



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOLOGIA
MESTRADO EM RECURSOS AQUÁTICOS E PESCA

JACKELLYNNE FERNANDA FARIAS FERNANDES

ESTUDOS DOS ASPECTOS ALIMENTARES E REPRODUTIVOS DO ARIACÓ
***Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) (PERCIFORMES: LUTJANIDAE) CAPTURADO**
NA COSTA AMAZÔNICA DO MARANHÃO, BRASIL

SÃO LUÍS - MA

2020

JACKELLYNNE FERNANDA FARIAS FERNANDES

ESTUDOS DOS ASPECTOS ALIMENTARES E REPRODUTIVOS DO ARIACÓ *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) (PERCIFORMES: LUTJANIDAE) CAPTURADO NA COSTA AMAZÔNICA DO MARANHÃO, BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca PPGRAP, para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marina Bezerra Figueiredo

SÃO LUÍS – MA

2020

Fernandes, Jackellynne Fernanda Farias.

Estudos dos aspectos alimentares e reprodutivos do ariacó *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Lutjanidae) capturado na costa amazônica do Maranhão, Brasil / Jackellynne Fernanda Farias Fernandes. – São Luís, 2020.

88 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão, 2020.

Orientador: Profa. Dra. Marina Bezerra Figueiredo.

1.Biologia populacional. 2.Comunidades biológicas. 3.Dieta alimentar. 4.Maturação. 5.Pargos. I.Título

CDU: 639.3(812.1)

JACKELLYNNE FERNANDA FARIAS FERNANDES

ESTUDOS DOS ASPECTOS ALIMENTARES E REPRODUTIVOS DO ARIACÓ *Lutjanus
synagris* (Linnaeus, 1758) (PERCIFORMES: LUTJANIDAE) CAPTURADO NA COSTA
AMAZÔNICA DO MARANHÃO, BRASIL

Documento de qualificação apresentado em
cumprimento às exigências do Programa de Pós-
Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca da
Universidade Estadual do Maranhão.

Aprovada em: ____/____/____

Banca examinadora

Prof^a. Dr^a. Marina Bezerra Figueiredo (Orientadora)
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

~~Prof. Dr. Ícaro Gomes Antonio~~
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Prof. Dr. Getúlio Rincon Filho
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

AGRADECIMENTOS

À Deus, aquele que em sua soberania, permitiu que mais um sonho em minha vida pudesse ser realizado, e que, além de tudo, me fortaleceu com saúde e disposição para conclusão dessa pesquisa. Aquele que nunca me abandona e que mesmo nos momentos difíceis e de desespero me mostra que a cada dia eu sou capaz e que vou conseguir. Aquele que não me deixa fraquejar! Que diante de muita fé, perseverança e força de vontade me faz acreditar que tudo é possível. A ele seja dada toda honra e glória!

Aos meus pais, que sempre me deram amor e acreditaram no meu potencial. Pessoas a quem me falta palavras para mensurar (se isso for possível) tamanho amor e gratidão. Obrigada por me acompanharem nesta jornada cheia de emoções e não soltarem minhas mãos em nenhum momento. Obrigada mãe, pelas noites em claro comigo, sempre presente, incentivando os meus estudos, sonhos desde criança e pela compreensão quando não estive presente nos momentos em família. Pai, ao senhor, que tanto investiu nos meus estudos e que queria saber se a dissertação era difícil... eu consegui! Sem vocês eu jamais teria chegado até aqui.

Às minhas irmãs, que me deram sobrinhos para que eu pudesse sair dos estudos por uns instantes e aproveitar à vida ao lado deles. Aquelas que falam que vou enlouquecer de tanto estudar. Eu amo vocês. Obrigada por serem as melhores!

Ao meu namorado, Rafael. Por tanto amor, carinho, incentivo e paciência. Aquele que esteve ao meu lado durante esses seis longos anos, sempre demonstrando compreensão nos momentos em que não pude dar atenção. Meu bem, essa vitória também é sua. Amo você!

À minha orientadora, Marina Bezerra Figueiredo, cujos ensinamentos estão em cada linha dessa pesquisa. Pela dedicada e paciente orientação. Pela confiança e por todo apoio ao longo desta jornada acadêmica. Por me incentivar a pesquisar e estudar a Dinâmica Populacional. Obrigada pelo convite em fazer parte do Laboratório de Biologia Pesqueira e por acreditar no meu potencial, mesmo eu sendo tão insegura e ansiosa. Grata por todos os ensinamentos, conselhos e momentos que tivemos juntas quanto orientadora-amiga. Obrigada!!

Ao seu Dalmir e aos profissionais da pesca que facilitaram o acesso ao material amostrado e às informações de pesca de pargos na costa do Maranhão. Por todo apoio, paciência e disposição que foi fundamental no desenvolvimento do meu projeto, meu muito obrigada!

À minha amiga, Carol Lopes. Obrigada pela amizade que veio da graduação e que se fez presente no mestrado. Pelos momentos de alegrias, tristezas e por ser amiga ao longo desses dois anos. Pelas tardes, noites, madrugadas estudando juntas, rindo juntas e por acreditarmos que esse dia chegaria e que iríamos finalizar da melhor forma possível. O doutorado é o próximo passo. Avante!

Aos colegas do PPGRAP 2018 pelos grandes momentos de descontração, constantes trocas de saberes e diálogos enriquecedores. *“Podemos subtrair-nos à ignorância, podemos encontrar-nos como criaturas excelentes, inteligentes e hábeis. Podemos ser livres! Podemos aprender...”*

Aos amigos Jailza Freitas, amiga que o mestrado me deu e amiga de pesquisa; Aleff Paixão, todas as vezes que te pedi socorro pra explicações acerca da estatística e pelos finais de semana dedicado a isso; Poly Bordinassi, por mais essa jornada juntas e por todos os outros momentos... Vocês são fantásticos!

À banca por ter aceitado o convite, pelo zelo, conselhos, sugestões e grandes contribuições para o desenvolvimento do presente trabalho cujas observações foram imprescindíveis, meu muito obrigada.

Gostaria também de agradecer aos professores do Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca - PPGRAP, todos aqueles os quais nós tivemos a honra de poder compartilhar de seus conhecimentos, seja durante as disciplinas que cursamos, os seminários e palestras que assistimos ou mesmo nas conversas pelos corredores da UEMA: obrigada, meus mestres.

As amigades que construí durante a pesquisa e integração aos laboratórios Biopesq e Fisiomar. Queridos, obrigada por terem sido meus companheiros de processamento, meus braços quando precisei, e as descontrações diárias quando eram necessárias, companheiros de trabalho árduo... São inúmeras as pessoas que colaboraram para que esta pesquisa chegasse ao fim e para todos aqueles que se sentirem colaboradores desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos. Obrigada por tudo!

*“A vida entre acadêmicos ensinara-me
que uma opinião bem expressada em geral
é melhor do que um fato mal expressado
no que diz respeito a um progresso
profissional.”*

(Diana Gabaldon).

RESUMO

O hábito alimentar e os aspectos do ciclo reprodutivo do *Lutjanus synagris* foram analisados durante um ano (junho, 2018 a maio, 2019) com base em 359 organismos adquiridos mensalmente através da pesca artesanal, em uma área de pesca na costa amazônica Maranhense, Brasil. Os exemplares foram capturados com um conjunto padronizado de espinheis e rede de emalhe do tipo serreira, armazenado em caixas isotérmicas e transportados para o Laboratório de Biologia Pesqueira – Biopesq, da Universidade Estadual do Maranhão. Dados biométricos como comprimento total (L_T), comprimento furcal (F_L) e comprimento padrão (S_L), peso total (W_T), peso eviscerado (G_W), massa das gônadas (M_G) foram obtidos. Para o estudos dos aspectos biológicos realizou-se processamento das gônadas e para o estudo dos aspectos alimentares fez-se uma avaliação e identificação do conteúdo estomacal classificando-os ao menor nível taxonômico possível. Foram utilizados métodos numéricos e gravimétrico para a obtenção dos dados de alimentação. Para o processamento das gônadas, as amostras passaram por protocolos específicos. A proporção sexual, a relação peso-comprimento, índice gonadosomático e fator de condição, comprimento de primeira maturação e variações temporais do desenvolvimento gonadal de fêmeas e machos foram avaliados mensalmente e estabelecidos. Os dados ambientais – temperatura e precipitação, foram obtidas através do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e NUGEO – Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão, e relacionado à alimentação e reprodução quanto à sazonalidade no período amostral. Durante todo período amostral, os estômagos totalmente cheios foram os menos representativos em comparação com as outras classificações de repleção. Na quantificação dos estômagos 54 estavam vazios por regurgitamento. Os valores do grau de repleção foram influenciados pelos meses amostrados (ANOVA, $p < 0,05$). A dieta apresentou uma curva acumulativa de 272 itens, classificados em 9 categorias: crustáceos, moluscos, poríferos, vegetais, vertebrados, anelídeos, fragmentos de peixes e camarões, matérias orgânicas não identificadas (OMNI) e polímeros. A identificação dos itens mostrou que os crustáceos decápodes, foram as presas mais significativas observadas nos estômagos de *L. synagris*. Os principais itens alimentares foram Brachyura e Carídeos. Os resultados reprodutivos revelou proporção sexual de 1,40F:1M, com proporção favorável às fêmeas em junho e dezembro. As fêmeas foram predominantes na classe de comprimento de 36,0 a 40,0 cm de L_T e os machos de 32,0 a 36,0 cm de L_T . O LWR apresentou coeficiente de alometria menor que três ($b < 3$). Os aspectos maturacionais indicaram cinco estádios reprodutivos para machos e fêmeas: imaturo, em desenvolvimento, capaz de desovar, regressão e regeneração. Os

índices biológicos demonstraram eficiência como indicadores reprodutivos. A espécie apresentou atividade reprodutiva o ano inteiro e dois picos reprodutivos, um durante o período de estiagem, outro no período de chuvoso. A estimativa do comprimento médio da primeira maturidade sexual (L_{50}) para sexos agrupados foi de 26,16 cm de L_T e podem ser considerados um bom indicativo de um estoque ainda não tão explorado, entretanto, o conhecimento das características reprodutivas da espécie *L. synagris* pode ser usado para definir políticas de manejo e gerenciamento adequado da espécie.

Palavras-chaves: Biologia populacional; Comunidades biológicas; Dieta alimentar; Maturação; Pargos.

ABSTRACT

The feeding habit and aspects of the reproductive cycle of *Lutjanus synagris* were analyzed for one year (June 2018 to May 2019) based on 359 organisms acquired monthly through artisanal fishing, in a fishing area on the Amazon coast of Maranhenses, Brazil. The specimens were captured with a standard set of longline and gillnet type of sawmill type, stored in isothermal boxes and transported to the Laboratory of Fishery Biology - Biopesq, of the State University of Maranhão. Biometric data such as total length (L_T), furcal length (F_L) and standard length (S_L), total weight (W_T), gutted weight (G_W), gonad mass (M_G) were obtained. For the study of biological aspects, processing of the gonads was carried out and for the study of dietary aspects, an assessment and identification of stomach contents was made, classifying them at the lowest possible taxonomic level. Numerical and gravimetric methods were used to obtain the feed data. For the processing of the gonads, the samples went through specific protocols. The sexual proportion, the weight-length ratio, gonadosomatic index and condition factor, length of first maturation and temporal variations in the gonadal development of females and males were evaluated monthly and established. The environmental data - temperature and precipitation, were obtained through INMET - National Institute of Meteorology and NUGEO - Geoenvironmental Nucleus of the State University of Maranhão and related to feeding and reproduction regarding seasonality in the sample period. Throughout the sample period, fully filled stomachs were the least representative compared to the other replenishment classifications. In the quantification of stomachs 54 were empty due to regurgitation. The values of the degree of repletion were influenced by the sampled months (ANOVA, $p < 0.05$). The diet presented a cumulative curve of 272 items, classified in 9 categories: crustaceans, mollusks, porifers, vegetables, vertebrates, annelids, fragments of fish and shrimp, unidentified organic matter (OMNI) and polymers. The identification of the items showed that decapod crustaceans were the most significant prey observed in the stomachs of *L. synagris*. The main food items were Brachyura and Carídeos. Reproductive results revealed a sex ratio of 1.40F:1M, with a favorable proportion for females in June and December. Females were predominant in the length class of 36.0 to 40.0 cm of L_T and males of 32.0 to 36.0 cm of L_T . The LWR presented an allometry coefficient less than three ($b < 3$). The maturational aspects indicated five reproductive stages for males and females: immature, in development, capable of spawning, regression and regeneration. The species showed reproductive activity throughout the year and two reproductive peaks, one during the dry season, the other during the rainy season. The estimate of the average length of the first sexual maturity (L_{50}) for grouped sexes was 26.16 cm

L_T and can be considered a good indicator of a stock not yet explored, however, the knowledge of the reproductive characteristics of the species *L. synagris* can be used to define appropriate management and management policies for the species.

Keywords: Population biology; Biological communities; Feeding ecology; Maturation; Pargo.

LISTA DE TABELAS

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tabela 1. Protocolo de desidratação e inclusão em parafina. 29

Tabela 2. Protocolo de coloração Hematoxilina-Eosina. 30

Tabela 3. Descrição macroscópica e microscópica dos estádios do ciclo reprodutivo em fêmeas e machos de *L. synagris*. 30

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Preys consumed by *L. synagris* in the Amazonian coast of the state of Maranhão, Brazil; (%Fni= numerical frequency of items; %FO= frequency of occurrence of items; %IRI= relative importance index of items). 40

Tabela 2. Ecological indexes referring to seasonality during the period of collection of *L. synagris* samples. 43

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Valores do (χ^2) qui-quadrado por classe de comprimento total (cm) de exemplares de *Lutjanus synagris* capturados na área de pesca do litoral amazônico do Maranhão, Brasil. 59

LISTA DE FIGURAS

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Figura 1. Exemplar de *Lutjanus synagris*. 21

CAPÍTULO 1

Figura 1. Location of the sampling area (P1. Barra de Guajerutiua, P2. Bate vento, P3. Raposa, P4. Ilha de Santana, P5. Parcel de Manuel Luís). 36

Figura 2. Total length distribution of the *L. synagris* in the Amazonian Coast, Northeast Region of Brazil (n = 359). 39

Figura 3. Stomach's repletion degrees and monthly rainfall in the study region throughout the sampling. 39

Figura 4. Predator length vs. prey length scatter diagram for *L. synagris*. 42

Figura 5. (A) Dendrogram for cluster analysis of similarity between months (June 2018 to May 2019) of collection of *L. synagris* samples. (B) Percentage of numerical frequency of items found (%Fni). 43

CAPÍTULO 2

Figura 1. Localização da área de amostragem no litoral do Estado do Maranhão. P1. Barra de Guajerutiua, P2. Bate vento, P3. Raposa, P4. Ilha de Santana, P5. Parcel de Manuel Luís. 57

Figura 2. Distribuição do comprimento total de *Lutjanus synagris* na Costa Amazônica, Nordeste do Brasil. 59

Figura 3. LWR de fêmeas (A) e machos (B) de *Lutjanus synagris* capturados na área de pesca do litoral amazônico do Maranhão, Brasil. 60

Figura 4. Fotomicrografia (OB 10X) de ovários durante o ciclo gonadal em *Lutjanus synagris* coletados em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense. (a) Ovário imaturo: PG – oócito primário, Stroma, OW – parede do ovário; (b) ovário em maturação: CA – oócitos alveolares corticais, YC – corpúsculos amarelos, A – atresia, Vtg1 – oócito vitelogênico 1, Vtg2 – oócito vitelogênico 2; (c1 e c2) ovário maduro: c1: POFs – folículo pós ovulatório, Vtg3 – oócito vitelogênico 3; c2: oócitos em coalescência, GVBD – quebra de vesícula germinativa, HE – oócito hidratado (d) ovário em regressão; (e) ovário em regeneração: MB – feixe muscular. Coloração (H.E). 61

Figura 5. Fotomicrografia (OB 10X) de testículos durante o ciclo gonadal em *Lutjanus synagris* coletados em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense. (a) Testículo imaturo: Sg1 – espermatogônia primária; (b) testículo em maturação: Sg2 – espermatogônia secundária, Sc1 –

espermátócito primário, Sc2 – espermátócito secundário, St – espermátide; (c) testículo maduro: CGE – epitélio germinativo contínuo, DGE – epitélio germinativo descontínuo; (d) testículo em regressão: L – lúmen, Cy – espermátocisto; (e) testículo em regeneração. Coloração (H.E). **62**

Figura 6. Valores médios e desvio padrão do índice gonadosomático (IGS) e fator de condição (K) para fêmeas (A) e machos (B) de *Lutjanus synagris*. **63**

Figura 7. Frequência relativa de estádios reprodutivos para fêmeas de *Lutjanus synagris* amostradas entre junho de 2018 e maio de 2019 em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense. **64**

Figura 8. Frequência relativa de estádios reprodutivos para machos de *Lutjanus synagris* amostradas entre junho de 2018 e maio de 2019 em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense. **64**

Figura 9. Estimativa do comprimento maturacional para sexos agrupados de *Lutjanus synagris*, capturados em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense. L_T: comprimento total. **65**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVO	19
2.1 Objetivo geral	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1 Sistemática, identificação e características da espécie	19
3.2 Distribuição geográfica e habitat	21
3.3 Alimentação	22
3.4 Reprodução.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 Área de estudo	24
4.2 Amostragem.....	25
4.3 Alimentação	26
4.3.1 Métodos numéricos.....	26
4.3.2 Métodos Gravimétricos	27
4.3.3 Índices ecológicos.....	27
4.4 Reprodução.....	28
5. RESULTADOS.....	33
5.1 CAPÍTULO 1.....	34
Feeding habits of <i>Lutjanus synagris</i> (Teleostei: Lutjanidae) in the Amazonian coast of the Northeast region of Brazil	34
References	48
5.2 CAPÍTULO 2.....	55
Aspectos da biologia reprodutiva do ariacó <i>Lutjanus synagris</i> (Pisces, Lutjanidae) capturado no Litoral Amazônico, Brasil	55
Referências.....	69
6. CONCLUSÃO GERAL	73
REFERÊNCIAS	75

1. INTRODUÇÃO

A pesca é umas das atividades mais antigas desenvolvida pelo homem e seu aperfeiçoamento tecnológico foi crucial para proporcionar uma maximização na captura, melhoramento dos processos de confecção dos modernos materiais e equipamentos, bem como a potencialização tanto de origem marinha quanto continental, permitindo a busca de espécies alvos (MALDONADO, 1986; CLAUZET; RAMIRES; BEGOSSI, 2007; HAIMOVICI, 2011; VASCONCELLOS; DIEGUES; KALIKOSKI, 2011).

