g. poluição, turismo desordenado) (LINDEMAN *et al.*, 2016), acrescenta mais vulnerabilidade a essa espécie. Tais fatores, quando associados a um crescimento lento e a característica da espécie em formar agregações reprodutivas, resultam em declínios populacionais e redução de suas classes de comprimentos, dificultando sua produtividade/resiliência frente à pressão pesqueira (CLARO *et al.*, 2009; LA GUARDIA *et al.*, 2018; RUFENER *et al.*, 2017; XIMENA *et al.*, 2015), provavelmente pelo fato de que estão sendo exploradas de forma não sustentável, com elevados níveis de mortalidade por pesca (AULT *et al.*, 2008).

Espécies que formam agregações com fins reprodutivos em locais e épocas específicas constituem bons indicadores para monitoramento ecológico e gerenciamento pesqueiro (RUSS; ALCALA, 1996). Estudos inerentes à biologia populacional desses indivíduos são ainda mais necessários, uma vez que podem servir de parâmetros para o fornecimento de subsídios à gestão pesqueira e conservação das espécies dessa família

(CAVALCANTE; OLIVEIRA; CHELLAPPA, 2012). Alguns dos trabalhos publicados referentes à biologia populacional da espécie foram realizados no Brasil (ALEGRIA; MENEZES, 1970; ASCHENBRENNER *et al.*, 2017; BEGOSSI *et al.*, 2011; CAVALCANTE; OLIVEIRA; CHELLAPPA, 2012, FERNANDES *et al.*, 2022; FREITAS *et al.*, 2011, FREITAS *et al.*, 2014; GESTEIRA; ROCHA, 1976; OLIVEIRA *et al.*, 2015; SOUSA *et al.*, 2017; SOUSA-JÚNIOR; SILVA; SALLES, 2008; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015; VIANA *et al.*, 2016), na Colômbia (GARCÍA; DUARTE, 2006; RAMÍREZ *et al.*, 2017), no Golfo do México (KARLSSON; SAILLANT; GOLD, 2009; MIKULAS JR.; ROOKER, 2008; XIMENA *et al.*, 2015) e na Venezuela (GÓMEZ; GUZMÁN; CHACÓN, 2001). Estes trabalhos trazem à tona uma grande variabilidade nas estimativas de parâmetros em diferentes escalas gerais, destacando a importância de estudos regionalizados, que podem auxiliar no esclarecimento de como essas diferenças se manifestam ao longo de diversas gerações de indivíduos na dinâmica populacional da espécie.

Nesse contexto, considerando que a espécie sofre há décadas com a exploração pesqueira, parâmetros reprodutivos e de idade e crescimento atualizados são fundamentais, principalmente em escalas regionais, como é o caso do Ceará. Além disso, algumas lacunas de conhecimento são observadas, tais como a idade de primeira maturação sexual. Portanto, estudos regionalizados com parâmetros atualizados são fundamentais para melhor delinear o tempo geracional de uma espécie explorada comercialmente em processos de avaliação de estoques, especialmente em contextos nos quais a coleta de dados é limitada, como é o caso da pesca artesanal brasileira. Isto posto, esta pesquisa tem como objetivo estimar e atualizar os parâmetros de reprodução e de idade e crescimento do ariacó (*Lutjanus synagris*), capturado e desembarcado pela frota artesanal sediada no Ceará.

4.2 METODOLOGIA

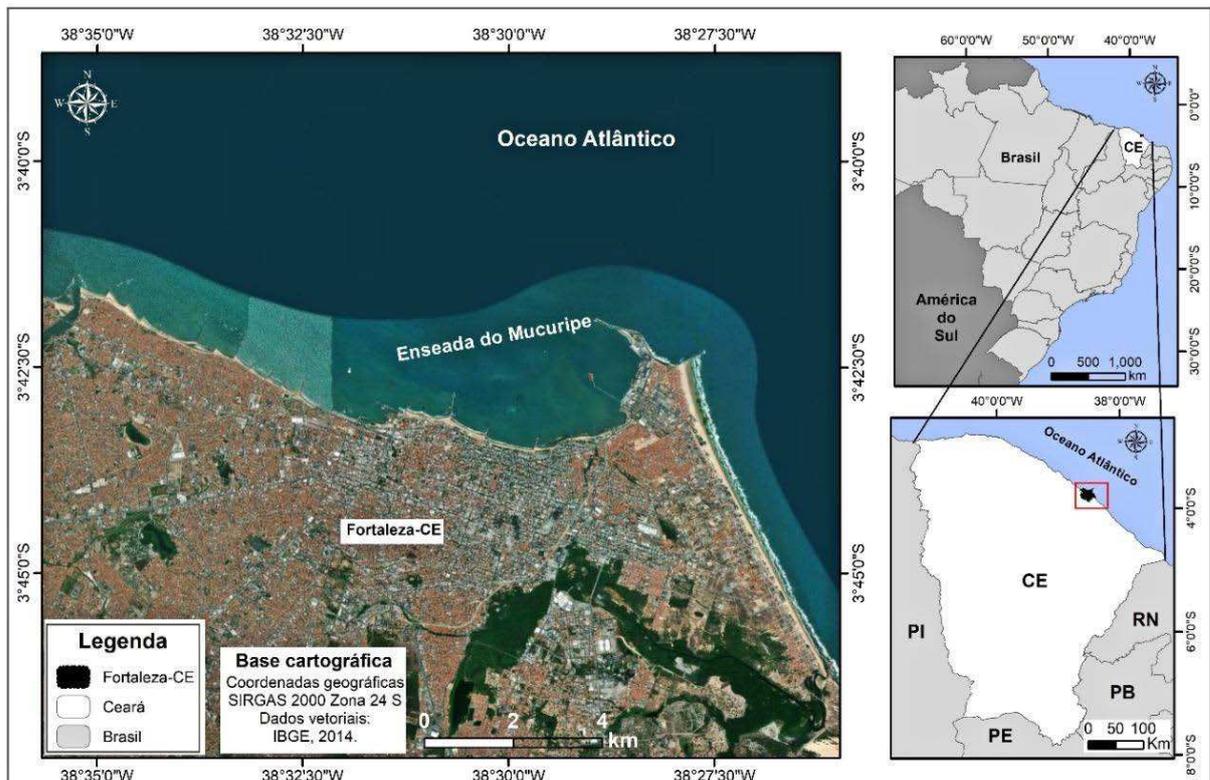
4.2.1 Área de Estudo

A enseada do Mucuripe está localizada em Fortaleza - CE e compreende o segmento da Baía do Ceará (Figura 4). O substrato da região é constituído principalmente por sedimentos biogênicos (cascalhos e rochas), com reduzida influência de porções de areia e bolsões de lama (MARQUES *et al.*, 2008). A região apresenta duas estações definidas: (1) estação chuvosa, de janeiro a maio, com pluviosidade de aproximadamente 1000 mm (média mensal média de 50 a 300 mm); e (2) estação seca, de junho a dezembro, com pluviosidade de cerca de 50 mm (FINKL; MAKOWSKI, 2017). A frota pesqueira que tem esta enseada como porto atua em

uma área que se estende do município de Paracuru (litoral oeste, 63 km de Fortaleza) até a praia do Iguape/Aquiraz (litoral leste, 43 km de Fortaleza). Esta área de pesca está localizada, aproximadamente, entre as coordenadas: 03°43'S / 038°05'W; 03°23'S / 038°05'W e 03°25' S / 038°48'W; 03°01'S / 038°49'W (SANTANDER-NETO; FARIA, 2020).

A frota pesqueira artesanal é composta de lanchas (10 a 13 m de comprimento) e jangadas de pesca (5 a 8 m de comprimento) e, em geral, opera em profundidades de até 120 metros. O aparelho-de-pesca mais utilizado é a linha de mão (linha pargueira), a qual é composta por linha de náilon entre 0,6 e 1,80 mm, anzóis números 4 a 6 em formato de “J”, em que até 25 anzóis podem ser usados em uma dada pescaria, com uma distância de 8 metros entre cada anzol. Secundariamente, esta frota utiliza redes de emalhar, com malha composta por linha de náilon de 0,7 a 1,2 mm, variando na abertura de 9 a 12 cm entre nós opostos, tendo cada rede 100 m de comprimento longitudinal e 4,8 m de comprimento vertical, e armadilhas (covos para peixes demersais) (MENEZES *et al.*, 2019; PINHEIRO *et al.*, 2023). As armadilhas apresentam em média as seguintes dimensões: 134 cm de comprimento x 112 cm de largura x 79 cm de altura. As embarcações transportam em média 100 armadilhas, podendo variar entre 18 e 200 artefatos (FEITOSA, C. V., com. Pers.).

Figura 4 – Mapa georreferenciado da região de desembarque do pescado (enseada do Mucuripe), situada em Fortaleza, Ceará.



Fonte: Autores (2022).

4.2.2 Amostragens e procedimentos laboratoriais

As amostragens foram realizadas mensalmente, durante o desembarque da frota de pequena escala da enseada do Mucuripe – Fortaleza/Ceará, compreendendo o período de um ano (janeiro a dezembro de 2019). Durante cada dia de amostragem, foram selecionados 10 exemplares aleatoriamente que foram comprados diretamente dos pescadores. Em campo, os indivíduos foram identificados, utilizando-se os critérios de identificação propostos por Rocha e Costa (1999) e Figueiredo e Menezes (1980). Os indivíduos selecionados foram acondicionados em caixa térmica e levados ao laboratório de Dinâmica Populacional e Ecologia de Peixes Marinhos (DIPEMAR), do Instituto de Ciências do Mar (Labomar), da Universidade Federal do Ceará, para prosseguimento das análises laboratoriais.

Em laboratório foram obtidas as seguintes medidas: comprimento total (0,1 cm), comprimento padrão (0,1 cm), peso total (0,01 kg) e peso da gônada (0,01 g). Para tanto foram utilizadas fita métrica e balança semianalítica (0,01 kg). Posteriormente, foram removidos os otólitos, as gônadas e o fígado de cada indivíduo amostrado. Quando possível, os espécimes foram sexados previamente e classificados macroscopicamente quanto ao estágio de maturação gonadal (BROWN-PETERSON *et al.*, 2011). Para a histologia, um pequeno fragmento da porção mediana de cada gônada foi retirado, acondicionado em recipiente devidamente etiquetado, fixado em solução de formol 10% por 24h e posteriormente preservado em solução de álcool 70% diluído em água do mar. Para a obtenção dos parâmetros de idade e crescimento, os otólitos foram lavados, secos e armazenados em tubos do tipo *Eppendorf* devidamente etiquetados.

4.2.3 Análise de dados

Os dados pareados de peso corporal total (Wt) e comprimento total (TL) foram ajustados ao modelo não linear $Wt = a \times TL^b$ e os parâmetros a (interceptação) e b (inclinação/coeficiente alométrico) foram estimados por meio de ajuste de dados log-transformados para o modelo de regressão linear $\ln Wt = \ln A + \ln TL \times b$ ($a = \ln A$, portanto $A = e^a$) (LE CREN, 1951; JOBLING, 2002). A inclinação b foi utilizada para avaliar a ocorrência de diferença significativa em relação ao valor isométrico ($b = 3$), por meio do teste t de Student ($p < 0,05$). As análises foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023).

4.2.3.1 *Biologia reprodutiva*

Os procedimentos de caracterização macroscópica e microscópica para o estudo de biologia reprodutiva seguiram os protocolos propostos por Brown-Peterson *et al.* (2011). Então, as gônadas foram separadas por classes de comprimento (cm) do espécime, de acordo com a fórmula de Sturges (1926), sendo sorteada duas amostras representativas de cada classe obtida, a partir da seguinte fórmula:

$$k = 1 + 3,322 (\log_{10} n) \quad (1)$$

onde: n = número de indivíduos e

k = número de classes a serem consideradas na distribuição.

Posteriormente, a fração mediana de cada gônada selecionada foi submetida à rotina histológica com hematoxilina-eosina estabelecida por Vazzoler (1996), para confirmação do sexo e dos estádios (fases) de maturação gonadal. Os procedimentos laboratoriais referentes à biologia reprodutiva foram realizados no Laboratório de Bioecologia Pesqueira – Biopesca, da Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr.

As lâminas foram analisadas e fotografadas em microscópio *Leica DM1000 LED* com lente objetiva de 10, aumento de 100x. Em seguida, os cortes histológicos foram avaliados e registrados os estágios de desenvolvimento da oogênese [Crescimento Primário (PG), Cortical Alveolar (CA), Vitelogênico primário (Vtg1), Vitelogênico secundário (Vtg2), Vitelogênico terciário (Vtg3), Hidratação/Oócitos Hidratados (H) e Complexo Folicular Pós-Ovulatório (POFs)] e da espermatogênese [Espermatogônia primária (Sg1), Espermatócito primário (Sc1), Espermatócito secundário (Sc2), Espermatozoide (Sz), Espermátide (St), Epitélio Germinativo Descontínuo (EGD), Lúmen (L)].

Utilizando o pacote “*sizeMat*” no software R (TORREJON-MAGALLANES, 2020; R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023), foi estimado o tamanho de primeira maturação sexual morfométrico (L_{50}) a partir dos valores da frequência relativa de indivíduos em cada classe de comprimento (“Maturity Ogive Estimation”), uma vez que a quantidade de indivíduos imaturos não foi significativa para registrar o tamanho de primeira maturação gonadal. Então, os dados foram ajustados a um modelo logístico conforme a equação:

$$P = \frac{1}{(1+\exp^{-(A+B \times TL)})} \quad (2)$$

onde: P = proporção de indivíduos maduros;

TL = comprimento total (cm);

Os indivíduos foram classificados nos seguintes estádios gonadais: “Imaturo” (nunca desovou), “Em Desenvolvimento” (começando a se desenvolver, mas não pronto para desovar), “Capaz de Desovar” [SC1 (“Capaz de Desovar”: estágio inicial maduro); SC2 (“Ativamente Desovando”: estágio final maduro)], “Regressão” (após ter desovado), “Regeneração” (maduro sexualmente em processo de regeneração das gônadas) (BROWN-PETERSON *et al.*, 2011).

Para avaliar o grau de desenvolvimento das gônadas, com o intuito de estimar a frequência e época de desova, foram calculados o Índice Gonadossomático (IGS) e o Índice Hepatossomático (IHS) das fêmeas e machos. O fator de condição de Fulton (K) foi estimado com o intuito de avaliar o grau de hígidez da espécie (VAZZOLER, 1996). Os dados de pluviosidade, utilizados para comparações de IHS, IGS e Fator K, foram obtidos do site da Funceme (FUNCEME, 2018) e as estações chuvosa e seca foram classificadas conforme Funceme (2009).

O Índice Hepatossomático (IHS) foi calculado conforme Thomé *et al.* (2005):

$$IHS = \frac{\text{Peso do fígado (g)}}{\text{Peso total do peixe (g)}} \times 100 \quad (3)$$

O Índice Gonadossomático (IGS) foi calculado conforme Flores, Wiff e Díaz (2014):

$$IGS = \frac{\text{Peso da gônada (g)}}{\text{Peso total do peixe (g)}} \times 100 \quad (4)$$

O fator de condição (K) foi calculado segundo Froese (2006):

$$K = 100 \times \frac{W_t(g)}{L_t^3(g)} \quad (5)$$

onde: W_t = peso total do peixe (g),

L_t = comprimento total (cm).

A fecundidade foi estimada por meio do método gravimétrico proposto por Hunter e Macewicz (1985) e Murua e Saborido-Rey (2003), a partir da seguinte equação:

$$F = \frac{N \times PG (g)}{PP (g)} \quad (6)$$

onde: N = número de ovócitos estimados;

PP = peso da porção pesada (g);

PG = peso da gônada (g).

Para isso, uma pequena porção da gônada caracterizada como “Ativamente Desovando” foi pesada em uma balança analítica e os ovócitos foram quantificados por um estereoscópio binocular. Para obter o diâmetro do oócito, as lâminas contendo as seções do ovário das fêmeas identificadas como “Ativamente Desovando” foram analisadas e fotografadas com um microscópio. Posteriormente, o diâmetro de 100 oócitos de cada estágio de desenvolvimento foram medidos usando o software de imagem ZEN 2 Core.

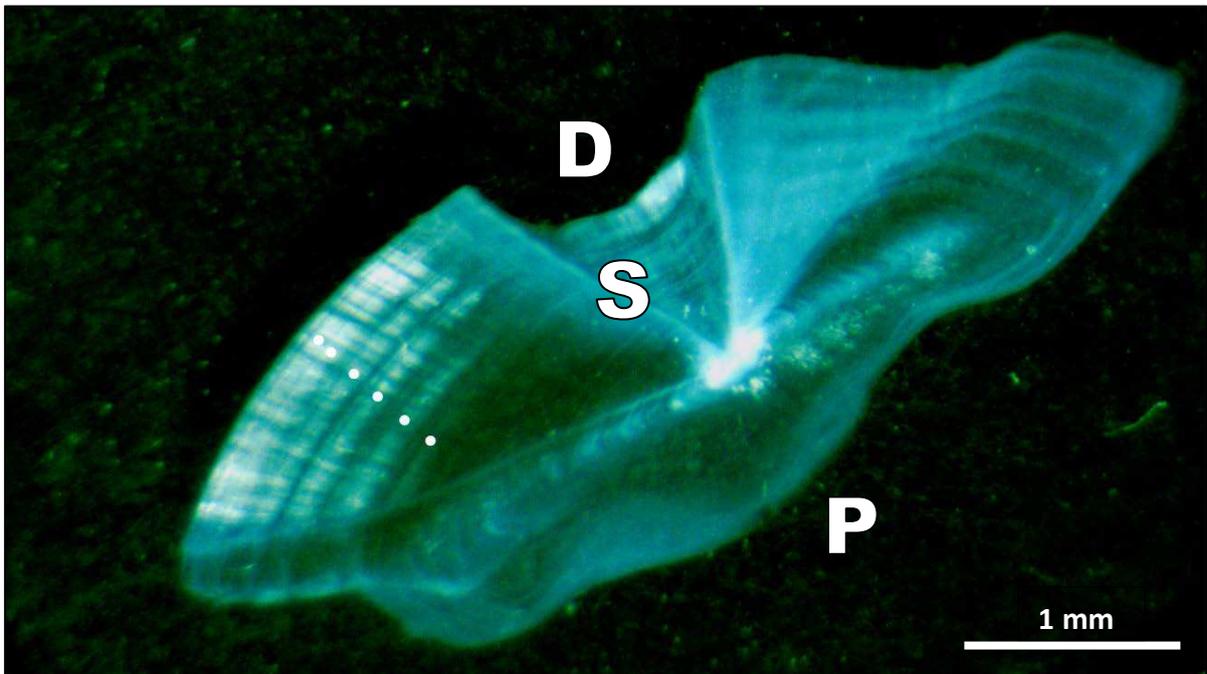
Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram aplicados para avaliar, respectivamente, os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade de todos os dados avaliados. Em seguida, quando os dados não atingiram os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade, foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney para avaliar a diferença nos comprimentos e pesos entre machos e fêmeas, e as diferenças no IHS, IGS e Fator K para machos e fêmeas entre as estações seca e chuvosa. O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado para avaliar possíveis diferenças entre os diâmetros dos ovócitos (estágio de desenvolvimento ovocitário) e variações mensais no IHS e IGS por sexo. Em seguida, o teste de Mann-Whitney foi aplicado como post-hoc para avaliar diferenças significativas nas médias entre pares. Para a proporção sexual de machos e fêmeas (M:F) os valores foram analisados pelo teste Qui-quadrado (χ^2). As análises estatísticas foram realizadas no software PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001), com um nível de significância de 0,05 (5%).

4.2.3.2 Idade e crescimento

Os otólitos esquerdos foram selecionados para a análise e inspecionados quanto às fragmentações, quebras ou ausências, para posterior emblocamento em resina epóxi. O seccionamento transversal dos blocos, utilizando-se uma espessura entre 0,3 a 0,6 mm, foi realizado por meio de um disco diamantado, acoplado à uma serra metalográfica Buehler-Isomet, no Laboratório de Estudos em Ecossistemas Oceânicos e Recifais (LECOR), Recife/Pernambuco. Então, quatro seções transversais foram feitas próximas ao núcleo do otólito.

Os cortes foram lixados com lixa de baixo impacto 1200 / 2000 e colados em lâminas de vidro com resina Entellan. Durante este processo, as marcas de idade foram examinadas em microscópio estereoscópio de luz refletida com câmera acoplada (Leica S9D), onde cada par formado por uma banda opaca e outra translúcida foi considerado um ano de idade. Com base em trabalhos pretéritos, sabe-se que para essa espécie as marcas são depositadas anualmente (ASCHENBRENNER *et al.*, 2017; MANICKCHAND-DASS, 1987). Portanto, não foi necessário fazer a validação da idade e os autores consideraram as zonas opacas do eixo esquerdo de leitura para a determinação da idade (GREEN *et al.*, 2009; VOLPEDO; VAZ-DOS-SANTOS, 2015) (Figura 5).

Figura 5 - Seção do otólito de uma fêmea de *Lutjanus synagris* com 6 anos de idade, com indicação do núcleo à margem externa. Os pontos brancos representam as bandas opacas, P = face proximal, S = Sulco Acústico, D = Margem dorsal.



Fonte: Autores (2023).

O Índice de Porcentagem do Erro Médio (IAPE) foi calculado para estimar a precisão das duas leituras de idade (anéis) (BEAMISH; FOURNIER, 1981). Para obtenção do IAPE, foram realizadas duas leituras feitas por dois leitores diferentes e sem conhecimento prévio do comprimento do animal. Para isso, foi padronizado um eixo único de leitura, estabelecido a partir do núcleo até a região ventral do otólito. Quando os valores de IAPE foram iguais ou superiores a 10%, uma terceira leitura foi realizada para confirmação da amostra. O IAPE foi estimado conforme a seguinte equação:

$$IAPE = \frac{1}{N} \sum \left(\frac{1}{R_j} \sum \left(\frac{|x_{ij} - x_j|}{x_j} \right) \right) \times 100 \quad (7)$$

onde: N = número de otólitos;

R_j = número de leituras do ariacó;

X_{ij} = idade i determinada do indivíduo j ;

X_j = idade média calculada para o animal j .

A curva de crescimento foi estimada conforme ajuste dos parâmetros de idade e comprimento, seguindo o modelo de von Bertalanffy (1938) (BEVERTON; HOLT, 1957):

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad (8)$$

onde: L_t = comprimento (cm) na idade t (anos);

L_∞ = comprimento assintótico teórico;

K = coeficiente de crescimento corporal;

t = idade estimada na leitura dos otólitos;

t_0 = idade teórica quando o comprimento do peixe é igual a 0.

A performance de crescimento dos peixes foi estimada utilizando-se o índice de desempenho do crescimento de Munro (phi-prime) (PAULY; MUNRO, 1984):

$$\phi' = \log(k) + 2 \times \log(L_\infty) \quad (9)$$

A idade média na primeira maturação sexual (A_{50}) foi calculada com base na equação inversa de von Bertalanffy, conforme a seguinte fórmula:

$$A_{50} = t_0 - \frac{1}{k} \times \ln \left(1 - \frac{L_{50}}{L_\infty} \right) \quad (10)$$

onde: t_0 = idade teórica quando o comprimento do peixe é igual a 0;

K = coeficiente de crescimento corporal;

L_{50} = Tamanho de primeira maturação sexual;

L_∞ = comprimento assintótico teórico.

As análises estatísticas para estimativas dos parâmetros de idade e crescimento foram realizadas no software R, com um nível de significância de 0,05 (5%) (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023).

4.3. RESULTADOS

Ao todo, foram amostrados 120 indivíduos com amplitude de comprimento total (CT) variando de 20 a 51 cm, sendo 64 machos e 56 fêmeas. A classe de comprimento modal foi de 24,4 cm a 28,8 cm tanto para machos como para fêmeas, representando, respectivamente, 25% e 19% do total de indivíduos (Figura 6). A proporção sexual foi de 1,1M: 1F, ou seja, o percentual foi de 53% de machos e 47% de fêmeas, o que não foi significativamente diferente da proporção esperada de 1:1 ($\chi^2 = 0,44$; $p = 0,87$).

Considerando o CT dos machos, a variação foi de 20 a 48 cm, com mediana de 27,50 cm, em que pelo menos 75% dos machos mediram até 29,8 cm de CT. Com relação às fêmeas, o CT variou de 20 a 51 cm e a mediana foi 27,50 cm. Constatou-se que pelo menos 75% das fêmeas tinham até 33,2 cm de CT (Figura 6), porém, os comprimentos não diferiram significativamente entre os sexos ($U = 1712$; $p = 0,6754$). O peso total variou de 0,1 a 1,6 kg para os machos e de 0,1 a 1,48 kg para as fêmeas, com mediana para os machos e fêmeas de 0,2742 kg e 0,2872 kg, respectivamente, sendo similar entre os sexos ($U = 1707$; $p = 0,6566$). Verificou-se que pelo menos 25% dos machos e das fêmeas pesavam até 212 e 225 g, respectivamente.

A relação peso-comprimento para sexos agrupados foi representada pela equação $PT = 0,0178 \times CT^{2,91}$ (Figura 7), onde a regressão não linear indicou isometria ($b = 2,91$; Intervalo de Confiança (IC) = 2,8397- 2,9983, $R^2 = 0,9370$, p -valor = 0,05), ou seja, o peso aumenta na mesma proporção que o comprimento.

Figura 6 - Distribuição de classes de comprimento total do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.

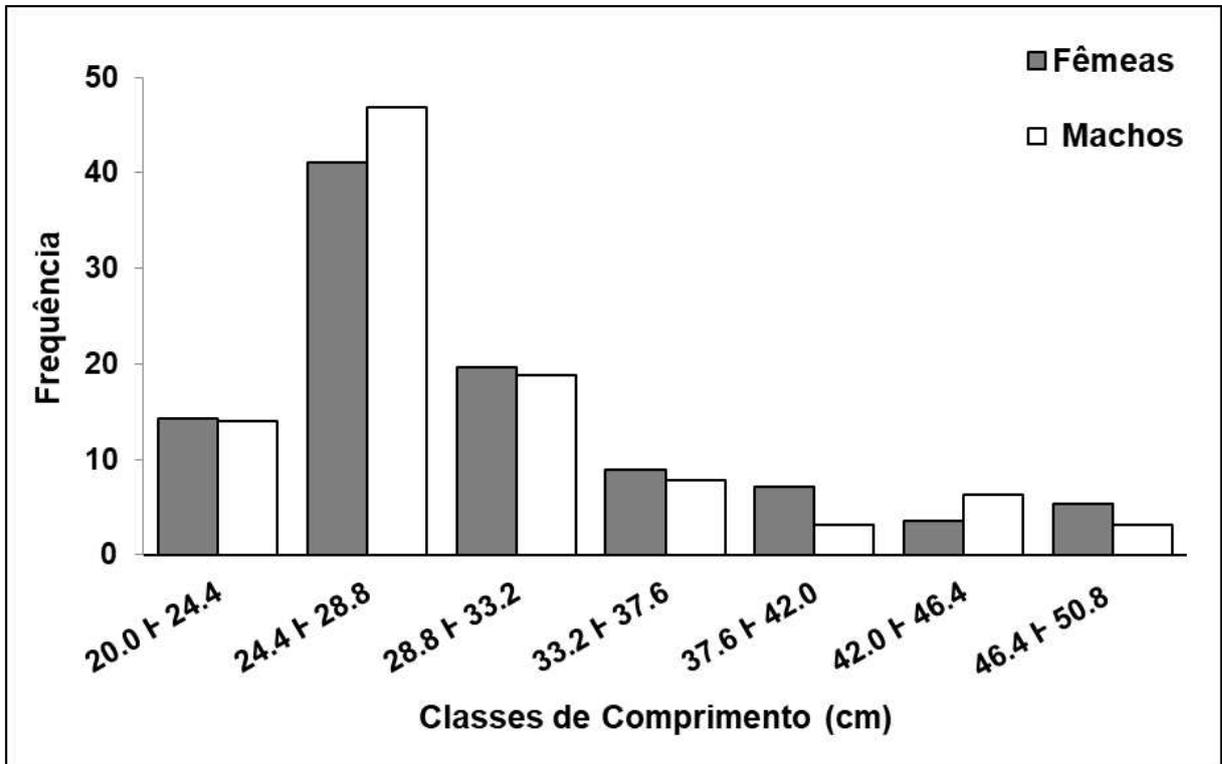
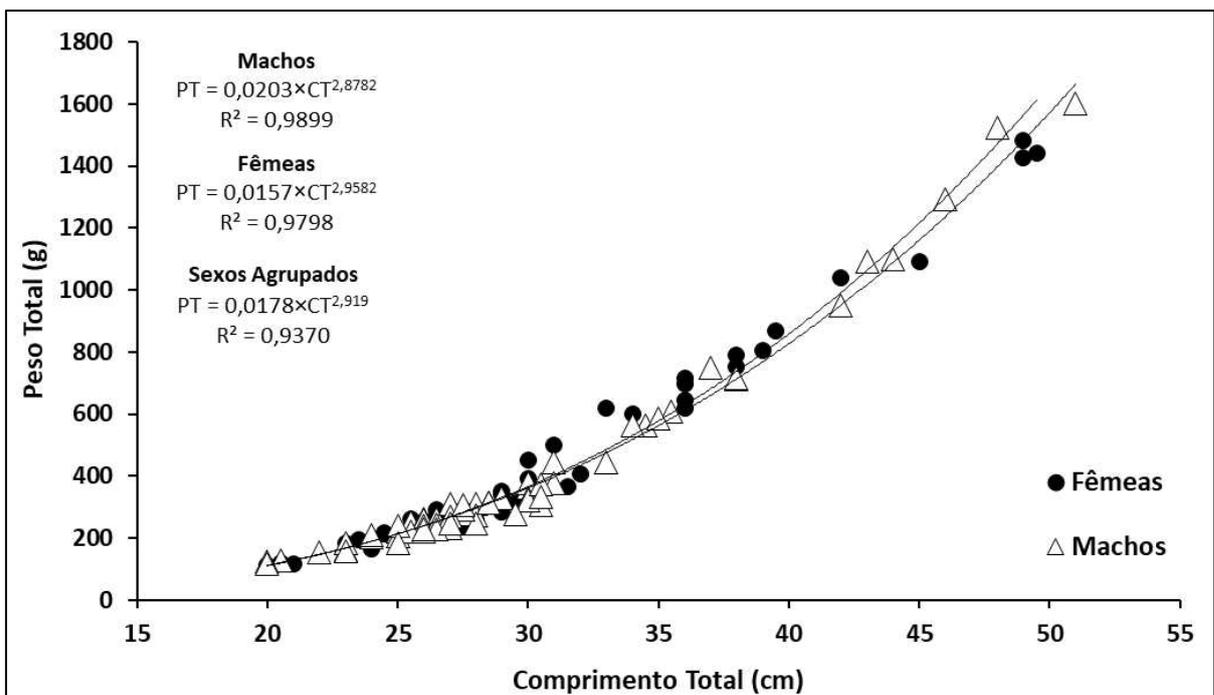


Figura 7 - Relação peso-comprimento dos machos, fêmeas e sexos agrupados do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.



4.3.1 Biologia Reprodutiva

Foram amostradas 120 gônadas na rotina histológica. Os estágios de desenvolvimento dos ovócitos registrados foram crescimento primário (PG), cortical alveolar (CA), oócitos vitelogênicos (Vtg1, Vtg2 e Vtg3), além da presença de oócitos hidratados (H) e folículos pós-ovulatórios (POF) (Figura 8 e Figura 9). Já os estágios de desenvolvimento dos testículos registrados para os machos foram espermatogônia primária (Sg1), espermatócito primário (Sc1), espermatócito secundário (Sc2), espermatozoide (Sz), espermatíde (St), epitélio germinativo descontínuo (EGD), lúmen (L) (Figura 10). O Tamanho de Primeira Maturação Sexual (L_{50}) estimado para os sexos agrupados foi de 32,2 cm ($R^2 = 0,92$), sendo 32 cm para as fêmeas ($R^2 = 0,95$) e 33,5 cm para os machos ($R^2 = 1$) (Figura 11).

Figura 8 - Fotomicrografia de ovários durante o ciclo gonadal em fêmeas de *Lutjanus synagris*. (a) ovário imaturo; (b) ovário em desenvolvimento; (c) ovário capaz de desovar; (d) ovário ativamente desovando; (e) ovário em regressão; (f) ovário em regeneração. PO, parede ovariana; PG, crescimento primário; CA, oócito cortical alveolar; Vtg1, oócito vitelogênico primário; Vtg2, oócito vitelogênico secundário; Vtg3, oócito vitelogênico terciário; H, oócito hidratado; POF, complexo folicular pós-ovulatório. Método de Coloração (Hematoxilina-Eosina).

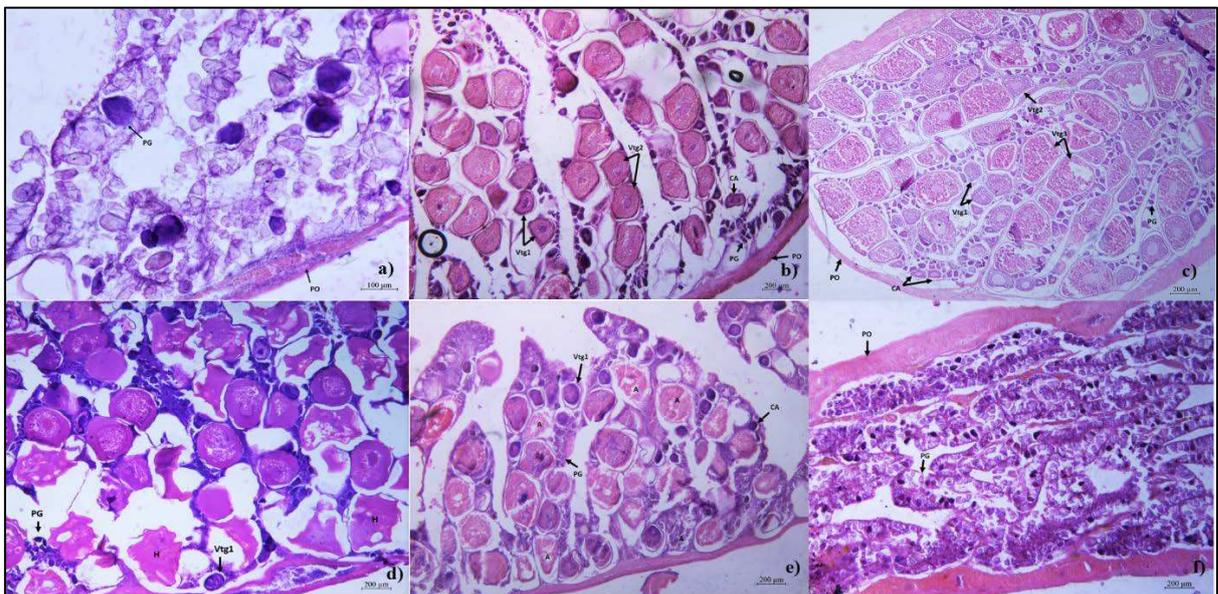


Figura 9 – Fotomicrografias de gônadas, com indicação de estágios de desenvolvimento oocitário de fêmeas de *L. synagris*, amostradas no litoral do Ceará, Brasil. Estágios de desenvolvimento dos oócitos: crescimento primário (PG), cortical alveolar (CA), oócitos vitelogênicos (Vtg1, Vtg2 e Vtg3), além da presença de oócitos hidratados (H) e folículos pós-ovulatórios (POF).

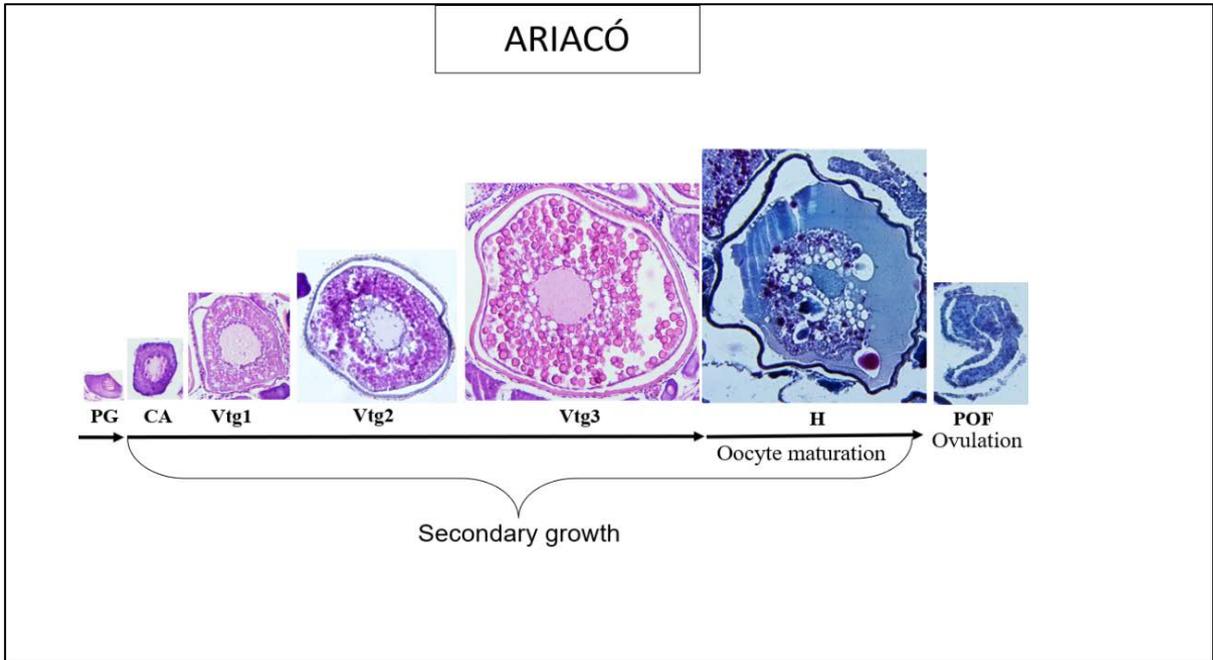


Figura 10 - Fotomicrografia de testículos durante o ciclo gonadal em machos de *Lutjanus synagris*. (a) testículo imaturo; (b) testículo em desenvolvimento; (c) testículo capaz de desovar; (d) testículo em regressão; (e) testículo em regeneração. Sg1, espermatogônia primária; Sc1, espermatócito primário; Sc2, espermatócito secundário; Sz, espermatozoide; St, espermátide; EGD, epitélio germinativo descontínuo; L, lúmen. Método de Coloração (Hematoxilina-Eosina).

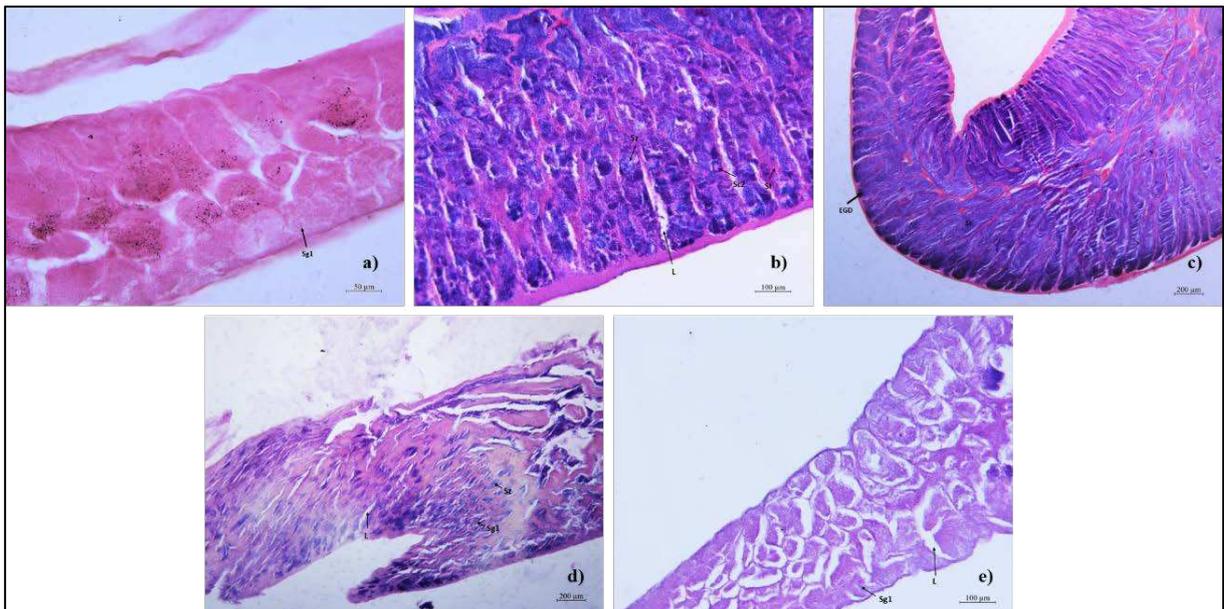
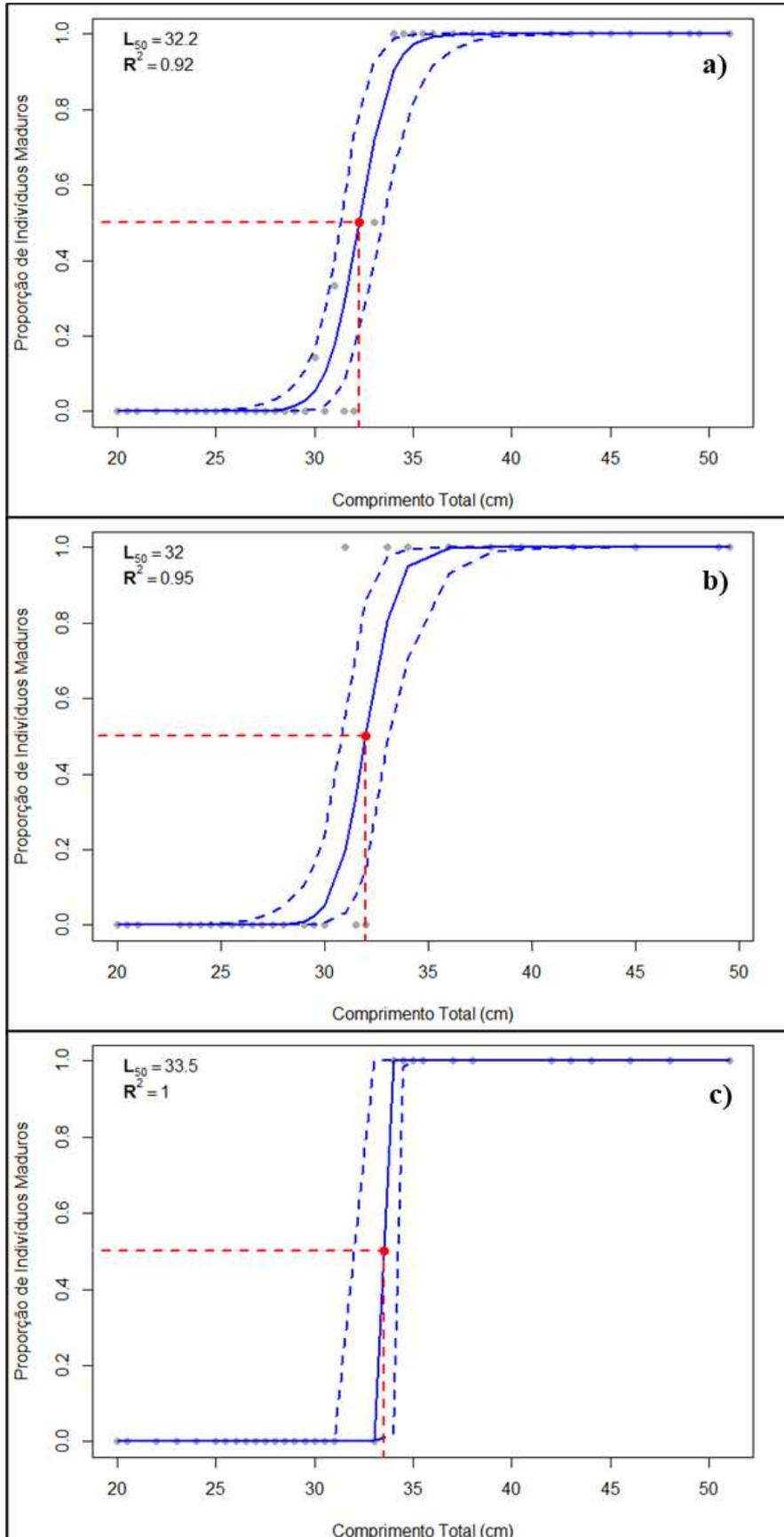
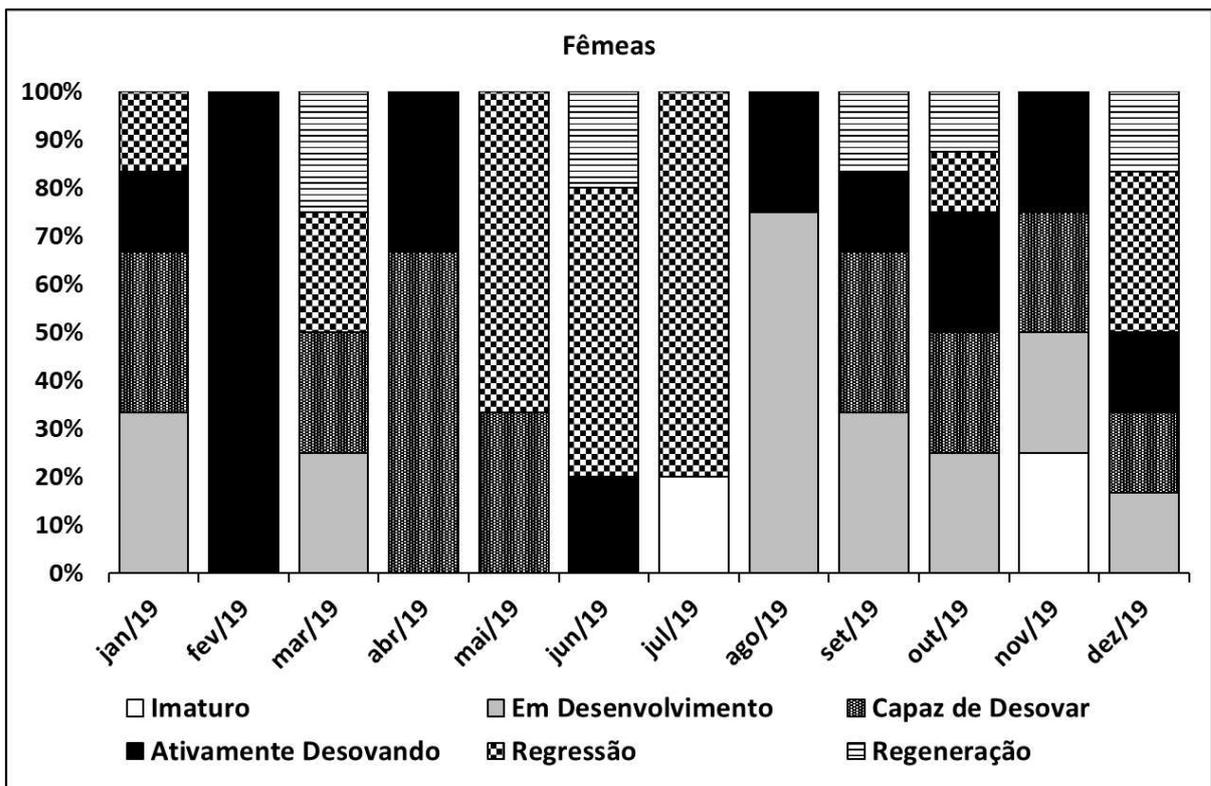


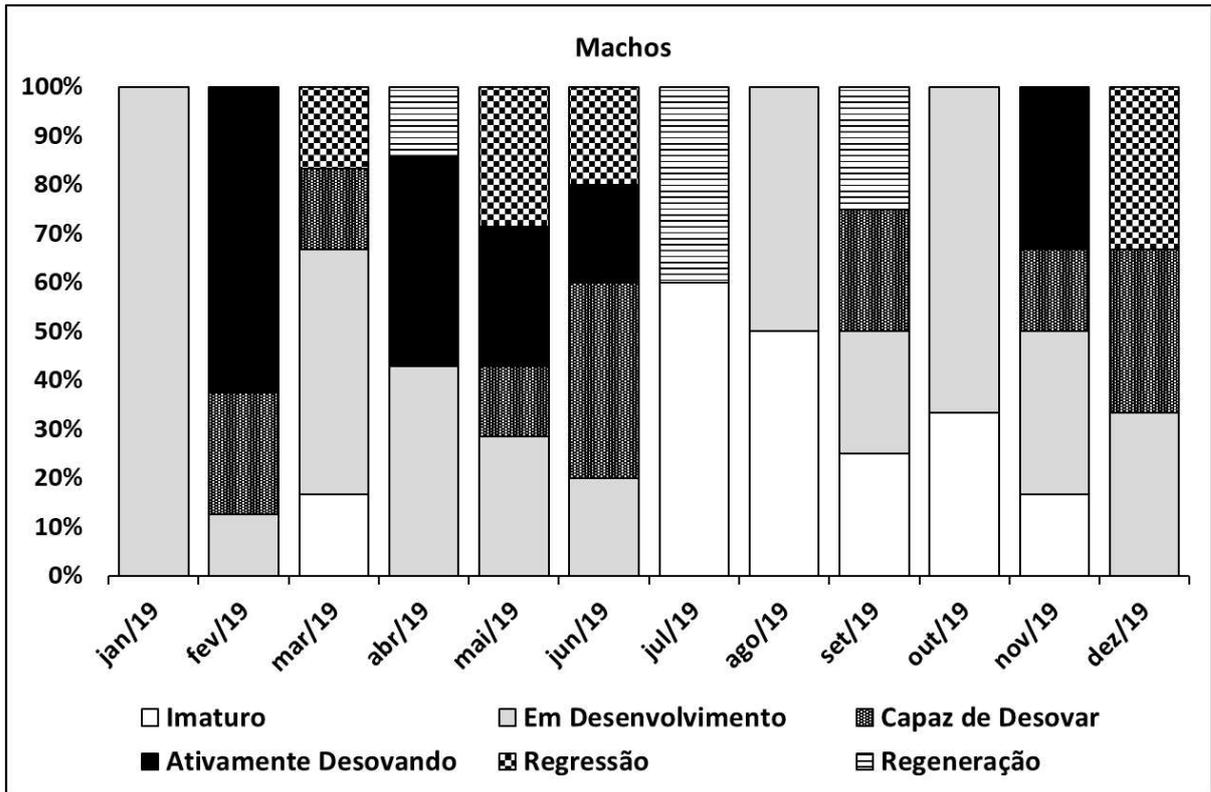
Figura 11 – Tamanho de Primeira Maturação Sexual (L_{50}) de sexos agrupados (a), fêmeas (b) e machos (c) do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.



Dos 120 indivíduos amostrados, 12 foram considerados imaturos sexualmente (10%) e 108 foram considerados maduros sexualmente (90%). As amostras foram classificadas por fase de maturação gonadal: “Imaturo” (12), “Em Desenvolvimento” (35), “Capaz de Desovar” (21), “Ativamente Desovando” (24), “Regressão” (19), “Regeneração” (9) (Figura 12). Quanto aos indivíduos imaturos, foram registradas apenas duas fêmeas (julho e novembro) e 10 machos (três em julho, três em agosto e quatro indivíduos distribuídos pontualmente em março, setembro, outubro e novembro). As fêmeas capazes de desovar ou ativamente desovando ocorreram em quase todos os meses do ano, com exceção de julho. O mês de fevereiro apresentou a maior quantidade de fêmeas e machos ativamente desovando (duas fêmeas e cinco machos). As fêmeas em regressão foram mais representativas em junho e julho e os machos em maio. Os indivíduos em regeneração foram pontuais em todos os meses (Figura 12).

Figura 12 - Frequência relativa mensal (%) das fases de maturação gonadal de fêmeas e machos do ariacó, *Lutjanus synagris*, coletados entre janeiro e dezembro de 2019 no Ceará, Brasil.





O IHS da espécie para sexos agrupados variou de 0,43 a 1,09, com picos nos meses de setembro e novembro. As fêmeas apresentaram pico de IHS em setembro ($0,91 \pm 0,24$) e novembro ($1,09 \pm 0,12$) (Figura 13), com diferença significativa entre os meses ($H = 20,91$; $p = 0,03428$), porém sem variação significativa entre estações ($U = 232$; $p = 0,0930$). Por outro lado, o pico de IHS dos machos foi registrado apenas no mês de novembro ($0,71 \pm 0,17$) (Figura 13), em que não houve diferença significativa entre meses ($H = 9,661$; $p = 0,5611$), nem entre estações do ano (seca/chuvosa) ($U = 255,5$; $p = 0,1702$).

O IGS da espécie para sexos agrupados variou de 0,29 a 2,89, com picos em fevereiro e novembro. Para as fêmeas, os picos de IGS foram registrados no mês de abril ($2,64 \pm 2,82$) e novembro ($2,32 \pm 0,50$) (Figura 14), porém o IGS não diferiu significativamente entre os meses ($H = 14,4$; p fêmeas = $0,2116$). Os machos apresentaram pico de IGS somente em fevereiro ($2,89 \pm 1,57$) (Figura 14), porém não houve diferença significativa entre meses ($H = 18,6$; p machos = $0,0687$) (Apêndice A). Ao avaliar este índice por sexo e estações do ano (seca e chuvosa), foi verificado que a pluviosidade não influencia neste parâmetro (fêmeas: $U = 309,5$; $p = 0,7972$; machos: $U = 341,5$; $p = 0,7997$). Esses dados indicam que a espécie desova ao longo do ano todo no Ceará.

Figura 13 - Variação mensal do Índice Hepatosomático (IHS) de fêmeas e machos maduros sexualmente (n = 108) do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.

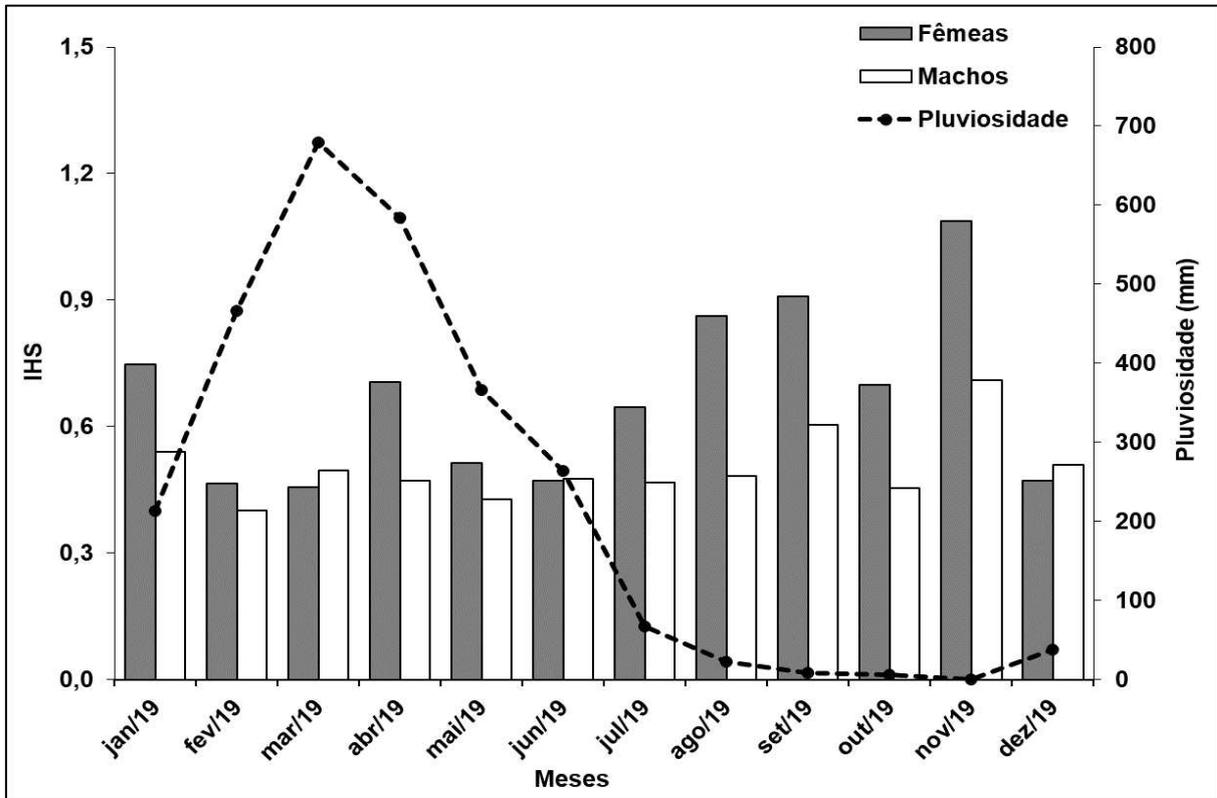
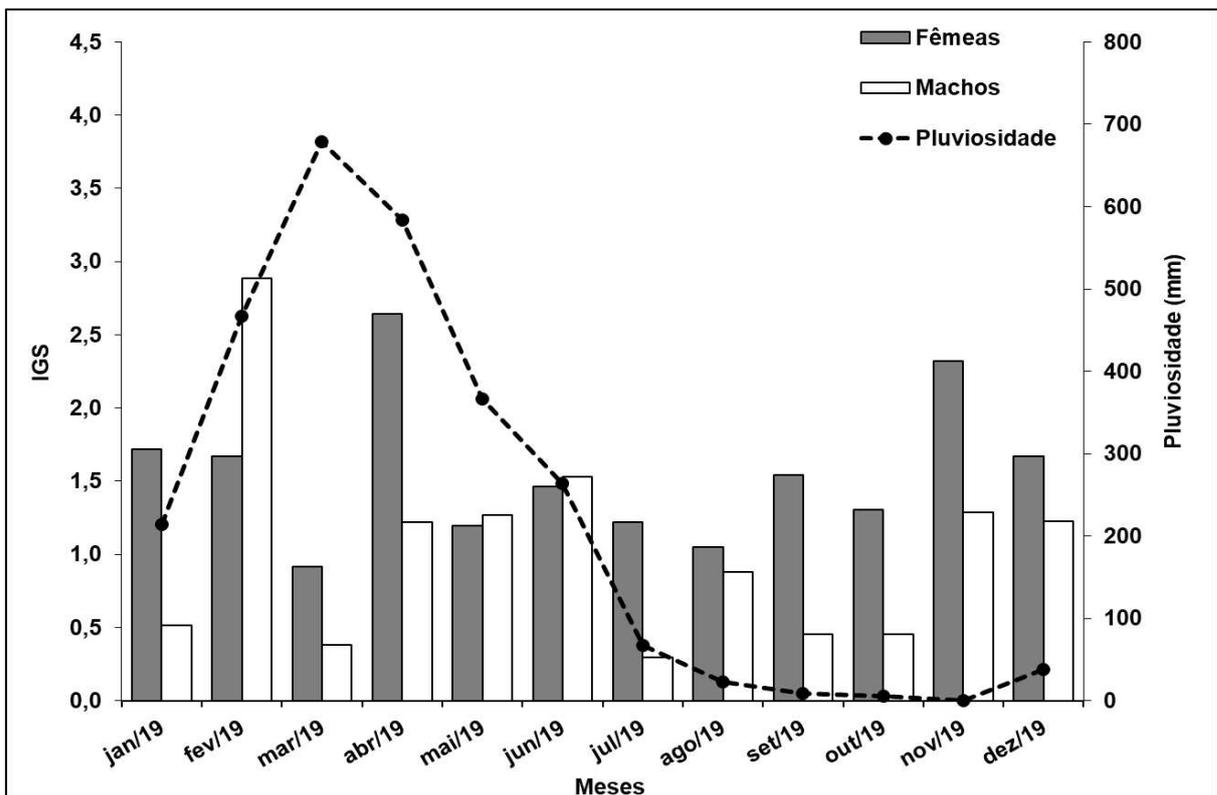
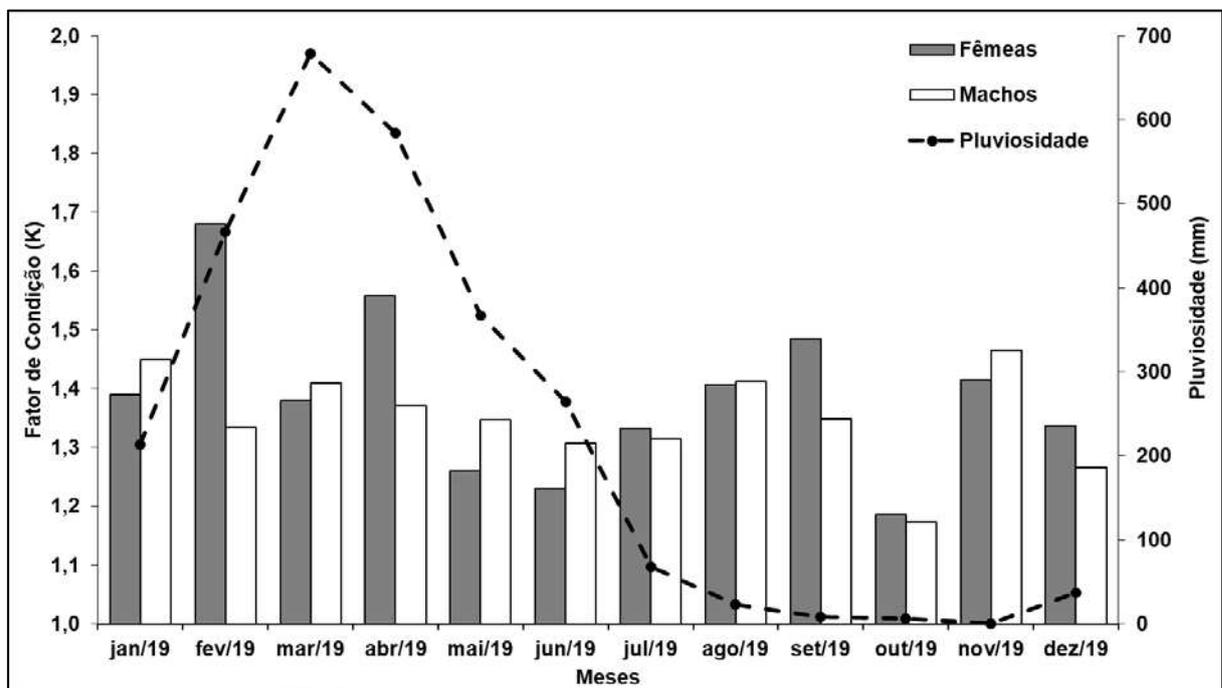


Figura 14 – Variação mensal do Índice Gonadossomático (IGS) de fêmeas e machos maduros sexualmente (n = 108) do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.