A pesca no Maranhão é caracterizada como uma atividade tipicamente artesanal e de subsistência, composta predominantemente por pescadores tradicionais maranhenses que fomentam subsídios para outras regiões (ALMEIDA, 2008). Essa atividade tem participação especial no cenário econômico do país, contribuindo com 60% na geração de alimento e 95% no cenário maranhense por volume de produção de pescado (BEGOSSI, 2004; MONTELES; DE ALMEIDA FUNO; DE CASTRO, 2010). Seu funcionamento contribui consideravelmente, com o desenvolvimento econômico local, além de ser fonte de proteína animal de fácil acesso, disponibiliza bens e serviços e princípios incorporados na atividade pesqueira (RAMOS, 2008).

O Maranhão apresenta-se como o oitavo maior estado do Brasil em área, o segundo maior litoral e possui características geoambientais e ecossistêmicas distintas e abundantes, com extensão de aproximadamente 640 km de costa, fazendo fronteira com o Estado do Pará a Oeste e limite com o Estado do Piauí a Leste (LOBATO, 2016). O fato de apresentar uma plataforma continental extensa, quantidade abundante de reentrâncias, redes hidrográficas dulcícolas que desaguam no mar, e uma amplitude de maré alta, asseguram a alta produtividade na região proporcionando uma alta quantidade de nutrientes substanciais para a sustentação da cadeia trófica marinha (CASTRO, 2001; SILVA; CASTRO; GUBIANI, 2007; MARTINS; DE OLIVEIRA, 2011).

A produção pesqueira da costa amazônica maranhense não é totalmente conhecida (VIANA, 2013), entretanto pela dominância da categoria artesanal, sabe-se que os principais recursos capturados advêm da região ocidental e oriental do estado (ALMEIDA, 2008). Dentre as principais espécies capturadas *Cynoscion acoupa*, *Scomberomurus brasiliensis* e *Macrodon oncyclodon*, apresentam elevado valor de mercado, entretanto, também é de importância econômica a captura de pargos (*Lutjanus purpureus*, *Lutjanus analis*, *Lutjanus jocu* e *Lutjanus synagris*) principalmente para o mercado internacional e nacional (ISAAC-NAHUM, 2006; ALMEIDA, 2008).

Os recursos pesqueiros são compostos por unidades populacionais que apresentam características distintas e que respondem em seu desempenho e particularidades, ao nível de predação, seja ela através de fatores naturais ou através da atividade pesqueira (FONTELES-FILHO, 2011).

Os recursos pesqueiros marinhos do Nordeste brasileiro apresentam importância para o progresso do desenvolvimento integrado da região, sendo fonte de alimento e renda essenciais para muitos estados e comunidades que vivem e dependem da atividade pesqueira como fonte de subsistência. Contudo, acabam sofrendo pressões em virtude da sobreexploração, seja ela em grande ou pequena escala, gerando consequências na dinâmica populacional dos estoques e redução à qualidade de vida das comunidades tradicionais.

A ordem Perciformes caracteriza-se por ser a mais diversa em relação às outras ordens de peixes e a mais abundante referente a números de espécies, principalmente espécies marinhas (NELSON, 2016). A família Lutjanidae apresenta destaque por reconhecer 23 gêneros e uma diversidade de espécies, sendo 103 marinhas, com o gênero *Lutjanus* contendo 65 espécies. Contudo, apenas 12 espécies são válidas para o Atlântico Sul, e apenas 11 espécies são destacadas como recursos de importância comercial (FISHER, 1978; MOURA; LINDERMAN, 2007; BEZERRA; GODELMAN, 2014).

Devido a sua importância no cenário econômico, os lutjanídeos constituem grande parte das capturas dentro do seu gradiente de distribuição (FISCHER; BIANCHI, 1984), estando entre os principais recursos explorados pela pesca em ambientes costeiros a nível mundial (DALZELL, 1996).

No início da década de 60 houve a ascensão da pesca comercial do pargo na zona costeira maranhense, nas proximidades do Piauí e no Ceará, com participação de outros estados (FONTELES-FILHO, 2011), porém em 1961 foi efetivada a pesca comercial dos lutjanídeos com destaque para as grandes produções. A partir da década de 80, através da pressão nos estoques da família Lutjanidae houve um período de declínio, levando à perda de produtividade e redução da economia (IVO; SOUSA, 1988; XIMENES; FONTELES-FILHO, 1988).

A pesca dos “vermelhos” ou “pargos” avançou para a segmentação e variação à medida que se aproximava do sul da Bahia, com otimização das linhas e embarcações pargueiras, participando consideravelmente nos desembarques da pesca nestas regiões (IBAMA, 2001; REZENDE; FERREIRA; FREDOU, 2003).

Estudos sobre os aspectos biológicos e pesca dos “vermelhos” no Brasil ocorrem desde a década de 1960, coordenadas pela SUDENE (Divisão de Recursos Naturais), pelo Laboratório

de Ciências do Mar (UFC) e em 1997 pelo programa REVIZEE (Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva) (LESSA et al., 2004). Os primeiros diagnósticos da pesca de lutjanídeos no Brasil foram descritos por autores como Paiva e Fonteles-Filho (1995), Calado Neto, Silva e Mattos (1997) acompanhado dos trabalhos sobre avaliação de estoques pesqueiros verificados por Diedhiou (2000), Rezende, Ferreira e Fredou (2003) e Klippel et al. (2005).

Conforme os boletins de Estatpesca/IBAMA, o *L. synagris*, é uma das espécies mais capturadas no Nordeste do Brasil, apresentando declínio na produção nas décadas de 70 a 90 (DIEDHIOU, 2000), sendo capturados desde águas costeiras até a plataforma externa, bancos e ilhas oceânicas do Nordeste (FERREIRA et al., 1997).

Em virtude de serem um dos recursos pesqueiros mais valiosos no mercado e classificados como peixes de primeira qualidade em todos os estados, o cenário de redução nas capturas motivou a American Fisheries Society a certificar que os lutjanídeos necessitam de planos de manejo, para que seja evitado caso de sobrepesca e colapso nos estoques. No início dos anos 2000 foi determinada a necessidade de elaboração de protocolos gerenciais para prevenção da sobrepesca e colapso dos estoques de lutjanídeos (COLEMAN et al., 2000; REZENDE; FERREIRA; FREDOU, 2003; KLIPPEL et al., 2005). Todavia, o cenário da pesca dos lutjanídeos está descrito por problemas na estimativa, tendência decrescente e pelo grave estado de sobreexploração, desde a década de 80, o qual torna-se preocupante, em particular, quando se considera que há a necessidade de planos de manejo principalmente com grupos muito sensível à exploração pesqueira (POLOVINA; RALSTON, 1987; DIEDHIOU, 2000; REZENDE; FERREIRA; FRÉDOU, 2003; FRÉDOU; FERREIRA, 2005; KLIPPEL et al., 2005).

Os estudos sobre os estádios e características reprodutivas de teleósteos marinhos revelam-se importantes e necessários para definir os padrões das curvas de maturação utilizadas na avaliação da condição de estoques pesqueiros e requisitos reprodutivos dos progenitores, possibilitando o conhecimento sobre os mecanismos que envolvem a perpetuação e a evolução das espécies (MURUA; SABORIDO REY, 2003).

Os peixes exibem diferentes estratégias reprodutivas para potencializar sua produção e assegurar a sobrevivência dos descendentes até a sua primeira idade de maturação. Estes mecanismos são desenvolvidos por seleção natural às pressões fisiológicas e ambientais sobre a reprodução. Cada estratégia estabelece um conjunto de técnicas reprodutivas que a espécie apresenta para ter sucesso ao longo das gerações, de modo a garantir o equilíbrio populacional

(POTTS; WOOTTON, 1984; WINEMILLER; ROSE, 1992; MURUA; SABORIDO-REY, 2003; MORGAN, 2004).

O entendimento da ecologia trófica dos peixes fornece informações sobre a composição dos recursos alimentícios disponíveis no meio, a forma como determinado organismo se relaciona com o ecossistema e com os itens através de estratégias de forrageamento (BELVER; AVILA, 2001). As alterações nos comportamentos alimentares estão relacionadas a dinâmica de crescimento do animal, época do ano, sazonalidade ambientais e suas características reprodutiva (BOND, 1979).

Estudos sobre os aspectos reprodutivos, tais como, tamanho corporal, a relação peso-comprimento, proporção sexual, o tamanho da primeira maturação sexual, desenvolvimento das gônadas, fecundidade, índice gonadosomático (IGS), tipo e época de desova dos peixes são aspectos fundamentais para o desenvolvimento racional de técnicas de manejo, regulamentação da pesca e conservação dos estoques pesqueiros (FONTELES-FILHO, 2011; SOUSA, 2011; LOWERRE-BARBIERI et al., 2011).

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar os aspectos relacionados à alimentação e reprodução de *Lutjanus synagris*, capturado através da pesca artesanal na costa amazônica maranhense, fornecendo subsídios para o estudo sobre avaliação de estoques e manejo adequado da referida espécie.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a atividade alimentar;
- Determinar a composição quantitativa e qualitativa da dieta;
- Verificar as variações sazonais da dieta de acordo com o período de captura;
- Identificar aspectos reprodutivos da espécie;
- Analisar a intensidade e frequência de desova;
- Determinar o tamanho médio de primeira maturação (L_{50}).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Sistemática, identificação e características da espécie

O ariacó (*Lutjanus synagris*) pertence à ordem Perciformes, na qual está inserida a família Lutjanidae, onde se encontram espécies denominadas de vermelhos, com nomes comuns de cioba, carapitanga e caranha. Em sua família também são encontradas grandes

espécies de pargos como pargo-verdadeiro (*Lutjanus purpureus*), o pargo-boca-negra (*Lutjanus bucanella*) e o pargo-olho-de-vidro (*Lutjanus vivanus*) (NELSON, 2016).

O ariacó está classificado taxonomicamente da seguinte forma (ITIS, 2018):

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Superclasse: Actinopterygii

Classe: Teleostei

Superordem: Acanthopterygii

Ordem: Perciformes

Subordem: Percoidei

Família: Lutjanidae

Subfamília: Lutjaninae

Gênero: *Lutjanus* Bloch, 1790

Espécie: *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758).

As características anatômicas de *L. synagris* mostram que esse animal quando adulto apresenta um corpo relativamente alto e longo com coloração rosa avermelhada e listras amarelas longitudinalmente desde a cabeça ao pedúnculo caudal, com uma mancha negra difusa acima da linha lateral, próximo ao dorso do animal. Focinho levemente pontudo com presença de dente bem desenvolvida em ambas as mandíbulas. Barbatana dorsal rosada variando na quantidade de espinhos e raios moles, entre 10 a 12, dependendo do desenvolvimento do animal, pode apresentar 11 ou 13 raios. Barbatana anal amarela arredondada contendo 3 espinhos e 3 raios, podendo apresentar até 9 raios moles. Barbatanas peitorais amarelas e curtas, e nadadeira caudal rosada apresentando furca e raios prolongados conforme figura 1 (JORDAN; EVERMANN, 1896; ANDERSON, 1967; RANDALL, 1968; FISCHER, 1978). Na fase juvenil apresenta coloração predominantemente rosa avermelhada, com listras amarelas bem sutis, característica dessa espécie, uma vez que durante a fase juvenil habita regiões mais rasas, enquanto em regiões mais profundas sua coloração tende a ser mais intensa (ALLEN, 1985).



Figura 1. Exemplar de *Lutjanus synagris*.

Fonte: Santana et al. (2019).

3.2 Distribuição geográfica e habitat

O ariacó é uma espécie nectônica demersal, costeira e oceânica, que apresenta ocorrências em regiões Tropicais e Subtropicais, e pode ser encontrado em ecossistemas estuarinos e locais de bancos e ilhas oceânicas e próximas ao talude superior (FISHER, 1978; CERVIGÓN et al., 1993; HOSTIM-SILVA et al., 2006; NELSON, 2016). Pode alcançar uma profundidade máxima de 400 metros, porém esta espécie é típica de águas mais rasas próximas às plataformas continentais e insulares (ANDERSON, 1967).

Segundo Lieske e Myers (1994), esta espécie pode ser encontrada em diversos habitats de clima quente e tropical, muitas vezes relacionado aos locais onde há predominância de corais, recifes rochosos e em áreas arenosas com vegetação, além de ser encontrada também em regiões de águas turvas ou límpidas.

Por serem considerados peixes recifais de grande valor econômico, algumas espécies de lutjanídeos habitam áreas de manguezais e estuários durante a fase juvenil e quando adultos, migram para fundos consolidados, tomando-os como residência permanente (DRUZHININ, 1970; ALLEN, 1985; DE LA MORINIÈRE et al., 2003).

Na sua fase inicial de vida há predomínio da espécie em áreas de vegetação próximos à locais onde há grande quantidade de macroalgas (LINDEMAN; SNYDER, 1999). Os espécimes juvenis apresentam preferência por regiões próximas à costa, uma vez que estes locais servem de abrigos e berçários contribuindo na manutenção e propagação do estoque

(SMS, 2012). Por apresentar estas características, refletem em uma população abundante principalmente na época de reprodução (THOMPSON; MUNRO, 1978; ALLEN, 1985).

Os pargos são considerados espécies dependentes de áreas de estuários e manguezais e as atividades antrópicas podem resultar em impactos significativos nos estoques pesqueiros (NAGELKERKEN et al., 2002; DORENBOSCH et al., 2004). Além disso, a exploração dos estoques nas fases iniciais de crescimento pode ser indicativa de sobrepesca e colapso (GOBERT et al., 2005).

Estudo realizado por Stark (1971) mostra que embora a distribuição dos lutjanídeos seja limitada às zonas tropicais e subtropicais do Atlântico, juvenis de várias espécies foram observados em regiões do Atlântico dos Estados Unidos para o norte como Massachussetts e Nova York, graças às correntes oceânicas que dispersam as larvas, porém tais juvenis não suportam a baixa temperatura durante o inverno e acabam morrendo.

A espécie *L. synagris* geralmente realiza migrações ontogênicas através da plataforma continental e se instalam em águas rasas movendo em direção aos recifes externos e, durante a época de desova, os adultos nadam dezenas de quilômetros para alcançar a borda da plataforma (STARCK, 1971; LINDEMAN et al., 2000).

Diversos trabalhos mostram que esta espécie é tipicamente marinha, porém pode adentrar em áreas de águas salobras ou hipersalinas, particularmente durante fase juvenil. Muitas espécies estão concentradas entorno de abrigos artificiais, por isso esses locais são vistos como áreas para a pesca de pargos (MOE, 1963; IRBY, 1974; SHINN, 1974; SILVA LEE, 1975; SILVA LEE; VALDÉS-MUÑOZ, 1985; CLARO; GARCÍA-ARTEAGA, 1991; GUEVARA et al., 2007).

3.3 Alimentação

A ecologia alimentar ou ecologia trófica de organismos aquáticos relata a forma como estes organismos se comportam e se alimentam em seu ambiente seja ele, natural ou artificial. Esta área de estudo proporciona dados sobre as características ecológicas básicas de um determinado organismo quanto à reprodução, crescimento, mecanismos de adaptações ou mesmo sobrevivência, além de compreender a forma como determinada assembleia utiliza e participa das relações intra e interespecíficas com o meio (SILVA et al., 2012).

Os organismos aquáticos apresentam estratégias adaptativas, fazendo com que em algum momento de sua vida ocorra a necessidade de alocar energia, via alimentação, para ser utilizada para geração de descendentes (VAZZOLER, 1996).

O *L. synagris* é considerado uma espécie-chave por ocupar elevados níveis tróficos nos ecossistemas e se estabelecer como importante recurso pesqueiro em áreas tropicais e subtropicais (PARRISH, 1987; DUARTE; GARCIA, 1999).

Peixes demersais e algumas espécies do gênero *Lutjanus* são considerados carnívoros generalistas, apresentando estratégia alimentar noturna e crepuscular (POLOVINA; RALSTON, 1987; LONGHURST; PAULY, 1987; LOWE-MCCONNELL, 1987; NELSON, 2016).

A dieta alimentar dos lutjanídeos é bem abrangente, no qual estes organismos apresentam uma preferência por crustáceos decápodes, peixes, moluscos e cefalópodes (ALLEN, 1985; HECK; WEINSTEIN, 1989; CLARO; LINDEMAN, 2004; PIMENTEL; JOYEUX, 2010). São considerados animais oportunistas, por consumirem uma diversidade de presas e revelarem mudanças na sua alimentação ao decorrer do ciclo de vida (BRADLEY; BRYAN, 1975; SZEDLMAYER; LEE, 2004; WELLS; COWAN; JAMES, 2008). Juvenis apresentam preferência por camarões, lulas, zooplâncton e outros crustáceos, enquanto adultos, se alimentam primordialmente por peixes e crustáceos (BRADLEY; BRYAN, 1975; MCCAWLEY; COWAN; SHIPP, 2006; WELLS; COWAN; JAMES, 2008).

Um dos fatores que contribuem na alta taxa de natalidade das pós-larvas e sucesso reprodutivo dos juvenis e adultos de *L. synagris* é a abundância e a disponibilidade de alimento (FRANKS; VANDERKOOY, 2000; OLIVEIRA; SOUZA, 2016). Desta forma, para que ocorra a identificação da composição alimentar é necessário o estudo do conteúdo estomacal, uma vez que servirá como uma comparativo para análise da preferência alimentar por um determinado item e verificação da posição na cadeia trófica (NASCIMENTO, 2006).

3.4 Reprodução

L. synagris é um peixe gonocórico, que apresenta dimorfismo sexual durante o momento de reprodução, gônadas pares com forma e tamanho similar (CLARO; LINDEMAN, 2008). Sua reprodução ocorre através de emparelhamento do macho com a fêmea e presença de ritual de coorte, em que o macho utiliza o focinho para acariciar a região ventral da fêmea para que ocorra a liberação de óvulos (HEYMAN, 2005).