O fator K para sexos agrupados variou de 1,19 a 1,68 entre meses, com pico em novembro. As fêmeas apresentaram diferença significativa entre meses ($H = 30,76; p = 0,001$), com picos nos meses de fevereiro ($1,69 \pm 0,00$), abril ($1,56 \pm 0,15$) e setembro ($1,53 \pm 0,12$) (Figura 15). O fator K para os machos também diferiu significativamente entre meses ($H = 24,08; p = 0,012$), com destaque para os meses de janeiro e novembro que foram mais representativos ($1,48 \pm 0,06$ e $1,47 \pm 0,10$, respectivamente) (Figura 15). Por outro lado, o fator K não teve influência da pluviosidade entre estações do ano tanto para fêmeas ($U = 248,5; p = 0,10243$) como para machos ($U = 474,5; p = 0,61903$).

Figura 15 - Variação mensal do fator de condição (K) de machos e fêmeas do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.



Considerando a análise do desenvolvimento ovocitário, pode-se afirmar que existe uma variação significativa quanto ao diâmetro dos ovócitos ($H = 581,5; p = 0,1985xe^{-123}$), o que sugere um desenvolvimento assincrônico e conseqüentemente desova parcelada (Figura 16). Os maiores valores de fecundidade foram registrados nos meses de setembro (380.769 ovócitos em uma fêmea com 33 cm de CT) e outubro (472.000 ovócitos em uma fêmea com 49,5 cm de CT). Já o menor valor de fecundidade foi registrado em janeiro (42.587 ovócitos). Verificou-se uma relação proporcional entre o tamanho e o peso das fêmeas com uma maior quantidade de ovócitos. A fecundidade apresentou-se diretamente proporcional com o comprimento total (cm) ($R^2 = 0,6502$) e o peso total (g) ($R^2 = 0,6808$) das fêmeas (Figura 17 e Figura 18).

Figura 16 – Quantidade e diâmetro dos oócitos das fêmeas do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.

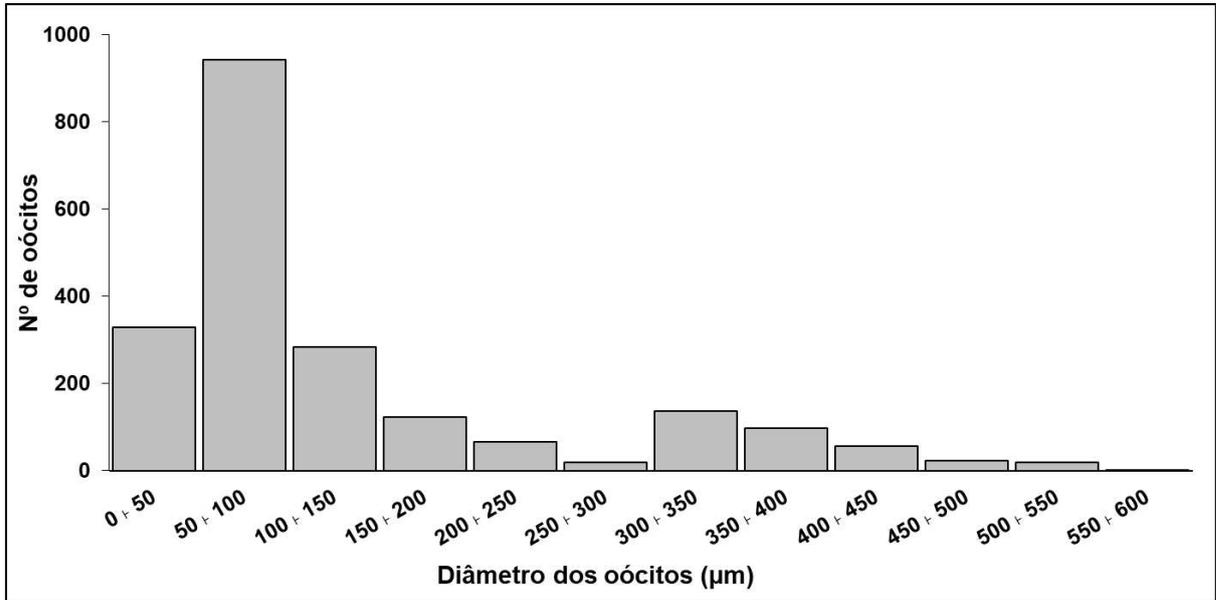


Figura 17 – Relação do número de ovócitos com o comprimento total (cm) de fêmeas do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.

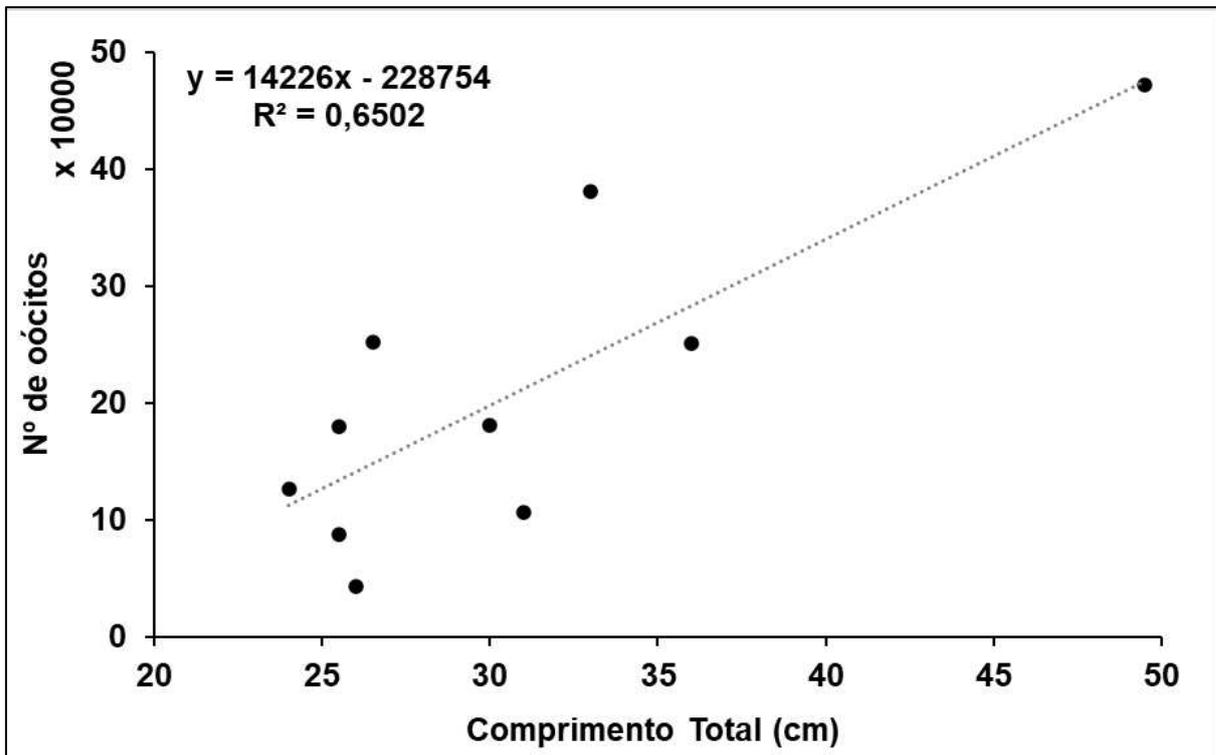
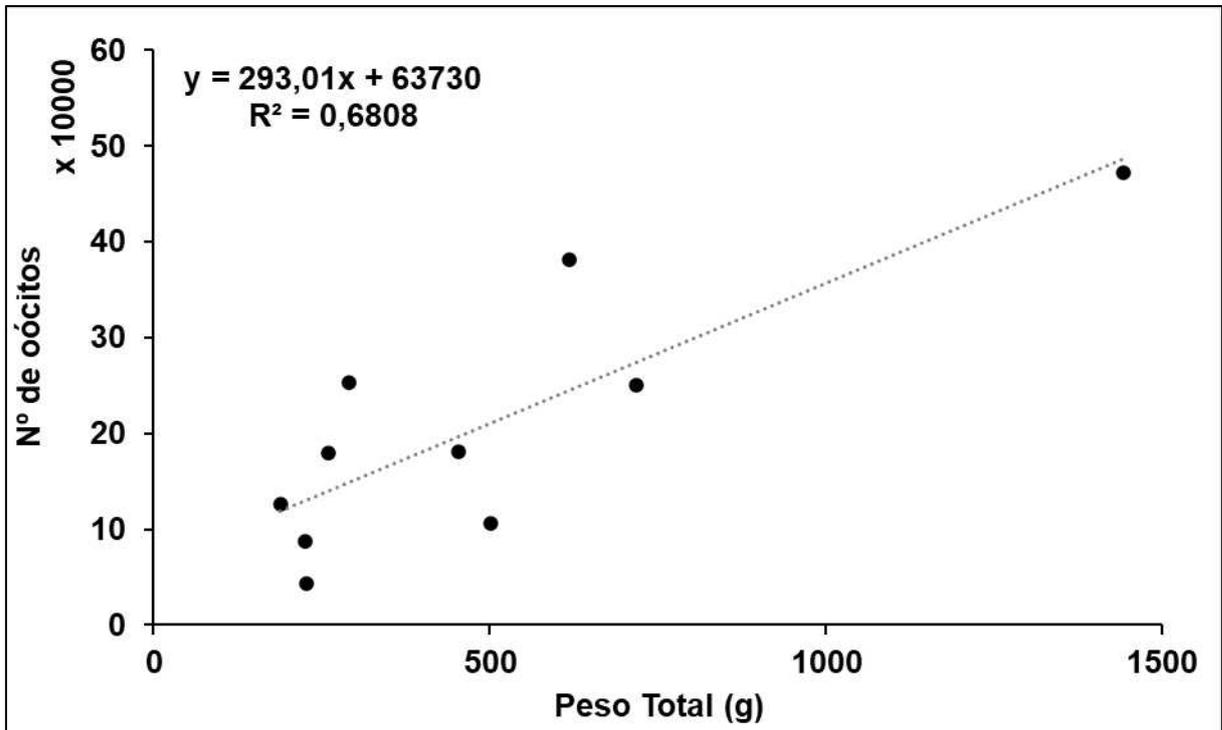


Figura 18 – Relação do número de ovócitos com o peso total (g) de fêmeas do ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.



4.3.2 Idade e Crescimento

Foram seccionados e analisados 120 otólitos. Os leitores divergiram em 52 lâminas, representando 43,3% do total. A maior diferença foi de 3 anéis etários. A leitura 1 foi considerada igual a leitura 2, visto que o IAPE das amostras foi de 8,19%, ou seja, menor que 10%.

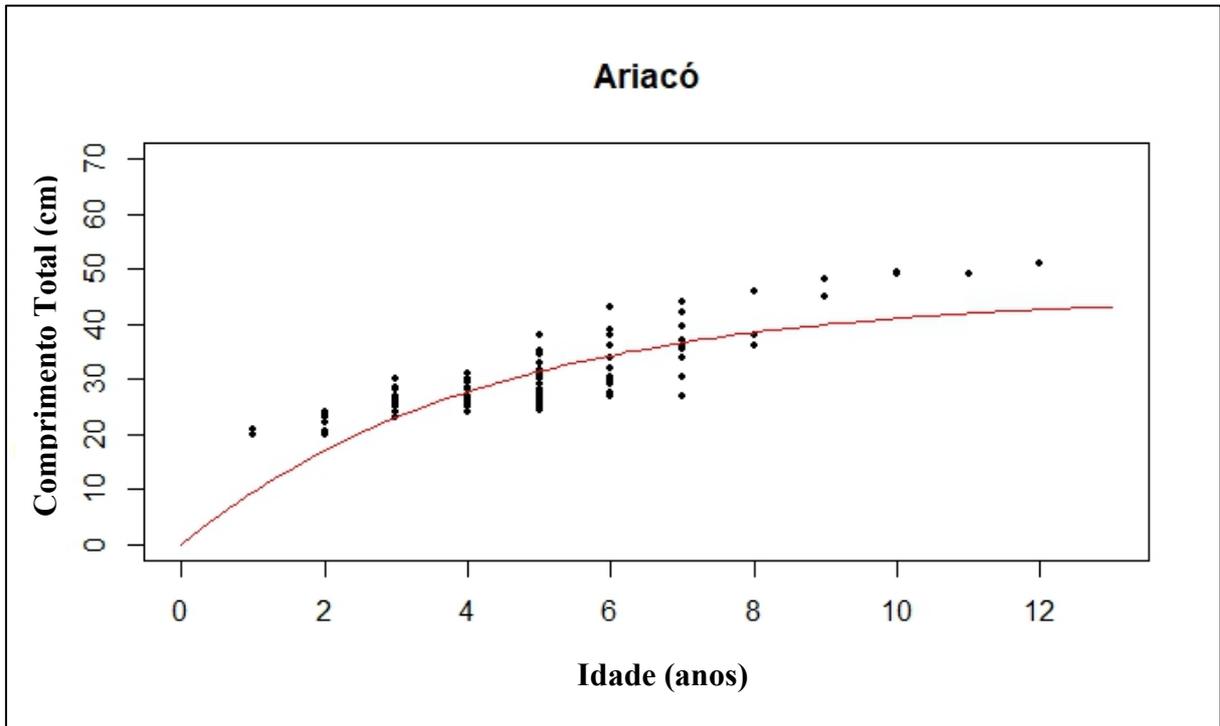
A idade modal foi 5 anos (entre 24,5 e 38 cm de CT), representando 25,8% dos indivíduos. Ambas as leituras variaram de 1 a 12 anéis etários, sendo registrada uma longevidade de 12 anos neste estudo. Os indivíduos mais velhos registrados possuíam 11 e 12 anos, com 49 e 51 cm de CT, respectivamente. Por outro lado, os dois indivíduos mais jovens possuíam 1 ano de idade e tinham 20 e 21 cm de CT. De maneira geral, foram detectados três diferentes grupos de idade para esta espécie: o primeiro ($n = 52$) com indivíduos de 1 a 4 anos de idade, com variação de comprimento de 20 a 31 cm, o segundo ($n = 48$) com indivíduos com idade entre 5 e 6 anos, com comprimentos que variaram de 24,5 a 43 cm, e um terceiro ($n = 20$) com indivíduos de 7 a 12 anos, com comprimentos de 27 a 51 cm (Tabela 4).

Tabela 4 - Idade observada em dados de comprimento para o ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, de janeiro e dezembro de 2019 (n = 120).

Idade	n	CT médio (cm)	Desvio Padrão (cm)	Amplitude de Comprimento (cm)
1	2	20,5	0,7	20 - 21
2	9	21,8	1,6	20 - 23
3	22	25,9	1,8	24 - 30
4	19	26,9	2	24 - 31
5	31	28,7	3,4	24,5 - 38
6	17	32,1	5	27,5 - 43
7	11	36,7	5,1	27 - 44
8	3	40	5,3	36 - 46
9	2	46,5	2,1	45 - 48
10	2	49,3	0,4	49 - 49,5
11	1	49	-	-
12	1	51	-	-

Os dados foram ajustados ao modelo Von Bertalanffy e indicaram um crescimento moderado durante os primeiros anos de vida. Uma desaceleração do crescimento foi notada a partir de 4 anos de idade, quando os indivíduos atingiram cerca de 50% do comprimento assintótico (Figura 19). O coeficiente de crescimento específico foi $0,23 \text{ year}^{-1} \pm 0.02 \text{ SE}$ (erro padrão), o comprimento assintótico teórico (L_{∞}) foi $45,27 \text{ cm} \pm 2.47 \text{ SE}$ e o t_0 foi fixado em 0. O índice de desempenho do crescimento (ϕ') foi calculado como 2,84. A idade média de primeira maturação sexual (A_{50}) para *L. synagris* foi de 5,43 anos, coincidindo com a idade modal identificada neste estudo.

Figura 19 - Curva de crescimento de Von Bertalanffy (VBGC) ajustada ao comprimento na idade para o ariacó, *Lutjanus synagris*, desembarcado na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, de janeiro e dezembro de 2019 (n = 120).



4.4 DISCUSSÃO

Esta pesquisa é pioneira no Brasil, pois aborda simultaneamente a biologia reprodutiva e parâmetros de idade e crescimento do ariacó (*Lutjanus synagris*). Além disto, é a primeira no Ceará a classificar os machos quanto ao estágio de desenvolvimento gonadal, incluindo a estimativa de L_{50} . No contexto do Sudoeste Equatorial do Atlântico, este é o segundo artigo a estimar parâmetros de idade e crescimento, complementando com a estimativa do A_{50} que não foi registrada anteriormente (ALEGRIA; MENEZES, 1970). É importante ressaltar a escassez de estudos específicos de idade e crescimento para essa espécie no Brasil, especialmente no século XXI (ASCHENBRENNER *et al.*, 2017; LEITE JR.; MARTINS; ARAÚJO, 2005; KLIPPEL *et al.*, 2005). Entretanto, sabe-se que avaliações individuais de parâmetros de história de vida podem representar conclusões inconsistentes (BABCOCK; TEWFIK; BURNS-PEREZ, 2018). Portanto, pesquisas que abordam estimativas conjuntas de diversos parâmetros de história de vida são mais robustas, uma vez que fornecem uma quantidade maior de informações e subsídios. Estas, por sua vez, geram análises mais embasadas, sendo fundamental para a gestão pesqueira, bem como para processos futuros de avaliação de estoques.

Os exemplares registrados neste estudo foram capturados por linha e anzol, redes de emalhe e armadilhas, mas majoritariamente por linha de mão, arte de pesca predominante na região (MENEZES *et al.*, 2019; MARQUES; CRUZ; FEITOSA, 2021). Foi observada uma ampla variação de comprimento (20 a 51 cm), onde o menor indivíduo amostrado foi também o menor quando comparado com os exemplares estudados na maioria dos trabalhos publicados na região Nordeste (SOUSA-JÚNIOR; SILVA; SALLES, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2012; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2015; SOUSA *et al.*, 2017) e igual ao tamanho registrado em um estudo publicado no Maranhão/Brasil (SILVA *et al.*, 2021). Tal resultado reflete a seletividade das artes de pesca, bem como uma ampla variação no tamanho dos anzóis utilizados por esta frota, uma vez que foram capturados indivíduos de diferentes comprimentos. No entanto, a ausência de dados que relacionem o exemplar amostrado à arte de pesca limita as conclusões sobre as classes de tamanho para essa população.

A proporção sexual foi equitativa, bem como o peso e o comprimento não diferiram entre os sexos. Este resultado difere de outras pesquisas, sobretudo com predominância de fêmeas em tamanhos maiores (TREJO-MARTÍNEZ *et al.*, 2021; GARCÍA-CAGIDE; CLARO; KOSHELEV, 2001). A proporção sexual semelhante (1:1) em uma espécie pode ser considerada uma condição de equilíbrio como forma de garantir a sobrevivência em uma população (EDWARDS, 2000), situação que corrobora os índices reprodutivos registrados neste trabalho.

4.4.1 Biologia Reprodutiva

Considerando a estimativa do tamanho de primeira maturação sexual (L_{50}) para sexos agrupados, somente o registrado na Venezuela (36,8 cm de CT) (GÓMEZ; GUZMÁN; CHACÓN, 2001) foi maior que o valor aqui estimado (32,2 cm de CT). Ao avaliar por sexo, foi verificado que o presente estudo obteve os maiores valores para machos (33,5 cm de CT) e fêmeas (32 cm de CT) no Brasil (Tabela 5). Além disso, o L_{50} registrado para fêmeas foi significativamente maior do que o registrado anteriormente no Ceará por Sousa-Júnior, Silva e Salles (2008) (23,4 cm de CT). Sabe-se que o L_{50} é um parâmetro denso-dependente, o qual é influenciado por fatores antropogênicos, bióticos (e.g. competição) e abióticos (e.g. temperatura, oxigênio). A frota da enseada do Mucuripe utiliza linha e anzol, redes de emalhe e armadilhas para a captura de *L. synagris* (MENEZES *et al.*, 2019). Contudo, conforme mencionado anteriormente, essa frota utiliza majoritariamente linha e anzol para a captura dessa espécie, que é um artefato mais seletivo em relação a outras artes de pesca, selecionando

indivíduos menores que ainda não se reproduziram pelo menos uma vez, além de grandes desovadores, principais responsáveis pela renovação do estoque. Deste modo, acredita-se que o tipo de pescaria praticada na região esteja submetendo a população a um baixo esforço de pesca atualmente, sugerindo uma exploração racional. Resultado de L_{50} similar ao da presente pesquisa foi observado no Maranhão/Brasil, onde foi verificado que possivelmente o estoque de *L. synagris* ainda não se encontrava sobrexplotado (FERNANDES *et al.*, 2022). Além disso, sabe-se que quando o comprimento médio de primeira maturação sexual for aproximadamente igual ao comprimento médio de captura, a relação estoque reprodutor/recrutamento de uma população pode ser considerado como mantida em equilíbrio (IVO; ROCHA, 1988), situação que corrobora os resultados registrados no presente estudo. Contudo, como mencionado acima, vários fatores podem influenciar o L_{50} , assim, comparações precisam ser feitas com cautela, inclusive porque informações atualizadas sobre a produção dessa espécie são inexistentes, uma vez que o Brasil não tem estatística pesqueira oficial desde 2011 (GONÇALVES-NETO *et al.*, 2021).

Tabela 5 – Comparação do Tamanho de Primeira Maturação Sexual (L_{50}) estimado para *L. synagris* em diferentes áreas. CT = comprimento total, CF = comprimento furcal, MA = Maranhão/Brasil, CE = Ceará/Brasil, RN = Rio Grande do Norte/Brasil, PE = Pernambuco/Brasil, BA = Bahia/Brasil, NE = Nordeste/Brasil.

Local de estudo	L_{50} sexos agrupados (CT em cm)	L_{50} fêmeas (CT em cm)	L_{50} machos (CT em cm)	Autores
Colômbia	-	22,7	-	Ramírez <i>et al.</i> , 2017
Venezuela	36,8	-	-	Gómez, Guzmán; Chacón, 2001
Trinidad e Tobago	-	31	25	Manickchand-Dass, 1987
Brasil (MA)	27,8	27,4	28,2	Fernandes <i>et al.</i> , 2022
Brasil (MA)	-	25,42	23,99	Silva <i>et al.</i> , 2021
Brasil (MA)	23,14	24,02	23,5	Sousa <i>et al.</i> , 2017
Brasil (CE)	32,2	32	33,5	Presente estudo
Brasil (CE)	-	23,4	-	Sousa-Júnior; Silva; Salles, 2008
Brasil (RN)	25,7	-	-	Cavalcante; Oliveira; Chellappa, 2012

Brasil (RN)	25,17	25,87	25,07	Rufener <i>et al.</i> , 2017
Brasil (PE)	-	17,1	16,4	Viana; Hazin; Oliveira, 2015
Brasil (BA)	-	23	24,2	Freitas <i>et al.</i> , 2014
Local de estudo	L₅₀ sexos agrupados (CF em cm)	L₅₀ fêmeas (CF em cm)	L₅₀ machos (CF em cm)	Autores
México	-	17,8	13,9	Trejo-Martínez <i>et al.</i> , 2021
Brasil (NE)	18	-	-	Lessa; Nóbrega; Bezerra Jr., 2004

No Brasil, essa espécie apresentou picos de desova em ambas as estações (seca/chuvosa) (BEGOSSI *et al.*, 2011; FERNANDES *et al.*, 2022; FREITAS *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2014; SOUSA *et al.*, 2017; SOUSA-JUNIOR; SILVA; SALLES, 2008; VIANA; HAZIN; OLIVEIRA, 2015), padrão que corrobora os resultados encontrados no presente estudo, visto que os picos de desova foram registrados em diferentes meses, além de terem sido registradas fêmeas capazes de desovar ou ativamente desovando em quase todos os meses do ano, com exceção de julho. Acreditava-se que em meses de chuva, a nebulosidade afetaria a temperatura da água e influenciaria na época de reprodução. No entanto, este parâmetro não influenciou, sugerindo que outros fatores como fotoperíodo e/ou disponibilidade de alimento possam influenciar no IGS e IHS de machos e fêmeas. Esses achados indicam que essa espécie desova ao longo do ano todo no Brasil.

O ariacó foi caracterizado como tendo desenvolvimento ovocitário assincrônico e desova parcelada, conforme registrado em outros trabalhos (GÓMEZ; GUZMÁN; CHACÓN, 2001; SOUSA *et al.*, 2017; SOUSA-JÚNIOR; SILVA; SALLES, 2008). Este tipo de desova é comum em espécies que habitam zonas intertropicais com maior disponibilidade de alimento associada a condições abióticas favoráveis na maior parte do ano. Além disso, espécies de regiões costeiras tropicais se reproduzem durante todo o ano (GRIMES, 1987).

A fecundidade média para a espécie foi de 207.974 ovócitos. O pico de fecundidade (472.000 ovócitos) foi menor do que aqueles registrados em outros estudos publicados para a espécie (FERNANDES *et al.*, 2022; FREITAS *et al.*, 2014; GÓMEZ; GUZMÁN; CHACÓN, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2015; SOUSA *et al.*, 2017), porém apresentou-se diretamente proporcional ao peso e ao comprimento dos indivíduos. Sabe-se que a fecundidade tende a ser exponencial em indivíduos maiores, que produzirão larvas de maior qualidade (crescimento

mais rápido e mais resistentes a fatores externos) (PALUMBI, 2004). No entanto, este parâmetro se encontra em constante variação sob o efeito da pesca (FONTELES-FILHO, 2011; VAZZOLER, 1996) e tende a diminuir à medida que um indivíduo atinge um determinado peso (GESTEIRA; ROCHA, 1976). Considerando que a espécie apresentou uma frequência de desova ao longo do ano todo e que não possui uma época de desova específica, verificou-se também a inexistência de um padrão de fecundidade bem definido, fato que também já foi descrito por outros autores (FERNANDES *et al.*, 2022; TREJO-MARTÍNEZ *et al.*, 2021).

4.4.2 Idade e Crescimento

O comprimento assintótico teórico ($L_{\infty} = 45,27$ cm de CT) foi ligeiramente menor que a maioria dos estudos realizados no Atlântico Norte (CLARO; RESHETNIKOV, 1981; JOHNSON; DEAN; REICHERT, 1995; MANOOCH; MASON, 1984) e no Hemisfério Sul (ALEGRIA; MENEZES, 1970; ASCHENBRENNER *et al.*, 2017), com exceção de Trinidad (MANICKCHAND-DASS, 1987), fato que pode estar relacionado a ausência de indivíduos com tamanhos inferiores a 20 cm nas amostras. O coeficiente de crescimento ($K = 0,23$) foi semelhante a outros estudos no Brasil (ALEGRIA; MENEZES, 1970; ASCHENBRENNER *et al.*, 2017), com exceção daquele realizado na Costa Central (LEITE JR. *et al.*, 2005).

A longevidade registrada no presente estudo foi notavelmente mais alta do que aquela registrada previamente no Ceará (ALEGRIA; MENEZES, 1970), porém mais baixa que em outros estudos realizados no Brasil, Bermuda e Golfo do México (Tabela 6). O índice de desempenho do crescimento (ϕ') indica um maior crescimento da população do Banco de Abrolhos (Bahia), Ceará e das áreas amostradas do Atlântico Norte em comparação aos indivíduos registrados para a Costa Central do Brasil (Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro) (Tabela 6). O A_{50} registrado para a população de *L. synagris* no Ceará (5,43 anos) foi maior do que outros registros prévios para a espécie (2,8 anos; ASCHENBRENNER *et al.*, 2017; 2-3 anos; AIKEN, 2001; 1-2 anos; MANICKCHAND-DASS, 1987; 1 ano; THOMPSON; MUNRO, 1983), provavelmente devido ao maior valor de L_{50} registrado neste estudo em comparação a outros estudos realizados para *L. synagris*.

Tabela 6 - Comparação dos parâmetros de crescimento (L_{∞} , k), índice de desempenho de crescimento (ϕ') para *L. synagris* de diferentes estudos de idade a partir de otólitos, em diferentes áreas. TL = comprimento total, FL = comprimento furcal, N.A= não disponível, NE= nordeste do Brasil (Ceará), CC = litoral central do Brasil, AB = Banco de Abrolhos, Brasil.

Local de estudo	L_{∞} (cm)	k	Φ'	Longevidade	Autores
Bermuda	33,1 (FL)	0,395	2,64	19	Luckhurst; Dean; Reichert (2000)
Florida	50,1 (TL)	0,134	2,53	10	Manooch; Mason (1984)
Norte do Golfo do México	46,95 (TL)	0,194	2,63	17	Johnson <i>et al.</i> (1995)
Cuba	38 (TL)	0,350	2,70	6	Rodriguez-Pino (1962)
Cuba	51,6 (TL)	0,2	2,73	6	Claro; Reshetnikov (1981)
Trinidad	70,8-60,3 (TL)	0,22-0,2	3,04-2,86	7	Manickchand-Dass, (1987)
Brasil (NE)	50,5 (TL)	0,23	2,77	7	Alegria; Menezes (1970)
Brasil (NE)	45,27 (TL)	0,23	2,67	12	Presente estudo
Brasil (AB)	56,08 (TL)	0,22	2,84	18	Aschenbrenner <i>et al.</i> (2017)
Brasil (CC)	31,2 (TL)	0,17	2,22	17	Leite Jr. <i>et al.</i> (2005)

L. synagris foi considerado levemente sobreplotada na Costa Central do Brasil, visto que a espécie apresentou níveis de mortalidade por pesca um pouco acima dos níveis ideais (KLIPPEL *et al.*, 2005) e apresentou um cenário preocupante quanto à estrutura etária em Abrolhos (ASCHENBRENNER *et al.*, 2017), pois um terço da população não havia atingido a maturidade sexual, além da ausência de mega desovadores (“mega-spawners”) nas amostras. Utilizando método de avaliação de estoque para pescarias pobre em dados (PSA – análise de produtividade e susceptibilidade), Marques e Feitosa (2022) determinaram que o ariacó capturado na pesca de linha de mão do Mucuripe enquadra-se em uma categoria de médio risco à pressão pesqueira. Isto posto e considerando que o ariacó é uma espécie mais costeira em comparação aos outros lutjanídeos, acredita-se que essa espécie possa ser mais susceptível à captura (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004), podendo resultar em declínios populacionais, caso não seja garantida uma produção pesqueira sustentável desse recurso

pesqueiro. Além disso, sua estratégia reprodutiva de formar agregações (DONAHUE *et al.*, 2015), incrementa sua vulnerabilidade à pressão pesqueira.

Por outro lado, considerando que estudos pretéritos indicam um baixo risco de vulnerabilidade à sobrepesca (PREVIERO; GASALLA, 2020), que existe uma margem considerável para que essa espécie atinja sua taxa de exploração máxima na região Nordeste (LESSA; NÓBREGA; BEZERRA JR., 2004) e ao avaliar as informações aqui registradas sobre reprodução e crescimento, verificam-se melhores índices desses parâmetros do que em outras pesquisas, sugestivo de uma população estável. Sabe-se que esses parâmetros são influenciados por pressão de pesca e fatores bióticos (competição e migrações) e abióticos (temperatura, oxigênio, fotoperíodo e disponibilidade de alimento). De fato, resultados distintos foram obtidos em pesquisas realizadas ao longo da distribuição geográfica da espécie. Portanto, acredita-se que o distúrbio provocado na população do Ceará ainda não foi ou não teve tempo suficiente para alterar esses parâmetros por meio da aceleração do seu ciclo de vida. Vale ressaltar que para avaliar essas modificações são necessários conjunto de dados históricos que subsidiem a construção de séries temporais que possam servir de comparação em estudos futuros de estrutura populacional para essa espécie.

Portanto, considerando a ampla distribuição de *L. synagris* na região Nordeste e sua significativa importância comercial no Brasil, sugere-se a realização de pesquisas futuras que abordem parâmetros de história de vida em conjunto. Além disso, a implementação de programas de monitoramento dos desembarques do ariacó e de outras espécies de lutjanídeos é essencial, pois permitiria uma avaliação mais precisa da atual pressão pesqueira sobre *L. synagris*, uma vez que os impactos cumulativos dessa atividade podem se manifestar ao longo do tempo, levando potencialmente à sobrexploração dos estoques. Conjuntos de dados biológicos temporais, como estrutura etária e taxas reprodutivas, podem contribuir para um melhor entendimento sobre o tempo geracional e a dinâmica populacional de *L. synagris* em processos de avaliação de estoques pesqueiros. Tais dados forneceria uma base sólida para entender como essa espécie responde às pressões da pesca ao longo do tempo e ajudaria na tomada de decisões informadas para sua gestão e conservação.

REFERÊNCIAS

- AIKEN, K. A. Aspects of reproduction, age and growth of the Lane Snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1785), in Jamaican coastal waters. **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, v. 52, p. 116–134, 2001.
- ALEGRIA, J. R. C.; MENEZES, M. F. Edad y crecimiento del ariacó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en el nordeste del Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 10, n. 1, p. 65-68, 1970.
- ALLEN, G. R. FAO species catalogue. **Snappers of the world**. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fisheries Synopsis, vol. 6, n. 125, Rome, Italy. 1985. 208 p.
- ASCHENBRENNER, A. *et al.* Age, growth parameters and fisheries indices for the lane snapper in the Abrolhos Bank, SW Atlantic. **Fisheries Research**, v. 194, p. 155-163, 2017.
- AULT, J. S. *et al.* Length-based assessment of sustainability benchmarks for coral reef fishes in Puerto Rico. **Environm. Conserv.**, v. 35, n. 3, p. 221–231, 2008.
<https://doi.org/10.1017/S0376892908005043>
- BABCOCK, E. A.; TEWFIK, A.; BURNS-PEREZ, V. Fish community and single-species indicators provide evidence of unsustainable practices in a multi-gear reef fishery. **Fisheries Research**, v. 208, p. 70-85, 2018.
- BEAMISH, R. J.; FOURNIER, D. A. A method for comparing the precision of a set of age determinations. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 38, p. 982-983, 1981.
- BEGOSSI, A. *et al.* Ethnobiology of snappers (Lutjanidae): target species and suggestions for management. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 7, n. 11, p. 1-22, 2011.
- BEVERTON, R. J. H., HOLT, S. J. **On the Dynamics of Exploited Fish Populations Fishery Investigations Series II**. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, pp. 1957. 533p.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do nordeste do Brasil 2006**. Tamandaré: CEPENE, 2008. 385p.
- BROWN-PETERSON, N. J. *et al.* A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes, **Marine and Coastal Fisheries**, v. 3, n. 1, p. 52-70, 2011. DOI: 10.1080/19425120.2011.555724
- CAVALCANTE, L. F. M. C.; OLIVEIRA, M. R.; CHELLAPPA, S. Aspectos reprodutivos do ariacó, *Lutjanus synagris*, nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 45-50, 2012.
- CLARO, R. *et al.* Historical analysis of Cuban comercial fishing effort and the effects of management interventions on importante reef fishes from 1960-2005. **Fisheries Research**, v. 99, p. 7-16, 2009.
- CLARO, R.; RESHETNIKOV, Y. S. Ecología y ciclo de vida de la biajaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en la plataforma Cubana. 1. Formacion marcas de crecimiento em sus

estructuras. **Inf. Cient. Tec. Inst. Oceanol.** Acad. Cienc. Cuba Oceanol. v. 174, p. 1–28, 1981.

DONAHUE, M. J. *et al.* Location Isn't Everything: Timing of Spawning Aggregations Optimizes Larval Replenishment. **PLoS ONE**, 10(6): e0130694. 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130694>

EDWARDS, A. W. F The genetical theory of natural selection. **Genetics**, v. 154, p. 1419–1426, 2000. <https://doi.org/10.1093/genetics/154.4.1419>

FERNANDES, J. F. F. *et al.* Reproductive biology of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus 1758) (Perciformes, Lutjanidae), in the Maranhão continental shelf, Northeast of Brazil. **Environm. Biol. of Fish.**, v. 105, p. 1033–1050, 2022.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3)**. São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1980. 96p.

FINKL, C. W.; MAKOWSKI, C. (Eds.) **Coastal Wetlands: Alteration and Remediation**. Springer: Cham, Switzerland, n.1, 2017. 512 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56179-0>

FLORES, A.; WIFF, R.; DÍAZ, E. 2014. Using the gonadosomatic index to estimate the maturity ogive: application to Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*). **ICES J. Mar. Sci.**, v. 72, n. 2, p. 508–514, 2014. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsu155>

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Expressão Gráfica. 464p., Fortaleza, 2011.

FREITAS, M. O. *et al.* Spawning patterns of commercially important reef fish (Lutjanidae and Serranidae) in the tropical western South Atlantic. **Scientia Marina**, v. 75, n. 1, p. 135–146, 2011.

FREITAS, M. O. *et al.* Reproductive biology of the lane snapper, *Lutjanus synagris*, and recommendations for its management on the Abrolhos Shelf, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 94, n. 8, p. 1711–1720, 2014.

FROESE, R. Cube Law, Condition Factor, and Weight-Length Relationships: History, Meta-Analysis and Recommendations. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 22, p. 241–253, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>

FUNCEME, FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Para Entender Melhor a Previsão Meteorológica para a Estação Chuvosa no Ceará**. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. p. 20, 2009.

FUNCEME, FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Calendário das Chuvas no Estado do Ceará**. Posto Pici. 2018. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=2694. Acesso em: 25 jun. 2023.

GARCÍA-CAGIDE, A.; CLARO, R.; KOSHELEV, B. V. Reproductive patterns of fishes of the Cuban shelf. In Claro R., Lindeman K.C. and Parenti L.R. (eds) **Ecology of the marine fishes of Cuba**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, pp. 71–102, 2001.

GARCÍA, C. B.; DUARTE, L. O. Length-based estimates of growth parameters and mortality rates of fish populations of the Caribbean Sea. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 22, n. 3, p. 193–200, 2006.

- GESTEIRA, T. C. V.; ROCHA, C. A. S. Estudo sobre a fecundidade do Ariocó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), da costa do estado do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 16, n. 1, p. 19-22, 1976.
- GÓMEZ, G.; GUZMÁN, R.; CHACÓN, R. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paria, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, v. 19, n. 3, p. 335-357, 2001.
- GONÇALVES-NETO, J. B. *et al.* A sleeping giant: the historically neglected Brazilian fishing sector. **Ocean and Coast. Manag.**, v. 209, p. 105699, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105699>
- GREEN, B. S. *et al.* Introduction to otoliths and fisheries in the tropics. In: Green, B. S., Mapstone, B. D., Gary, C. & Begg, G. A. (eds), **Tropical Fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology**. p. 1-22, 2009.
- GRIMES, C. B. **Reproductive biology of the Lutjanidae: a review**. In: Polovina JJ, Ralston S (eds) Tropical snappers and groupers: Biology and fisheries management. Westview Press, Boulder and London, pp 239–294, 1987.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontol Electron.**, v. 4, p. 1–9, 2001.
- HUNTER, J. R.; MACEWICZ, B. J. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. **NOAA Tech. Rep. NMFS** 36, p. 79–94, 1985.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I/ -- 1. ed. -- Brasília, DF : ICMBio/MMA, 7 v., 2018. 492 p.**
- IVO, C. T. C.; ROCHA, C. A. S. Estudo da seletividade do anzol na captura do pargo, *Lutjanus purpureus*, Poey (Pisces: Lutjanidae), no Norte e Nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 27, p. 49-56, 1988.
- JOBLING, M. Environmental factors and rates of development and growth, pp.97-122. In: Hart, P.J.B.; Reynolds, J.D. (eds). **Handbook of fish biology and fisheries**. Fish biology. Blackwell, USA. 413p. 2002.
- JOHNSON, A. G. *et al.* Age, growth, and mortality of lane snapper from the northern Gulf of Mexico. Proc. Ann. Conf. Southeast Assoc. **Fish. Wildl. Agen.** v. 49, p. 178–186, 1995.
- KARLSSON, S.; SAILLANT, E.; GOLD, J. R. Population structure and genetic variation of lane snapper (*Lutjanus synagris*) in the northern Gulf of Mexico. **Marine Biology**, v. 156, n. 9, p. 1841-1855, 2009.
- KLIPPEL, S. *et al.* 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**. Serie livros n.13. Rio de Janeiro Museu Nacional, pp. 83–98, 2005.
- LA GUARDIA, E. *et al.* Indicators of overfishing of snapper (Lutjanidae) populations on the southwest shelf of Cuba. **Ocean & Coastal Management**, v. 153, p. 116-123, 2018.

- LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight I and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v. 20, p. 201-219, 1951.
- LEITE JR., N. O.; MARTINS, A. S.; ARAÚJO, J. N. 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**. Série Livros – Documentos REVIZEE – Score Central. Museu Nacional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, pp. 203–216, 2005.
- LESSA, R. P.; NÓBREGA, M. F.; BEZERRA JR., J. L. **Dinâmica de populações e avaliação dos estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste**. Relatório Final, Programa REVIZEE/SCORE-NE, Recife, 2004. 274 p.
- LINDEMAN, K. *et al.* *Lutjanus synagris*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T194344A2317059**. 2016. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T194344A2317059.en>. Acessado em 14 de março de 2023.
- LUCKHURST, B. E.; DEAN, M. J.; REICHERT, M. Age, growth and reproduction of the lane snapper *Lutjanus synagris* (Pisces: lutjanidae) at Bermuda. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 203, p. 255–261, 2000.
- MANICKCHAND-DASS, S. Reproduction, Age and Growth of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), in Trinidad, West Indies. **Bulletin of Marine Science**, v. 40, n. 1, p. 22-28, 1987.
- MANOOCH, C. S.; MASON, D. L. Age, growth and mortality of lane snapper from southern Florida. **NE Gulf. Sci.**, v. 7, p. 109–115, 1984.
- MARQUES, W. S. *et al.* Principal component analysis (PCA) and mineral associations of litoraneus facies of continental shelf carbonates from northeastern Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 28, p. 2709-2717, 2008.
- MARQUES, J. M. L.; CRUZ, R.; FEITOSA, C. V. Dynamics of artisanal fisheries performed with hook-and-line gear under different management regimes in Brazil. **Ocean Coast Manag.**, v. 200, 105403, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105403>.
- MARQUES, J. M. L.; FEITOSA, C. V. Catch sustainability of the main fish species exploited by handline in locations with distinct management systems in Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 51, 102199, 2022.
- MENEZES, C. R. *et al.* Diagnóstico da pesca artesanal na área de influência do porto do Mucuripe, em Fortaleza (CE): subsídios à gestão pesqueira regional. **Sistemas e Gestão**. v. 14, n. 3, p. 279-290, 2019. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2019.v14n3.1554>
- MIKULAS JR., J. J.; ROOKER, J. R. Habitat use, growth, and mortality of post-settlement lane snapper (*Lutjanus synagris*) on natural banks in the northwestern Gulf of Mexico. **Fisheries Research**, v. 93, p. 77-84, 2008.

- MURUA, H.; SABORIDO-REY, F. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. **J. Northwest Atlantic Fish. Sci.**, v. 33, p. 23–31, 2003. <http://dx.doi.org/10.2960/J.v33.a2>.
- OLIVEIRA, M. R. *et al.* Estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. **HOLOS**, ano. 31, v. 6, p. 107-122, 2015.
- PALUMBI, S. R. Marine Reserves and Ocean Neighborhoods: The Spatial Scale of Marine Populations and Their Management. **Annu. Rev. Environ. Resour.**, v. 29, p. 31–68, 2004. <https://10.1146/annurev.energy.29.062403.102254>
- PAULY, D.; MUNRO, J. L. Once more on growth comparison in fish and invertebrates. **Fishbyte**, The WorldFish Center, v. 2, n. 1, p. 1-21, 1984.
- PINHEIRO, W. M. *et al.* Size and sex composition of three carcharhiniform sharks landed by a coastal artisanal fleet from the northeastern coast of Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 21, n. 2, e230005, 2023. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2023-0005>
- PREVIERO, M.; GASALLA, M. A. Risk assessment of small-scale reef fisheries off the Abrolhos Bank: Snappers and groupers under a multidimensional evaluation. **Fish. Manag. Ecol.**, v. 27, n. 3, p. 231–247, 2020. <http://dx.doi.org/10.1111/fme.12406>.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.Rproject.org/>> 2023.
- RAMÍREZ, J. G. *et al.* Improving stock assessment and management advice for data-poor small-scale fisheries through participatory monitoring. **Fisheries Research**, v. 190, p. 71-83, 2017.
- REZENDE, S. M.; FERREIRA, B. P.; FRÉDOU, T. A pesca de lutjanídeos no nordeste do Brasil: Histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. **Boletim Técnico Científico do Cepene**, v. 11, p. 257–270, 2003.
- ROCHA, L. O. F.; COSTA, P. A. S. **Manual de identificação de Peixes Marinhos para a Costa Central**. Programa Revizee – Score Central, 2. ed. Rio de Janeiro: UNI-RIO, 1999. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/_arquivos/m_score.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2020.
- RODRIGUEZ-PINO, Z., Estudios estadísticos y biológicos sobre la biajaiba (*Lutjanus synagris*). **Notas Pesqueras Havana Cuba**, Nota 2, p. 1–16, 1962.
- RUFENER, M. C. *et al.* Bayesian spatial predictive models for data-poor fisheries. **Ecological Modelling**, v. 348, p. 125-134, 2017.
- RUSS, G. R.; ALCALA, A. C. Marine reserves: rates and patterns of recovery and decline of large predatory fish. **Ecology Applied**, v. 6, p. 947–961, 1996.
- SANTANDER-NETO, J.; FARIA, V. V. Sharks and rays caught by a small-scale fisheries in the western equatorial Atlantic. **J Appl Ichthyol.**, v. 36, n. 6, p. 830-833, 2020. <https://doi.org/10.1111/jai.14103>

- SILVA, A. P. C. *et al.* Tamanho de primeira maturação para cinco espécies de peixes em uma área da Costa Amazônica Maranhense Brasil. **Research, Society and Development**, 10:e23610313146., 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13146>
- SOUSA, A. F. R. *et al.* Aspectos reprodutivos do peixe *Lutjanus synagris* (Perciformes, Lutjanidae) capturado na costa Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 10, n. 1, p. 106-120, 2017.
- SOUSA-JÚNIOR, V. B.; SILVA, J. R. F.; SALLES, R. Análise ovariana do Ariacó, *Lutjanus synagris* (Actinopterygii: Lutjanidae), e considerações sobre sua reprodução no Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 41, n. 1, p. 90-97, 2008.
- STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, n. 153, p. 65- 66, 1926.
- THOMÉ, R. G. *et al.* Reproductive biology of *Leporinus taeniatus* Lütken (Pisces, Anostomidae) in Juramento Reservoir, São Francisco River basin, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 565-570, 2005.
- THOMPSON, R.; MUNRO, J. L. The biology, ecology and bionomics of the snappers Lutjanidae. **ICLARM Stud. Rev.**, v. 7, p. 94–109, 1983.
- TORREJON-MAGALLANES, J. **sizeMat: An R Package to Estimate Size at Sexual Maturity**. 2020. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/sizeMat/vignettes/sizeMat.html> Acesso em: 25 jan. 2023.
- TREJO-MARTÍNEZ, J. T. *et al.* Reproductive Strategy of a Continental Shelf Lane Snapper Population from the Southern Gulf of Mexico. **Mar. and Coast. Fish.**, v. 13, p. 140-156, 2021. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10142>
- VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática**. Maringá: EDUEM/SBI, 1996. 169 p.
- VIANA, D. F.; HAZIN, F. H. V.; OLIVEIRA, P. G. Reproductive biology of lane snapper, *Lutjanus synagris* (Perciformes, Lutjanidae), off Northern Pernambuco state, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 48, n. 2, p. 67-73, 2015.
- VIANA, A. P. *et al.* Length–weight relations of 70 fish species (Actinopterygii) from tropical coastal region of Pernambuco, Northeast Brazil. **Acta Ichthyologica Piscatoria**, v. 46, n. 3, p. 271–277, 2016.
- VOLPEDO, A. V.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M. **Métodos de estudios con otolitos: principios y aplicaciones/ Métodos de estudos com otólitos: princípios e aplicações**. 1º ed. edición bilingüe, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, ISBN 978-987-33-8884-2, 2015. 482 p.
- XIMENA, R *et al.* Growth stanzas in an Epinephelidae-Lutjanidae complex: considerations to length-weight relationships. **Revista de Biología Tropical**, v. 63, n. 1, p. 175-187, 2015.

5. CAPÍTULO III: BIOLOGIA REPRODUTIVA DA CIOBA, *Lutjanus analis*, CAPTURADA NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL.

RESUMO

A cioba, *Lutjanus analis*, é uma espécie demersal marinha, com o hábito de formar agregações reprodutivas em épocas de desova, o que a torna mais vulnerável à exploração pesqueira. Principalmente no Brasil, existe uma evidente lacuna de conhecimento sobre parâmetros reprodutivos para a espécie, cenário preocupante, uma vez que a espécie se encontra sob um quadro moderado de sobrexplotação em modelos de avaliação de estoques. Neste cenário, a estimativa de parâmetros reprodutivos pode auxiliar em um melhor entendimento do manejo pesqueiro a ser aplicado para a cioba no Brasil. O objetivo deste estudo foi caracterizar a biologia reprodutiva de *L. analis*, capturada por uma frota artesanal do Ceará. Mensalmente, durante o período de um ano (janeiro a dezembro de 2019), foram monitorados os desembarques pesqueiros na enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ceará. Os espécimes coletados foram mensurados (cm), pesados (kg) e tiveram suas gônadas e fígados extraídos para posterior análise de parâmetros reprodutivos. No total, foram registrados 120 espécimes, sendo 61 machos e 59 fêmeas, com uma proporção sexual de 1,03:1 (M:F), que não diferiu significativamente da proporção sexual esperada. Os resultados de IGS, IHS e frequência mensal de fêmeas maduras indicam que a espécie apresenta uma desova alongada no ano inteiro, com pico principalmente na estação seca no Ceará, especificamente no mês setembro. O comprimento de primeira maturação gonadal (L_{50}) foi de 35,4 cm para sexos agrupados, 35,1 cm para as fêmeas e 35,8 cm para os machos. A espécie apresentou fecundidade média de 194 mil ovócitos e desenvolvimento ovocitário assincrônico, resultando em desova parcelada. Este é o primeiro estudo no Ceará a estimar parâmetros reprodutivos para *L. analis*. Essa espécie apresenta bons índices de parâmetros reprodutivos na região sob estudo, sugerindo-se um monitoramento contínuo dos desembarques, com o intuito de se avaliar possíveis flutuações na dinâmica populacional dessa espécie no Ceará.

Palavras-chave: lutjanídeos; biologia reprodutiva; período de desova; sobrexplotação; gestão; monitoramento pesqueiro.

CHAPTER III: REPRODUCTIVE BIOLOGY OF MUTTON SNAPPER, *Lutjanus analis*, CAPTURED IN THE CEARÁ STATE, BRAZIL.

ABSTRACT

The mutton snapper, *Lutjanus analis*, is a marine demersal species known for its habit of forming reproductive aggregations during spawning seasons, making it more vulnerable to fishing exploitation. Particularly in Brazil, there is an evident knowledge gap concerning reproductive parameters for this species, which is a concerning situation as it is currently under a moderate level of overexploitation in stock assessment models. In this scenario, the estimation of reproductive parameters can help in a better understanding of the fisheries management needed for mutton snapper in Brazil. The aim of this study was to characterize the reproductive biology of *L. analis*, captured by an artisanal fleet in Ceará. Monthly, over the course of one year (January to December 2019), fish landings were monitored in Mucuripe Embayment,

Fortaleza, Ceará. The collected specimens were measured (cm), weighed (kg), and had their gonads and livers extracted for subsequent analysis of reproductive parameters. In total, 120 specimens were recorded, 61 males and 59 females, resulting in a sex ratio of 1.03:1 (M:F), which did not significantly differ from the expected sex ratio. The results of GSI, HSI, and monthly frequency of mature females indicate that the species exhibits year-round spawning, with a peak mainly in the dry season in Ceará, particularly in the month of September. The length at first sexual maturity (L_{50}) was 35.4 cm for grouped sexes, 35.1 cm for females, and 35.8 cm for males. The species displayed an average fecundity of 194,000 oocytes and asynchronous oocyte development, resulting in batch spawning. This represents the first study in Ceará to estimate reproductive parameters for *L. analis*. The species exhibits favorable reproductive parameter indices in the study area, suggesting the need for continuous monitoring of landings to assess potential fluctuations in the population dynamics of this species in Ceará.

Keywords: snappers; reproductive biology; spawning period; overexploitation; management; fisheries monitoring.

5.1 INTRODUÇÃO

Os lutjanídeos são peixes marinhos recifais, principalmente costeiros, encontrados em zonas tropicais e subtropicais dos Hemisférios Norte e Sul. São amplamente reconhecidos como um dos grupos de peixes mais valiosos devido à boa aceitação de sua carne no mercado (NELSON; GRANDE; WILSON, 2016; TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010). Entre as espécies conhecidas de lutjanídeos, a cioba, *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), se destaca como uma das principais em termos de relevância comercial (BORTONE; WILLIAMS, 1986). No Brasil, sua captura é predominantemente realizada por meio de anzol e linha, em profundidades que variam entre 20 e 80 metros (FRÉDOU; FERREIRA, 2005). No Nordeste do Brasil, a produção da cioba teve um aumento significativo no volume desembarcado em 1977, seguido por um subsequente declínio, que atingiu seu ponto mais baixo em 2001, com apenas 434 toneladas desembarcadas. No entanto, em 2006, a cioba foi a sétima espécie mais importante nos desembarques da frota artesanal, contribuindo com cerca de 4% das capturas em peso (BRASIL, 2008).

A cioba é uma espécie demersal marinha, mas com hábito transitório em ambientes distintos ao longo do seu ciclo de vida (e.g. estuários, superfícies arenosas, recifes de profundidade). Essa espécie é conhecida por formar cardumes e sua dieta abrange uma variedade de presas, incluindo peixes, crustáceos e moluscos (ALLEN, 1985; FRÉDOU; FERREIRA, 2005; FREITAS; ABILHOA; SILVA, 2011). Assim como outros lutjanídeos, essa espécie é gonocórica, com época de desova entre os meses de novembro a abril no Brasil (TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010). Apresenta ciclo de vida longo com longevidade máxima registrada de 29 anos e com um coeficiente de crescimento (K) de $0,16 \text{ year}^{-1}$ (BURTON, 2002).

Assim como outras espécies de lutjanídeos, a cioba apresenta crescimento lento, maturação sexual tardia, alta longevidade (ALLEN, 1985; CLARO, 1981; LESSA; NÓBREGA; BEZERRA-JR, 2004), fatores que culminam em uma baixa renovação populacional e fazem com que a espécie fique mais vulnerável à pressão pesqueira. Ao longo de sua distribuição, a espécie vem sofrendo declínios acentuados em suas populações (AULT *et al.*, 2008; GRAHAM *et al.*, 2008), principalmente por sua estratégia reprodutiva de formar agregações em épocas de desova (CASTRO-PÉREZ *et al.*, 2018; CLARO *et al.*, 2009). Isto ocorre porque quando as pescarias incidem sobre essas agregações, as capturas são produtivas, mas removem reprodutores, algumas vezes antes mesmo de concluírem a desova (CLARO, 1991; RHODES; SADOVY, 2002; SADOVY; DOMEIER, 2005). Este tipo de captura pode favorecer a sobrepesca de recrutamento e enfatiza a necessidade de medidas de gestão que assegurem o sucesso reprodutivo dessa espécie.

Em modelos de avaliação de estoques, essa espécie apresentou um quadro moderado de sobrexplotação (KLIPPEL *et al.*, 2005) e no Ceará, em três diferentes localidades, apresentou alto risco de vulnerabilidade à sobrexplotação na pesca de linha-de-mão (MARQUES; FEITOSA, 2022), indicando uma fragilidade da cioba à pressão pesqueira. Por isso, em escala global, a espécie está classificada como “Quase Ameaçada”, com tendências populacionais decrescentes (LINDEMAN *et al.*, 2016), classificação que também é adotada a nível nacional (ICMBIO, 2018). Contudo, vale ressaltar que a espécie não consta classificada na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção do Brasil (BRASIL, 2022).

A carência de dados de produção atualizados no Brasil (GONÇALVES-NETO *et al.*, 2021), destaca a urgente necessidade de produção de conhecimento atualizado que possa subsidiar novas avaliações desse importante recurso pesqueiro. Além disto, é importante salientar que a espécie foi pouco estudada quanto à reprodução, idade e crescimento, carecendo também de estimativas atualizadas de parâmetros populacionais (BURTON, 2002; FREITAS *et al.*, 2011; LESSA; NÓBREGA; BEZERRA-JR, 2004; TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2003). A gestão eficaz das populações de peixes suscetíveis à pesca depende essencialmente da disponibilidade de dados biológicos básicos, principalmente aqueles relacionados à reprodução e crescimento (TRINDADE-SANTOS; FREIRE, 2015). Por outro lado, a comparação de parâmetros reprodutivos e de crescimento torna-se difícil, uma vez que são aplicadas metodologias variadas entre diferentes pesquisas (BABCOCK; TEWFIK; BURNS-PEREZ, 2018). A construção de séries temporais de dados pesqueiros é, portanto, uma abordagem

essencial para avaliar adequadamente o status dessa espécie, evidenciando-se ou não a necessidade de gestão pesqueira iminente para *Lutjanus analis* no Brasil.