O período de desova de *L. synagris* acontece durante o fenômeno conhecido como agregação reprodutiva, que consiste na migração de populações para um local específico durante uma determinada época do ano para desovar, contudo, essa migração faz com que essas populações fiquem alvo da pesca, tornando-os vulneráveis a exploração (CLARO et al., 2001; CLARO; LINDERMAN, 2003).

O período de reprodução da espécie já foi observado em estudos realizados na costa da Venezuela entre os meses de maio e novembro (MÉNDEZ, 1989; GÓMEZ; GUZMÁN; CHACÓN, 2001), em regiões próximo à costa de Cuba e México entre os meses de maio e outubro (BORRERO, 1978; RIVERA ARRIAGA et al., 1996), e no Brasil, especificamente nas áreas próximo ao Ceará, foi possível observar uma intensa atividade reprodutiva entre os meses de janeiro e abril, e uma menor atividade reprodutiva entre os meses de agosto e novembro conforme Sousa Junior, Silva e Salles (2008).

Segundo Claro e Linderman (2008), a desova do ariacó é do tipo assincrônica, com ocorrência de desova parcial em intervalos de 24 horas próximo a áreas de recifes de corais e seus ovos são flutuantes e as larvas permanecem à deriva durante o seu desenvolvimento.

A maturidade sexual dos lutjanídeos ocorre quando estes atingem tamanhos iguais a 35-50% do comprimento máximo da população (GRIMES, 1987).

O período reprodutivo é determinado pelos fatores abióticos, bióticos e quantidade de alimento disponível aos quais os peixes são expostos. Esses fatores fazem com que os animais desenvolvam mecanismos e traduzam esses sinais em alterações endócrinas que controlam a gametogênese. Os ciclos reprodutivos das espécies marinhas ocorrem em duas grandes fases: a primeira consiste na proliferação, crescimento e diferenciação dos gametas, ou seja, espermatogênese e ovogênese, a segunda constitui a fase de maturação e preparação das células germinativas para liberação e inseminação, ou seja, espermição e maturação de ovócito (MYLONAS; FOSTIER; ZANUY, 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A Zona Costeira Norte do Brasil, localizada na região tropical da América do Sul, é formada principalmente pela Amazônia Costeira, caracterizada por apresentar uma elevada rede hidrográfica, bem como um regime de macromarés semi-diurnas. Essa região fisiográfica apresenta uma distribuição latitudinal de 4° N, no rio Oiapoque, até 2° 50' S e uma variação longitudinal de 42° a 53° W, incluindo os estados do Amapá, Pará e Maranhão (MARTINS; DE OLIVEIRA, 2011).

O Maranhão está situado entre as coordenadas 01°48'30" - 10°21'07" S e 41°48'30" - 48°50'51" W, formalmente classificado como Nordeste do Brasil, mas a porção ocidental, a partir do Golfão Maranhense, está oficialmente incluída na Amazônia Legal (IBGE, 2018).

Ao longo da Zona Costeira Amazônica, o Pará e Maranhão, juntos apresentam uma vasta área formada por manguezais, cerca de 700.000 ha, ou seja, 85 % de toda área de manguezais do Brasil (HERZ, 1991; KJERFVE; LACERDA, 1992), e a Zona Costeira Maranhense, sozinha, compreende 50% do total dessa área (KJERFVE et al., 2002).

A distribuição dos manguezais maranhenses está localizada especificamente nas áreas do município de Tutóia, Araiões, Amarração, Parnaíba, São Luís e toda a região das reentrâncias maranhenses desde Alcântara (PEDROSA, 1975).

A costa amazônica possui característica única quanto a sua forma, apresentando vastas áreas de corais, baías, estuários e reentrâncias, sendo as maiores a desembocadura do rio Amazonas com seu delta, e o Golfão Maranhense (MARTINS; DE OLIVEIRA, 2011).

A zona costeira do Maranhão possui cerca de 640 km de extensão e uma plataforma continental predominantemente extensa, com águas costeiras rasas que sofre influências diretamente das grandes bacias hidrográficas dulcícolas. Na região ocidental do estado, encontram-se as Reentrâncias Maranhenses, uma extensa área de manguezais e ilhas, e na região oriental os grandes e pequenos lençóis, manguezais e uma área denominada Delta das Américas (STRIDE, 1992; ICMBIO, 2009).

A área de estudo está localizada no litoral amazônico maranhense entre a Barra de Guajerutiua (01°30'28.56"S – 44°43'10.41"O), Bate Vento (1°17'57.85"S – 44°53'34.45"O), Raposa (02°25'23"S – 44°06'12"O), Ilha de Santana (2°17'26,38"S – 43°41'07,46"O) e Parcel de Manuel Luís (0°53'52.66"S – 44°17'06.96"O), formalmente classificada e incluída na Amazônia Legal (IBGE, 2018). Barra de Guajerutiua, Bate Vento e Parcel de Manoel Luís são locais de domínio municipal de Cururupu-MA, e a Ilha de Santana, domínio municipal de Humberto de Campos-MA.

O Maranhão está entre os principais produtores de pescado no Norte e Nordeste do Brasil e a pesca é caracterizada como uma atividade tipicamente artesanal e de subsistência, em que abriga a comunidade tradicional e de maior importância pesqueira conhecida como Raposa, situada a 30km de São Luís (MARTINS-JURAS, 1987; STRID, 1992; ALMEIDA, 2008; SANTOS et al. 2011).

4.2 Amostragem

Os exemplares de *L. synagris* foram obtidos por meio da pesca artesanal comercial e desembarcados no município de Raposa. As amostragens foram realizadas mensalmente durante o período de junho de 2018 a maio 2019. As amostras foram capturadas usando espinhel de superfície (0.8 e 0.100 mm) com aproximadamente 600 m de extensão, longlines de 45 m com

anzóis (nº 7 e 8) e 500 m de rede serreira 0.60 mm de malhagem (malha esticada), autorizado através da licença do SISBIO / IBAMA 65644-1.

Os peixes foram acondicionados em sacos plásticos, identificados e colocados em caixas isotérmicas para serem transportados até o Laboratório de Biologia Pesqueira, na Universidade Estadual do Maranhão, para posterior processamento. Em laboratório foram realizados biometria de comprimento total (L_T , cm), comprimento furcal (F_L , cm) e comprimento padrão (S_L , cm) com uso de paquímetro e fita métrica, peso total (W_T , g), peso eviscerado (G_W , g) através de balança de precisão de 0,01 g e feito uma avaliação estomacal e processamento das gônadas.

4.3 Alimentação

A dieta alimentar é determinada através da análise do conteúdo estomacal, que compreende o conjunto de itens encontrados principalmente no estômago do indivíduo. Esse processamento ocorreu com auxílio de um estereomicroscópio e os organismos presentes no conteúdo estomacal dos peixes foram identificados e classificados ao menor nível taxonômico possível.

O estudo sobre a alimentação de determinados organismos é feito através da análise quantitativa do conteúdo estomacal, através de métodos qualitativos e quantitativos: análises numéricas, gravimétricas e índices de biodiversidades. Foram adotados índices ecológicos ou de biodiversidades para mostrar o comportamento sazonal e espacial dos itens na dieta do animal.

4.3.1 Métodos numéricos

- *Grau de repleção estomacal e grau de digestão*

Serve para avaliar as épocas e áreas com maior abundância de presa, através da classificação de repleção do estômago de acordo com a seguinte escala: 0 = vazio; 1 = 25% cheio; 2 = 50% cheio; 3 = 75% cheio e 4 = 100% cheio. O grau de digestão dos itens encontrados reflete em partes o grau de identificação possível dos itens. Dessa forma, utilizou-se: grau de digestão completo, semi-digerido e sem digestão conforme Fonteles-Filho (2011).

- *Frequência numérica percentual dos itens (F_{ni})*

O número de unidades de cada item alimentar é computado e expresso como porcentagem do número total de itens identificados no conteúdo estomacal. A expressão usada para a participação numérica é dada por:

$$F_{ni} = (n_i \times 100) / n, \text{ onde:}$$

F_{ni} = frequência de ocorrência numérica do item i na dieta da espécie;

ni = soma de cada presa i contida nos estômagos analisados da espécie;

n = soma de todas as presas contidas nos estômagos analisados da espécie.

- *Frequência de ocorrência percentual (FO)*

O número de estômagos nos quais ocorre um determinado item alimentar é expresso como porcentagem do número total de estômagos. A expressão usada para a frequência de ocorrência é dada por:

$$FO = (ni \times 100) / n, \text{ onde:}$$

FO = frequência de ocorrência do item i na dieta da espécie;

ni = números de estômagos contendo o item alimentar i ;

n = números totais de estômagos com alimento na amostra.

- *Índice de vacuidade (Cv%)*

$$Cv\% = \text{número de estômagos vazios} / \text{número total de estômagos analisados} \times 100$$

4.3.2 Métodos Gravimétricos

- *Índice de importância relativa dos itens (IIR) e índice de porcentagem de importância relativa (%IIR)*

Mostra a importância ou preferência relativa de uma determinada categoria ou item alimentar na dieta de uma determinada espécie. Para calcular este índice foi utilizado a metodologia proposta por Pinkas et al. (1971) modificado por Hacunda (1981).

$$IIR = \%FO \times (\%Ni + \%Pi),$$

$$\%IIR = (IIR / \sum IIR \times 100), \text{ onde:}$$

IIR = índice de importância relativa;

$\%FO$ = frequência de ocorrência percentual dos itens alimentares;

$\%Ni$ = percentual numérico dos itens alimentares;

$\%Pi$ = percentual em peso dos itens alimentares;

$\sum IIR$ = somatório total do índice de importância relativa.

4.3.3 Índices ecológicos

A dominância dos itens foi obtida através do *índice de Simpson (1949)*. A diversidade dos itens foi calculada através do *índice Shannon-Wiener (1963)*. A riqueza de espécies foi proposta através do *índice de Margalef (1958)* e o *índice de Equitabilidade de Pielou (1966)* foi usado para identificar a distribuição dos itens.

4.4 Reprodução

As funções reprodutivas trabalham no sentido de manter a capacidade renovadora da população, de modo que as flutuações naturais refletem a manutenção do equilíbrio interespecífico, necessário para evitar seu crescimento exagerado em detrimento de outras. Desse modo, alguns atributos são analisados para obtenção de respostas sobre a situação de um determinado estoque, tais como:

- *Proporção sexual*

Relação necessária para a caracterização da estrutura de uma determinada espécie ou população (VAZZOLER, 1996), estabelecida como a razão do número total de fêmeas e machos. Esta foi comparada mensalmente, assim como a média total durante o período do estudo, por meio do teste não paramétrico qui-quadrado (χ^2), com nível de significância $\alpha = 0,05$.

- *Relação peso-comprimento (LWR)*

A estrutura populacional dos indivíduos foi registrada mensalmente com base no número de indivíduos por classe de comprimento total (L_T) e peso total (W_T). A relação peso total (W_T) e comprimento total (L_T) foi obtida pela função potencial, expressa: $W_T = aL_T^b$, em que: a = intercepto; b = coeficiente angular (TEISSIER, 1948; RICKER, 1975; ZAR, 2010). Os coeficientes a e b foram obtidos após as transformações logarítmicas de W_T e L_T ($\ln W_T = \ln a + b \ln L_T$) e uma análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada para determinar possíveis diferenças entre os parâmetros para machos e fêmeas. Após a análise, foi possível classificar o crescimento nas relações LWR em: $b < 3$, alométrico negativo; $b > 3$, alométrico positivo e $b = 3$, crescimento isométrico (GIARRIZZO et al., 2006).

- *Índice gonadossomático (IGS) e índice de condição (K)*

O índice gonadossomático (IGS) é um índice biológico necessário para estimar a proporção do peso das gônadas em relação ao peso do animal. Serve como parâmetro para descrever a evolução sazonal do ciclo reprodutivo e a equação utilizada conforme Erickson (1985) é dada por:

$$IGS = \frac{MG}{WG} \times 100, \text{ onde:}$$

IGS = índice gonadossomático

M_G = massa da gônada (g);

W_G = peso eviscerado do animal (g)

Os valores médios mensais do *IGS* foram estimados através do quociente:

$$\sum_{il}^n = \frac{IGSi}{n}, \text{ onde:}$$

IGS = índice gonadosomático de cada exemplar macho ou fêmea amostrado;

n = número total de machos ou fêmeas na amostra.

O índice de condição (*K*) foi obtido através da relação de Fulton (*K*):

$$K = 100 \times G_W / T_L^3, \text{ onde:}$$

G_W = peso eviscerado corporal,

L_T = comprimento total

b = 3, coeficiente alométrico.

▪ Caracterização macroscópica e microscópica das gônadas

Para o processamento das gônadas, as amostras foram fixadas em solução de formaldeído a 5% durante 24 horas. Após este período, foram conservadas em álcool 70% para posterior desidratação em séries crescentes de álcoois, diafanizadas em xilol em diferentes graduações e impregnadas em parafina, conforme protocolo adaptado de Vazzoler (1996) e Lowerre-Barbieri et al. (2011) (Tabela 1). Os blocos de parafina foram mantidos a 4°C e cortados a 5 µm, para cortes e 10 µm, para desgaste do bloco, com auxílio de um micrótomo. As secções resultantes foram utilizadas para confecções de lâminas histológicas e coradas com hematoxilina-eosina (H.E) (Tabela 2), para posterior montagem em meio sintético com uso de Entellan. Para cada exemplar foram confeccionadas três lâminas para confirmação das descrições sobre os estádios maturacionais.

Tabela 1. Protocolo de desidratação e inclusão em parafina.

Reativo	Tempo de imersão
Álcool 70°	Até eliminar os restos do fixador
Álcool 80°	1 hora
Álcool 90°	1 hora
Álcool 100°	1 hora
Álcool 100°	1 hora
Xilol	1 hora
Xilol	1 hora
Parafina líquida (60°C)	1 hora
Parafina líquida (60°C)	1 hora

Fonte: Adaptado de Vazzoler (1996) e Lowerre-Barbieri et al. (2011)

Tabela 2. Protocolo de coloração Hematoxilina-Eosina.

Reativo	Tempo de imersão
---------	------------------

Xilol	15 minutos
Xilol	10 minutos
Álcool 100%	5 minutos
Álcool 90%	5 minutos
Álcool 80%	5 minutos
Álcool 70%	5 minutos
Hematoxilina	45 segundos
Água destilada	4 minutos
Eosina	55 minutos
Água destilada	1 minutos
Álcool 70%	10 segundos
Álcool 80%	10 segundos
Álcool 90%	10 minutos
Álcool 100%	10 minutos
Xilol	3 minutos
Xilol	3 minutos

Fonte: Adaptado de Vazzoler (1996)

A identificação anatômica das gônadas de machos e fêmeas foi realizada através do protocolo de caracterização macroscópica proposta por Vazzoler (1996) e adaptada de De Santana (2015). O desenvolvimento das células gametogênicas dos peixes foi adaptada de acordo com a proposta por Brown-Peterson et al. (2011), Lowerre-Barbieri et al. (2011) e De Santana (2015). Cinco estádios de maturidade foram estabelecidos para fêmeas e machos, como segue: IM = imaturo, DV = em maturação, SC = capaz de desovar, RG = regressão e RN = regeneração, como mostra a tabela 3.

Tabela 3. Descrição macroscópica e microscópica dos estádios do ciclo reprodutivo em fêmeas e machos de peixes de *L. synagris*.

Estádios	Fêmea	Macho
IM (Imaturo)	Ovários pequenos, vasos sanguíneos ou capilares ausentes e ocupam menos de 1/3 da cavidade celomática Poucas oogônias e ovócitos em crescimento primário (PG), não há atresia, sem bandas musculares, parede ovariana fina, organização lamelar firme com estroma associado a mesma e pouco espaço entre os ovócitos	Testículos pequenos, muitas vezes claros e finos. Apenas Espermatogônia primária presente; sem lúmen em lóbulos.
DV (Em Maturação)	Ovários mais desenvolvidos ocupando 1 a 2/3 da cavidade celomática e mais próximo ao poro genital, intensamente vascularizado, oviduto laminar transparente e vazio, ovócitos opacos	Testículos pequenos, mas facilmente identificados. Espermatócitos evidentes junto aos lóbulos. Células em estádios Sg2 (espermatogônia secundária), Sc1 (espermatócito

		primário), Sc2 (espermatócito secundário), St (espermátide) e Sz (espermatozoide) podem estar presentes. Presença de epitélio germinativo.
SC (Capaz de desovar)	Ovários grandes, de maior calibre ocupando 2/3 a quase toda cavidade celomática, vasos sanguíneos proeminentes, ovócitos opacos e/ou translúcidos visíveis. SC1: maduro inicial, ovócitos grandes e opacos. Presença de Vtg3 (oócito vitelogênico terciário) e POF (folículo pós ovulatório) antigos presentes em desovantes por lotes. SC2: maduro final, ovócitos bem grandes e translúcidos. Ovócitos em GVM (vesícula germinativa tardia), GVBD (quebra de vesícula germinativa), hidratação ou ovulação, POFs (folículos pós ovulatório recentes)	Testículos grandes e firmes. Espermatozoides no lúmen dos lóbulos e/ou nos ductos do esperma. Todas as etapas da espermatogênese: SG2 (espermatogônia secundária), SC (espermatócito), St (espermátide), Sz (espermatozoide) podem estar presentes.
RG (Regressão)	Ovários flácidos, grandes, mas não volumosos, vasos sanguíneos proeminentes com presença de zona hemorrágicas; Atresia ou presença de algum estágio ovocitário: CA (oócitos alveolares corticais), Vtg1 (oócito vitelogênico primário), Vtg2 (oócito vitelogênico secundário), POF (folículos pós ovulatório)	Testículos pequenos e flácidos. Presença de espermatozoide residual no lúmen dos lóbulos e no ducto do esperma. Espermatócitos amplamente espalhados perto da periferia. Pouca ou nenhuma espermatogênese ativa.
RN (Regeneração)	Ovários pequenos, vasos sanguíneos reduzidos, mas presentes. Apenas presença de ovócitos em desenvolvimento primário e oogônias. Feixes musculares, vasos sanguíneos expandidos, de parede espessa de ovário e/ou atresia em estágio gama/delta. Pode apresentar POF (folículos pós ovulatório) em degeneração	Testículos pequenos, muitas vezes filiformes. Ausência de espermatócitos. Lúmen do lóbulo muitas vezes inexistente. Proliferação de espermatogônia em todo testículo. Pequena quantidade de espermatozoide residual ocasionalmente presente no lúmen dos lóbulos e no ducto espermático.