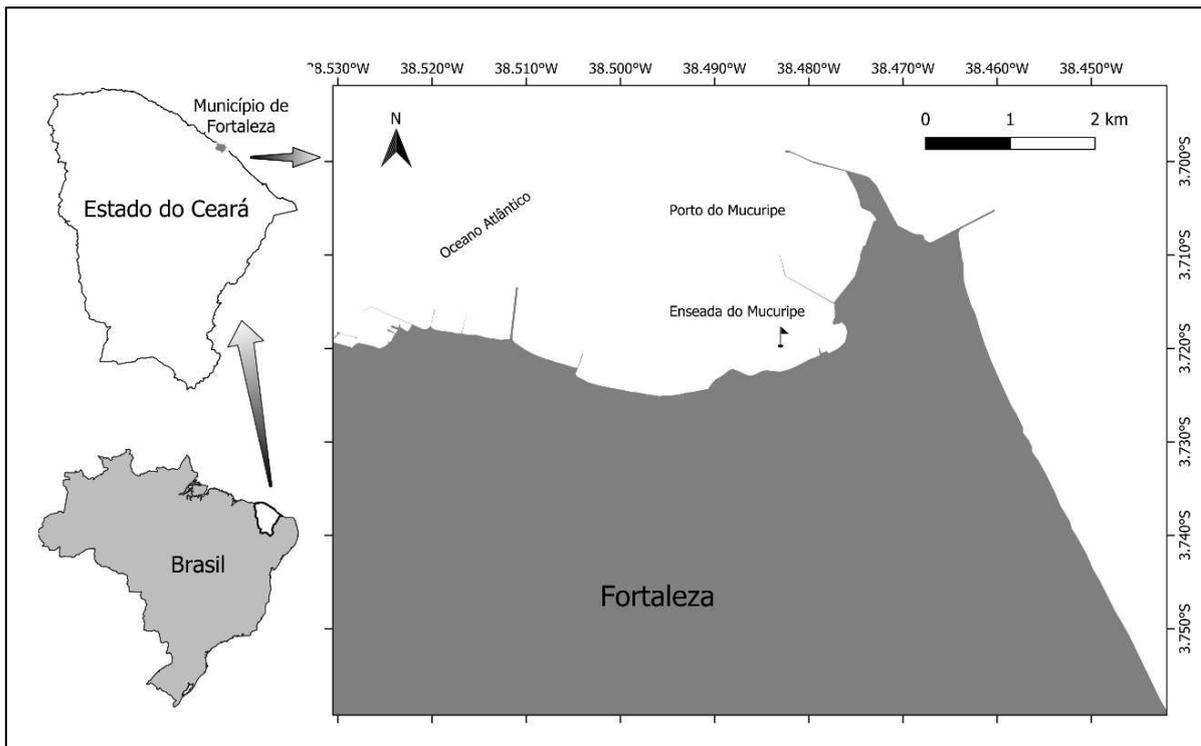
Portanto, considerando que a pesca regula as populações e altera os parâmetros biológicos das espécies (AULT; SMITH; BOHNSACK, 2005; FONTELES-FILHO, 2011) e que existe um déficit de estudos com foco em metodologias padronizadas para a estimativa de parâmetros reprodutivos, pois constam apenas três estudos abordando diferentes metodologias no Atlântico Sul (FREITAS *et al.*, 2011; LESSA; NÓBREGA, BEZERRA-JR., 2004; TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010), a atualização padronizada desses parâmetros é fundamental para essa espécie. Essas estimativas são de suma importância, uma vez que contribuem significativamente para inferências sobre o status populacional de *L. analis*, além de desempenharem um papel crucial na caracterização do tempo geracional, e, por conseguinte, em processos futuros de avaliações de estoque, com informações necessárias para contribuir na avaliação do status de ameaça e estabelecer ferramentas de manejo apropriadas. Assim, o objetivo deste artigo foi caracterizar a biologia reprodutiva da cioba (*Lutjanus analis*), capturada e desembarcada pela frota artesanal sediada no Ceará, Brasil.

5.2 METODOLOGIA

5.2.1 Área de Estudo

O monitoramento dos desembarques para a espécie foi realizado na enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ceará, Brasil (Figura 20). A frota pesqueira artesanal opera em profundidades de até 120 metros, com lanchas (10 a 13 m de comprimento) e jangadas de pesca (5 a 8 m de comprimento). Os aparelhos-de-pesca utilizados por essa frota são: (1) linha de mão (linha pargueira), composta por linha de náilon entre 0,7 e 1,2 mm, tamanho de anzol número 4 a 6 em formato “J”, em que até 25 anzóis podem ser usados em uma dada pescaria, com uma distância de 8 metros entre cada anzol; (2) redes de emalhar, compostas por linha de náilon de 0,5 a 0,9 mm, variando na abertura de 9 a 12 cm entre nós opostos, tendo cada rede 100 m de comprimento longitudinal e 4,8 m de comprimento vertical; e (3) armadilhas (MENEZES *et al.*, 2019; PINHEIRO *et al.*, 2023). As armadilhas apresentam, em geral, 134 cm de comprimento x 112 cm de largura x 79 cm de altura. As embarcações transportam cerca de 100 armadilhas, variando entre 18 e 200 (FEITOSA, C. V., com. pess.).

Figura 20 – Ponto de desembarque pesqueiro utilizado para a obtenção das amostras, enseada do Mucuripe, Fortaleza, com indicação do Estado do Ceará, Brasil.



Fonte: Autores (2023).

5.2.2 Coleta de dados e procedimentos laboratoriais

Com frequência mensal ao longo de janeiro a dezembro de 2019, 10 indivíduos previamente identificados (FIGUEIREDO; MENEZES, 1980) foram adquiridos diretamente dos desembarques pesqueiros na enseada do Mucuripe (Figura 20). Os espécimes foram acondicionados em caixa térmica e transportados para o laboratório de Dinâmica Populacional e Ecologia de Peixes Marinhos (DIPEMAR), do Instituto de Ciências do Mar (Labomar), da Universidade Federal do Ceará. Em laboratório, os exemplares foram mensurados quanto ao comprimento total (0,1 cm), comprimento padrão (0,1 cm), peso total (0,01 kg) e peso da gônada (0,01 g), com o auxílio de fita métrica e balança semianalítica (0,01 kg). Os espécimes também foram sexados previamente, quando possível, e classificados macroscopicamente quanto ao estágio (fase) de maturação gonadal, seguindo os critérios propostos por Brown-Peterson *et al.* (2011).

As gônadas e fígados foram removidos e fixados e/ou armazenados para posterior análise laboratorial. Para a histologia, um pequeno fragmento da porção mediana de cada gônada extraída foi retirado. Em seguida, os fragmentos foram conservados em recipientes de

plástico (devidamente numerados conforme cada indivíduo amostrado), fixados em solução de formol 10% por 24h e por fim preservados em solução de álcool 70% diluído em água do mar.

5.2.3 Análise de dados

Os dados pareados de peso corporal total (Wt) e comprimento total (TL) foram ajustados ao modelo não linear $Wt = a \times TL^b$ e os parâmetros A (interceptação) e b (inclinação/coeficiente alométrico) foram estimados por meio de ajuste de dados log-transformados para o modelo de regressão linear $\ln Wt = \ln A + \ln TL \times b$ ($a = \ln A$, portanto $A = e^a$) (LE CREN, 1951; JOBLING, 2002). A inclinação b foi utilizada para avaliar a ocorrência de diferença significativa em relação ao valor isométrico ($b = 3$), por meio do teste t de Student ($p < 0,05$). As análises foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023).

5.2.3.1 *Biologia reprodutiva*

Para caracterização macroscópica e microscópica no estudo de biologia reprodutiva foram seguidos os protocolos propostos por Brown-Peterson *et al.* (2011). Alguns critérios utilizados na avaliação macroscópica das gônadas para sexagem dos indivíduos foram (1) o tamanho da gônada em relação à cavidade celomática, (2) coloração, (3) visualização de vasos sanguíneos e (4) grau de turgidez.

Em seguida, as gônadas foram separadas por classes de comprimento (cm) do espécime, de acordo com a fórmula de Sturges (1926), sendo sorteada duas amostras representativas de cada classe obtida, a partir da seguinte fórmula:

$$k = 1 + 3,322 (\log_{10} n) \quad (1)$$

onde: n = número de indivíduos e

k = número de classes a serem consideradas na distribuição;

Então, para confirmação do sexo e dos estádios (fases) de maturação gonadal, a fração mediana de cada gônada selecionada foi submetida à rotina histológica estabelecida por Vazzoler (1996), a partir da aplicação do método de coloração hematoxilina-eosina, no Laboratório de Bioecologia Pesqueira – Biopesca, da Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr.

As lâminas foram analisadas e fotografadas em microscópio *Leica DM1000 LED* com lente objetiva de 10, aumento de 100x. Então, foram estimados os estágios de desenvolvimento da oogênese das fêmeas [Crescimento Primário (PG), Cortical Alveolar (CA), Vitelogênico primário (Vtg1), Vitelogênico secundário (Vtg2), Vitelogênico terciário (Vtg3), Hidratação/Oócitos Hidratados (H) e Complexo Folicular Pós-Ovulatório (POFs)] e da espermatogênese dos machos [Espermatogônia primária (Sg1), Espermatócito primário (Sc1), Espermatócito secundário (Sc2), Espermatozoide (Sz), Espermátide (St), Epitélio Germinativo Descontínuo (EGD), Lúmen (L)].

Utilizando o pacote “sizeMat” no software R (TORREJON-MAGALLANES, 2020; R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2023), foi estimado o tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}) a partir dos valores da frequência relativa de adultos (pacote “Size at Gonad Maturity”) em cada classe de comprimento, que foram ajustados a um modelo logístico conforme a equação:

$$P = \frac{1}{(1 + \exp^{-(A+B \times TL)})} \quad (2)$$

onde: P = proporção de indivíduos maduros;

TL = comprimento total (cm);

Os indivíduos foram classificados nas seguintes fases de maturação gonadal: “Imaturo” (nunca desovou), “Em Desenvolvimento” (começando a se desenvolver, mas não pronto para desovar), “Capaz de Desovar” [SC1 (“Capaz de Desovar”: estágio inicial maduro); SC2 (“Ativamente Desovando”: estágio final maduro)], “Regressão” (após ter desovado), “Regeneração” (maduro sexualmente em processo de regeneração das gônadas) (BROWN-PETERSON *et al.*, 2011).

Com o objetivo de estimar a época e a frequência de desova, foram calculados o Índice Gonadossomático (IGS) e o Índice Hepatossomático (IHS) das fêmeas e machos. O fator de condição de Fulton (K) foi estimado com o intuito de avaliar o grau de hígidez da espécie (VAZZOLER, 1996). Os dados de pluviosidade, utilizados para comparações de IHS, IGS e Fator K, foram obtidos do site da Funceme (FUNCEME, 2018) e as estações chuvosa e seca foram classificadas conforme Funceme (2009).

O Índice Hepatossomático (IHS) foi calculado conforme Thomé *et al.* (2005):

$$IHS = \frac{\text{Peso do fígado (g)}}{\text{Peso total do peixe (g)}} \times 100 \quad (3)$$

O Índice Gonadossomático (IGS) foi calculado conforme Flores, Wiff e Díaz (2014):

$$IGS = \frac{\text{Peso da gônada (g)}}{\text{Peso total do peixe (g)}} \times 100 \quad (4)$$

O fator de condição (K) foi calculado segundo Froese (2006):

$$K = 100 \times \frac{Wt(g)}{Lt^3(g)} \quad (5)$$

onde: W_t = peso total do peixe (g),

L_t = comprimento total (cm).

A fecundidade foi estimada por meio do método gravimétrico proposto por Hunter e Macewicz (1985) e Murua e Saborido-Rey (2003), a partir da seguinte equação:

$$F = \frac{N \times PG(g)}{PP(g)} \quad (6)$$

onde: N = número de ovócitos estimados;

PP = peso da porção pesada (g);

PG = peso da gônada (g).

Para estimativa de fecundidade, uma pequena porção da gônada caracterizada como “Ativamente Desovando” foi pesada em uma balança analítica. Em seguida, os ovócitos foram quantificados por um estereoscópio binocular. O diâmetro do oócito foi mensurado a partir da análise e fotografia em microscópio das lâminas contendo as seções do ovário das fêmeas, identificadas como “Ativamente Desovando”. Posteriormente, o diâmetro de 100 oócitos de cada estágio de desenvolvimento foram mensurados usando o software de imagem ZEN 2 Core.

Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram aplicados para avaliar, respectivamente, os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade de todos os dados avaliados. Em seguida, quando os dados não atingiram os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade, foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney para avaliar a diferença nos comprimentos e pesos entre machos e fêmeas, e as diferenças no IHS e IGS para machos e fêmeas entre as estações seca e chuvosa. O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado para avaliar possíveis diferenças entre os diâmetros dos ovócitos (estágio de desenvolvimento ovocitário) e variações mensais

no IHS e IGS por sexo. Em seguida, o teste de Mann-Whitney foi aplicado como post-hoc para avaliar diferenças significativas nas médias entre pares. Para a proporção sexual de machos e fêmeas (M:F) os valores foram analisados pelo teste Qui-quadrado (χ^2). As análises estatísticas foram realizadas no software PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001), com um nível de significância de 0,05 (5%).

5.3 RESULTADOS

No total, 120 indivíduos foram registrados, sendo 61 machos e 59 fêmeas, com amplitude de comprimento total (CT) entre 27 e 73 cm. A proporção sexual foi de 1,03M: 1F, sem diferença significativa ($\chi^2 = 0,03$; $p = 0,99$). A classe de comprimento modal foi de 33,6 cm a 40,2 cm tanto para machos como para fêmeas, representando, 21,6% e 25,8% do total de indivíduos, respectivamente (Figura 21).

Com relação aos machos, o CT variou de 27 a 61 cm, com mediana de 39 cm, em que pelo menos 64% dos machos mediram até 40,2 cm de CT. As fêmeas variaram de 27,5 a 73 cm, com mediana de 37 cm, em que pelo menos 88% das fêmeas tinham até 46,8 cm de CT (Figura 21). Os comprimentos obtidos para machos e fêmeas diferiram significativamente ($U = 1674$; $p = 0,5114$). O peso total variou de 0,300 a 3,3 kg para os machos e de 0,318 a 5 kg para as fêmeas. A mediana de peso dos machos e fêmeas foi de 0,760 kg e 0,652 kg, respectivamente. Verificou-se que pelo menos 25% dos machos e das fêmeas pesavam até 550 g. Seguindo o padrão do comprimento, os pesos não diferiram entre sexos ($U = 1615$; $p = 0,3341$).

A relação peso-comprimento para sexos agrupados foi $PT = 0,0269 \times CT^{2,79}$ (Figura 22), onde a regressão linear indicou alometria negativa ($b = 2,79$; Intervalo de Confiança (IC) = 2,6906-2,9077; $R^2 = 0,9656$; p -valor = 0,00037), ou seja, o peso aumenta mais lentamente que o comprimento.

Figura 21 - Distribuição de classes de comprimento total da cioba, *Lutjanus analis*, desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.

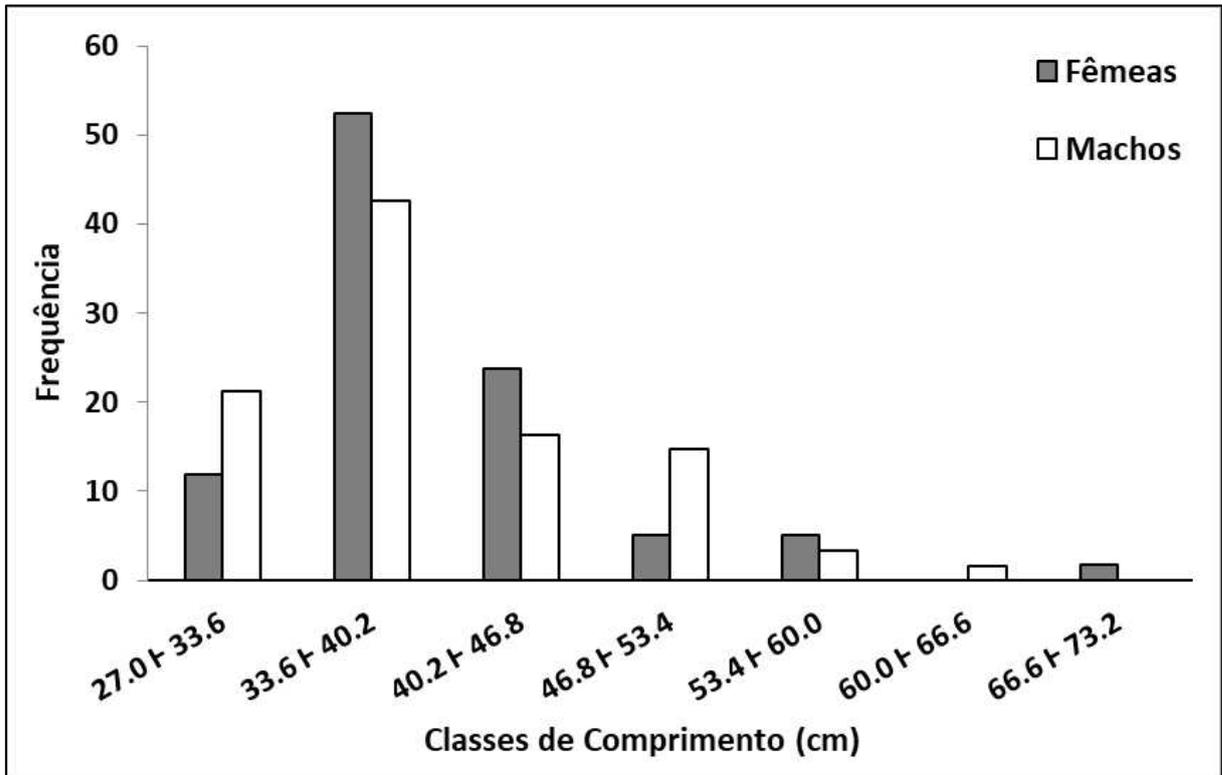
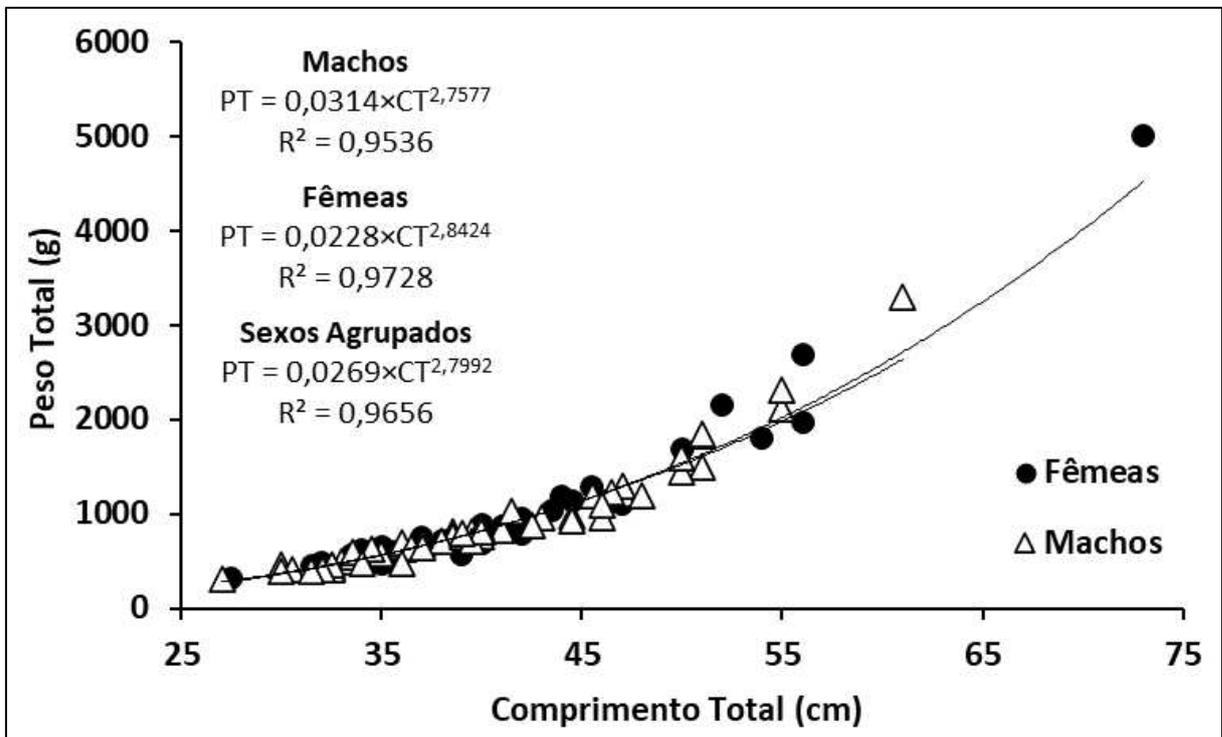


Figura 22 – Relação peso-comprimento de machos, fêmeas e sexos agrupados da cioba, *Lutjanus analis*, desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.



Os estágios de desenvolvimento ovocitário das fêmeas foram crescimento primário (PG), cortical alveolar (CA), oócitos vitelogênicos (Vtg1, Vtg2 e Vtg3), além da presença de oócitos hidratados (H) e folículos pós-ovulatórios (POF) (Figura 23 e Figura 24). Os estágios de desenvolvimento dos testículos dos machos registrados foram espermatogônia primária (Sg1), espermatócito primário (Sc1), espermatócito secundário (Sc2), espermatozoide (Sz), espermátide (St), epitélio germinativo descontínuo (EGD), lúmen (L) (Figura 25). O Tamanho de Primeira Maturação Gonadal (L_{50}) foi 35,4 cm para sexos agrupados ($R^2 = 0,51$), 35,1 cm para as fêmeas ($R^2 = 0,43$) e 35,8 cm para os machos ($R^2 = 0,60$) (Figura 26).

Figura 23 - Fotomicrografia de ovários durante o ciclo gonadal em fêmeas de *Lutjanus analis*. (a) ovário imaturo; (b) ovário em desenvolvimento; (c) ovário capaz de desovar; (d) ovário ativamente desovando; (e) ovário em regressão; (f) ovário em regeneração. PO, parede ovariana; PG, crescimento primário; CA, oócito cortical alveolar; Vtg1, oócito vitelogênico primário; Vtg2, oócito vitelogênico secundário; Vtg3, oócito vitelogênico terciário; H, oócito hidratado; POFs, complexo folicular pós-ovulatório. Método de Coloração (Hematoxilina-Eosina).

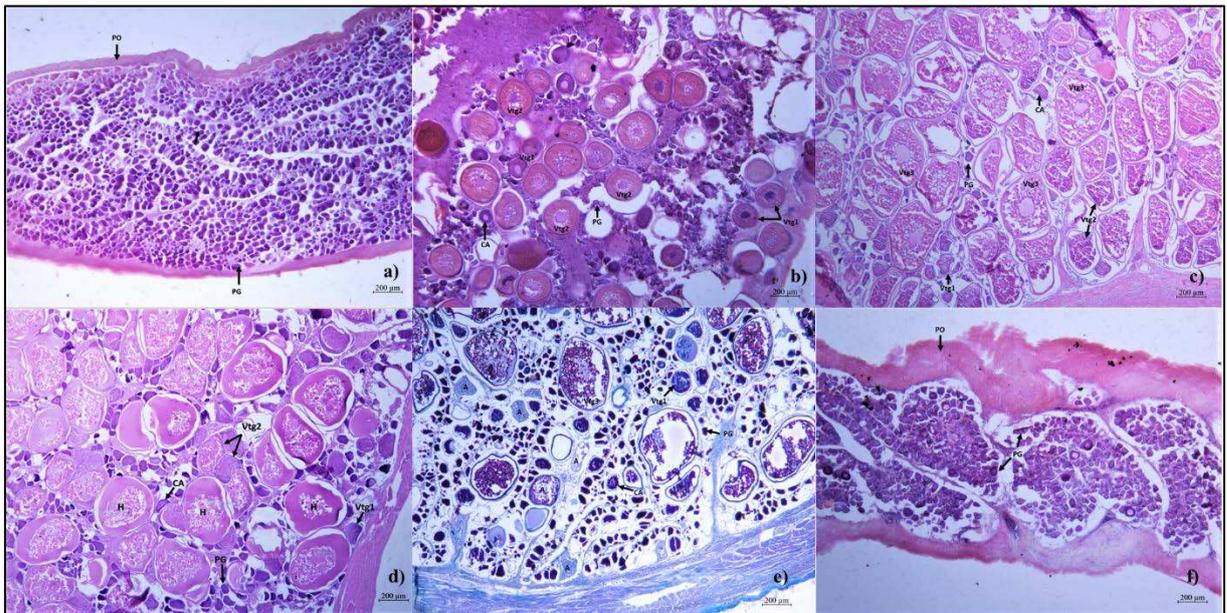


Figura 24 - Fotomicrografia de gônadas, com indicação de estágios de desenvolvimento oocitário de fêmeas de *L. analis*, amostradas no litoral do Ceará, Brasil. Estágios de desenvolvimento dos oócitos: crescimento primário (PG), cortical alveolar (CA), oócitos vitelogênicos (Vtg1, Vtg2 e Vtg3), oócitos hidratados (H) e folículos pós-ovulatórios (POF). Oocyte maturation. Ovulation. Secondary growth.

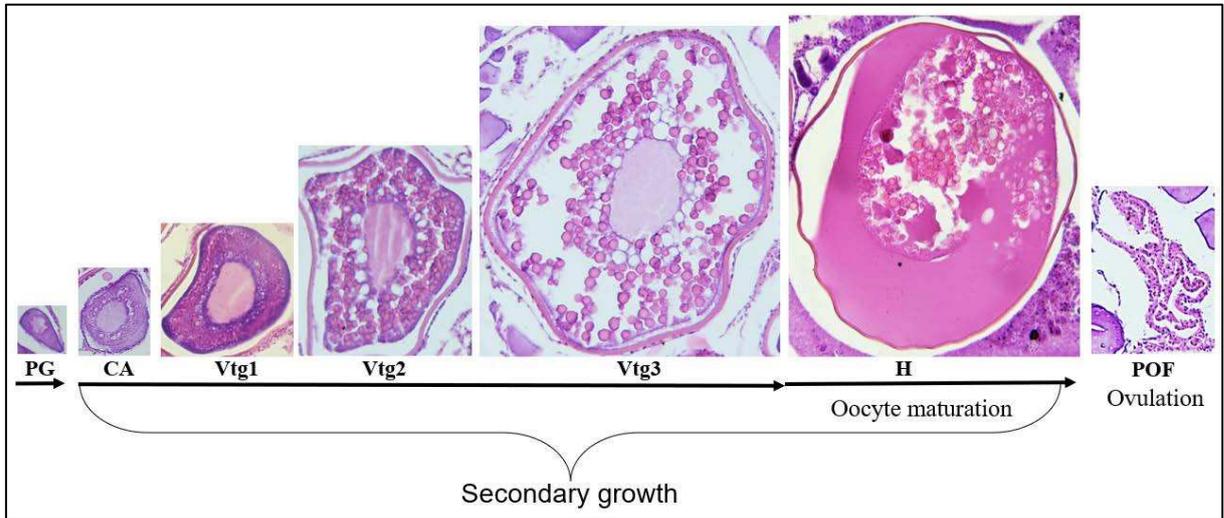


Figura 25 - Fotomicrografia de testículos durante o ciclo gonadal em machos de *Lutjanus analis*. (a) testículo imaturo; (b) testículo em desenvolvimento; (c) testículo capaz de desovar; (d) testículo em regressão; (e) testículo em regeneração. Sg1, espermatogônia primária; Sc1, espermatócito primário; Sc2, espermatócito secundário; Sz, espermatozoide; St, espermátide; EGD, epitélio germinativo descontínuo; L, lúmen. Método de Coloração (Hematoxilina-Eosina).

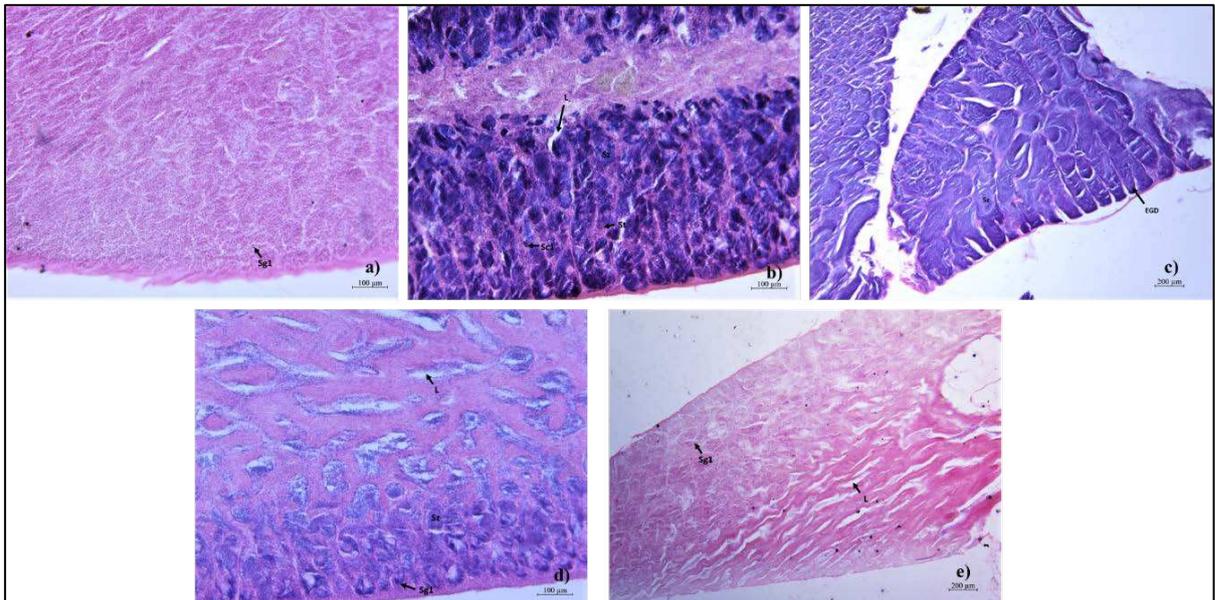
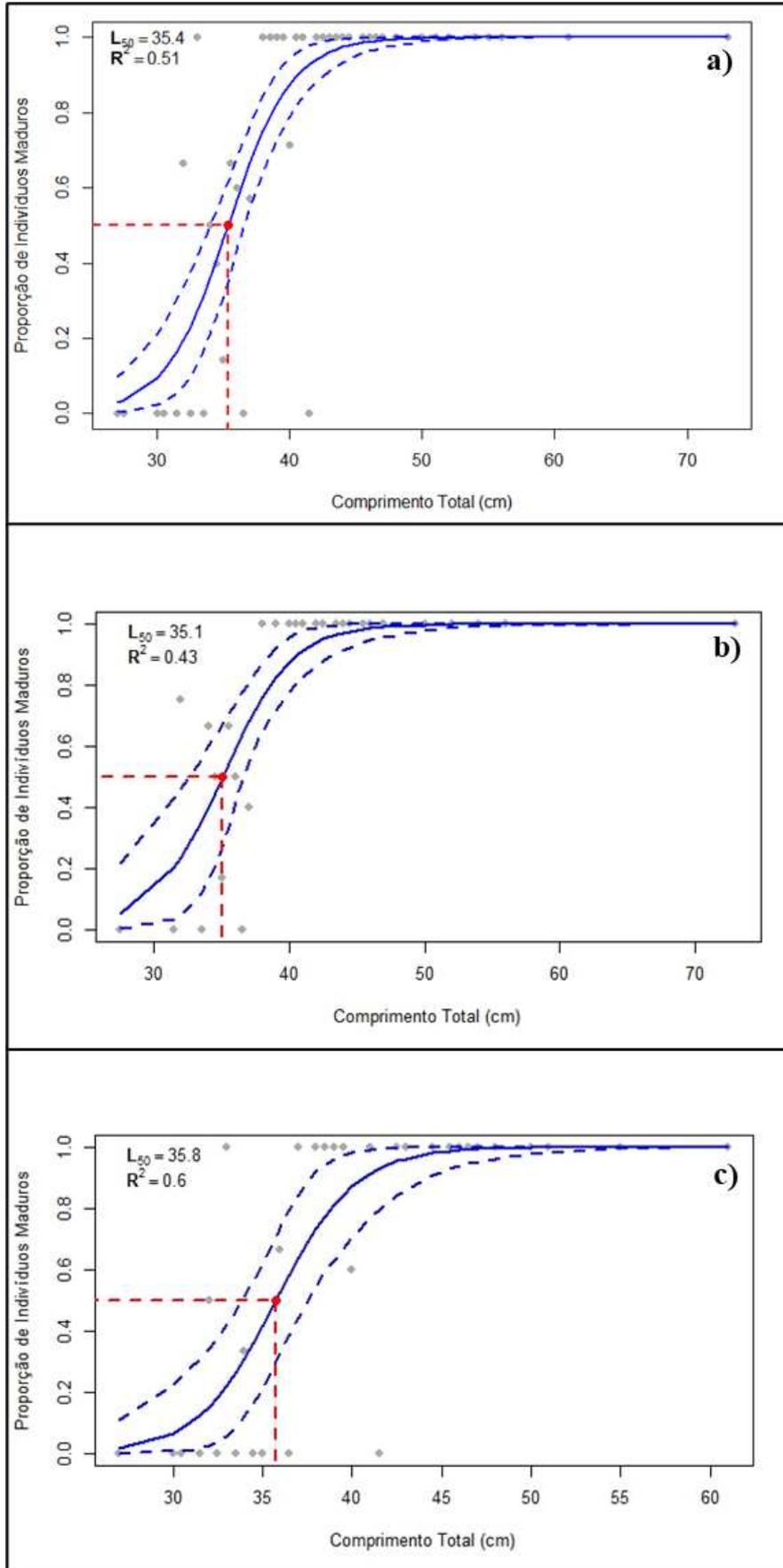
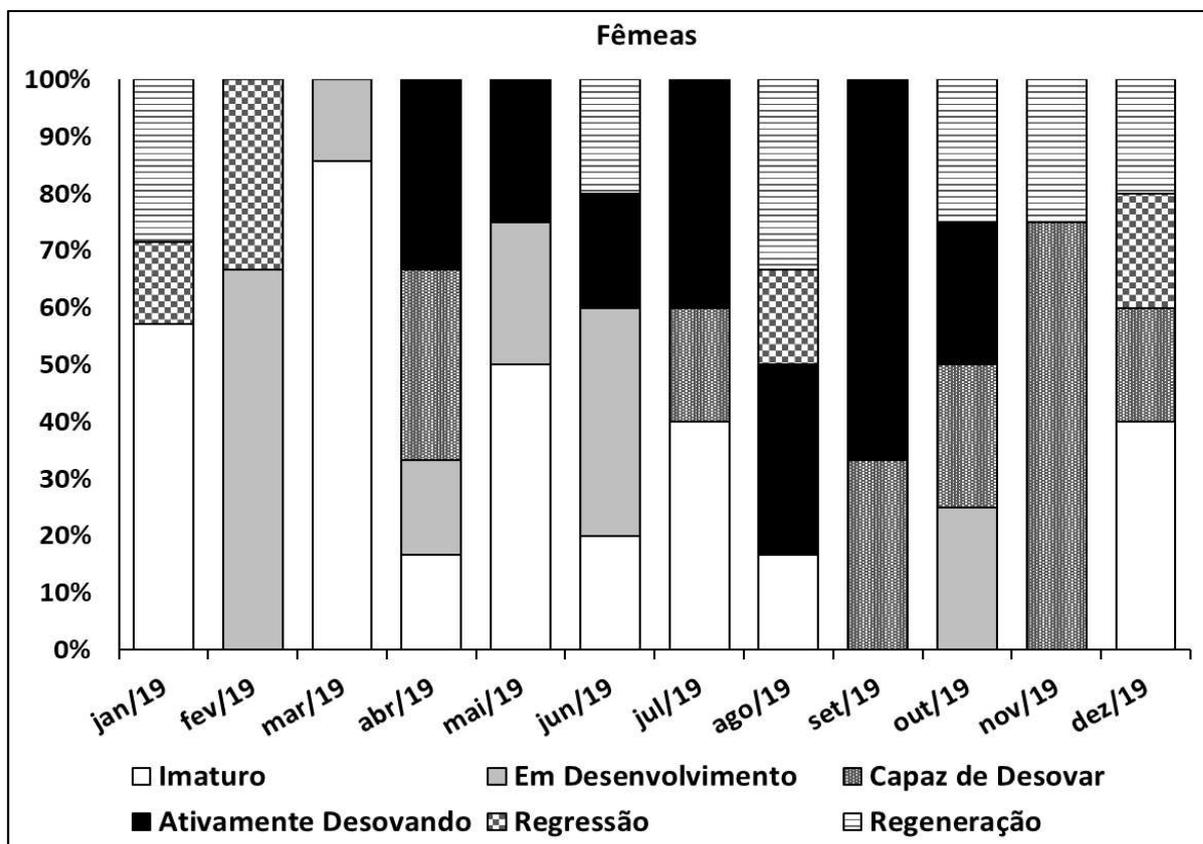


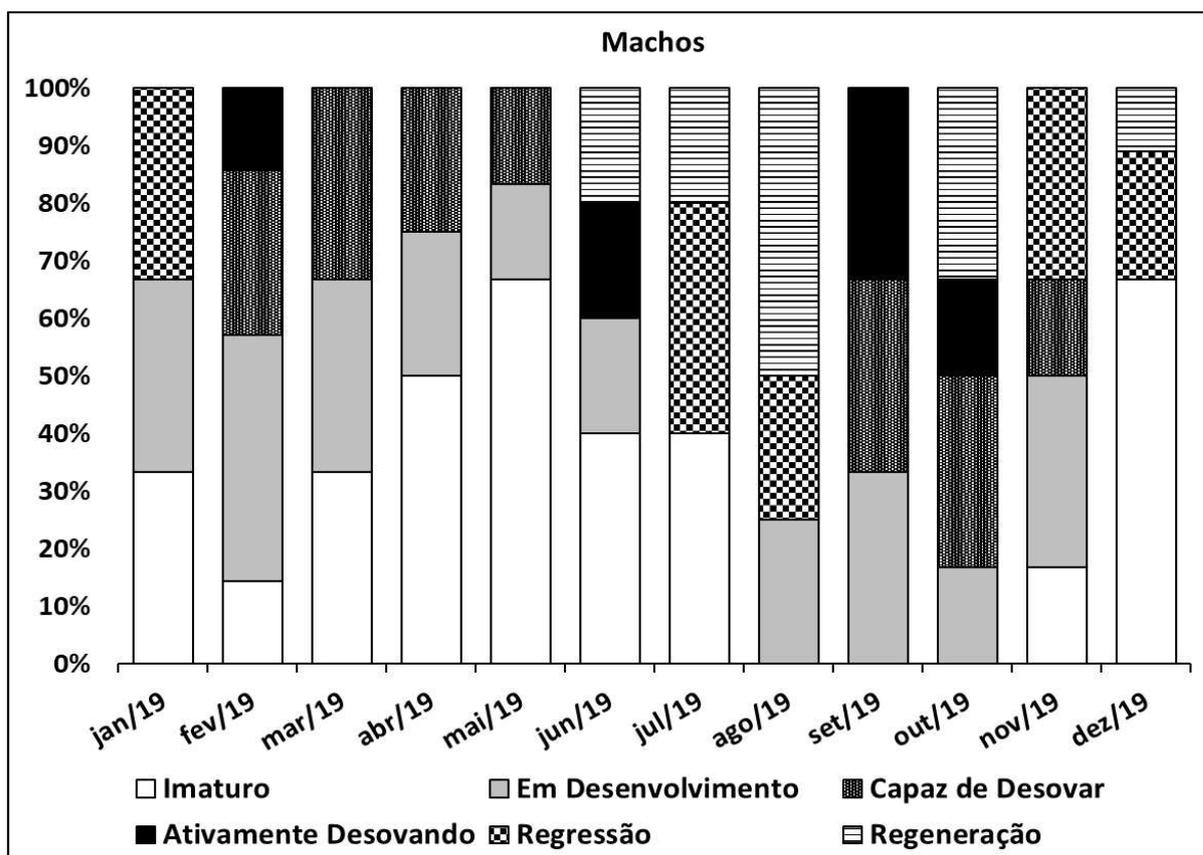
Figura 26 – Tamanho de Primeira Maturação Gonadal (L_{50}) para sexos agrupados (a), fêmeas (b) e machos (c) da cioba, *Lutjanus analis*, desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.



Considerando o total de indivíduos amostrados ($n = 120$), 39 indivíduos foram considerados imaturos (23%) e 81 foram classificados nas seguintes fases: “Em Desenvolvimento” (21), “Capaz de Desovar” (18), “Ativamente Desovando” (15), “Regressão” (12), “Regeneração” (15) (Figura 27). As fêmeas imaturas foram registradas principalmente em janeiro e março (quatro e seis indivíduos, respectivamente) e os machos imaturos foram amostrados principalmente em maio (quatro indivíduos). A quantidade de fêmeas capazes de desovar e ativamente desovando foi uniforme ao longo do ano todo, com exceção dos meses de janeiro, fevereiro e março, quando não foram registradas fêmeas nestas fases de maturação gonadal. Quanto aos machos, verificou-se ausência de indivíduos classificados nestas fases em janeiro, julho, agosto e dezembro. Os indivíduos na fase de regeneração das gônadas foram registrados principalmente em janeiro (duas fêmeas), agosto (duas fêmeas e dois machos) e outubro (uma fêmea e dois machos) (Figura 27).

Figura 27 - Frequência relativa mensal (%) das fases de maturação gonadal de fêmeas e machos da cioba, *Lutjanus analis*, coletados entre janeiro e dezembro de 2019 em Fortaleza-CE, Brasil.





O IHS da espécie para sexos agrupados variou de 0,50 a 1,11 (Figura 28), com picos em maio e novembro. As fêmeas apresentaram pico de IHS em novembro ($1,11 \pm 0,40$), com diferença significativa entre os meses ($H = 24,29$; $p = 0,0115$) e entre estações ($U = 69,5$; $p = 0,00148$), onde notou-se diferença principalmente para o mês de dezembro e maior representatividade para a estação seca (Apêndice B). O pico de IHS para os machos foi em maio ($0,92 \pm 0,07$), porém não houve diferença significativa entre meses ($H = 18,09$; $p = 0,0795$), nem entre estações do ano (seca/chuvosa) ($U = 160,5$; $p = 0,4411$) (Figura 28).

O IGS da espécie para sexos agrupados variou de 0,27 a 2,15, com pico em setembro. Avaliando por sexo, observa-se um pico de IGS coincidente para machos e fêmeas no mês de setembro (machos = $1,67 \pm 0,88$; fêmeas = $2,15 \pm 1,75$) (Figura 29). Este parâmetro não variou significativamente entre meses tanto para as fêmeas ($H = 14,52$; p fêmeas = 0,2057), como para os machos ($H = 15,91$; p machos = 0,1446). Quanto às estações do ano, verificou-se diferença significativa para os machos com maior representatividade na estação seca ($U = 103$; $p = 0,0153$), mas esse padrão não foi observado nas fêmeas ($U = 165$; $p = 0,6398$) (Apêndice B). Os resultados indicam que a espécie apresenta uma desova alongada no ano inteiro, com pico principalmente no segundo semestre, no mês setembro.

Figura 28 – Variação mensal do Índice Hepatosomático (IHS) de fêmeas e machos maduros sexualmente (n = 81) da cioba, *Lutjanus analis*, desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.

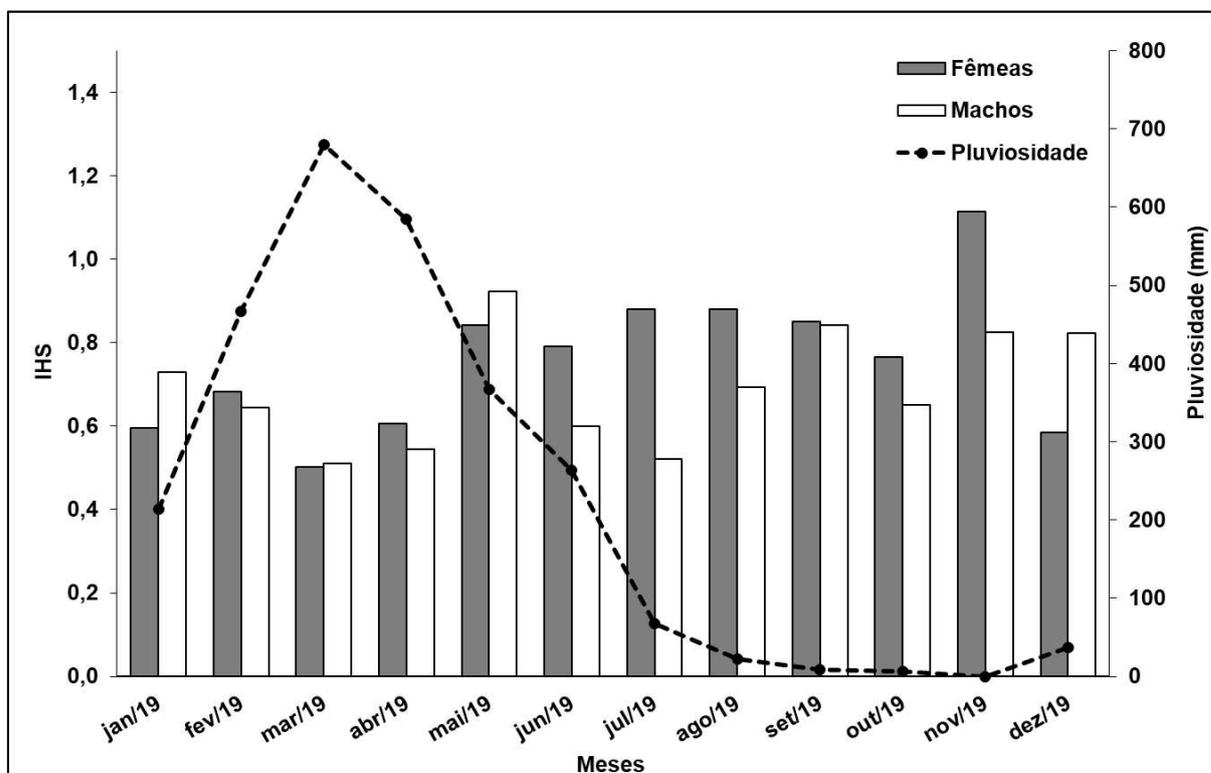
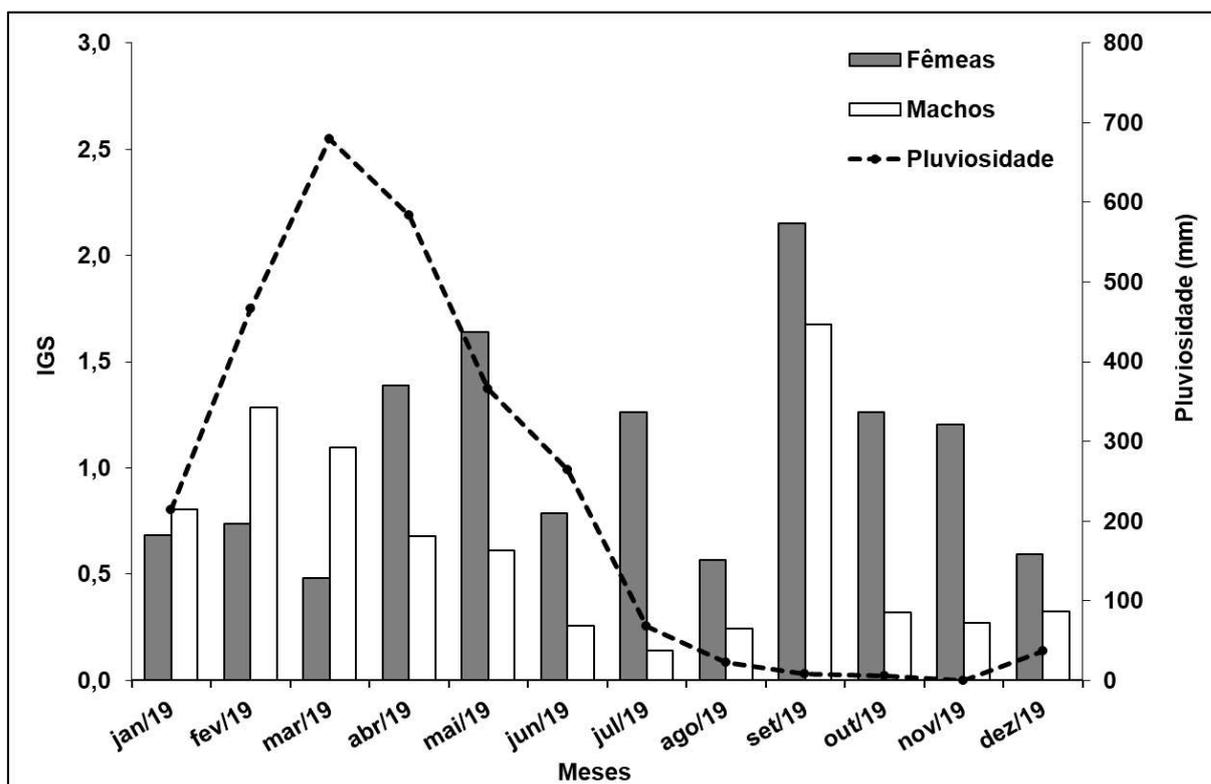
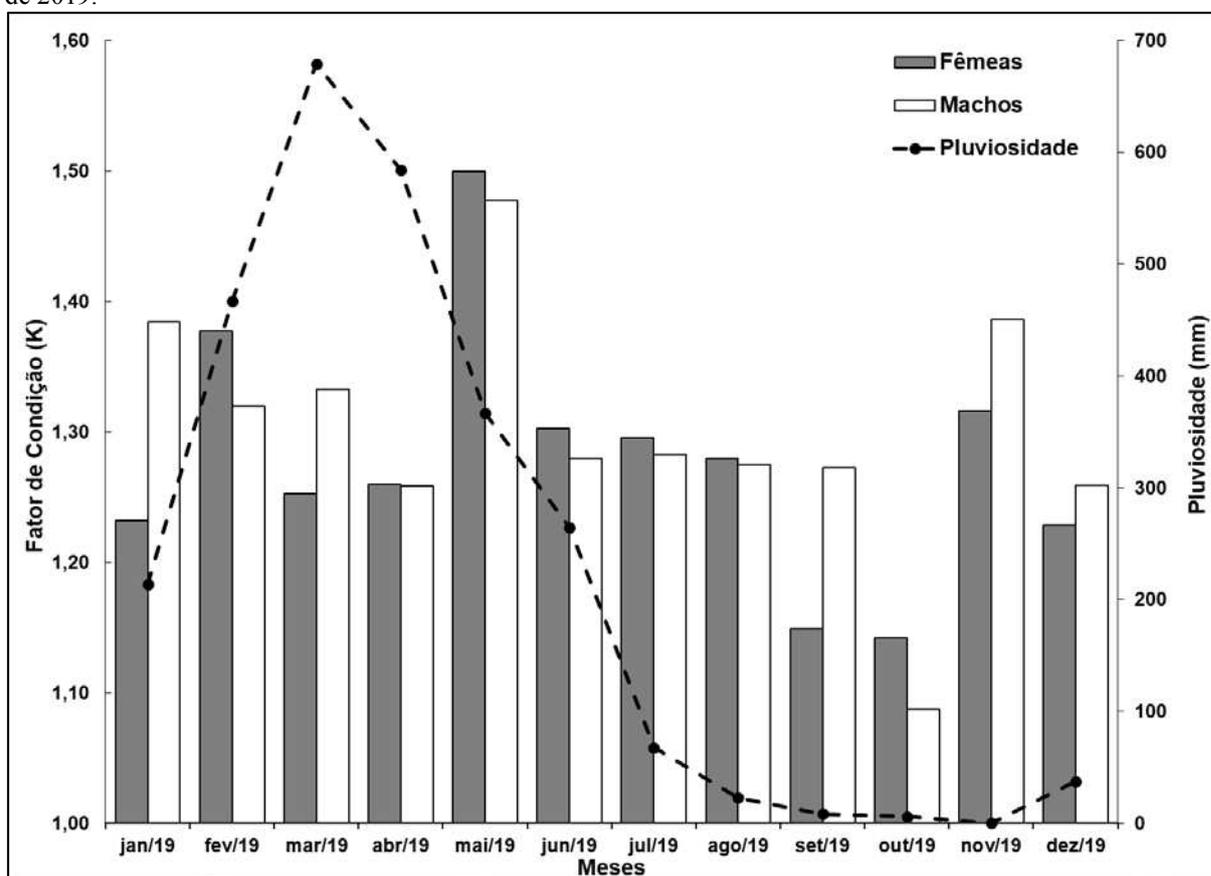


Figura 29 - Variação mensal do Índice Gonadossomático (IGS) de fêmeas e machos maduros sexualmente (n = 81) da cioba, *Lutjanus analis*, desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.



O fator de condição de Fulton (K) para os sexos agrupados variou de 1,09 a 1,50 entre os meses, com pico no mês de maio. As fêmeas ($1,50 \pm 0,05$) e machos ($1,48 \pm 0,14$) apresentaram maior condição de saúde corporal no mês maio. Para os machos, o fator K foi significativo entre meses ($H = 22,86$; $p = 0,0185$) e entre estações ($U = 295$; $p = 0,0339$), diferente das fêmeas que não apresentaram diferença significativa no fator de condição entre meses ($H = 16,45$; $p = 0,1254$), nem entre estações ($U = 365$; $p = 0,31165$). Portanto, verificou-se que o grau de higidez da espécie foi maior em maio e somente foi influenciado pela pluviosidade para os machos (Figura 30).

Figura 30 - Variação mensal do fator de condição de Fulton (K) de machos e fêmeas da cioba, *Lutjanus analis*, desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, com indicação da pluviosidade, entre janeiro e dezembro de 2019.



Considerando a análise ovocitária, pode-se afirmar que existe uma variação significativa quanto ao diâmetro dos ovócitos ($H = 581,9$; $p < 0,01$; $1,628Xe^{-123}$), o que sugere um desenvolvimento assincrônico e conseqüentemente desova parcelada (Figura 31). A fecundidade média da espécie foi 194.838 ovócitos. Os maiores valores de fecundidade foram registrados nos meses de junho (488.815 ovócitos em uma fêmea com 73 cm de CT) e setembro (372.281 ovócitos em uma fêmea com 54 cm de CT). Constatou-se uma relação proporcional entre o tamanho e peso das fêmeas com uma maior quantidade de ovócitos. A fecundidade apresentou-se diretamente proporcional tanto com o comprimento total (cm) quanto com o peso total (g) ($R^2 = 0,8432$; $R^2 = 0,7774$, respectivamente) (Figura 32 e Figura 33).

Figura 31 – Quantidade e diâmetro dos oócitos das fêmeas da cioba, *Lutjanus analis*, desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.

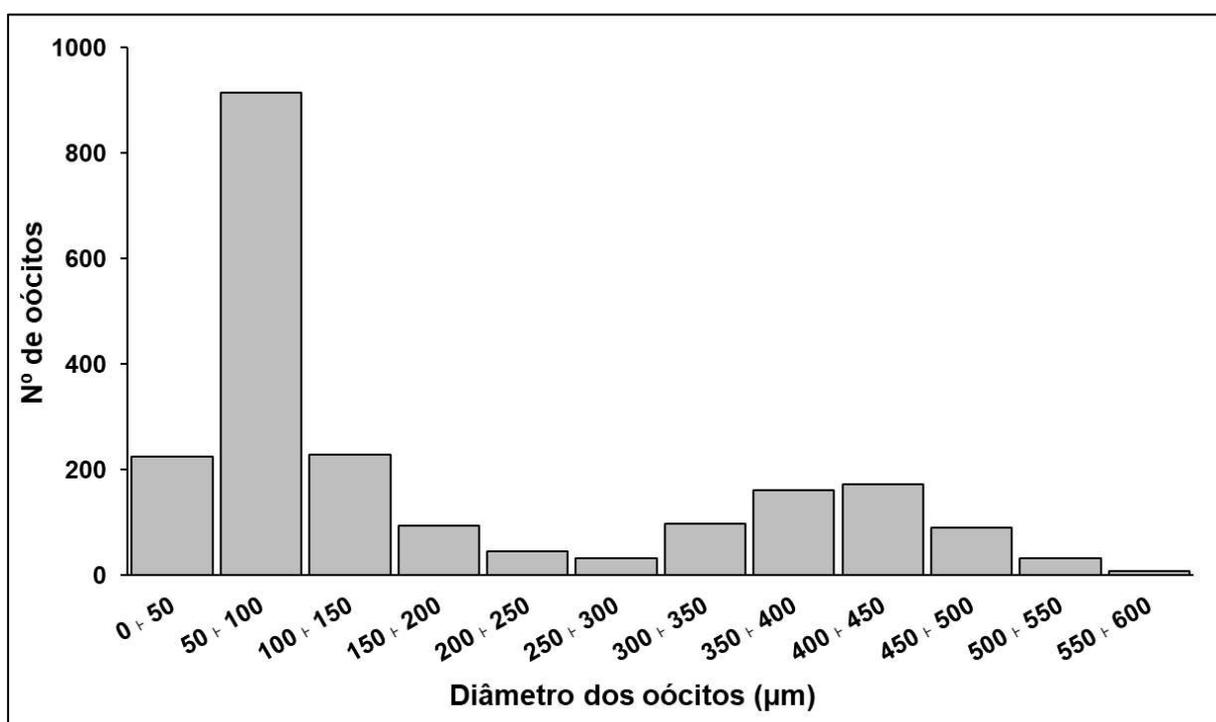


Figura 32 – Relação do número de ovócitos com o comprimento total (cm) de fêmeas da cioba, *Lutjanus analis*, desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.

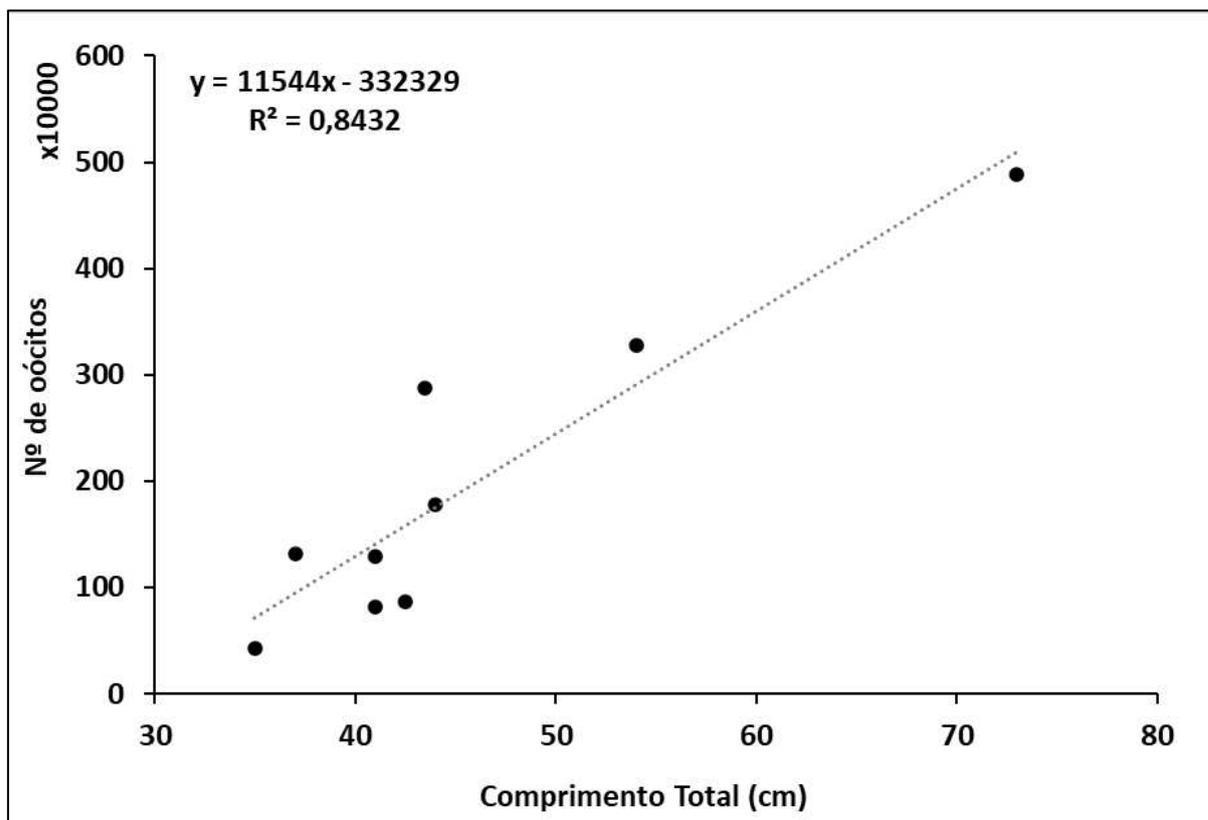
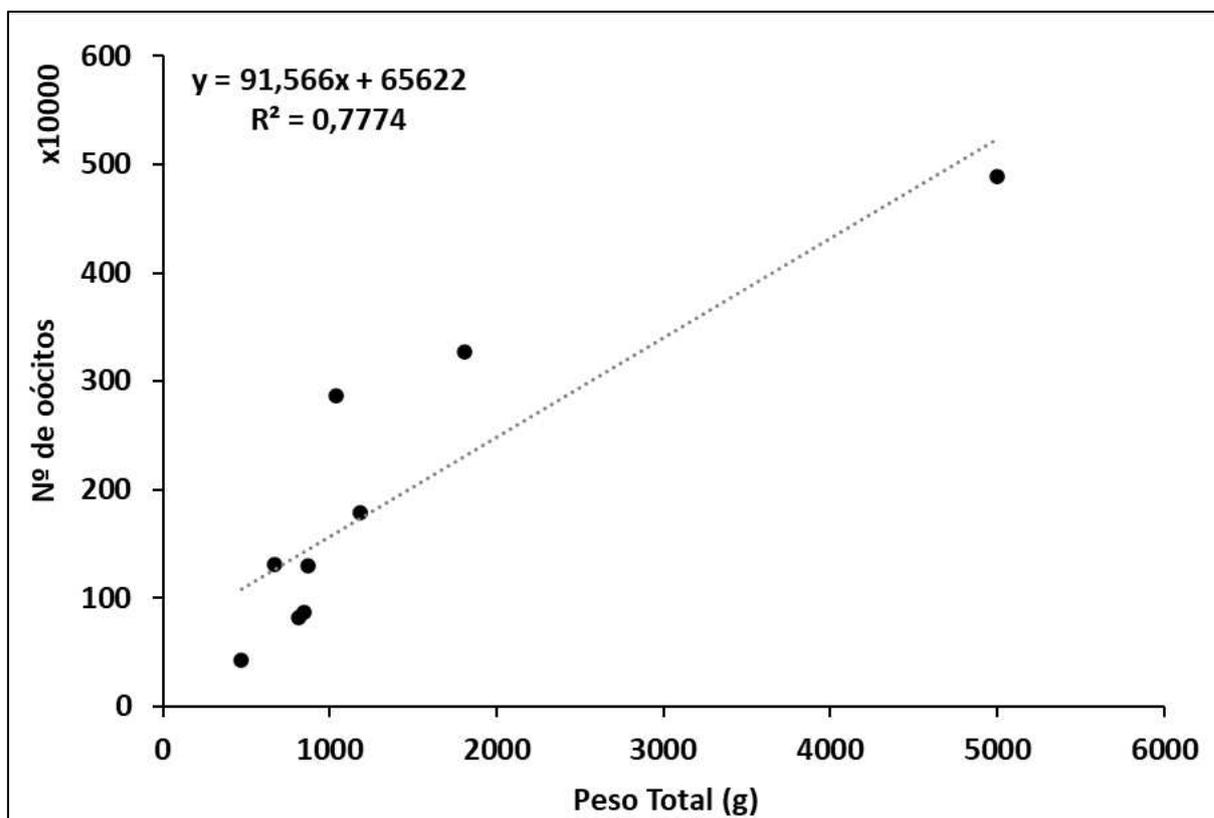


Figura 33 - Relação do número de ovócitos com o peso total (g) de fêmeas da cioba, *Lutjanus analis*, desembarcada na enseada do Mucuripe, Fortaleza-CE, entre janeiro e dezembro de 2019.