Fonte: Brown-Peterson et al. (2011), Lowerre-Barbieri et al. (2011) e De Santana (2015).

- Comprimento médio de 1ª maturação (L_{50})

O comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) foi estimado a partir da curva de frequência acumulativa dos indivíduos adultos por classe de comprimento total ajustada à função logística (King, 1996), e o comprimento máximo (L_{100}) também foi obtido. Os estádios maturacionais foram agrupados da seguinte forma: jovens (imaturas) e adultos (em desenvolvimento, capaz de desovar, regressão e regeneração). O percentual de maturidade por classe de comprimento foi calculado e considerado como variável dependente (Y) e o comprimento total como variável independente (X). Posteriormente, esses valores foram ajustados para uma curva logística, utilizando o software Statistica 10.0, de acordo com a seguinte equação:

$$P = 1 / (1 + \exp [-r (L - L_m)]), \text{ onde:}$$

P é a proporção de indivíduos maduros

r é o declive da curva

L é o comprimento

L_m é o comprimento médio de maturidade sexual ou o comprimento correspondente a uma proporção de 0,5 (ou 50%) em condições reprodutivas.

4.5 Dados ambientais

Para os dados ambientais foram coletadas informações de temperatura (°C) e pluviosidade (ppm), obtidos através do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e NUGEO – Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão, para o período amostrado e relacionadas à alimentação e ao período reprodutivo.

4.6 Tratamentos estatísticos

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistica 10.0 e PAST 3.26. Os resultados das variáveis foram expressos em média e desvio padrão. Para todos os dados foram analisados a normalidade mediante o teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade das variâncias através do teste de Cochran.

Uma vez cumpridas as premissas, foram realizados os testes *t* de Student, ANOVA e Tukey a posteriori para identificar as diferenças entre as variáveis no período seco e chuvoso. Para os dados que não atendiam aos critérios, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado. Em todos os casos foram utilizados nível de significância de 0,05.

5. RESULTADOS

Os resultados desta dissertação serão apresentados em dois capítulos. Cada capítulo corresponde a artigos que serão submetidos a um periódico da área. No capítulo 1 apresentaremos dados sobre os **“Hábitos alimentares do *Lutjanus synagris* (Teleostei: Lutjanidae) na Costa Amazônica, Nordeste, Brasil”**; no capítulo 2, iremos abordar os **“Aspectos da biologia reprodutiva do ariacó *Lutjanus synagris* (Pisces, Lutjanidae) capturado no Litoral Amazônico, Nordeste, Brasil”**.

5.1 CAPÍTULO 1

Este artigo será submetido para a revista *Neotropical Ichthyology*, Print version ISSN 1679-6225, On-line version ISSN 1982-0224. Qualis A4 (2021) / B1(Avaliação quadrienal) para área de Zootecnia/Recursos Pesqueiros.

Link Instructions for authors: <http://www.scielo.br/revistas/ni/iinstruc.htm>



Feeding habits of *Lutjanus synagris* (Teleostei: Lutjanidae) in the Amazon Coast of the Northeast region of Brazil

Jackellynne Fernanda Farias Fernandes¹, Jailza Freitas¹, Yago Bruno Silveira Nunes², Rafael Santos Lobato³ and Marina Bezerra Figueiredo³

1Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, Jardim São Cristóvão, 65055-310 São Luís, MA, Brazil. (JFFF) jackellynneffernandes@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6559-9240> (autor correspondente), (JF) jailza.freitas777@gmail.com

2Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, Jardim São Cristóvão, 65055-310 São Luís, MA, Brazil. (YBSN) ybruno3098@gmail.com

3Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, Jardim São Cristóvão, 65055-310 São Luís, MA, Brazil. (RSL) lobatorafael.adv@gmail.com, (MBF) figmarina@gmail.com

Abstract

The diet and food composition of ariacó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) were investigated on the Amazonian coast of Maranhão, Brazil between June 2018 and May 2019. Numerical methods and index of relative importance (IRI) was used to show the importance or relative preference of a category or food item in the diet. The composition of the diet was studied in relation to the sex and size of the predator and seasonality. Of 359 stomachs sampled, 54 were empty due to regurgitation and presented a vacuity coefficient (Cv%) of 15.04%. In the analysis of diets between the sexes, it was possible to identify a greater participation of fish (30.43%) and crabs (26.10%) in the diet of females, shrimp (36.23%) and OMNI (18.84%) in males. The species' diet showed spatial differences in length distributions. The analysis of stomach contents showed the presence of plastic in mesoplastic sizes (5.0 mm - 2.5 cm) in 5.52% of the samples. The main food items found were from the Brachyura and Caridea species. The results clearly demonstrate that *L. synagris* prefers benthic prey, with carnivorous and generalist-opportunistic habits; and its diet is also composed of demersal-pelagic species, such as cephalopods and teleost fish.

Keywords: Lane snapper, Diet, Estuarine fish, Size-related diet shift, Polymers.

Introduction

Lutjanidae species are important fishery resources in their occurrence areas, which occupy high trophic levels in the ecosystem (Dorenbosch *et al.*, 2005). Studies about their main species and their use of an area enable the development of a functional representation of the ecosystem for their management (Duarte, Garcia, 1999).

Studies on feeding ecology of fishes based on analysis of their stomach content are essential to the understanding of their nutritional demands and interactions with the environment and other organisms (Pimentel, Joyeux, 2010).

The Lutjanidae family is composed of fishes termed opportunist predators that present feeding habits composed of different preys, such as fishes, benthic crustaceans, squids, and pelagic zooplankton, because these are reef and estuarine species that are ecologically important in the marine ecosystem (Parrish, 1987; McCawley *et al.*, 2006).

Many tropical fish species use estuaries as natural nurseries (Cerqueira *et al.*, 2017). Some Lutjanidae fishes depend on these environments and others use them only during their initial developmental stages because these environments have food availability and reduced occurrence of predation (Nagelkerken *et al.*, 2000). Adult fishes of the species *Lutjanus synagris* have preference for reef areas, platforms, or continental slope areas, and usually migrate to estuarine areas due to the structural complexity of mangroves for refuge during their juvenile stage (Costa *et al.*, 2005; Fredou, Ferreira, 2005; Klippel *et al.*, 2005; Fredou *et al.*, 2009).

Most snappers are considered fishery resources, which have high value in the market and are classified as first-quality fishes in their occurrence areas (Fredou *et al.*, 2006). These characteristics make these species vulnerable to overfishing, increasing their exploitation levels (Klippel *et al.*, 2005; Fredou *et al.*, 2009).

Fishing activities in areas with these fishery resources in the Northeast region of Brazil are intense (Lessa *et al.*, 2004) and raise concerns about preservation of fish stocks and coastal areas. Thus, information about the trophic dynamics of *L. synagris* may allow the development of functional ecosystem models and assist in the management and conservation of the species (Duarte, Garcia, 1999).

The objective of the present study was to evaluate qualitatively and quantitatively the feeding spectrum of *Lutjanus synagris*, related to seasonality, their ontogenetic development, and the relation between feeding and biotic and abiotic conditions of the Amazonian coast in the state of Maranhão, Brazil.

Material and methods

Study area

The coast of the state of Maranhão, Brazil, is approximately 640 km long and has a large continental platform, with shallow coastal waters that are directly affected by large river basins. The western region of the state coast contains the Maranhão coastline recess (Maranhenses recesses), which is a long area of corals, mangroves, and islands; and the east region contains large and small plains with lagoons among dunes (Lençóis Maranhenses National Park), mangroves, and an area termed Delta of Americas (Stride, 1992; ICMBIO, 2009). The Amazonian Coastal Zone is the highest continuous area of mangrove in the world, with approximately 8.900 km²; 50% of this area is in the Maranhão Costal Zone (Kjerfve *et al.*, 2002).

This study was done in a fishery area in the state of Maranhão, encompassing Barra de Guajerutiua (01°30'28.56"S, 44°43'10.41"W), Bate Vento (1°17'57.85"S, 44°53'34.45"W), Raposa (02°25'23"S, 44°06'12"W), Ilha de Santana (2°17'26.38"S, 43°41'07.46"W), Parcel de Manuel Luís (0°53'52.66"S, 44°17'06.96"W), which are in the region classified as Legal Amazon (Fig. 1) (IBGE, 2010).

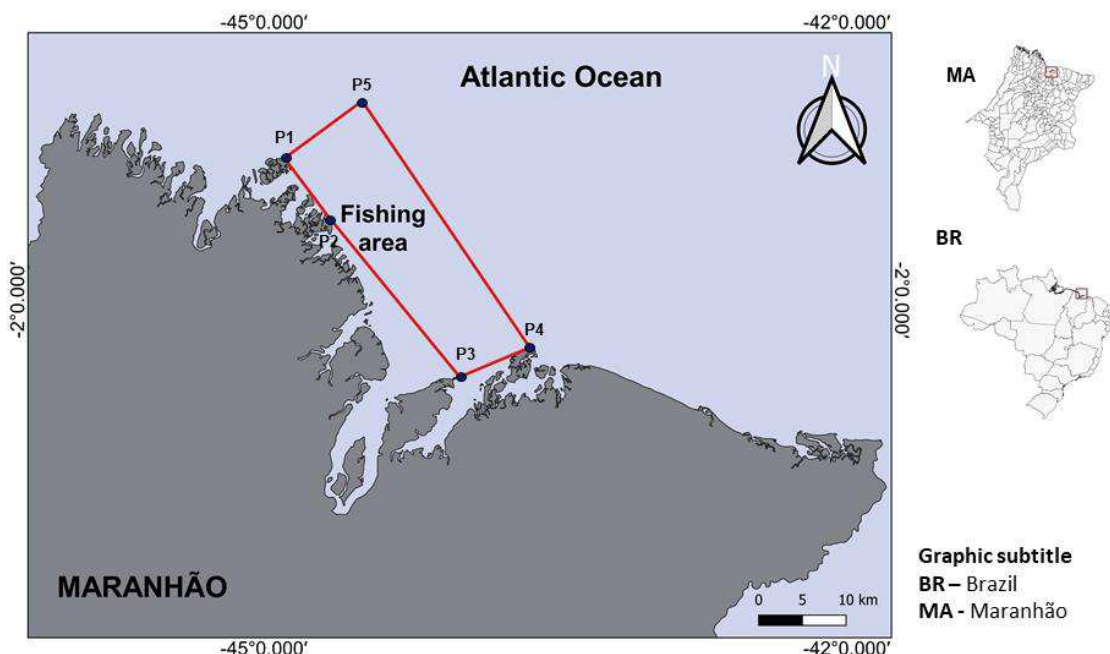


Fig. 1. Location of the sampling area (P1. Barra de Guajerutiua, P2. Bate vento, P3. Raposa, P4. Ilha de Santana, P5. Parcel de Manuel Luís).

The hydrographic and climatic status of the region, and the characterization of seasonality were based on temperature and rainfall data available by the Geoenvironmental

Center of the State University of Maranhão and by the National Institute of Meteorology (INMET). The climate of the region is tropical, characterized by a dry mild winter and a hot rainy summer (Peel *et al.*, 2007).

Sample collection and data analysis

The fishes were captured monthly (June 2018 to May 2019) using a standard set of hand lines (0.80 and 0.100 mm), hooks (no. 7 and 8), and 500-meter gillnets (0.60 mm mesh) and acquired by purchasing them from fishers in the municipality of Raposa, which was authorized through the SISBIO/IBAMA license number 65644-1.

All specimens were measured to obtain their total length (T_L) and weight (T_W), and, subsequently they were eviscerated for confirmation of their sex and removal of their stomachs. The maturity categories of juvenile and adult were differentiated through the analysis of the gonadal maturation for both sexes, which was based on Brow-Peterson *et al.*, (2011), Lowerre-Barbieri *et al.*, (2011) and Santana (2016). The specimens were selected for analysis of stomach contents and distributed into length classes according to the formula of Sturges (1926).

The stomach items of each fish were preserved in 5% formaldehyde, identified, and classified by using specific identification keys, according to Fischer (1978), Cervigón *et al.*, (1992), and Castro (1997), Figueiredo and Menezes (2000). The adult organisms found were counted separately, and teleosts at larval and juvenile stages were identified according to Carpenter (2002a, 2002b) and database of identified species of the Fishbase.

The quantification of the stomach items was done through number of anatomical fragments, when possible. Specimens that presented empty stomachs were subjected to vacuity calculations [$Cv\% = (\text{number of empty stomachs} / \text{total number of evaluated stomachs}) \times 100$] (Falautano *et al.*, 2007). The importance of the different prey types found was evaluated by using the following dietetic indexes: percentage of occurrence frequency [$FO\% = (\text{number of stomachs containing the prey} / \text{total number of not empty stomachs}) \times 100$]; percentage of abundance ($Fni\% = [\text{number of items of the prey} / \text{total number of all items of preys}] \times 100$); percentage weight of the items [$Wi\% = (\text{weight of the prey} / \text{total weight of all preys}) \times 100$]; relative importance index (IRI), using the weight instead of volume [$IRI\% = (N\% + Wi\%) \times (F\%)$]. The numerical and gravimetric methods were applied following the methodology of Hacunda (1981) and Fonteles-Filho (2011), adopting a repletion degree (0 = empty, 1 = 25% full, 2 = 50% full, 3 = 75% full, and 4 = completely full) and a digestion degree (completely digested, semi-digested, and not digested). The polymers in the *L. synagris* diet were identified and classified based on Montagner (2018).

The feeding resources were subjected to similarity analysis using the Bray-Curtis coefficient. The dominance of the items was obtained through the Simpson index (1949). The diversity of the items was calculated using the Shannon-Wiener index (1963). Species richness was proposed using the Margalef index (1958) and the Pielou Equitability index (1966) was used to identify the distribution of the items.

The results of the variables were expressed as average and standard deviations. The statistical analyses were done using the Statistica 10.0 and Past 2.26 (Paleontological Statistics) programs. All data were evaluated for normality through the Kolmogorov-Smirnov test and for homogeneity of variances through the Cochran's and Bartlett's test. The Student's t-test and the ANOVA test were then applied to obtain the significance of the analyses using one-way factor when the data presented normal and homogeneous distribution. The data of relative frequency of items were evaluated using non-parametric Kruskal-Wallis test to verify possible seasonal differences in the diet composition. A significance of 0.05 was used for all evaluations.

Results

The sample consisted of 359 specimens of the species *Lutjanus synagris*, 149 males and 210 females. Their total length varied from 25.0 to 53.3 cm, presenting a mean of 35.73 ± 4.63 cm for females and 34.55 ± 4.67 cm for males (Student's t-test, $p < 0.05$). The maturity categories found were juveniles (24.0 to 27.9 cm), with 22 specimens; subadult (28 to 31.9 cm), with 61 specimens; and adult (32 to 53.3 cm), with 276 specimens. The total length distribution showed a trend for the 36 to 40 cm class for females, and high proportion of subadult and adult (76.04%) specimens in the total sample (Fig. 2). The sex proportion in the study period was 1 female for 0.70 males. In general, there was no statistically significant difference between these values at the level of 5% (calculated $\chi^2 = 10.36$ < table $\chi^2 = 19.67$). The total weight of organisms varied from 180.0 to 972.26 g, with mean of 483.13 ± 114.80 g for females and 464.45 ± 111.13 g for males (Student's t-test, $p < 0.05$).

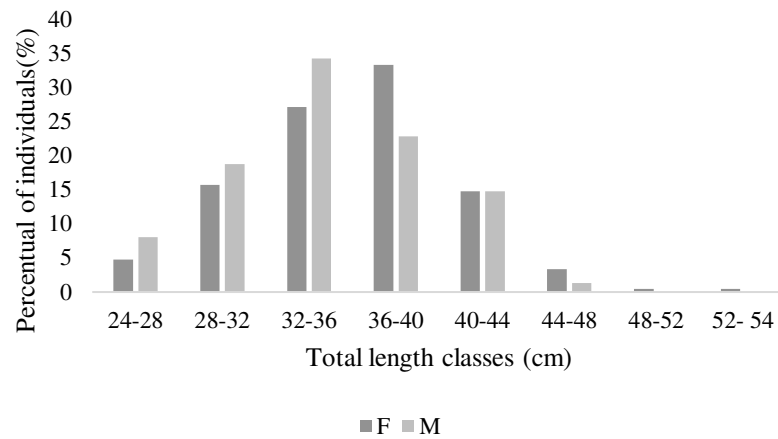


Fig. 2. Total length distribution of the *Lutjanus synagris* in the Amazonian Coast, Northeast Region of Brazil (n = 359).

The identification of food items in the 359 stomachs showed that 54 were empty by regurgitation and presented coefficient of vacuity (Cv%) of 15.04%. The repletion degree found showed the following percentages: 31.20% specimens for degree 1, 22.28% for 2, 19.50% for 3, and 11.98% for 4. The repletion degrees were affected by the sampling periods (ANOVA, $p < 0.05$). Throughout the sampling period, the completely full stomachs were less representative than the other repletion classifications; however, the highest values were found from January 2019 to May 2019, which was a period of higher rainfall (Fig. 3).

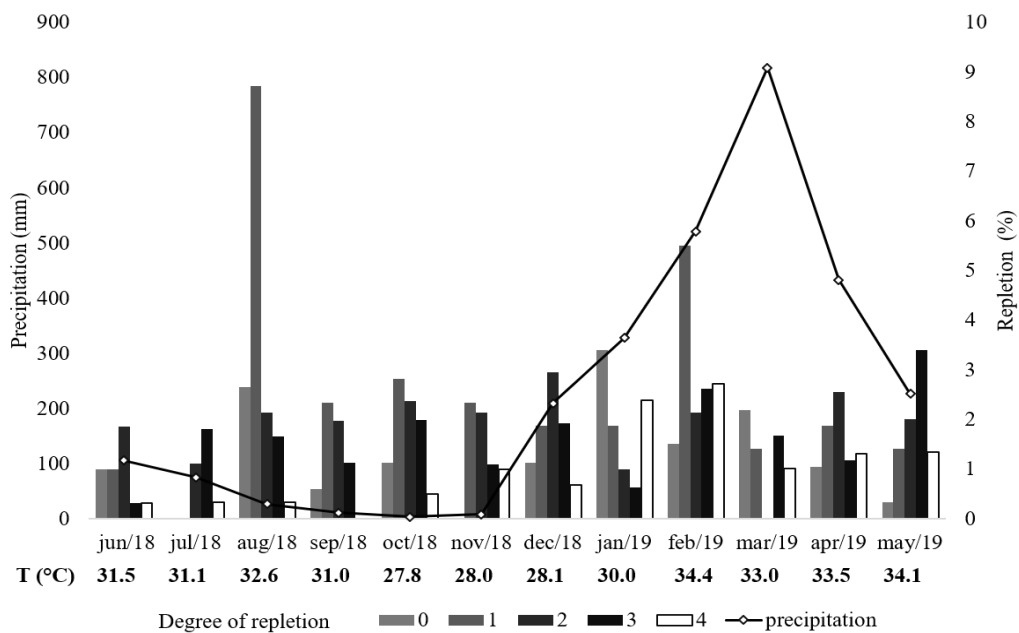


Fig. 3. Stomach's repletion degrees and monthly rainfall in the study region throughout the sampling.