5.4 DISCUSSÃO

A cioba é uma espécie de alto valor comercial (ALLEN, 1985) e encontra-se em um cenário preocupante quanto ao seu status populacional global e nacionalmente, sendo classificada como “Quase Ameaçada” (ICMBIO, 2018; LINDEMAN *et al.*, 2016). Considerando a existência de lacunas de conhecimento no que diz respeito à sua biologia reprodutiva, informações atualizadas podem servir como ferramentas de manejo para a gestão pesqueira dessa espécie, principalmente no Brasil, onde a maioria dos estudos sobre reprodução de peixes marinhos estão concentrados na região sul (TRINDADE-SANTOS; FREIRE, 2015). Nesse contexto, este estudo, aliado a conjuntos de dados temporais, tem potencial para contribuir para uma melhor compreensão da dinâmica populacional da cioba ao longo de suas diferentes gerações, bem como fortalecer conclusões sólidas sobre o tempo geracional de *Lutjanus analis* em futuras avaliações de estoques. Além disso, é importante destacar que este artigo é pioneiro no Brasil, pois é o segundo artigo a estimar diretamente parâmetros reprodutivos para a cioba (*Lutjanus analis*) (TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010) e o primeiro no Ceará a abordar aspectos relacionados a essa temática.

A proporção sexual foi equitativa entre sexos, conforme também visto em estudos no Atlântico Norte (Belize) (GRAHAM *et al.*, 2008) e no Brasil (Bahia) (TEIXEIRA, DUARTE; FERREIRA, 2010). Proporções sexuais semelhantes é uma tendência recorrente em peixes recifais (SADOVY, 1996), bem como em espécies de lutjanídeos (GARCÍA-CAGIDE; CLARO; KOSHELEV, 2001). Contudo, estes resultados também podem ter sido influenciados por diferentes índices de mortalidade entre sexos, uma vez que este fator pode atuar de modo diferencial sobre machos e fêmeas, influenciando no predomínio de indivíduos de um mesmo sexo nas diferentes fases de desenvolvimento (VAZZOLER, 1996).

O peso e o comprimento não diferiram entre machos e fêmeas, resultados que divergem do padrão geral de teleósteos, em que as fêmeas são maiores e pesam mais que os machos (VAZZOLER, 1996), conforme já registrado para essa espécie (GRAHAM *et al.*, 2008). Este padrão pode ter sido influenciado pelo fato de que lutjanídeos apresentam distribuição ontogenética por profundidade, ou seja, os indivíduos menores situam-se em águas rasas, enquanto os indivíduos mais velhos habitam recifes profundos e mais distantes da costa (CERVIGÓN, 1993; CLARO; LINDEMAN, 2008; COCHERET DE LA MORINIÈRE *et al.*, 2003; FRÉDOU; FERREIRA, 2005). Além disso, em épocas reprodutivas se concentram na quebra da plataforma (SADOVY, 1996), dificultando a captura pela pesca de pequena escala, principalmente no segundo semestre do ano, onde os ventos são mais intensos.

O L_{50} registrado no presente estudo foi maior do que aqueles registrados em outros estudos publicados no Brasil (FREITAS *et al.*, 2011; TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010) e menor do que aquele registrado em Cuba (CLARO, 1981). O fato desse parâmetro ser denso-dependente e variar conforme a pressão pesqueira exercida (FONTELES-FILHO, 2011), pode indicar que a frota pesqueira utiliza aparelhos-de-pesca mais seletivos, como a linha de mão, e/ou que exerce um baixo esforço de pesca sobre o estoque capturável dessa espécie, visto que foram verificados bons índices de parâmetros reprodutivos para *L. analis*. Contudo, falhas na padronização das estimativas de L_{50} , o grau de seletividade dos aparelhos-de-pesca e o fato de que a pesca pode atuar em diferentes regiões (FRÉDOU; FERREIRA, 2005), podem segmentar uma população por extratos, causando vieses nas conclusões. Parâmetros reprodutivos, como época de desova e comprimento de maturação gonadal devem ser coletados em diferentes escalas espaciais e temporais para que se possa avaliar, com clareza, a influência da pesca sobre os estoques de peixes em diferentes ecossistemas (TRINDADE-SANTOS; FREIRE, 2015). Portanto, os dados obtidos no presente estudo poderão ser usados em conjunto de séries temporais em modelos de avaliação de estoques, para que possam ser geradas conclusões precisas sobre o status populacional dessa espécie no Nordeste.

A cioba desova entre março e julho (primavera/verão) no Atlântico Norte, conforme estudos realizados na Flórida/EUA (BURTON *et al.*, 2005; FEELEY *et al.*, 2018), no México (CASTRO-PEREZ *et al.*, 2018), em Belize (GRAHAM *et al.*, 2008; HEYMAN; KJERFVE, 2008), Cuba (LA GUARDIA *et al.*, 2018) e Venezuela (ROMERO *et al.*, 2011). Por outro lado, no Brasil, os registros indicam que as fêmeas dessa espécie apresentam desova contínua ao longo do ano, com um pico sazonal entre novembro e abril, coincidindo com o verão/outono (TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010). Sabe-se que *L. analis* caracteriza-se por apresentar uma única população sem sub-divisões geográficas ao longo da costa brasileira (DIAS JUNIOR, 2012) e que, em geral, as fêmeas são as principais responsáveis por uma estação de desova (TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010), já que, possuem gônadas mais túrgidas e apresentam maiores valores de IGS que os machos (TRINDADE-SANTOS; FREIRE, 2015). Os dados de IGS registrados neste estudo corroboram a hipótese de uma desova alongada no ano inteiro para a cioba, pois as fêmeas não apresentaram diferenças significativas no IGS entre meses, nem entre estações do ano. Além disso, a quantidade de fêmeas capazes de desovar e ativamente desovando foi uniforme ao longo do ano todo, com exceção para os três primeiros meses do ano. Em contrapartida, o IHS das fêmeas foi significativo tanto entre meses quanto entre estações do ano, com maior representatividade para

a estação seca (junho a dezembro). Portanto, tais padrões, aliados a um notável pico de IGS coincidente para machos e fêmeas em setembro, além da evidência de desenvolvimento ovocitário assincrônico, que resulta em uma desova parcelada, indicam que essa espécie parece apresentar uma desova alongada durante o ano todo, com um pico de desova mais proeminente na estação seca, principalmente em setembro.

Muitas espécies de peixes recifais têm preferência por uma determinada época do ano para a desova (SADOVY, 1996) e são fortemente influenciadas por “gatilhos ambientais” neste período, como temperatura, salinidade, fotoperíodo ou pluviosidade (FONTELES-FILHO, 2011). Essa preferência pela desova em períodos específicos já foi registrada para *L. analis* na Flórida/EUA (BURTON *et al.*, 2005; FEELEY *et al.*, 2018), no Caribe (ALLEN, 1985), na Venezuela (CERVIGÓN, 1993; ROMERO *et al.*, 2011) e no Brasil (TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010). Os picos de fecundidade para a cioba, registrados em junho (488.815 ovócitos) e setembro (372.28 ovócitos), corroboram a hipótese de que a espécie apresenta um pico de desova na estação seca, já que as fêmeas são consideradas indicadoras de uma sessão de desova (TEIXEIRA; DUARTE; FERREIRA, 2010), com um único macho sendo responsável por fertilizar várias fêmeas. Esse padrão de desova múltipla em fêmeas é considerado uma estratégia reprodutiva, com o intuito de evitar a competição espacial e garantir uma maior sobrevivência larval (NIKOLSKY, 1963). Além disso, a produtividade de ecossistemas marinhos é maior em períodos chuvosos (ADHARINI *et al.*, 2020; QAMAR; PANHWAR; RIEDEL, 2018), padrão que influi diretamente no crescimento corporal dos indivíduos, que precisarão se alimentar com maior frequência para garantir seu desenvolvimento corporal e a maturação das gônadas, para que conseqüentemente possam desovar na estação seca.

L. analis apresenta bons índices de parâmetros reprodutivos na região sob estudo, uma vez que o tamanho de primeira maturação gonadal foi maior do que aqueles previamente estabelecidos em estudos pretéritos. Além disso, foram registrados indivíduos nas maiores classes de comprimento (“mega-spawners”), que são diretamente responsáveis pelo período reprodutivo, com destaque para as fêmeas, que influem diretamente na saúde da porção juvenil de uma população de peixes (PALUMBI, 2004). Existem várias abordagens para avaliar o desempenho biológico de uma espécie durante um processo de avaliação de estoques. Nesse contexto, os gestores podem recorrer a uma variedade de indicadores de desempenho pesqueiro, incluindo a composição de comprimentos nas capturas, estrutura etária, biomassa, estimativas de densidade, época e proporção de desova, taxas reprodutivas, dentre outros (COOPER, 2006; SAMOILYS, 1997). As avaliações tradicionais de estoques exigem frequentemente grandes

quantidades de dados, que são escassos em pescarias de pequena escala, como é o caso da pesca desenvolvida pela frota da enseada do Mucuripe. Portanto, os registros abordados neste estudo podem desempenhar um papel fundamental ao oferecerem suporte a métodos de avaliação de estoques para pescarias pobres em dados e subsidiar gestores pesqueiros na tomada de decisão. Portanto, sugerimos um efetivo monitoramento das capturas dessa espécie no Nordeste, com o propósito de avaliar possíveis flutuações em parâmetros reprodutivos e conseqüentemente na abundância dessa espécie comercialmente importante.

REFERÊNCIAS

- ADHARINI, R. I. *et al.* The diversity of intertidal fish in Sundak Beach, Yogyakarta, Indonesia, during dry and rainy seasons. **E3S Web of Conferences**, v. 147, n. 4, 02020, 2020.
- ALLEN, G. R. FAO species catalogue. **Snappers of the world**. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fisheries Synopsis, vol. 6, n. 125, Rome, Italy. 1985. 208 p.
- AULT, J. S.; SMITH, S. G.; BOHNSACK, J. A. Evaluation of average length as an estimator of exploitation status for the Florida coral-reef fish community. **ICES Journal of Marine Science**, v. 62, n. 3, p. 417–423, 2005.
- AULT, J. S. *et al.* Length-based assessment of sustainability benchmarks for coral reef fishes in Puerto Rico. **Environm. Conserv.**, v. 35, n. 3, p. 221–231, 2008.
<https://doi.org/10.1017/S0376892908005043>
- BABCOCK, E. A.; TEWFIK, A.; BURNS-PEREZ, V. Fish community and single-species indicators provide evidence of unsustainable practices in a multi-gear reef fishery. **Fisheries Research**, v. 208, p. 70-85, 2018.
- BORTONE, S. A.; WILLIAMS, J. L. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (South Florida)-gray, lane, mutton and yellowtail snappers. U.S. Army Corps of Engineers TR EL-82-4., **Fish Wildl. Serv. Biol. Rep.**, 82 (11.52), 18 pp, 1986.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do nordeste do Brasil 2006**. Tamandaré: CEPENE, 2008. 385p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA Nº 300, de 13 de dezembro de 2022. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Edição 234, seção 01, pág 75, 14 de dezembro de 2022; 90 p.
- BROWN-PETERSON, N. J. *et al.* A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes, **Marine and Coastal Fisheries**, v. 3, n. 1, p. 52-70, 2011. DOI: 10.1080/19425120.2011.555724
- BURTON, M. L. Age, growth and mortality of mutton snapper, *Lutjanus analis*, from the east coast of Florida, with a brief discussion of management implications. **Fisheries Research**, v. 59, n. 1-2, p. 31-41, 2002.
- BURTON, M. L. *et al.* Preliminary evidence of increased spawning aggregations of mutton snapper (*Lutjanus analis*) at Riley's Hump two 110íto after establishment of the Tortugas South Ecological Reserve. **Fish Bull.**, v. 103, p. 404-410, 2005.
- CASTRO-PÉREZ, J. M. *et al.* Comparison of catch, CPUE and length distribution of spawning aggregations of mutton snapper (*Lutjanus analis*) and grey triggerfish (*Balistes capriscus*) on a Mesoamerican coral reef. **Lat. Am. J. Aquat. Res.**, v. 46, n. 4, p. 717-726, 2018.

CERVIGÓN, F. **Los peces marinos de Venezuela**. Volume 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela, 1993. 497 p.

CLARO, R. Ecología y ciclo de vida del pargo criollo, *Lutjanus analis* (Cuvier), em la plataforma cubana. **Acad. Cienc. Cuba, Inf. Cient. Inst. Oceanol.**, v. 186, p. 1-83, 1981.

CLARO, R. Changes in fish assemblage structure by the effects of intense fisheries activities. **Trop Ecol.**, v. 32, p. 36–46, 1991.

CLARO, R. *et al.* Historical analysis of Cuban commercial fishing effort and the effects of management interventions on importante reef fishes from 1960-2005. **Fisheries Research**, v. 99, p. 7-16, 2009.

CLARO, R.; LINDEMAN, K. C. **Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental**. Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, 2008. 472p.

COCHERET DE LA MORINIÈRE, E. *et al.* 2003. Ontogenetic dietary changes of coral reef fishes in the mangrove-seagrass-reef continuum: stable isotopes and gut-content analysis. **Marine Ecology Progress Series**, v. 246, p. 279-289, 2003.

COOPER, A. B. **A Guide to Fisheries Stock Assessment: From Data to Recommendations**. New Hampshire: University of New Hampshire, 2006. 47 p.

DIAS JUNIOR, E. A. **Estrutura genética populacional de *Lutjanus analis* cioba e *Lutjanus jocu* dentão (Lutjanidae) ao longo do litoral brasileiro**. 2012. 95 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

FEELEY, M. W. *et al.* Spawning migration movements of Mutton Snapper in Tortugas, Florida: Spatial dynamics within a marine reserve network. **Fisheries Research**, v. 204, p. 209-223, 2018.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3)**. São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1980. 96p.

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Expressão Gráfica, Fortaleza, 2011. 464p.

FRÉDOU T.; FERREIRA, B. P. Bathymetric Trends of Northeastern Brazilian Snappers (Pisces, Lutjanidae): Implications for the Reef Fishery Dynamic. **Brazilian Archives of Biology and Thecnology**, v. 48, n. 5, p. 787-800, 2005.

FREITAS, M. O.; ABILHOA, V.; SILVA, G. H. C. Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 9, n. 2, p. 411-418, 2011.

FREITAS, M. O. *et al.* Spawning patterns of commercially important reef fish (Lutjanidae and Serranidae) in the tropical western South Atlantic. **Scientia Marina**, v. 75, n. 1, p. 135-146, 2011.

FROESE, R. Cube Law, Condition Factor, and Weight-Length Relationships: History, Meta-Analysis and Recommendations. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 22, p. 241-253, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>

- FLORES, A.; WIFF, R.; DÍAZ, E. 2014. Using the gonadosomatic index to estimate the maturity ogive: application to Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*). **ICES J. Mar. Sci.**, v. 72, n. 2, p. 508–514, 2014. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsu155>
- FUNCEME, FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Para Entender Melhor a Previsão Meteorológica para a Estação Chuvosa no Ceará.** Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. P. 20, 2009.
- FUNCEME, FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Calendário das Chuvas no Estado do Ceará.** Posto Pici. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=2694. Acesso em: 25 jun. 2023.
- GARCÍA-CAGIDE, A.; CLARO, R.; KOSHELEV, B. V. Reproductive patterns of fishes of the Cuban shelf. In Claro R., Lindeman K.C. and Parenti L.R. (eds) **Ecology of the marine fishes of Cuba.** Washington, DC: Smithsonian Institution Press, pp. 71–102, 2001.
- GONÇALVES-NETO, J. B. *et al.* A sleeping giant: the historically neglected Brazilian fishing sector. **Ocean and Coast. Manag.**, v. 209, p. 105699, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105699>
- GRAHAM, R. T. *et al.* Historical and contemporary evidence of a mutton snapper (*Lutjanus analis* Cuvier, 1828) spawning aggregation fishery in decline. **Coral Reefs**, v. 27, p. 311–319, 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s00338-007-0329-4>
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontol Electron.** v. 4, p. 1–9, 2001.
- HEYMAN, W.; KJERFVE, B. Characterization of Transient Multi-Species Reef Fish Spawning Aggregations at Gladden Spit, Belize. **Bulletin of Marine Science**, v. 83, n. 3, p. 531-551, 2008.
- HUNTER, J. R.; MACEWICZ, B. J. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. **NOAA Tech. Rep. NMFS** 36, p. 79–94, 1985.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1. Ed.** – Brasília, DF : ICMBio/MMA, 7 v., 2018. 492 p.
- JOBLING, M. Environmental factors and rates of development and growth, pp.97-122. In: Hart, P.J.B.; Reynolds, J.D. (eds). **Handbook of fish biology and fisheries.** Fish biology. Blackwell, USA. 413p. 2002.
- KLIPPEL, S. *et al.* 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.** Serie livros n.13. Rio de Janeiro Museu Nacional, pp. 83–98, 2005.
- LA GUARDIA, E. *et al.* Indicators of overfishing of snapper (Lutjanidae) populations on the southwest shelf of Cuba. **Ocean & Coastal Management**, v. 153, p. 116-123, 2018.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight I and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v. 20, p. 201-219, 1951.

LESSA, R. P.; NÓBREGA, M. F.; BEZERRA JR., J. L. **Dinâmica de populações e avaliação dos estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste**. Relatório Final, Programa REVIZEE/SCORE-NE, Recife, 2004. 274 p.

LINDEMAN, K. *et al.* *Lutjanus analis* (errata version published in 2019). **The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T12416A161245983**. 2016a. Acesso em: 14 de maio de 2023.

MARQUES, J. M. L.; FEITOSA, C. V. Catch sustainability of the main fish species exploited by handline in locations with distinct management systems in Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 51, 102199, 2022.

MENEZES, C. R. *et al.* Diagnóstico da pesca artesanal na área de influência do porto do Mucuripe, em Fortaleza (CE): subsídios à gestão pesqueira regional. **Sistemas e Gestão**. V. 14, n. 3, p. 279-290, 2019. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2019.v14n3.1554>

MURUA, H.; SABORIDO-REY, F. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. **J. Northwest Atlantic Fish. Sci.**, v. 33, p. 23–31, 2003. <http://dx.doi.org/10.2960/J.v33.a2>

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON M. V. H. **Fishes of the world**. 5th. ed. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2016. 752 p.

NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fishes**. New York: Academic Press, 1963. 352 p.

PALUMBI, S. R. Why mothers matter. **Nature**, v. 430, p. 621-22, 2004. <https://doi.org/10.1038/430621a>

PINHEIRO, W. M. *et al.* Size and sex composition of three carcharhiniform sharks landed by a coastal artisanal fleet from the northeastern coast of Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 21, n. 2, e230005, 2023. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2023-0005>

QAMAR, N.; PANHWAR, S. K.; RIEDEL, R. Feeding Patterns of Two Commercially Important Fish Species *Scomberoides commersonnianus* and *S. tol* in the Northern Arabian Sea Coast of Pakistan. **Pakistan J. Zool.**, v. 50, n. 3, p. 941-949, 2018.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.Rproject.org/>> 2023.

RHODES, K. L.; SADOVY, Y. Temporal and spatial trends in spawning aggregations of camouflage grouper, *Epinephelus polyphekadion*, in Pohnpei, Micronesia. **Environmental Biology of Fishes**, v. 63, p. 27–39, 2002.

ROMERO, M. A. *et al.* Identificación de sitios de agregaciones de desove de peces através del conocimiento ecológico local de los pescadores em El Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela. **Interciência**, v. 36, n. 2, p. 88-95, 2011.

SADOVY, Y. J. **Reproduction of reef fishery species**. Pp. 15-59. In: Polunin, N. V. C. & Roberts, C. M. (Eds.). Reef fisheries. London, Chapman & Hall, 1996. 477 p.

SADOVY, Y.; DOMEIER, M. L. Are aggregation-fisheries sustainable? Reef fish fisheries as a case study. **Coral Reefs**, v. 24, n. 2, p. 254-262, 2005.

SAMOILYS, M. A. **Manual for Assessing Fish Stocks on Pacific Coral Reefs**. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, QLD, 1997. 88 p.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, n. 153, p. 65- 66, 1926.

TEIXEIRA, S. F.; DUARTE, Y. F.; FERREIRA, B. P. Reproduction of the fish *Lutjanus analis* (mutton snapper; Perciformes: Lutjanidae) from Northeastern Brazil. **Revista de Biología Tropical**, v. 58, n. 3, p. 791-800, 2010.

THOMÉ, R. G. *et al.* Reproductive biology of *Leporinus taeniatus* Lütken (Pisces, Anostomidae) in Juramento Reservoir, São Francisco River basin, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 565-570, 2005.

TORREJON-MAGALLANES, J. **sizeMat: An R Package to Estimate Size at Sexual Maturity**. 2020. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/sizeMat/vignettes/sizeMat.html> Acesso em: 25 jan. 2023.

TRINDADE-SANTOS, I; FREIRE, K. M. F. Analysis of reproductive patterns of fishes from three Large Marine Ecosystems. **Frontiers in Marine Science**, v. 2, n. 38, 2015. <https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00038>

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática**. Maringá: EDUEM/SBI, 1996. 169 p.

6. CONCLUSÃO

A tese compilou informações cruciais sobre parâmetros reprodutivos, de idade e crescimento de três importantes espécies de lutjanídeos (*Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis* e *Ocyurus chrysurus*).

O estudo de revisão sistemática permitiu sintetizar importantes parâmetros de história de vida das três espécies, além de identificar falhas na padronização de protocolos para estimativas de L_{50} e a necessidade de atualização em transformações lineares comprimento x comprimento, principalmente para estimativa de CP para CT, utilizando-se de dados coletados para amplos intervalos de comprimento. Além disso, foi possível identificar evidentes lacunas de conhecimento quanto a estudos de biologia reprodutiva e de idade e crescimento, principalmente para *L. analis* e *O. chrysurus* no Brasil. Estimativas de parâmetros reprodutivos e de crescimento em conjunto são cruciais no contexto da biologia populacional, principalmente para uma melhor avaliação de como essas populações podem responder à pressão pesqueira.

Os resultados indicam certa estabilidade de parâmetros populacionais *L. synagris* e *L. analis* no Ceará. Contudo, tais estimativas devem ser avaliadas com cautela, pois existe uma incerteza se o distúrbio provocado nas populações do Ceará ainda não foi suficiente ou não teve tempo para alterar esses parâmetros por meio da aceleração do ciclo de vida das espécies. Salienta-se ainda que, para avaliar essas modificações, são necessários conjunto de dados históricos que subsidiem a construção de séries temporais que possam servir de comparação em estudos futuros de estrutura populacional para essas espécies.

Essas espécies são de grande importância comercial para o Estado, evidenciando a necessidade de uma gestão pesqueira eficaz que garanta, simultaneamente, uma produtividade pesqueira sustentável desses recursos e a garantia de renovação dos estoques. A biologia populacional é uma ferramenta chave para a conservação e gestão pesqueira, pois avalia o potencial reprodutivo, nutricional, além de fatores intrínsecos dos indivíduos, fatores que influenciam diretamente na sobrevivência e contribuem para um melhor entendimento da história de vida das espécies.

Sugere-se a realização de pesquisas futuras que abordem parâmetros de história de vida em conjunto, bem como a implementação de programas de monitoramento dos desembarques do ariacó, da cioba e de outras espécies de lutjanídeos, com o intuito de avaliar se a pressão pesqueira incide negativamente sobre essas espécies, visto que essa atividade pode levar um determinado tempo para gerar impactos cumulativos sobre essas populações e causar a sobreexploração dos estoques.

REFERÊNCIAS

- ALEGRIA, J. R. C.; MENEZES, M. F. Edad y crecimiento del ariacó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en el nordeste del Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 10, n. 1, p. 65-68, 1970.
- ALLEN, G. R. FAO species catalogue. **Snappers of the world**. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fisheries Synopsis, vol. 6, n. 125, Rome, Italy. 1985. 208 p.
- ALLMAN, R. J.; BARBIERI, L. R., BARTELS, T. Regional and Fishery-specific Patterns of Age and Growth of Yellowtail Snapper, *Ocyurus chrysurus*. **Gulf of Mexico Science**, v. 23, n. 2, p. 211-223, 2005.
- ARAÚJO, D. M. C. A. **Ecologia alimentar de três espécies de vermelhos (Teleostei:Lutjanidae) desembarcadas na praia do Mucuripe, Fortaleza-CE**. 2022. 66f. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
- ARAÚJO, J. N.; MARTINS, A. S.; COSTA, K. G. Idades e crescimento da cioba, *Ocyurus chrysurus*, da Costa Central do Brasil. **Rev. Bras. Oceanograf.**, v. 50, p. 47-57, 2002.
- ARÉVALO, J. C. **Caracterización trófica y reproductiva de las poblaciones de *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) y *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en El Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano**. Santa Marta, 1996, 65p. Thesis (Marine Biology), Universidad Jorge Tadeo Lozano. 1996.
- ASCHENBRENNER, A. *et al.* Age, growth parameters and fisheries indices for the lane snapper in the Abrolhos Bank, SW Atlantic. **Fisheries Research**, v. 194, p. 155-163, 2017.
- AULT, J. S. *et al.* Length-based risk analysis for assessing sustainability of data-limited tropical reef fisheries. **Journal of Marine Science**, v. 76, n. 1, p. 165–180, 2019.
- BABCOCK, E. A. *et al.* Length-based indicators of fishery and ecosystem status: Glover's Reef Marine Reserve, Belize. **Fisheries Research**, v. 147, p. 434-445, 2013.
- BEGOSI, A. *et al.* Ethnobiology of snappers (Lutjanidae): target species and suggestions for management. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 7, n. 11, p. 1-22, 2011.
- BOOMHOWER, J. *et al.* Prediction and verification of possible reef-fish spawning aggregation sites in Los Roques Archipelago National Park, Venezuela. **Journal of Fish Biology**, v. 77, p. 822–840, 2010.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília, DF: MPA, 2010. 128 p.
- BURTON, M. L. Age, growth and mortality of mutton snapper, *Lutjanus analis*, from the east coast of Florida, with a brief discussion of management implications. **Fisheries Research**, v. 59, n. 1-2, p. 31-41, 2002.

BURTON, M. L. *et al.* Preliminary evidence of increased spawning aggregations of mutton snapper (*Lutjanus analis*) at Riley's Hump two years after establishment of the Tortugas South Ecological Reserve. **Fishery Bulletin- National Oceanic and Atmospheric Administration**, v. 103, n. 2, p. 404-410, 2005.

CASTRO-PÉREZ, J. M. *et al.* Comparison of catch, CPUE and length distribution of spawning aggregations of mutton snapper (*Lutjanus analis*) and grey triggerfish (*Balistes capriscus*) on a Mesoamerican coral reef. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, n. 4, p. 717-726, 2018.

CAVALCANTE, L. F. M. C.; OLIVEIRA, M. R.; CHELLAPPA, S. Aspectos reprodutivos do ariacó, *Lutjanus synagris*, nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 45-50, 2012.

CLARO, R., Ecología y ciclo de vida del pargo criollo, *Lutjanus analis* (Cuvier), en la plataforma cubana. Academia de Ciências de Cuba., **Inf. Cient. Inst. Oceanol.** v. 186, p. 1-83, 1981a.

CLARO, R. Ecología y ciclo de vida de la bíaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en la plataforma cubana. III. **Nutrición. Cienc. Biol.**, v. 6, p. 93-110, 1981b.

CLARO, R., Ecología y ciclo de vida de la rabirrubia, *Ocyurus chrysurus* (Bloch), en la plataforma cubana II. Edad y crecimiento, estructura de poblaciones, y pesquerías. **Rep. Invest. Inst. Oceanol. Acad. Cienc.**, v. 19, p. 1-33, 1983.

CLARO, R.; LAPIN, V. Algunos datos sobre la alimentación y la dinámica de las grasas en la bíaiba *Lutjanus synagris* (Linnaeus) en el Golfo de Batabanó, Plataforma sur de Cuba. **Serie Oceanología**, v.10, p. 1-16, 1971.

CLARO, R.; LINDEMAN, K. C. **Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental.** Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, 2008. 472p.

CLARO, R. *et al.* Historical analysis of Cuban commercial fishing effort and the effects of management interventions on important reef fishes from 1960-2005. **Fisheries Research**, v. 99, p. 7-16, 2009.

COCHERET DE LA MORINIÈRE, E. *et al.* 2003. Ontogenetic dietary changes of coral reef fishes in the mangrove-seagrass-reef continuum: stable isotopes and gut-content analysis. **Marine Ecology Progress Series**, v. 246, p. 279-289, 2003.

COSTA, S. Y. L. **Partição trófica de *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) e *Lutjanus alexandrei* (Moura & Lindeman, 2007) em sistema hipersalino tropical.** 2013. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

D'ALESSANDRO, E. K. D.; SPONAUGLE, S.; SERAFY, J. E. Larval ecology of a suite of snappers (family: Lutjanidae) in the Straits of Florida, western Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 410, p. 159-175, 2010.