The analysis of digestion degree of stomach contents showed that 44.63% were completely digested, 38.24% were semi-digested, and 17.13% were not digested. The stomachs with complete digestion presented repletion degree 1 in all samplings, indicating that the food content in the stomach was composed by large amount of gastric mucus, and were more frequent in August 2018 and February 2019.

The diet presented a cumulative curve of 272 items, which were classified into 9 categories: crustaceans, mollusks, porifera, plants, vertebrates, annelids, fish and shrimp fragments, organic matter not identified (OMNI), and polymers. The identification of some items could be made in specific level due to the low action of the digestion (Tab. 1).

Tab 1. Preys consumed by *Lutjanus synagris* in the Amazonian coast of the state of Maranhão, Brazil; (%Fni= numerical frequency of items; %FO= frequency of occurrence of items; %IRI= relative importance index of items).

Preys Items	Dry (n=131)			Rainy (n=141)			General (n=272)		
	%Fni	%FO	%IRI	%Fni	%FO	%IRI	%Fni	%FO	%IRI
Crustaceans									
Crustacean larva	3.05	3.15	0.41	2,13	1.02	0.12	2.57	2.09	0.26
<i>Callinectes</i> sp.	14.50	11.58	10.06	9,22	7.14	6.74	11.76	9.33	9.13
<i>Ucides cordatus</i>	5.34	2.11	0.57	2,84	1.02	0.22	4.04	1.55	0.40
<i>Penaeus</i> sp.	20.61	18.95	21.78	12.76	10.21	10.77	16.54	14.50	16.44
Annelids									
Polychaete	-	-	-	2.13	2.05	0.22	1.10	1.04	0.07
Mollusks									
<i>Anomalocardia</i> sp.	-	-	-	2.13	3.06	0.33	1.10	1.55	0.10
<i>Crassostrea</i> sp.	-	-	-	2.13	2.05	0.22	1.10	1.04	0.07
<i>Loligo</i> sp.	-	-	-	3.54	5.10	1.44	1.83	2.60	0.50
Porifers									
Sponges	-	-	-	5.68	6.13	2.32	2.94	3.10	0.75
Vegetables									
Unidentified vegetables	7.64	7.37	2.21	7.09	4.09	1.38	7.35	5.70	1.86
Vertebrates									
Trichiuridae	2.29	2.11	0.46	4.25	4.08	1.43	3.32	3.10	0.90
Haemulidae	1.52	2.11	0.23	7.81	11.20	4.57	4.78	6.73	1.73
Ariidae	2.29	2.11	0.36	2.84	3.06	0.71	2.58	2.60	0.53
Mugilidae	8.39	3.15	1.29	5.67	4.08	1.53	6.99	3.63	1.45
Others									
Fish and Shrimp Fragments	13.75	18.94	17.96	567	5.10	4.08	9.56	11,92	10.73

OMNI	16.04	22.11	43.19	17.73	25.51	62.08	16.92	23.83	53.36
Polymers	4.58	6.31	1.48	6.38	5.10	1.84	5.52	5.70	1.72

In the analysis of diets between the sexes, it was possible to identify a greater participation of fish (30.43%) and crabs (26.10%) in the diet of females, shrimp (36.23%) and OMNI (18.84%) in males. The prey consumed by the males was more diverse, with a higher occurrence of pelagic items. The comparison of diet between men and women didn't show statistically significant differences (ANOVA, $p > 0.05$). The numerical frequency analysis showed that the most abundant items in the stomachs of males and females of *L. synagris* were crustaceans (34.91%), followed by vertebrates (17.67%), OMNI (16.92%), and fish and shrimp fragments (9.56%). The numerical frequency of mollusks, annelids, porifera, and plants represented together 15.42% of the items found in the stomachs.

Decapod crustaceans represented the most common prey found in the stomachs of *L. synagris* and they were represented by Brachyura and Caridea species. Mollusks were represented by Veneridae, Ostreidae and Loliginidae. The identification of Porifera, Plants and Annelids was not refined because of their high digestion degree. The fishes were identified as species from the families Trichiuridae, Haemulidae, Ariidae, and Mugilidae. The other components found can be considered accidental or occasional due to their low frequency.

The diet composition in relation to the maturity category of the *L. synagris* showed that the diet of juveniles was predominantly composed of OMNI (42.5%) and non-identified plants (17.5%). Fish and shrimp fragments were the third most frequent items found in the stomach contents (15%). The diet included larvae of decapods, mollusks, polychaetes, and porifera, however, with lower frequency of occurrence. The diet of subadults and adults was predominantly composed of crustaceans (35.83%), followed by vertebrates (24.42%), and OMNI (24.42%). Four families of teleosts were found as preys of adults. Remains of bivalves and gastropods were also present in small amounts. The analysis of the diet per length class showed a consistent pattern: organisms that presented longer lengths consumed larger and heavier preys, whereas juveniles consumed smaller preys and more organisms in suspension (Fig 4). The class groups of organisms (juveniles, sub-adults, and adults) showed significant differences for diet analysis (ANOVA, $p < 0.05$).

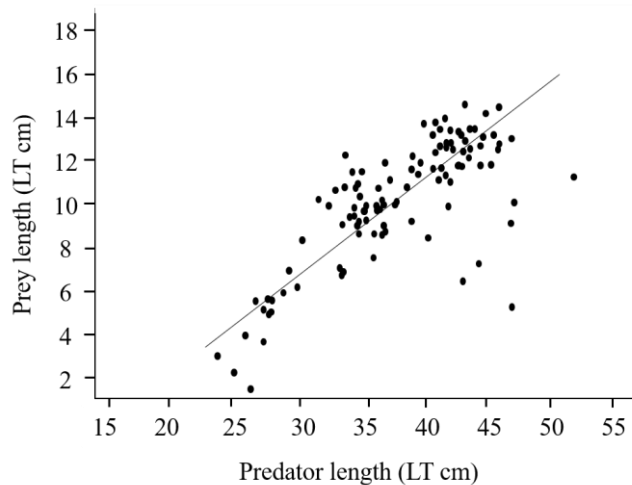


Fig. 4. Predator length vs. prey length scatter diagram for *Lutjanus synagris*.

The stomach content analysis showed presence of plastics at mesoplastic sizes (5mm - 2,5 cm) in 5.52% of the specimens. A total of 15 plastic particles were found in the stomachs of 11 specimens. These compounds were represented by nylon fiber (2.12%), swab handle (0.84%), expanded polystyrene (2.36%) and plastic bags (0.72%). The occurrence of polymers showed significant differences (ANOVA, $p < 0.05$) for the ingestion of these components, and only samples smaller than 28 cm did not present ingestion of polymers.

The temporal variance of the diet and feeding strategy of *L. synagris* formed two different groups after the analysis through similarity dendrogram for the sampling period and %Fni. The group *a* had similarity of 55%, represented by January, February, May, and June in the rainy season and by July, August, September, October, and November in the dry season, presenting a diet predominantly composed of crustaceans and OMNI. The group *b* had a similarity of 80%, represented by March and April in the rainy season and by December in the dry season. The main items consumed in group *b* were crustaceans and vertebrates. The months that presented best grouping were July and September for group *a*, and March and April for group *b* (Fig. 5a-b).

Crustaceans, fish and shrimp fragments, and OMNI were the most consumed items during the dry months in the Amazonian coast in the state of Maranhão. *Penaeus* sp. and *Callinectes* sp. were the most frequent and important food in the diet of *L. synagris* in this period, while annelids, mollusks, and porifera were not found in their diet. OMNI was the most frequent item in rainy months, but the diet was more diversified, with record of different organisms, such as mollusks (*Crassostrea* sp. and *Loligo* sp.) and high occurrence of teleosts

(Haemulidae) and crustaceans. This can be explained by the contribution and frequency of food items during the seasons of the year in the sampling area, which presented significant differences in the abundance of items (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$).

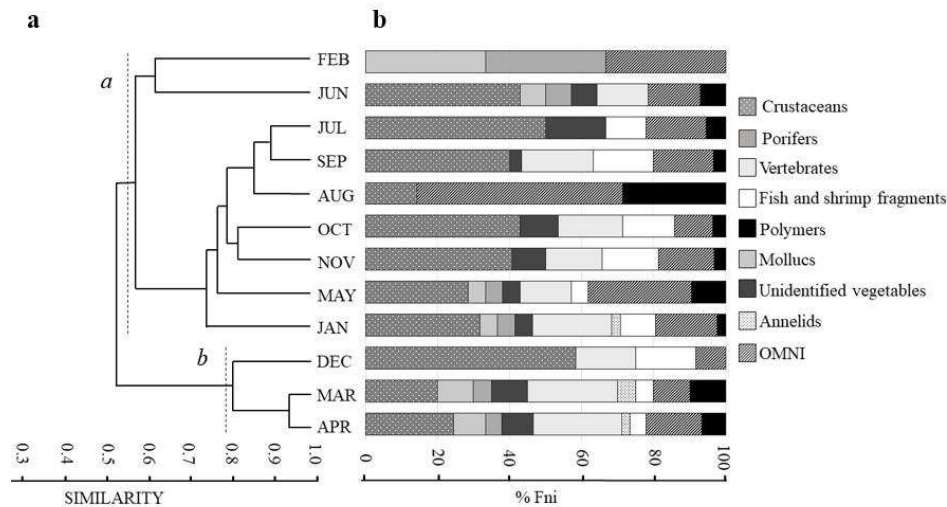


Fig. 5. a. Dendrogram for cluster analysis of similarity between months (June 2018 to May 2019) of collection of *Lutjanus synagris* samples. **b.** Percentage of numerical frequency of items found (%Fni).

The relationship between ecological indexes and seasonality did not show significant differences (Student's t-test, $p > 0.05$) for the set of data referring to diversity and equitability. However, for dominance and wealth, there was significant stationary variation (Student's t-test, $p < 0.05$). The Simpson dominance index (D) calculated in this study showed a value of 0.69 for the rainy season. The Shannon diversity index (H') points to a low diversity for the two periods of seasonality. The richness of the items shows that the rainy season had a higher value, however, in none of the seasons, there was a great wealth of items. The Pielou (J) equitability value of 0.56 shows that 56% of the maximum theoretical diversity was obtained through the analysis of food items, representing a relatively uniform distribution of all items for the rainy season (Tab. 2).

Tab. 2. Ecological indexes referring to seasonality during the period of collection of *Lutjanus synagris* samples. Values are shown as average plus standard deviation; * = significant difference by the t Student test, $p < 0.05$.

ECOLOGICAL INDEXES	DRY	RAINY
Dominance - Simpson D	0.19±0.12*	0.69±0.31*
Diversity - Shannon H	1.80±0.23	1.85±1.22
Wealth – Margalef	1.79±1.27*	2.41±2.02*

Equitability - Pielou J	0.35±0.10	0.56±0.27
--------------------------------	-----------	-----------

Discussion

The analysis showed an intense feeding activity for the *L. synagris* specimens, which presented stomach repletion degrees indicating daily or continuous feeding process in their area of occurrence. However, the repletion frequency at full condition was higher in the rainy period. Some stomachs of *L. synagris* were empty by regurgitation, indicating that organisms cannot endure the pressure variation at capture, which makes them extrovert their stomachs. Fonteles-Filho (1969) and Furtado-Ogawa (1972) found similar results in studies about feeding of *L. purpureus* in the Northeast region of Brazil.

Regarding the digestion, stomachs that presented only mucus as stomach content can indicate that these organisms present a fast metabolism. Moreover, the digestion degree is probably related to the temperature because the increase in temperature increases the metabolism of the animal (Lolis, Andrin, 1996).

The *L. synagris* showed preference for benthic preys, presenting carnivorous, generalist-opportunist habits; their diet is also composed by demersal-pelagic species, such as cephalopods and teleost fishes. According to Duarte and Garcia (1999) and Pimentel and Joyeux, (2010), the diet of *L. synagris* is composed of small crustaceans, small teleosts, polychaetes, and mollusks with strong correlation with the benthic environment, which classifies the species as a generalist opportunist predator of demersal habit. According to the feeding groups found, the demersal resources were the most representative and crustaceans presented the highest frequency of occurrences. Although fish intake increased in the diet of sub-adults and adults, this food did not stand out among the other food items found.

Studies in the Northeast Region of Brazil and in areas of occurrence of *L. synagris* report the importance of these food resources in the diet of Lutjanidae species (Randall, 1967; Claro, 1981; González-Sansón, Rodríguez, 1985; Harrigan *et al.*, 1989; Aguilar *et al.*, 1992; Sánchez, 1994; Guevara *et al.*, 1994; Rooker, 1995; Sierra, 1997; Sierra *et al.*, 2001; Claro, Lindeman, 2004; Monteiro *et al.*, 2009; Freitas *et al.*, 2011). Trophic guilds were identified, among the food items, as benthic, demersal, and pelagic organisms. Contrastingly, despite the great variability of food items consumed, few of them predominated in the diet of *L. synagris*. Similar results were found by Kamukuru and Mgaya (2004) for *Lutjanus fulviflamma* in Tanzania.

The diet of a given species is related to the morphology and feeding behavior, as well as the constitution and availability of food resources to the specific conditions of the environment. The most representative food items in the diet of *L. synagris*, such as decapods

and teleosts, are characterized as abundant in the continental shelf of the Northeast Region of Brazil, due to the favorable environmental conditions for their reproduction, feeding and maintenance. In addition, the Amazon coast of Maranhão is rich in coastal estuarine and marine areas, which contributes to the development of many fish and crustaceans (D'Incao, 1998; Tavares, 2002; Costa et al., 2003; Santos et al., 2006; Boos et al., 2016).

The results of the present study showed a difference in food items between size classes, denoting the importance of these items for the species; and that *L. synagris* responds to changes in the availability of potential preys. A greater interaction with the environment occurs as this species develops and food resources become more diverse, presenting preference by larger preys. Thus, some morphological adaptations and transformations in these organisms and some changes related to the ontogenetical conditions of their feeding can determine the diet composition (De Melo Rosa *et al.*, 2015; Hernandez *et al.*, 2018). The results found confirm those obtained by Szedlmayer and Lee (2004), who found higher frequency of crustaceans and fishes in adult specimens of *L. synagris* in the Mexico Gulf and similar pattern for other marine fish species.

The diet composition can change depending on the location, capture period, and fishing type. This is confirmed by Duarte and Gargia (1999) in a study on *L. synagris* in Colombia, which showed that these dependences are related to the capture logistic and characteristics of the local epifauna. Valdés and Silva (1977) showed that *L. synagris* in an artificial reef area in Cuba presented a diet predominantly composed of fishes 56% represented by the species *Opsanus phobetron*.

According to the results of the IRI%, Brachyuras, Penaeidae, and Haemulidae were the most representative prey families. Similar results showed that congener species, such as *L. fulviflamma* in Tanzania, presented a diet predominantly composed by crustaceans, with shrimps representing 40% of the IRI% (Kamukuru, Mgya, 2004).

The food preference of *L. synagris* on crustaceans confirms that the main forage area of this species is next to the oceanic substrate. However, Rashetnikov *et al.* (1974) and Sierra and Claro (1979) pointed out that the importance of Brachyura may be due to the higher rates of food digestion.

The correlation between the sampling period and the seasonality, temperature and depth of rainfall showed changes in the composition of the *L. synagris* diet. The diet of the specimens showed a dominance by crustaceans (Penaeidae and Brachyuras) during the dry period and a diet rich in OMNI in the rainy months. Food resources in the Amazonian coast of the state of

Maranhão are abundant during the rainy season because estuarine systems are the main providers of nutrients, maintaining high rates of primary productivity and biomass contents, contributing directly or indirectly to the biodiversity and productivity in the coastal zone. This is strongly explored by Goulding (1980), Gerking (1994), and Wootton (1999) in studies on the effect of seasonality on feeding habits of aquatic organisms; and by Dittmar (1999), Castro (1997), and Silva-Júnior *et al.*, (2013) in coastal areas of Maranhão.

The diversity and richness indexes showed that the diversity of food items was higher in rainy months than in dry months. The maximum number of food items was found in the rainy months. This is due to increases in the amount of nutrients disperse in coastal environments because of high rainfall depths. According to Yanez-Arancibia (1985), the temperature, which is related to rainfall depths, and nutrients available in coastal environments affect the diversity of species. Similar result was reported by Ribeiro *et al.*, (2012), who found higher diversity of food items during the winter season in the Ilha dos Caranguejos, in Maranhão. The diversity and richness index found in the present study was higher than those reported by Yisa *et al.* (2011) and Brazil-Sousa *et al.* (2009), denoting a relatively richer biodiversity.

The area for fishing of *L. synagris* in the coast of Maranhão has transition regions that are defined by geological oceanographic processes that favored the emergence of high-productivity areas (Floeter *et al.*, 2001), which affect the trophic ecology of the ichthyic communities in these ecosystems. The states of Maranhão presents a complete hydrographical network, with rivers, estuaries, and coral areas (Martins, De Oliveira, 2011). This environment contributes to the dynamics of Lutjanidae species; they use these locations for shelter and feeding because of the rich diversity of feeding resources and their easy capture, making them faster than their preys (Randall, 1967; Lowe-McConnell, 1999).

The feeding behavior of an animal is related to the environmental conditions and availability of food resources and reproductive period (Sierra *et al.*, 2001). Thus, species that have prey capture activity related to reef environments present feeding strategies that allow them to explore diverse aquatic environments, contributing to an extensive trophic chain with great plasticity for adaption to food availability (Roos, Moser, 1995; Monteiro *et al.*, 2009; Pimentel, Joyeux, 2010).