DUARTE, L. O.; GARCÍA, C. B. Diet of the mutton snapper *Lutjanus analis* (Cuvier) from the gulf of Salamanca, Colombia, Caribbean Sea. **Bulletin of Marine Science**, v. 65, p. 453-465, 1999.

FEELEY, M. W. *et al.* Spawning migration movements of Mutton Snapper in Tortugas, Florida: Spatial dynamics within a marine reserve network. **Fisheries Research**, v. 204, p. 209-223, 2018.

FERNANDES, C. A. F. **Biologia reprodutiva da Baúna de Fogo *Lutjanus alexandrei* (Moura & Lindeman, 2007) capturada na costa Norte do Estado de Pernambuco**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2010.

FERNANDES, J. F. F. *et al.* Reproductive biology of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus 1758) (Perciformes, Lutjanidae), in the Maranhão continental shelf, Northeast of Brazil. **Environm. Biol. of Fish.**, v. 105, p. 1033–1050, 2022.

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2011. 464 p.

FRANÇA, A. R. *et al.* Spatio-temporal distribution of mutton snapper and dog snapper spawning aggregations in the South-west Atlantic. **Aquatic Conserv: Mar Freshw. Ecosyst.**, v. 31, n. 7, p. 1596-1610, 2021. <https://doi.org/10.1002/aqc.3536>

FRANKS, J. S., VANDERKOOY, K. E. Feeding habitats of juvenile lane snapper *Lutjanus synagris* from Mississippi coastal waters, with comments on the diet of gray snapper *Lutjanus griseus*. **Gulf and Caribbean Research**, n.12, p. 11-17, 2000.

FRÉDOU, T.; FERREIRA, B. P. Bathymetric trends of Northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): Implications for the reef fishery dynamic. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 5, p. 787-800, 2005.

FREITAS, M. O. **Pesca artesanal e biologia reprodutiva do Ariocó *Lutjanus synagris* (Lutjanidae) no Banco dos Abrolhos**. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Aquáticos Tropicais) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2009.

FREITAS, M. O.; ABILHOA, V.; SILVA, G. H. C. Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 9, n. 2, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252011005000022>

FREITAS, M. O. *et al.* Spawning patterns of commercially important reef fish (Lutjanidae and Serranidae) in the tropical western South Atlantic. **Scientia Marina**, v. 75, n. 1, p. 135-146, 2011.

FREITAS, M. O. *et al.* Reproductive biology of the lane snapper, *Lutjanus synagris*, and recommendations for its management on the Abrolhos Shelf, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 94, n. 8, p. 1711-1720, 2014.

GARCÍA, C. B.; DUARTE, L. O. Length-based estimates of growth parameters and mortality rates of fish populations of the Caribbean Sea. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 22, n. 3, p. 193-200, 2006.

GARCIA, E. R. *et al.* Age and growth of yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, from the southeastern United States. **Bulletin of Marine Science**, v. 72, n. 3, p. 909–921, 2003.

GERRARD, T. *et al.* Isotopic signatures in the otoliths of reef-associated fishes of southern Florida: Linkages between nursery grounds and coral reefs. **Regional Studies in Marine Science**, v. 2, p. 95-104, 2015.

GESTEIRA, T. C. V; ROCHA, C. A. S. Estudo sobre a fecundidade do Ariocó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), da costa do estado do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 16, n. 1, p. 19-22, 1976.

GÓMEZ, G.; GUZMÁN, R.; CHACÓN, R. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paria, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, v. 19, n. 3, p. 335-357, 2001.

GONÇALVES-NETO, J. B. *et al.* A sleeping giant: the historically neglected Brazilian fishing sector. **Ocean and Coast. Manag.**, v. 209, p. 105699, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105699>

GRAHAM, R. T. *et al.* Historical and contemporary evidence of a mutton snapper (*Lutjanus analis* Cuvier, 1828) spawning aggregation fishery in decline. **Coral Reefs**, v. 27, p. 311-319, 2008.

GUTIÉRREZ-SIGEROS, I. *et al.* Natural spawning and scaling-up of yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*): Larval rearing for the mass production of juveniles. **Aquaculture**, v. 491, p. 252-257, 2018.

HEYMAN, W.; KJERFVE, B. Characterization of Transient Multi-Species Reef Fish Spawning Aggregations at Gladden Spit, Belize. **Bulletin of Marine Science**, v. 83, n. 3, p. 531-551, 2008.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1. ed. --** Brasília, DF : ICMBio/MMA, 7 v., 2018. 492 p.

IVO, C. T. C.; SOUSA, M. J. B. Sinopse de informações sobre o pargo, *Lutjanus purpureus* Poey (Pisces:Lutjanidae), no Norte e Nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 27, p. 57-67, 1988.

JURADO-MOLINA, J.; GUTIÉRREZ-BENÍTEZ, O.; ROLDAN-HEREDIA, A. Model uncertainty and Bayesian estimation of growth parameters of Yellowtail Snapper (*Ocyurus chrysurus*) from Veracruz, Mexico. **Hidrobiológica**, v. 28, n. 1, p. 191-199, 2018.

KARLSSON, S.; SAILLANT, E.; GOLD, J. R. Population structure and genetic variation of lane snapper (*Lutjanus synagris*) in the northern Gulf of Mexico. **Marine Biology**, v. 156, n. 9, p. 1841-1855, 2009.

LA GUARDIA, E. *et al.* Indicators of overfishing of snapper (Lutjanidae) populations on the southwest shelf of Cuba. **Ocean & Coastal Management**, v. 153, p. 116-123, 2018.

LESSA, R. P.; NÓBREGA, M. F.; BEZERRA JR., J. L. **Dinâmica de populações e avaliação dos estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste**. Relatório Final, Programa REVIZEE/SCORE-NE, Recife, 2004. 274 p.

LINDEMAN, K. *et al.* *Lutjanus analis* (errata version published in 2019). **The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T12416A161245983**. 2016a. Acesso em: 14 de maio de 2023.

LINDEMAN, K. *et al.* *Lutjanus synagris*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T194344A2317059**. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T194344A2317059.en>. 2016b. Acesso em: 14 de maio de 2023.

LINDEMAN, K. *et al.* *Ocyurus chrysurus*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T194341A2316114**. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T194341A2316114.en>. 2016c. Acesso em: 14 de maio de 2023.

LONGLEY, W. H.; HILDEBRAND, S. F. **Systematic catalogue of the fishes of Tortugas, Florida, with observations on colour, habits and local distributions**. Carnegie Inst. Wash. Pap. Tortugas Lab., n. 34. 1941. 331 p.

MANICKCHAND-DASS, S. Reproduction, Age and Growth of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), in Trinidad, West Indies. **Bulletin of Marine Science**, v. 40, n. 1, p. 22-28, 1987.

MANOOCH, C. S. Age and growth of snappers and groupers. In: Polovina, J. J. and Ralston, S. (Eds.). **Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management**. Boulder, USA: Westview Press, p. 329-406, 1987.

MARTÍNEZ, S.; CARRILLO, L.; MARINONE, S. G. Potential connectivity between marine protected areas in the Mesoamerican Reef for two species of virtual fish larvae: *Lutjanus analis* and *Epinephelus striatus*. **Ecological Indicators**, v. 102, p. 10-20, 2019.

MIKULAS JR., J. J.; ROOKER, J. R. Habitat use, growth, and mortality of post-settlement lane snapper (*Lutjanus synagris*) on natural banks in the northwestern Gulf of Mexico. **Fisheries Research**, v. 93, p. 77-84, 2008.

MOLINA-HERNÁNDEZ, A. L.; PEREZ, J. R. G.; FRAGOSO, A. A. Identifying management challenges and implementation shortcomings of a new fishing refuge: Akumal reef, Mexico. **Ocean & Coastal Management**, v. 161, p. 127-140, 2018.

MOTTA, F. S. *et al.* Direct evidence of a spawning aggregation of cubera snapper (*Lutjanus cyanopterus*) in southeastern Brazil and its management implications. **Fisheries Research**, v. 252, p. 106339, 2022.

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON M. V. H. **Fishes of the world**. 5th. ed. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2016. 752 p.

OLIVEIRA, M. R. *et al.* Estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. **HOLOS**, ano. 31, v. 6, p. 107-122, 2015.

OLSEN, E. M. *et al.* Maturation trends indicative of rapid evolution preceded the collapse of northern cod. **Nature**, v. 428, p. 932-935, 2004.

PIMENTEL, C. R.; JOYEUX, J. C. Diet and food partitioning between juveniles of mutton *Lutjanus analis*, dog *Lutjanus jocu* and lane *Lutjanus synagris* snappers (Perciformes: Lutjanidae) in a mangrove-fringed estuarine environment. **Journal of Fish Biology**, v. 76, n. 10, p. 2299-2317, 2010.

RAMÍREZ, J. G. *et al.* Improving stock assessment and management advice for data-poor small-scale fisheries through participatory monitoring. **Fisheries Research**, v. 190, p. 71-83, 2017.

RANDALL, J. E. Food habits of reef fishes of the West Indies. **Studies in Tropical Oceanography**, v. 5, p. 665-847, 1967.

REZENDE, S. M.; FERREIRA, B. P.; FRÉDOU, T. A pesca de lutjanídeos no nordeste do Brasil: Histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. **Boletim Técnico Científico do Cepene**, v. 11, p. 257-270, 2003.

RODRIGUES, M. M. Alimentação do ariaco, *Lutjanus synagris* Linnaeus, do Estado do Ceará (Brasil). **Arq. Cienc. Mar**, v. 14, p. 61-62, 1974.

RUFENER, M. C. *et al.* Bayesian spatial predictive models for data-poor fisheries. **Ecological Modelling**, v. 348, p. 125-134, 2017.

SADOVY, Y.; DOMEIER, M. L. Are aggregation-fisheries sustainable? Reef fish fisheries as a case study. **Coral Reefs**, v. 24, n. 2, p. 254-262, 2005.

SANTOS, S. **Características da pesca no nordeste, utilizando análise multivariada**. 2001. 77f. Dissertação (Mestrado em Biometria e Estatística Aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2001.

SCHWAMBORN, R. *et al.* Comparing the accuracy and precision of novel bootstrapped length-frequency and length-at-age (otolith) analyses, with a case study of lane snapper (*Lutjanus synagris*) in the SW Atlantic. **Fisheries Research**, v. 264, 106735. 2023.

SIERRA, L. M. Relaciones tróficas de los juveniles de cinco especies de pargo (Pisces: Lutjanidae) en Cuba. **Revista de Biología Tropical**, v. 44-45, p. 499-506, 1997.

SIERRA, L. M.; CLARO, R.; POPOVA, O. A. **Trophic biology of the marine fishes of Cuba**. Pp. 115-148. In: Claro, R., K. C. Lindeman & L. R. Parenti (Eds.). Ecology of the Marine Fishes of Cuba. Washington and London, Smithsonian Institution Press, 2001. 253p.

SILVA, A. P. C. *et al.* Tamanho de primeira maturação para cinco espécies de peixes em uma área da Costa Amazônica Maranhense Brasil. **Research, Society and Development**, 10:e23610313146., 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13146>

SOUSA, A. F. R. *et al.* Aspectos reprodutivos do peixe *Lutjanus synagris* (Perciformes, Lutjanidae) capturado na costa Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 10, n. 1, p. 106-120, 2017.

SOUSA JÚNIOR, V. B.; SILVA, J. R. F.; SALLES, R. Análise ovariana do Ariacó, *Lutjanus synagris* (Actinopterygii: Lutjanidae), e considerações sobre sua reprodução no Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 41, n. 1, p. 90-97, 2008.

STEVENS, M. H.; SMITH, S. G.; AULT, J. S. Life history demographic parameter synthesis for exploited Florida and Caribbean coral reef fishes. **Fish and Fisheries**, v. 20, p. 1196–1217, 2019.

TEIXEIRA, S. F.; DUARTE, Y. F., FERREIRA, B. P. Reproduction of the fish *Lutjanus analis* (mutton snapper; Perciformes: Lutjanidae) from Northeastern Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 58, n. 3, p. 791-800, 2010.

TREJO-MARTÍNEZ, J. *et al.* Reproductive aspects of the yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus* from the southern Gulf of Mexico. **Journal of Fish Biology**, v. 79, p. 915–936, 2011.

TREJO-MARTÍNEZ, J. T. *et al.* Reproductive Strategy of a Continental Shelf Lane Snapper Population from the Southern Gulf of Mexico. **Mar. and Coast. Fish.**, v. 13, p. 140-156, 2021. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10142>

VASBINDER, K; AINSWORTH, C. Early life history growth in fish reflects consumption-mortality trade offs. **Fisheries Research**, v. 227: 105538, p. 1-12, 2020.

VELÁZQUEZ-ABUNADER, I. *et al.* Length-weight relationships of four finfish commercial species from the southern Gulf of Mexico. **Lat. Am. J. Aquat. Res.** v. 49, n. 2, p. 1-7, 2021. <http://dx.doi.org/10.3856/vol49-issue2-fulltext-2505>

VIANA, D. F.; HAZIN, F. H. V.; OLIVEIRA, P. G. Reproductive biology of lane snapper, *Lutjanus synagris* (Perciformes, Lutjanidae), off Northern Pernambuco state, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 48, n. 2, p. 67-73, 2015.

VIANA, A. P. *et al.* Length–weight relations of 70 fish species (Actinopterygii) from tropical coastal region of Pernambuco, Northeast Brazil. **Acta Ichthyologica Piscatoria**, v. 46, n. 3, p. 271–277, 2016.

XIMENA, R *et al.* Growth stanzas in an Epinephelidae-Lutjanidae complex: considerations to length-weight relationships. **Revista de Biología Tropical**, v. 63, n. 1, p. 175-187, 2015.

APÊNDICE A – TESTES ESTATÍSTICOS ARIACÓ (*Lutjanus synagris*)

- **Peso:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 1707$; $p = 0,65668$; Mediana - Machos = 274,23 g; Fêmeas = 287,20 g)
- **Comprimento:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 1712$; $p = 0,67548$; Mediana – Machos = 27,5; Fêmeas = 27,5)
- **IHS - Meses:** (Teste *Kruskal-Wallis*, Fêmeas: $H = 20,91$; $p_{\text{Fêmeas}} = 0,03428$; Machos: $H = 9,661$, $p_{\text{Machos}} = 0,56611$)
- **IHS Fêmeas - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 232$; $p = 0,0930$; Mediana Estação Chuvosa = 0,59; Mediana Estação Seca = 0,78)
- **IHS Machos - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 255,5$; $p = 0,1702$; Mediana Estação Chuvosa = 0,44; Mediana Estação Seca = 0,47)
- **IGS - Meses:** (Teste *Kruskal-Wallis*, Fêmeas: $H = 14,4$; $p_{\text{Fêmeas}} = 0,2116$; Machos: $H = 18,6$; $p_{\text{Machos}} = 0,0687$)
- **IGS Fêmeas - Estações:** (Teste *Mann-Whitney* $U = 309,5$; $p = 0,7972$; Mediana Estação Chuvosa = 1,63; Mediana Estação Seca = 1,43)
- **IGS Machos - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 341,5$; $p = 0,7997$; Mediana Estação Chuvosa = 0,94; Mediana Estação Seca = 0,88)
- **Fator K - Meses:** (Teste *Kruskal-Wallis*, $H = 30,82$; $p_{\text{Fêmeas}} = 0,001177$; $H = 24,08$; $p_{\text{Machos}} = 0,01225$)
- **Fator K Fêmeas - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 248,5$; $p = 0,10243$; Mediana Estação Chuvosa = 1,39; Mediana Estação Seca = 1,36)
- **Fator K Machos - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 474,5$; $p = 0,61903$; Mediana Estação Chuvosa = 1,36; Mediana Estação Seca = 1,33)
- **Estágio de desenvolvimento ovocitário:** (Teste *Kruskal-Wallis*, $H = 581,5$; $p = 0,1985E^{-123}$)

IHS Meses / Fêmeas (*Mann-Whitney Pairwise*)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Jan		0,4047	0,1098	0,8973	0,3662	0,3602	0,7491	0,7491	0,3785	0,8465	0,2453	0,4712
Fev	0,4047		0,817	0,3865	0,7728	0,5613	0,2472	0,2472	0,06675	0,24	0,1489	0,6171
Mar	0,1098	0,817		0,2159	0,5959	0,3913	0,1124	0,03038	0,01421	0,04118	0,05183	0,4555
Abr	0,8973	0,3865	0,2159		0,2683	0,3711	0,5959	0,8597	0,5186	1	0,6625	0,2453
Mai	0,3662	0,7728	0,5959	0,2683		0,7656	0,8597	0,1116	0,02819	0,1521	0,08086	0,5186
Jun	0,3602	0,5613	0,3913	0,3711	0,7656		0,8057	0,1779	0,1207	0,2723	0,03689	0,8548
Jul	0,7491	0,2472	0,1124	0,5959	0,8597	0,8057		0,3123	0,06995	0,6711	0,05183	0,9151
Ago	0,7491	0,2472	0,03038	0,8597	0,1116	0,1779	0,3123		0,3374	0,2337	0,3768	0,1658
Set	0,3785	0,06675	0,01421	0,5186	0,02819	0,1207	0,06995	0,3374		0,03316	0,6985	0,0927
Out	0,8465	0,24	0,04118	1	0,1521	0,2723	0,6711	0,2337	0,03316		0,03209	0,219
Nov	0,2453	0,1489	0,05183	0,6625	0,08086	0,03689	0,05183	0,3768	0,6985	0,03209		0,05281

Dez	0,4712	0,6171	0,4555	0,2453	0,5186	0,8548	0,9151	0,1658	0,0927	0,219	0,05281	
-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	---------	--

Fator K Meses / Fêmeas (*Mann-Whitney Pairwise*)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Jan		0,06352	0,9148	0,3642	0,02753	0,1699	0,1423	0,9148	0,09041	0,01154	0,7461	0,2946
Fev	0,06352		0,1002	0,1386	0,1386	0,07864	0,07864	0,1002	0,2405	0,04811	0,1002	0,06513
Mar	0,9148	0,1002		0,3768	0,2159	0,2703	0,3252	0,7715	0,1098	0,03313	0,7715	0,5212
Abr	0,3642	0,1386	0,3768		0,08086	0,136	0,233	0,5959	0,8973	0,03131	0,5959	0,2453
Mai	0,02753	0,1386	0,2159	0,08086		0,8808	0,7656	0,05183	0,02819	0,1001	0,05183	0,1556
Jun	0,1699	0,07864	0,2703	0,136	0,8808		1	0,1779	0,03576	0,05602	0,1779	0,6481
Jul	0,1423	0,07864	0,3252	0,233	0,7656	1		0,14	0,03576	0,04752	0,14	0,8548
Ago	0,9148	0,1002	0,7715	0,5959	0,05183	0,1779	0,14		0,1995	0,0214	0,8839	0,1995
Set	0,09041	0,2405	0,1098	0,8973	0,02819	0,03576	0,03576	0,1995		0,004377	0,2381	0,02472
Out	0,01154	0,04811	0,03313	0,03131	0,1001	0,05602	0,04752	0,0214	0,004377		0,0214	0,0322
Nov	0,7461	0,1002	0,7715	0,5959	0,05183	0,1779	0,14	0,8839	0,2381	0,0214		0,1632
Dez	0,2946	0,06513	0,5212	0,2453	0,1556	0,6481	0,8548	0,1995	0,02472	0,0322	0,1632	

Fator K Meses / Machos (*Mann-Whitney Pairwise*)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Jan		0,03375	0,3923	0,1839	0,01359	0,03734	0,3913	0,3344	0,2454	0,05183	0,7484	0,05183
Fev	0,03375		0,1743	0,5621	0,5611	0,7694	0,8835	0,1952	0,4962	0,0189	0,06008	0,1017
Mar	0,3923	0,1743		0,5197	0,07375	0,05523	0,4113	0,936	0,5918	0,02819	0,229	0,02819
Abr	0,1839	0,5621	0,5197		0,1768	0,3701	0,8708	0,7206	1	0,05127	0,1735	0,1702
Mai	0,01359	0,5611	0,07375	0,1768		0,7436	0,6255	0,07375	0,5044	0,2072	0,02639	0,5664
Jun	0,03734	0,7694	0,05523	0,3701	0,7436		0,7533	0,1207	0,5369	0,09902	0,05468	0,1771
Jul	0,3913	0,8835	0,4113	0,8708	0,6255	0,7533		0,6481	0,7133	0,07364	0,2711	0,3711
Ago	0,3344	0,1952	0,936	0,7206	0,07375	0,1207	0,6481		0,9151	0,02819	0,1727	0,03806
Set	0,2454	0,4962	0,5918	1	0,5044	0,5369	0,7133	0,9151		0,05183	0,3359	0,05183
Out	0,05183	0,0189	0,02819	0,05127	0,2072	0,09902	0,07364	0,02819	0,05183		0,02753	0,2683
Nov	0,7484	0,06008	0,229	0,1735	0,02639	0,05468	0,2711	0,1727	0,3359	0,02753		0,09192
Dez	0,05183	0,1017	0,02819	0,1702	0,5664	0,1771	0,3711	0,03806	0,05183	0,2683	0,09192	

Estágio de desenvolvimento ovocitário (*Mann-Whitney Pairwise*)

	PG	CA	Vtg1	Vtg2	Vtg3	H
PG		4,459E-33	2,561E-34	2,561E-34	2,561E-34	2,561E-34
CA	4,459E-33		3,257E-34	2,562E-34	2,562E-34	2,562E-34
Vtg1	2,561E-34	3,257E-34		2,64E-34	2,562E-34	2,562E-34
Vtg2	2,561E-34	2,562E-34	2,64E-34		3,068E-34	2,562E-34
Vtg3	2,561E-34	2,562E-34	2,562E-34	3,068E-34		4,14E-34
H	2,561E-34	2,562E-34	2,562E-34	2,562E-34	4,14E-34	

KRUSKAL WALLIS ARIACÓ (*Lutjanus synagris*)

IHS Fêmeas - Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (χ^2): 20,9

Hc (tie corrected): 20,91

p (same): 0,03428

Existe diferença significativa entre as medianas amostradas

IHS Machos - Meses (Adultos)

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (χ^2): 9,648

Hc (tie corrected): 9,661

p (same): 0,5611

Não existe diferença significativa entre as medianas amostradas

IGS Fêmeas - Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 14,4

Hc (tie corrected): 14,4

p (same): 0,2116

Não existe diferença significativa entre as medianas amostradas

IGS Machos - Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 18,59

Hc (tie corrected): 18,6

p (same): 0,06875

Não existe diferença significativa entre as medianas amostradas

Fator K Fêmeas – Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 30,76

Hc (tie corrected): 30,82

p (same): 0,001177

Existe diferença significativa entre as medianas amostradas

Fator K Machos – Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 24,08

Hc (tie corrected): 24,12

p (same): 0,01225

Existe diferença significativa entre as medianas amostradas

Estágio de desenvolvimento ovocitário

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi²): 581,5

Hc (tie corrected): 581,5

p (same): 1,985E⁻¹²³

Existe diferença significativa entre as medianas amostradas

APÊNDICE B - TESTES ESTATÍSTICOS CIOBA (*Lutjanus analis*)

- **Peso:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 1615$; $p = 0,3341$; Mediana – Machos = 760,36 g; Fêmeas = 652,36 g)
- **Comprimento:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 1674$; $p = 0,51142$; Mediana - Machos = 39 cm; Fêmeas = 37 cm)
- **IHS - Meses:** (Teste *Kruskal-Wallis*, Fêmeas: $H = 24,29$; $p_{\text{Fêmeas}} = 0,01155$; $H = 18,09$, $p_{\text{Machos}} = 0,07959$)
- **IHS Fêmeas - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 69,5$; $p = 0,0014815$; Mediana Estação Chuvosa = 0,64; Mediana Estação Seca = 0,78)
- **IHS Machos - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 160,5$; $p = 0,44118$; Mediana Estação Chuvosa = 0,67; Mediana Estação Seca = 0,70)
- **IGS - Meses:** (Teste *Kruskal-Wallis*, Fêmeas: $H = 14,52$, $p_{\text{Fêmeas}} = 0,2057$; Machos: $H = 15,91$, $p_{\text{Machos}} = 0,1446$)
- **IGS Fêmeas - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 165$; $p = 0,63984$; Mediana Estação Chuvosa = 1,02; Mediana Estação Seca = 1,21)
- **IGS Machos - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 103$; $p = 0,0153$; Mediana Estação Chuvosa = 1,08; Mediana Estação Seca = 0,26)
- **Fator K – Meses:** (Teste *Kruskal-Wallis*, $H = 16,45$; $p_{\text{Fêmeas}} = 0,1254$; $H = 22,86$; $p_{\text{Machos}} = 0,0185$)
- **Fator K Fêmeas - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 365$; $p = 0,31165$; Mediana Estação Chuvosa = 1,29; Mediana Estação Seca = 1,28)
- **Fator K Machos - Estações:** (Teste *Mann-Whitney*, $U = 295$; $p = 0,0339$; Mediana Estação Chuvosa = 1,33; Mediana Estação Seca = 1,27)
- **Estágio de desenvolvimento ovocitário:** (Teste *Kruskal-Wallis*, $p = 1,628E^{-123}$)

IHS Meses / Fêmeas (*Mann-Whitney Pairwise*)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Jan		0,2683	1	0,7656	0,1489	0,2159	0,08086	0,05123	0,08086	0,05183	0,05183	1
Fev	0,2683		0,3711	0,233	0,2361	0,7213	0,08086	0,09902	0,1212	0,05183	0,05183	0,07652
Mar	1	0,3711		0,2416	0,5403	0,2888	0,3711	0,2416	0,3711	0,2888	0,2888	0,3458
Abr	0,7656	0,233	0,2416		0,1752	0,06619	0,07364	0,03671	0,07364	0,1779	0,06619	0,7642
Mai	0,1489	0,2361	0,5403	0,1752		0,817	0,7728	0,8465	1	0,817	0,4875	0,1386
Jun	0,2159	0,7213	0,2888	0,06619	0,817		0,8597	0,7133	0,5959	0,8852	0,3123	0,04975
Jul	0,08086	0,08086	0,3711	0,07364	0,7728	0,8597		0,8808	1	0,1116	1	0,07652
Ago	0,05123	0,09902	0,2416	0,03671	0,8465	0,7133	0,8808		1	0,2703	0,9025	0,03577
Set	0,08086	0,1212	0,3711	0,07364	1	0,5959	1	1		0,5959	0,5959	0,07652
Out	0,05183	0,05183	0,2888	0,1779	0,817	0,8852	0,1116	0,2703	0,5959		0,2454	0,04975
Nov	0,05183	0,05183	0,2888	0,06619	0,4875	0,3123	1	0,9025	0,5959	0,2454		0,04975
Dez	1	0,07652	0,3458	0,7642	0,1386	0,04975	0,07652	0,03577	0,07652	0,04975	0,04975	

Fator K Meses / Machos (Mann-Whitney Pairwise)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Jan		0,6485	0,3827	0,5959	0,5186	1	0,233	0,2159	0,08086	0,02819	0,6985	0,3552
Fev	0,6485		1	0,7768	0,284	0,7453	0,2556	0,3951	0,06825	0,003405	0,1747	0,4587
Mar	0,3827	1		0,8597	0,2453	1	0,7656	0,8597	0,6625	0,09329	0,1556	1
Abr	0,5959	0,7768	0,8597		0,1098	0,7133	0,9025	0,8852	0,8597	0,01421	0,3374	0,5892
Mai	0,5186	0,284	0,2453	0,1098		0,6481	0,1207	0,1098	0,2453	0,005075	0,2298	0,02924
Jun	1	0,7453	1	0,7133	0,6481		0,8345	0,9025	0,7656	0,1207	0,9273	0,7897
Jul	0,233	0,2556	0,7656	0,9025	0,1207	0,8345		0,9025	0,7656	0,008113	0,08284	0,5938
Ago	0,2159	0,3951	0,8597	0,8852	0,1098	0,9025	0,9025		0,8597	0,01421	0,1658	0,5892
Set	0,08086	0,06825	0,6625	0,8597	0,2453	0,7656	0,7656	0,8597		0,02819	0,1556	0,8533
Out	0,02819	0,003405	0,09329	0,01421	0,005075	0,1207	0,008113	0,01421	0,02819		0,005075	0,00179
Nov	0,6985	0,1747	0,1556	0,3374	0,2298	0,9273	0,08284	0,1658	0,1556	0,005075		0,2159
Dez	0,3552	0,4587	1	0,5892	0,02924	0,7897	0,5938	0,5892	0,8533	0,00179	0,2159	

Estágio de desenvolvimento ovocitário (Mann-Whitney Pairwise)

	PG	CA	Vtg1	Vtg2	Vtg3	H
PG		2,843E-34	2,561E-34	2,561E-34	2,561E-34	2,561E-34
CA	2,843E-34		2,931E-34	2,561E-34	2,561E-34	2,561E-34
Vtg1	2,561E-34	2,931E-34		3,407E-34	2,562E-34	2,562E-34
Vtg2	2,561E-34	2,561E-34	3,407E-34		2,72E-34	2,562E-34
Vtg3	2,561E-34	2,561E-34	2,562E-34	2,72E-34		1,044E-33
H	2,561E-34	2,561E-34	2,562E-34	2,562E-34	1,044E-33	

KRUSKAL WALLIS
CIOBA (*Lutjanus analis*)

IHS Fêmeas - Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 24,26

Hc (tie corrected): 24,29

p (same): **0,01155**

Existe diferença significativa entre as medianas amostradas

IHS Machos - Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 18,07

Hc (tie corrected): 18,09

p (same): 0,07959

Não existe diferença significativa entre as medianas amostradas

IGS Fêmeas - Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 14,51

Hc (tie corrected): 14,52

p (same): 0,2057

Não existe diferença significativa entre as medianas amostradas

IGS Machos - Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 15,89

Hc (tie corrected): 15,91

p (same): 0,1446

Não existe diferença significativa entre as medianas amostradas

Fator K Fêmeas – Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 16,45

Hc (tie corrected): 16,45

p (same): 0,1254

Não existe diferença significativa entre as medianas amostradas

Fator K Machos – Meses

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 22,86

Hc (tie corrected): 22,86

p (same): **0,0185**

Existe diferença significativa entre as medianas amostradas

Estágio de desenvolvimento ovocitário

Teste de Kruskal-Wallis para igualdade de medianas

H (chi2): 581,9

Hc (tie corrected): 581,9

p (same): **1,628E⁻¹²³**

Existe diferença significativa entre as medianas amostradas