The present study provided evidences of ingestion of plastic particles and residues by Lutjanidae species in the state of Maranhão. Lutjanidae species have many feeding strategies, and most tropical fishes have capacity of adaptation to diets according to the food availability (Nelson, 2006; Pimentel; Joyeux, 2010). However, when the food chain is unbalanced because

of marine pollution, many species suffer with environmental problems, resulting in behavioral changes, competition for resources, and threats to immediate predation. Plastic residues were found in tissues of marine and estuarine fishes in the Northeast region of Brazil (Possatto *et al.*, 2011; Miranda; Carvalho-Souza, 2016; Schmid, 2018). The effect of microplastic on estuarine fishes (Ramos *et al.*, 2012) showed a higher ingestion level (13.4%) than that found in the present study (5.70%).

Anthropogenic residues are dispersed by transference and circulation processes that contribute to the accumulation of fragments in oceanic environments (Woodall *et al.*, 2014; Van Cauwenberghe *et al.*, 2015). Moving of marine fluids, saline subduction, and other oceanographic processes over coasts near river mouths can contribute to the concentration of residues in marine sediments (Talley *et al.*, 2002; Stabholz *et al.*, 2013).

Studies related to the eating habits of demersal-pelagic fish have shown an association of polymer intake in the diet in areas east of the Mediterranean Sea (Anastasopoulou *et al.*, 2013). Romeo *et al.* (2015) point out that these particles are more frequently ingested by generalist organisms that consume small abundant prey, which is a characteristic consistent with the eating habits of *L. synagris*.

The eating habits of *L. synagris* in a fishing area in northeastern Brazil indicated a wide variety of items consumed, associated with the amount of stomachs with food, showing that the species is a non-selective predator, whose food is apparently directed to the relationship with the seasonality and population structure of the captured organisms, with the substrate and with the availability of food.

The data of the present study showed an essential evaluation on the feeding habit of a Lutjanidae species, since these studies are scarce in Brazil; the results also presented a discovery of ingestion of plastic residues by the species, denoting that the study about this species can be a tool for evaluation of ecosystems regarding impacts and contamination by microplastics to better understand the magnitude of this problem and, thus, develop measures for its mitigation in areas where these organisms reproduce and feed.

Acknowledgment

The authors would like to thank the Fisheries Biology Laboratory (BioPesq) and the Maranhão Integrated Coastal Management Laboratory (LagercoMA) for their logistical support and the State University of Maranhão (UEMA) for financing the research.

References

- Aguilar-Betancourt C, González-Sansón G, Guevara-Carrió E, Bosch-Méndez A. Estructura de las comunidades de peces en la Bahía de Cienfuegos y la Laguna Guanaroca. *Rev. Inst. Mar.* 1992; 13(3): 222-232.
- Anastasopoulou A, Mytilineou C, Smith CJ, Papadopoulou KN. Plastic debris ingested by deep-water fish of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 2013; 74: 11-13.
- Boos H, Costa RC, Santos RA, Neto JD, Rodrigues ES, Rodrigues LF, Coelho PA. Avaliação dos camarões peneídeos (Decapoda: Penaeidae). In *Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014*. Sociedade Brasileira de Carcinologia–SBC Porto Alegre, RS. 2016.
- Brazil-Sousa C, Marques RM, Albrecht MP. Segregação alimentar entre duas espécies de Heptapteridae no Rio Macaé, RJ. *Biota Neotropica*. 2009; 9(3): 31-37.
- Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowerre-Barbieri SK. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*. 2011; 3(1): 52-70.
- Carpenter, K.E. The living marine resources of the Western Central Atlantic: bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Rome: FAO; 2002b
- Carpenter, KE. The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Introduction, Mollusks, Crustaceans, Hagfishes, Sharks, Batoid Fishes and Chimaeras. Rome: FAO. 2002a
- Castro ACL. Características ecológicas da ictiofauna da Ilha de São Luis – MA. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*. 1997; 10: 1-18.
- Cerqueira VR, Carvalho CVC, Sanches EG, Passini G, Baloi M, Rodrigues RV. Manejo de reprodutores e controle da reprodução de peixes marinhos da costa brasileira. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. 2017; 41: 94-102.
- Cervigón FR, Cipriani W, Fischer L, Garibaldi M, Hendrickx A, Lemus R, Márquez J M, Poutiers G, Robaina E, Rodriguez B. Fichas FAO de identificação de espécies para as multas de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres da costa septentrional de Sur América. Roma: FAO; 1992.
- Claro R. Ecología y ciclo de vida de la biajaiba *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en la plataforma cubana. III. Nutrición. *Ciencias Biológicas*. 1981; 6: 93-109.
- Claro RK, Lindeman C. Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental. La Habana: Instituto de Oceanología, CITMA; 2004.
- Costa PAS, Olavo G, Martins AS. Áreas de pesca e rendimentos da frota de linheiros na região central da costa brasileira entre Salvador-BA e o Cabo de São Tomé-RJ. Rio de Janeiro: Museu Nacional; 2005.
- Costa RC, Fransozo A, Melo GAS, Freire FAM. An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*. 2003; 3(1): 1-12.

D'Incao F. Malacostraca. Eucarida. Dendrobranchiata. In: P.S. Young, (ed.), Catalogue of Crustacea of Brazil, Rio de Janeiro, Museu Nacional. 1998; 311-321.

De Castro ACL. Características ecológicas da ictiofauna da Ilha de São Luís-MA. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia. 1997; 10 (1).

De Melo Rosa D, Vilar CC, Musiello-Fernandes J. Relative effect of seasonality and body size on the diet of juvenile *Lutjanus synagris* (Perciformes: Lutjanidae) at a sandy beach in southeastern Brazil. Boletim do Instituto de Pesca. 2015; 41 (1): 19-29.

De Santana I. Ecologia reprodutiva de Lutjanidae no litoral norte da Bahia, Brasil: contribuições ao manejo sustentável da pesca artesanal. Tese (Doutorado em Biologia Marinha e Aquicultura) Universidade de Vigo, p.357, 2016

Dittmar T. Outwelling of organic matter and nutrients from a mangrove in North Brazil: Evidence from organic tracers and flux measurements. ZMT Contribution. 1999; 5: 1-229

Dorenbosch M, Grol MGG, Christianen MJA, Nagelkerken I, Van Der Velde G. Indo-Pacific seagrass beds and mangroves contribute to fish density and diversity on adjacent coral reefs. Mar. Ecol. Prog. Ser. 2005; 302: 63-76.

Duarte LO, García CB. Diet of the mutton snapper *Lutjanus analis* (Cuvier) from the Gulf of Salamanca, Colombia, Caribbean Sea. Bulletin of Marine Science. 1999; 65 (2): 453-465.

Falautano M, Castriota L, Finoia MG, Andaloro F. Feeding ecology of little tunny *Euthynnus alletteratus* in the central Mediterranean Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 2007; 87 (4): 999-1005.

Figueiredo JL. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei. São Paulo: Museo de zoologia; 2000.

Fisher W. FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31). Rome: Fisheries Department; 1978.

Floeter SR, Ferreira CEL, Dominici-Arosemena A, Zalmon IR. Latitudinal Gradients In Atlantic Reef Fish Communities: Trophic Structure And Spatial Use Patterns. Journal Of Fish Biology. 2004; 64: 1680-1699.

Floeter SR, Guimarães RZP, Rocha LA, Ferreira CEL, Rangel CA, Gasparini JL. Geographic Variation In Reef-Fish Assemblages Along The Brazilian Coast. Global Ecology And Biogeography. 2001; 10: 423-431.

Fonteles-Filho AA. Estudo preliminar sobre a pesca do pargo, *Lutjanus purpureus* Poey, no nordeste brasileiro. Arquivo de Ciências do Mar. 1969; 1: 83-88.

Fonteles-Filho AA. Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiro. Expressão gráfica e Editora; 2011.

Fredou T, Ferreira BP, Letourneur Y. Assessing the stocks of the primary snappers caught in Northeastern Brazilian reef systems. Traditional modelling approaches. Fisheries Research. 2009; 99 (2): 90-96.

Fredou T, Ferreira BP. Bathymetric trends of northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): implications for the reef fishery dynamic. Brazilian Archives of Biology and Technology. 2005; 48 (5): 787-800.

Freitas MO, Abilhoa V. Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. Neotropical Ichthyology. 2011; 9 (2): 411-418.

Furtado-Ogawa E, Menezes NA. Alimentação do pargo *Lutjanus purpureus* Poey, no nordeste brasileiro. Arquivo de Ciências do Mar. 1972; 2: 105-108.

Gerking SD. Feeding ecology of fish. San Diego: Academic Press, 1994.

Gonzales G, Rodriguez J. Alimentación natural de algunas especies depredadoras en las lagunas costeras de Tunas de Zaza. Revista de Investigaciones Marinas. 1985; 6 (2): 91-100.

Goulding M. The fishes and the forest: explorations in Amazon natural history. Berkeley: University of California Press, 1980.

Guevara E, Bosch A, Suárez R, Lalana R. Alimentación natural de tres especies de pargos (Pisces: Lutjanidae) en el Archipiélago de los Canarreos. Revista de Investigaciones Marinas. 1994; 15: 63-72.

Hacunda JS. Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of the Gulf of Maine. Fish. Bull. 1981; 79: 775-788.

Harrigan P, Zieman JC, Macko SA. The base of nutritional support for the gray snapper (*Lutjanus griseus*): an evaluation based on a combined stomach content and stable isotope analysis. Bulletin of Marine Science. 1989; 44 (1): 65-77.

Hernandez C, Sanchez-Gutierrez EY, Ibarra-Castro L, Pena E, Gaxiola G, De La Barca AMC. Effect of Dietary Taurine Supplementation on Growth Performance and Body Composition of Snapper, *Lutjanus colorado* Juvenile. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2018; 18 (10): 1227-1233.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/raposa/panorama>.

ICMBIO. Caracterização da unidade e temas complementares: Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba. Brasília: ICMBIO; 2009.

Isaac VJ, Barthem RB. Os Recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. Belém: Museo Paraense Emílio Goeldi; 1995.

Isaac-Nahum VJ. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: um desafio para o futuro. Ciência e Cultura. 2006; 58 (3): 33-36.

Kamukuru AT, Mgaya YD. The food and feeding habits of blackspot snapper, *Lutjanus fulvivlamma* (Pisces: Lutjanidae) in shallow waters of Mafia Island, Tanzania. African Journal of Ecology. 2004; 42 (1): 49-58.

Klippel S, Olavo G, Costa PAS, Martins AS, Peres MB, Klippel S, Olavo G. Avaliação dos estoques de lutjanídeos da costa central do Brasil: análise de coortes e modelo preditivo de Thompson e Bell para comprimentos. Rio de Janeiro: Museu Nacional; 2005.

Lessa RP, Nóbrega MF, Bezerra Júnior JL, Santana FM, Duarte Neto PJ, Hazin FHV, Monteiro A. Dinâmica de populações e avaliação de estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste. Recife: DIMAR; 2004.

Lokjerfve B, Perillo GME, Gardner LR, Rine JM, Dias GTM, Mochel FR. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: Healy TR, Wang Y, Healy JA, editores. Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Functions. New York: Elsevier; 2002. p.479-532.

Lolis AA, Andrian IF. Alimentação de *Pimelodus maculatus lacépde*, 1803 (siluriformes, pimelodidae) na planície de inundação do alto rio paraná, brasil. Bol. Inst. Pesca. 2018; 23(1):187-202.

Lowe-Mcconnell RH. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais/Ecological studies in tropical fish communities. São Paulo: Edusp; 1999.

Lowerre-Barbieri SK, Ganas K, Saborido-Rey F, Murua H, Hunter JR. Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. Marine and Coastal Fisheries.2011; 3(1): 71-91.

Margalef R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In Buzzati-Traverso AA, editor. Perspectives in marine biology. Berkeley: University of California, 1958. p.323-349.

Martins MB, De Oliveira TG. Amazônia maranhense: diversidade e conservação. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.

Mccawley JR, Cowan Júnior JH, Shipp RL. Feeding Periodicity and Prey Habitat Preference of Red Snapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860) on Alabama Artificial Reefs. Gulf of Mexico Science. 2006; 24(1): 4.

Miranda DA, Carvalho-Souza GF. Are we eating plastic-ingesting fish? Marine Pollution Bulletin. 2016; 103: 109-114.

MMA, De Biodiversidade Aquática, Gerência; Pesqueiros, Recursos. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010.

Montagner CC. Microplásticos: contaminantes de preocupação global no Antropoceno. Revista Virtual de Química. 2018; 10(6).

Monteiro DP, Giarrizzo T, Isaac V. Feeding ecology of juvenile dog snapper *Lutjanusjocu* (Bloch and Shneider, 1801) (*Lutjanidae*) in intertidal mangrove creeks in Curuçá Estuary (Northern Brazil). Brazilian Archives of Biology and Technology. 2009; 52 (6): 1421-1430.

Nagelkerken I, Van Der Velde G, Gorissen MW, Meijer GJ, Van't Hof T, Den Hartog C. Importance of mangroves, seagrass beds and the shallow coral reef as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique. Estuarine, coastal and shelf science. 2000; 51 (1): 31-44.

- Parrish JD. The trophic biology of snappers and groupers. Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management; 1987. p. 405-463.
- Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Köppen–Geiger climate classification. Hydrology and Earth Systems Sciences. 2007; 11 (5): 1633–1644.
- Pielou EC. The measure of diversity in different types of biological collections. Journal of theoretical Biology. 1966; 13: 131-144. DOI: 10.1016 / 0022-5193 (66) 90013-0.
- Pimentel CR, Joyeux JC. 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. 2010; 76 (10): 2299-2317.
- Possatto FE, Barletta M, Costa MF, Do Sul, JAI, Dantas, DV. Plastic debris ingestion by marine catfish: An unexpected fisheries impact. Marine Pollution Bulletin. 2011; 62: 1098-1102.
- Ramos JAA, Barletta M, Costa MF. Ingestion of nylon threads by Gerreidae while using a tropical estuary as foraging grounds. Aquatic Biology. 2012; 17: 29-34.
- Randall JE. Food habits of reef fishes of the West Indies. Studies in Tropical Oceanography. 1967; 5: 665-847.
- Rashetnikov Y, Claro R, Silva A. Ritmo alimentario y velocidad de digestión de algunos peces depredadores tropicales. Serie Oceanología. 1974; 21: 1-13.
- Ribeiro EB, Almeida ZS, Carvalho-Neta RNF. Hábito alimentar do bagre *Sciades herzbergii* (Siluriformes, Ariidae) da Ilha dos Caranguejos, Maranhão, Brasil. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2012; 64: 1761-1765.
- Romeo T, Pietro B, Pedà C, Consoli P, Andaloro F, Fossi MC. First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. Mar. Pollut. Bull, 2015; 95(1), 358–361.
- Rooker JR. Feeding ecology of the schoolmaster snapper *Lutjanus apodus* (Walbaum) from southwestern Puerto Rico. Bulletin of Marine Science. 1995; 56 (1): 881-894.
- Ross SW, Moser ML. Life history of juvenile gag *Mycteroperca microlepis*, in North Carolina estuaries. Bulletin of Marine Science. 1995; 56 (1): 222-37.
- Sánchez, A. Feeding habits of *Lutjanus apodus* (Osteichthyes: Lutjanidae) in Laguna de Términos, Southwest Gulf of Mexico. Revista de Investigaciones Marinas. 1994; 15: 125-134.
- Santos MCF, Pereira JÁ, Ivo CTC, Souza RFC. Crescimento do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no Nordeste do Brasil. Boletim Técnico Científico CEPENE. 2006; 14(1): 59-70.
- Schmid K, Winemiller KO, Chelazzi D, Cincinelli A, Dei L, Giarrizzo, T. First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. Mar Pollut Bull. 2018; 133: 814-821.

Schwartzkopf BD, Langland TA, Cowan JR, James H. Habitat selection important for Red Snapper feeding ecology in the northwestern Gulf of Mexico. *Marine and Coastal Fisheries*. 2017; 9 (1): 373-387.

Shannon CEW. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University Illinois Press; 1963. 117 p.

Sierra LM, Claro R, Popova OA. Trophic biology of the marine fishes of Cuba. In: Claro R, Lindeman KC, Parenti LR, editores. *Ecology of the Marine Fishes of Cuba*. Washington and London: Smithsonian Institution Press; 2001. p. 115-148.

Sierra LM, Claro R. Variación estacional de la velocidad de digestión en dos especies de peces Lutjanidos, la biajaiba (*Lutjanus synagris*) y el Caballerote (*Lutjanus griseus*). *Ciências Biológicas*. 1979; 3: 87- 98.

Sierra LM. Relaciones tróficas de los jóvenes de cinco especies de pargos (Pisces: Lutjanidae) en Cuba. *Revista de Biología Tropical*. 1997; 44: 499-506.

Silva-Júnior P, ACL Castro, U Saint-Paul, HLR Porto. Caracterização da ictiofauna de três canais de maré do estuário do rio Paciência, ilha de São Luís, estado do Maranhão. *Arquivos de Ciências do Mar*. 2013; 46: 5-21.

Stabholz M, Durrieu de Madron X, Canals M, Khripounoff A, Taupier-Letage I, Testor P, Heussner S, Kerhervé P, Delsaut N, Houpert L, Lastras G, Dennielou B. Impact of open-ocean convection on particle fluxes and sediment dynamics in the deep margin of the Gulf of Lions. *Biogeosciences*. 2013; 10: 1097-1116.

Stride RK. Diagnóstico da pesca artesanal marinha do estado do Maranhão. Maranhão: EdUFMA; 1992.

Sturges HA. The choice of a class interval. *Jour. Am. Stat. Assoc.* 1926; 21(153):65-66.

Szedlmayer ST, Lee JD. Diet shifts of juvenile red snapper (*Lutjanus campechanus*) with changes in habitat and fish size. *Fishery Bulletin*. 2004; 102(2): 366-375.

Talley JW, Ghosh U, Tucker SG, Furey JS, Luthy RG. Particle-scale understanding of the bioavailability of PAHs in sediments. *Environ. Sci. Technol.* 2002; 36, 477-483.

Tavares M. Shrimps. In: Carpenter, K.E. (ed.). *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic*, Vol. 1: introduction, mollusks, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. FAO. 2002.

Valdés E, Silva A. Alimentación de los peces de arrecifes artificiales en la plataforma suroccidental de Cuba. *Inf. Científico Tec.* 1977; 24: 1-21.

Van Cauwenberghe L, Claessens M, Vandegehuchte MB, Janssen CR. Microplastics are taken up by mussels (*Mytilus edulis*) and lugworms (*Arenicola marina*) living in natural habitats. *Environ. Pollut.* 2015; 199: 10-17.

Woodall LC, Sanchez-Vidal A, Canals M, Paterson GLJ, Coppock R, Sleight V, Calafat A, Rogers AD, Narayanaswamy BE, Thompson RC. The deep sea is a major sink for microplastic debris. *R. Soc. Open Sci.* 2014; 1(4): 140317.

Wootton RJ. Ecology of teleost fishes. 2nd Ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

Yanez-Arancibia A. The estuarine nekton: why and how an ecological monograph. In: Yanez-Arancibia A. (Ed.). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem interaction. México: UNAM Press, 1985; 1-8.

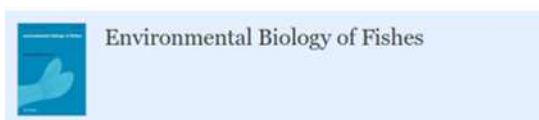
Yisa TA, Adeyemi RA, Ibrahim I. Evaluation of Diversity Index of Fish Fauna in a Lowland Rice Field in Southern Guinea Savannah of Northern Nigeria. I.J.S.N. 2011; 2(4): 809-812.

Zamboni A, Nicolodi JL. Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental; 2008.

5.2 CAPÍTULO 2

Este artigo será submetido para a revista *Environmental Biology of Fishes*, Print version 0378-1909, online version ISSN 1573-5133. Qualis A4 (2019) / B1 (Avaliação quadrienal) para área de Zootecnia/Recursos Pesqueiros.

Link Instruções para o autor: <https://www.springer.com/journal/10641/submission-guidelines#Instructions%20for%20Authors>



Aspectos da biologia reprodutiva do ariacó *Lutjanus synagris* (Pisces, Lutjanidae) capturado no Litoral Amazônico, Brasil

Jackellynne Fernanda Farias Fernandes¹, Jailza Freitas¹, Sandra Alves de Araújo², Rafael Santos Lobato³ Marina Bezerra Figueiredo³

¹Programa de Pós-graduação em Recursos Aquáticos e Pesca (PPGRAP/UEMA), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Campus Paulo VI, São Luís, Maranhão, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Biotecnologia – Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus Bacanga, São Luís, Maranhão, Brasil

³Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Campus Paulo VI, São Luís, Maranhão, Brasil

Autor correspondente: Jackellynne Fernanda Farias Fernandes¹. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6559-9240> (autor correspondente) E-mail: Jackellynneffernandes@gmail.com

Resumo

Este estudo avaliou o ciclo anual dos aspectos reprodutivos do *Lutjanus synagris*, uma espécie de peixe tropical, em uma área de pesca na costa amazônica maranhense. Os peixes foram coletados mensalmente entre junho de 2018 a maio de 2019 através da pesca artesanal comercial. Em laboratório, 359 indivíduos foram pesados, medidos e eviscerados para obter dados biométricos e avaliação macroscópica e microscópica dos estádios maturacionais das gônadas. As análises desses dados permitiram determinar o período reprodutivo utilizando índices biológicos, tais como, índice gonadosomático e fator de condição, e época de desova. As variáveis ambientais como temperatura e precipitação foram obtidas através de bases meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia e pelo Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão. Os resultados mostraram que o comprimento total dos exemplares variou de 25,0 a 53,0 cm no sexo feminino e de 24,9 a 44,0 cm no sexo masculino. A razão sexual mostrou predominância de fêmeas em relação aos machos, e o crescimento foi do tipo alométrico negativo para ambos os sexos. Os indicadores reprodutivos e a frequência de indivíduos em estádios avançados de maturação gonadal apontam que o ciclo reprodutivo da espécie ocorre durante todo o ano, com picos reprodutivos período de estiagem e período chuvoso. O comprimento total médio da primeira maturação gonadal para *L. synagris*, indicou valores inferiores aos 30 cm tanto para machos quanto para fêmeas. A compreensão a respeito dos aspectos biológicos do *L. synagris* na costa Amazônica mostra que possivelmente este estoque ainda não se encontra sobreexplorado. Contudo pode-se esperar respostas à pressão pesqueira, modificando ou não a estrutura de um estoque conforme a sua intensidade.

Palavras-chaves: Índices biológicos, Maturação, Reprodução

Introdução

A família Lutjanidae, representada pelos pargos ou vermelhos, são peixes marinhos de águas tropicais e subtropicais, distribuídos ao longo do Oceano Atlântico Ocidental, Caribe e Brasil, sendo importantes componentes da captura artesanal e industrial em toda a sua área de ocorrência (Allen 1985; Frédou et al. 2009).

Lutjanus synagris (Linnaeus 1758), é uma espécie conhecida vulgarmente como ariacó predominante desde o Norte dos Estados Unidos, até o Sudeste do Brasil (Freitas and Abilhoa 2011; Mehanna et al. 2017). É uma espécie demersal que apresenta hábitos relacionados ao sedimento rochoso predominante de áreas costeiras com profundidade superior a 100 m (Nelson 2016). É um importante recurso pesqueiro com alto valor e interesse comercial, sendo uma das principais espécies capturadas na pesca de linha, significativa em desembarque no Brasil (Klippel and Peres 2002; Rezende et al. 2003; Frédou et al. 2009; Potts et al. 2017).

Em virtude de serem recursos pesqueiros valiosos no mercado e classificados como peixes de primeira qualidade, o cenário de redução nas capturas motivou a American Fisheries Society a certificar que os lutjanídeos necessitam de planos de manejos, para que seja evitado caso de sobrepesca e colapso nos estoques (Coleman et al. 2000; Rezende et al. 2003).

Sendo assim, uma compreensão sobre a biologia reprodutiva e estrutura populacional de teleósteos marinhos serve como parâmetros para a percepção dos instrumentos que compreendem a conservação, não apenas das espécies, como também do ambiente em que vivem (Da Silva Ribeiro; Moreira 2018), bem como viabiliza subsídios para medida de conservação e gestão pesqueira e ambiental.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o ciclo anual dos aspectos reprodutivos do *Lutjanus synagris* no Litoral Amazônico Maranhense, fundamentando a ideia de que a biologia reprodutiva é um mecanismo imprescindível para o entendimento sobre os processos naturais, perpetuação da espécie e estratégias de vida.

Material e métodos

Área de estudo

A zona costeira do Maranhão compreende uma extensão de aproximadamente 640 km, delimitada em duas regiões com características fisiográficas distintas, uma região ocidental do Estado que compreende as Reentrâncias Maranhenses com extensas áreas de manguezais e ilhas; outra na região oriental com os grandes e pequenos lençóis, manguezais e uma área denominada Delta das Américas. Entre as duas regiões situa-se o Golfão Maranhense com duas grandes baías, a Baía de São Marcos e São José (Stride 1992; Icmbio 2009; Martins and Oliveira 2011).

A área de estudo está localizada no litoral amazônico maranhense entre a Barra de Guajerutua (P1 - 01°30'28.56"S - 44°43'10.41"O), Bate Vento (P2 - 1°17'57.85"S - 44°53'34.45"O), Raposa (P3 - 02°25'23"S - 44°06'12"O), Ilha de Santana (P4 - 2°17'26,38"S - 43°41'07,46"O) e Parcel de Manuel Luís (P5 - 0°53'52.66"S - 44°17'06.96"O), formalmente classificada e incluída na Amazônia Legal (Fig. 1) (IBGE 2018). Barra de Guajerutua, Bate Vento e Parcel de Manoel Luís são locais de domínio municipal de Cururupu-MA, e a Ilha de Santana, domínio municipal de Humberto de Campos-MA.

A média pluviométrica para o Maranhão entre 2018 e 2019 registrada pelo Instituto Nacional de meteorologia - INMET e pelo NUGEO - Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão foi de 2.771 mm por ano, com menores valores proporcionais ao período de estiagem: julho a dezembro, com média para o período de 336.7 mm, e maiores para o período chuvoso: janeiro a junho, com média pluviométrica de

2.434,4 mm. A variação de temperatura na plataforma continental maranhense registrada pelas plataformas geoambientais nos anos de 2018 a 2019 variou de 28 °C a 34,4 °C (INMET e NUGEO-UEMA).

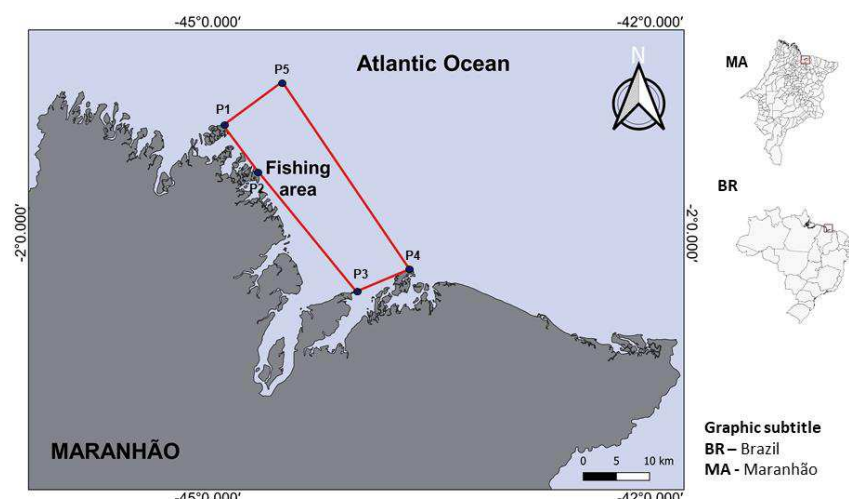


Fig. 1 Localização da área de amostragem no litoral do Estado do Maranhão. P1. Barra de Guajerutua, P2. Bate vento, P3. Raposa, P4. Ilha de Santana, P5. Parcel de Manuel Luís.

Amostragem e análise de dados

Os exemplares de *L. synagris* foram adquiridos mensalmente por meio da pesca artesanal e desembarcados na comunidade pesqueira de Raposa, durante o período de junho/2018 a maio/2019. As amostras foram capturadas usando espinhel de superfície (monofilamento 0.8 e 0.100 mm) com aproximadamente 600 m de extensão, longlines de 45 m com anzóis (nº7 e 8) e 500 m de rede serreira 0.60 mm de malhagem (malha esticada). Em laboratório, foram analisados 359 indivíduos, identificados taxonomicamente, com base em Carpenter (2002a, b) e Nelson (2016), e aferidos os seguintes parâmetros: comprimento total L_T (cm), peso total W_T (g), peso eviscerado G_W (g) e massa das gônada M_G (g), com uso de paquímetro e fita métrica e balança digital com precisão de 0,01 g, respectivamente.

As classes de comprimento foram obtidas através da diferença de maior comprimento total e menor comprimento total de cada indivíduo que foram distribuídos em intervalos de classe, conforme metodologia de Sturges (1926).

A proporção sexual foi calculada para caracterizar a estrutura populacional para o período total para fêmeas e machos nos meses de estudo. As frequências sexuais obtidas foram testadas pelo teste não paramétrico do χ^2 (Qui-quadrado) (Vazzoler 1996), para verificar se houve diferença significativa, com a hipótese de proporção sexual esperada de 1:1.

A relação entre comprimento total e peso total (LWR) foi estabelecida pela relação obtida pela função potencial, expressa pela equação: $W_T = a L_T^b$, (1) em que a = intercepto; b = coeficiente de regressão (Ricker 1975; Zar 2010). Os coeficientes a e b foram obtidos após as transformações logarítmicas de W_T e L_T ($\ln W_T = \ln a + b \ln L_T$) e uma análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada para determinar possíveis diferenças entre os parâmetros para machos e fêmeas. Após a análise, foi possível classificar o crescimento nas relações LWR em: $b < 3$, alométrico negativo; $b > 3$, alométrico positivo e $b = 3$, crescimento isométrico (Fonteles-Filho 2011).

As gônadas foram removidas através de uma secção ventral e verificado coloração, consistência, vascularização, visibilidade de ovócitos e líquido espermático, assim como volume gonadal em relação à cavidade abdominal. Os estádios de maturação para *L. synagris* foram definidos por meio de análise macroscópica e

confirmada com a análise histológica proposta por Brown-Peterson et al. (2011) e De Santana (2016) para a confirmação dos cinco estádios: IM = imaturo, DV = em maturação, SC = capaz de desovar, RG = regressão e RN = regeneração. Na análise microscópica foi retirado um fragmento da porção mediana das gônadas para processamento histológico. Essas amostras foram desidratadas em séries crescentes de álcoois, diafanizadas em xilol, impregnadas e incluídas em parafina. Cortes transversais de aproximadamente 5 µm de espessura foram corados com Hematoxilina e Eosina (HE) e fotomicrografadas com microscópio AXIOSKOP – ZEISS.

O período reprodutivo de *L. synagris* foi determinado com base nas gônadas das fêmeas e machos determinados pela análise da frequência mensal dos estádios de maturidade e pela variação dos valores médios do índice gonadosomático: $IGS = M_G / G_W \times 100$, onde: M_G é o massa das gônadas e G_W é o peso eviscerado (Vazzoler, 1996) e do fator de condição (Fulton) foi expresso como (K): $K = 100 \times G_W / L_T^b$, em que G_W é o peso eviscerado, L_T o comprimento total e b = coeficiente de regressão. Paralelamente à coleta de peixes, foram coletadas variáveis ambientais como dados de temperatura (°C) e pluviosidade (mm), obtidos através do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e NUGEO – Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão, para o período amostrado e relacionadas ao período reprodutivo.

O comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) foi estimado a partir da curva de frequência acumulativa dos indivíduos adultos por classe de comprimento total ajustada à função logística (King 1996), e o comprimento máximo (L_{100}) também foi obtido. Os estádios maturacionais foram agrupados da seguinte forma: jovens (imaturos) e adultos (em desenvolvimento, capaz de desovar, regressão e regeneração). O percentual de maturidade por classe de comprimento foi calculado e considerado como variável dependente (Y) e o comprimento total como variável independente (X). Posteriormente, esses valores foram ajustados para uma curva logística, utilizando o software Statistica 10.0, de acordo com a seguinte equação: $P = 1 / (1 + \exp [-r(L - L_m)])$, onde P é a proporção de indivíduos maduros, r é a inclinação da curva, L é o comprimento e L_m é o comprimento médio da maturidade sexual ou o comprimento correspondente a uma proporção de 0,5 (ou 50%) em condições reprodutivas.

Todos os dados foram analisados pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e homogeneidade de variância (Cochran). Os dados que apresentaram variações normais e homogêneas foram verificados através da análise de variância (ANOVA One Way) e test-t de Student. Para estas análises foi usado o software Statistica 10.0 e PAleontological STatistics - Past 2.26, com $\alpha = 5\%$ de significância.

Resultados

Distribuição da frequência do comprimento e proporção sexual

Foram coletadas 359 amostras de *L. synagris* representando 210 fêmeas e 149 machos, com proporção sexual de 1,40F: 1M, não havendo diferença significativa ($\chi^2_{\text{calculado}} = 10,36 < \chi^2_{\text{tabelado}} = 19,67$). Apenas nos meses de junho de 2018 ($\chi^2_{\text{calculado}} = 11 > \chi^2_{\text{tabelado}} = 3,84$) e dezembro de 2018 ($\chi^2_{\text{calculado}} = 7,41 > \chi^2_{\text{tabelado}} = 3,84$) houve diferença significativa entre machos e fêmeas.

Na análise do qui-quadrado por classe de comprimento total o valor de χ^2 ($10,36 < \chi^2_{\text{tabelado}} = 14,06$) indicou que para a proporção sexual durante o período total não houve diferença significativa entre os sexos, podendo considerar um equilíbrio na distribuição sexual durante todo o período estudado. Porém na classe de comprimento 36l-- cm ($\chi^2_{\text{calculado}} = 12,46 > \chi^2_{\text{tabelado}} = 3,84$) houve diferença significativa, com predominância de fêmeas em relação aos machos (Tabela 1).

Tabela 1 Valores do (χ) qui-quadrado por classe de comprimento total (cm) de exemplares de *Lutjanus synagris* capturados na área de pesca do litoral amazônico do Maranhão, Brasil

Classes	n°F	n°M	total	Frequência esperada	χ^2
24 --	10	12	22	11	0,18
28 --	33	28	61	30,5	0,4
32 --	57	51	108	54	0,33
36 --	70	34	104	52	12,46*
40 --	31	22	53	26,5	1,52
44 --	7	2	9	4,5	2,77
48 --	1	0	1	0,5	1
52 --	1	0	1	0,5	1
total	210	149	359	179,5	10,36

*Indica diferença significativa.

Os valores de L_T (comprimento total) variaram de 25,0 a 53,0 cm no sexo feminino e de 24,9 a 44,0 cm no sexo masculino. As fêmeas foram predominantes na classe de comprimento de 36,0 a 40,0 cm e os machos de 32,0 a 36,0 cm (Fig. 2). Em relação ao peso total (W_T) das fêmeas, variou de 180 a 972,26 g e nos machos, o peso total (W_T) variou de 185,82 a 875,0 g. Machos e fêmeas apresentaram diferenças significativas na distribuição L_T e W_T (ANOVA, $p < 0,05$).

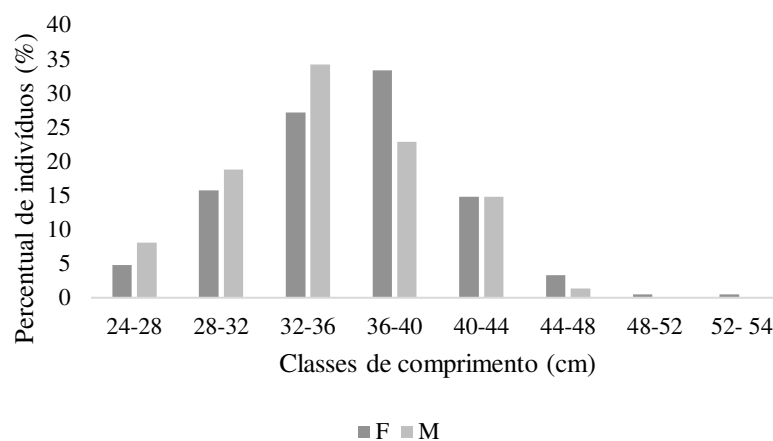


Fig 2. Distribuição do comprimento total de *Lutjanus synagris* na Costa Amazônica, Nordeste do Brasil.

O teste da ANOVA mostrou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) referente à sazonalidade tanto para comprimento (L_T) quanto para peso (W_T) ao longo da área de estudo, com o período de estiagem apresentando os maiores exemplares tanto em comprimento quanto em peso.

Relação peso/comprimento

As relações LWR não apresentaram diferença significativa entre os sexos (ANCOVA, $p > 0,05$). O coeficiente de alometria foi menor que três ($b < 3$), indicando que *L. synagris* apresenta um crescimento alométrico negativo tanto para machos, quanto para fêmeas (Fig. 3). As equações para LWR mostram que nas fêmeas foi $\ln T_W = -1,7076 + 2,1976 \ln L_t$, $r^2 = 0,8198$, $n = 210$ e nos machos $\ln T_W = -1,3684 + 2,1112 \ln L_t$, $r^2 = 0,8024$, $n = 149$.

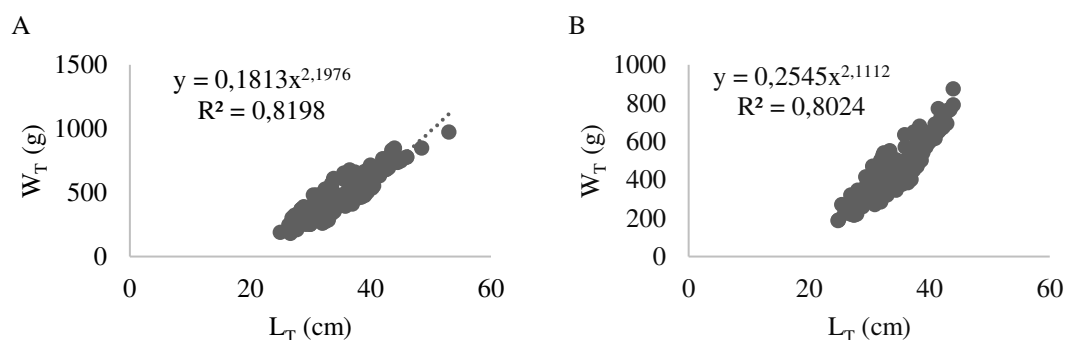


Fig. 3 LWR de fêmeas (A) e machos (B) de *Lutjanus synagris* capturados na área de pesca do litoral amazônico do Maranhão, Brasil

Classificação anatômica dos ovários e testículos de *L. synagris*

Na análise macroscópica das gônadas de *L. synagris* foi possível constatar a existência de cinco estádios maturacionais (imaturo - IM, em desenvolvimento - DV, capaz de desovar - SC, regressão - RG e regeneração - RN) para as fêmeas e para os machos. Os ovários e os testículos apresentaram formato cilíndrico, mais robusto nas fêmeas e filiformes triangulares nos machos, com presença de lóbulos direito e esquerdo do mesmo tamanho, presos na região posterior próximo às aberturas urogenitais. A coloração para os ovários variou de laranja claro a vermelho intenso, conforme o desenvolvimento dos mesmos. Quanto mais desenvolvido mais forte é a tonalidade e há presença de vascularização. No estágio IM e DV, os ovários e testículos mostraram-se filiformes e com tamanhos reduzidos. Nos estádios SC e RG, os ovários mudaram a coloração de translúcida para avermelhada, aumentando de tamanho com presença de ovócitos visíveis e vascularizações evidentes. Nos ovários RN a coloração era levemente rosada, com vascularização reduzida e ausência de ovócitos visíveis. Testículos IM apresentavam aspecto translúcido e sem vascularização, entretanto quanto mais desenvolvido (SG e RG) maior era o volume e mais evidente era o aspecto da coloração branco leitoso. No estágio RN, as gônadas mostraram tamanho reduzido com um aspecto flácido e coloração opaca.

Classificação microscópica dos ovários de *L. synagris*

Foi possível observar o desenvolvimento assincrônico dos ovócitos, visto que não houve a identificação de lotes, estando presentes oócitos em todos os tipos de crescimento e a liberação das células germinativas foi contínua durante todo o estudo, caracterizando como uma desova parcelada. Nos meses que houve evidências de ovários IM os oócitos de crescimento primário estavam presentes, com membrana ovariana fina, espaçamento reduzido entre as lamelas ovígeras e estroma ligado à organização lamelar (Fig. 4a). Os ovários DV apresentaram células da fase IM com presença de algumas atresias (raras), oócito alveolar cortical, oócitos vitelogênico 1 e 2 (Fig. 4b). A diferenciação entre o estágio DV e SC ocorreu através da comprovação de mais dois estádios SC1 e SC2, com o aumento na concentração de grânulos de vitelo nos oócitos vitelogênico 3, vesícula germinativa tardia, quebra de vesícula germinativa, oócitos hidratados, oócitos em coalescência e presença de folículos pós ovulatório antigos e recentes (Fig. 4c). Ovários RG apresentaram atresia para oócitos alveolar cortical e vitelogênese 1 e 2, mesmo com alguns presentes (Fig. 4d). Ovócitos típicos de crescimento primário, oogônias, lamelas ovígeras dispersas, feixes musculares expandidos, alguma atresia e folículo pós ovulatório em degeneração caracterizaram o estágio RN (Fig. 4e).

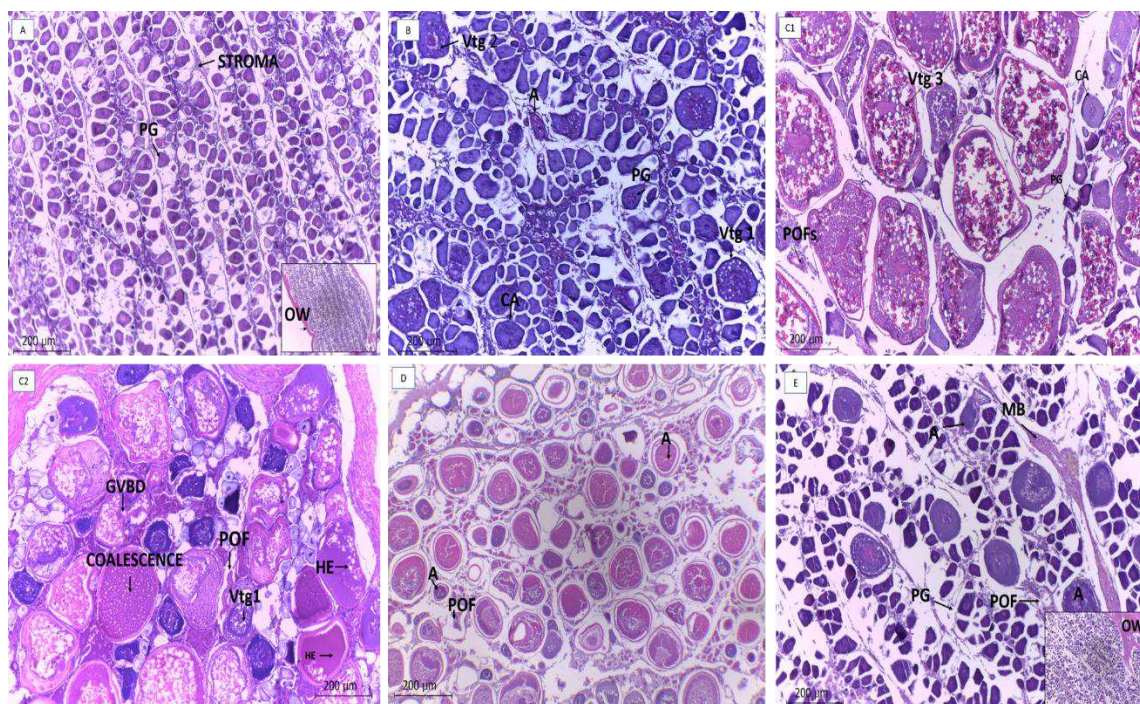


Fig. 4 Fotomicrografia (OB 10X) de ovários durante o ciclo gonadal em *Lutjanus synagris* coletados em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense. (a) Ovário imaturo: PG – oócito primário, Stroma, OW – parede do ovário; (b) ovário em maturação: CA – oócitos alveolares corticais, YC – corpúsculos amarelos, A – atresia, Vtg1 – oócito vitelogênico 1, Vtg2 – oócito vitelogênico 2; (c1 e c2) ovário maduro: c1: POFs – folículo pós ovulatório, Vtg3 – oócito vitelogênico 3; c2: oócitos em coalescência, GVBD – quebra de vesícula germinativa, HE – oócito hidratado (d) ovário em regressão; (e) ovário em regeneração: MB – feixe muscular. Coloração (H.E)

Classificação microscópica dos testículos de *L. synagris*

A microscopia dos testículos revelou compartimentos germinativos anastomosado com formato digitiforme, com fase IM apresentando apenas epitélio germinativo com espermatogônias primárias (Sg1) e lúmen sem lóbulos (Fig. 5a). Conforme ocorreu o desenvolvimento maturacional (DV) o epitélio germinativo inicial (GE) foi ficando mais consistente e com presença de lúmen em lóbulos (L) com espermatogônias secundárias (Sg2), espermatócitos (Sc1 e Sc2) (Fig. 5b). No estágio SC espermatozoides preenchem todo lúmen (L) e ductos espermáticos, e houve diferenciação do epitélio germinativo contínuo (CGE) e epitélio germinativo descontínuo (DGE) (Fig. 5c). Estádio RG foi marcado por sêmen disperso e depósito de espermatócitos nos ductos seminíferos e lúmen (Fig. 5d). Os testículos RN continham pequenas proliferações de espermatogônias, apenas espermatozoides residuais no lúmen ou ductos seminíferos (Fig. 5e).

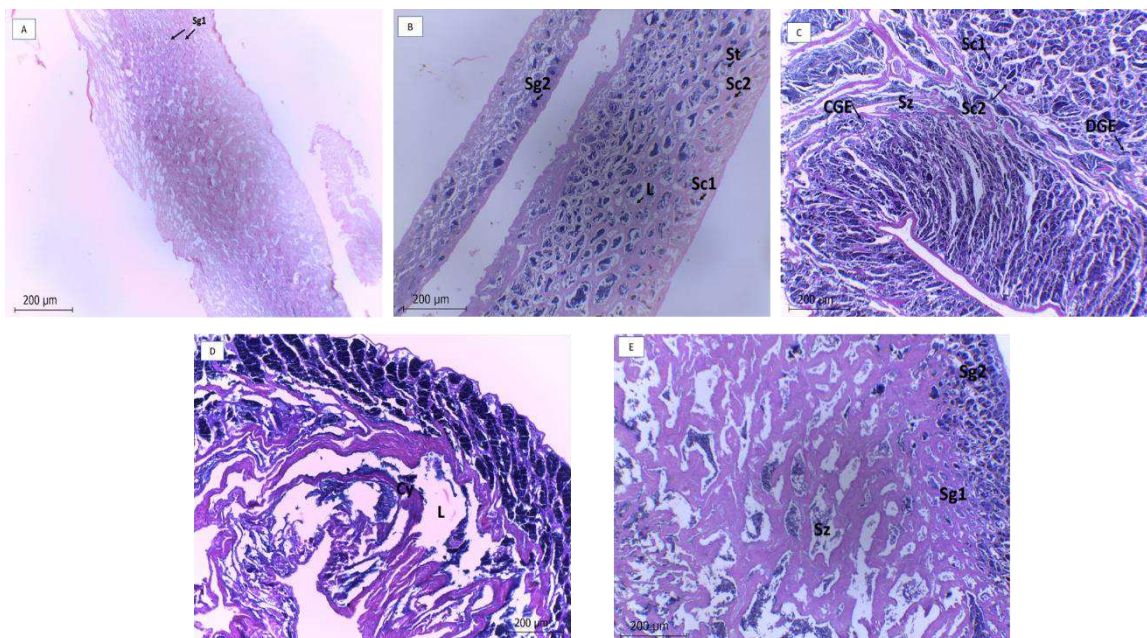


Fig. 5 Fotomicrografia (OB 10X) de testículos durante o ciclo gonadal em *Lutjanus synagris* coletados em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense. (a) Testículo imaturo: Sg1 – espermatogônia primária; (b) testículo em maturação: Sg2 – espermatogônia secundária, Sc1 – espermatócito primário, Sc2 – espermatócito secundário, St – espermatíde; (c) testículo maduro: CGE – epitélio germinativo contínuo, DGE – epitélio germinativo descontínuo; (d) testículo em regressão: L – lúmen, Cy – espermatocisto; (e) testículo em regeneração. Coloração (H.E)

Índices biológicos e maturação sexual

A análise da variação do IGS mensal obtida para o sexo feminino mostrou que os aumentos dos pesos dos ovários foram observados no período de junho e setembro de 2018, janeiro e abril de 2019, com a maior média observada em junho ($IGS_{\max F} = 10,02$). Os menores valores médios de IGS das fêmeas foram observados no período de estiagem (outubro/2018 e dezembro/2018) e durante o período chuvoso (fevereiro e março/2019) (Fig. 6a), caracterizando um período de repouso gonadal comprovado através das características celular microscópicas das gônadas. Os valores médios obtidos para IGS mensal mostraram que houve diferença significativa ($p < 0,05$ ANOVA), com jun/18, setembro/18 e abril/19 diferindo entre os demais. As médias obtidas para o fator de condição (K) das fêmeas não variaram durante os meses analisados ($K_{\max F} = 19,79$ e $K_{\min F} = 14,33$), com média em torno de 17,37 e pequenos aumentos ocorridos em junho, agosto, setembro e novembro de 2018 (Fig. 6a).

A análise do IGS nos machos mostrou dois picos de atividade reprodutiva, uma durante o período de estiagem (setembro de 2018; $IGS_{\max M} = 4,11$), outra no período chuvoso (abril de 2019; $IGS = 3,71$) e baixa atividade reprodutiva em novembro e dezembro de 2018 ($IGS_{\min M} = 1,07$) e março de 2019. O padrão de maturação dos machos foi similar ao feminino (Fig. 6b). Os valores médios obtidos para IGS mensal mostraram que houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$ ANOVA), com setembro diferindo entre os demais. As médias obtidas para o fator de condição (K) dos machos apresentou baixa variação durante os meses analisados ($K_{\max M} = 19,93$ e $K_{\min M} = 15,12$), com média em torno de 17,90 com altos valores em agosto e setembro de 2018, e fevereiro de 2019 e mínima em outubro de 2018 e março de 2019 (Fig. 6b). As médias obtidas para o fator de condição (K) mostraram que nenhuma diferença significativa foi observada tanto para as fêmeas, quanto para os machos ($p > 0,05$ ANOVA).

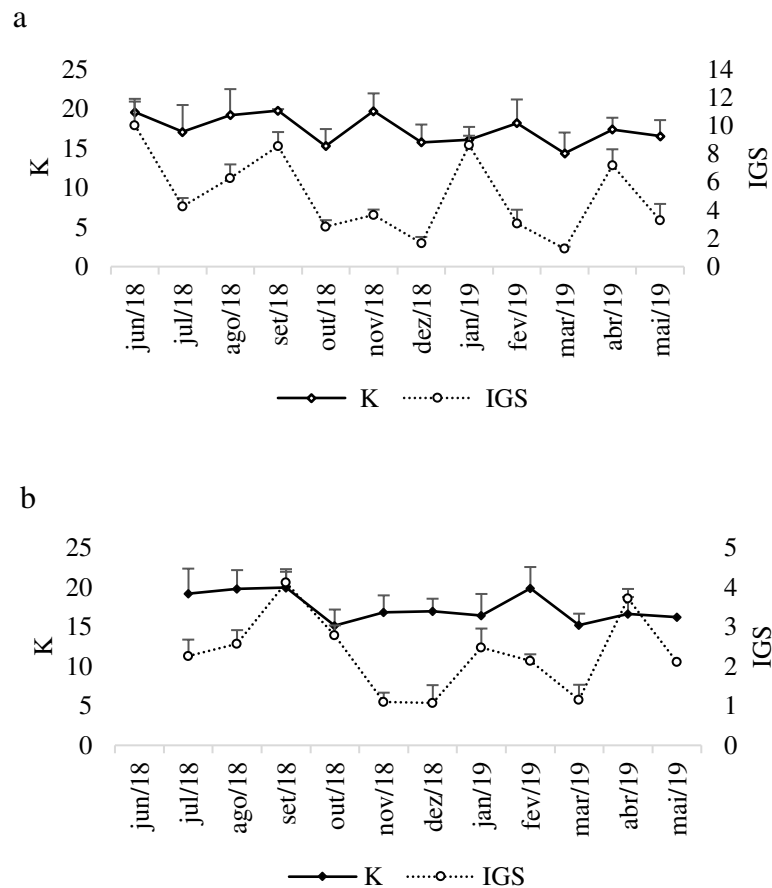


Fig. 6 Valores médios e desvio padrão do índice gonadosomático (IGS) e fator de condição (K) para fêmeas (A) e machos (B) de *Lutjanus synagris*

Todos os estádios maturacionais (imaturas (IM), em maturação (DV), maduras (SC), esvaziado (RG) e em repouso (RN)) foram observados entre os espécimes fêmeas e machos. Contudo, a frequência mensal de estádios SC para fêmeas ocorreu entre junho a setembro de 2018, janeiro e abril de 2019 coincidindo com as maiores médias pluviométricas registradas (Fig 7). A frequência para os machos SC ocorreu em setembro de 2018 e fevereiro de 2019 (Fig 8). A frequência mensal dos estádios maturacionais tanto para fêmeas quanto para machos evidenciaram alta prevalência de indivíduos no estágio DV, isto é, no contexto maturacional, indivíduos em desenvolvimento foram superiores às outras fases do ciclo reprodutivo ao longo do período de estudo. Esta condicionante estabelece e acresce às delineações do período reprodutivo do *L. synagris* junto as informações obtidas para o IGS e K, ressaltando que a área em estudo apresenta dois períodos sazonais bem delineados, o período chuvoso nos meses de janeiro a junho e o período de estiagem de julho a dezembro. Porém, junho e dezembro podem ser caracterizados como um período de transição. A distribuição mensal dos estádios demonstra a ocorrência de fêmeas com membrana ovariana flácida (RG) durante todo o período analisado.

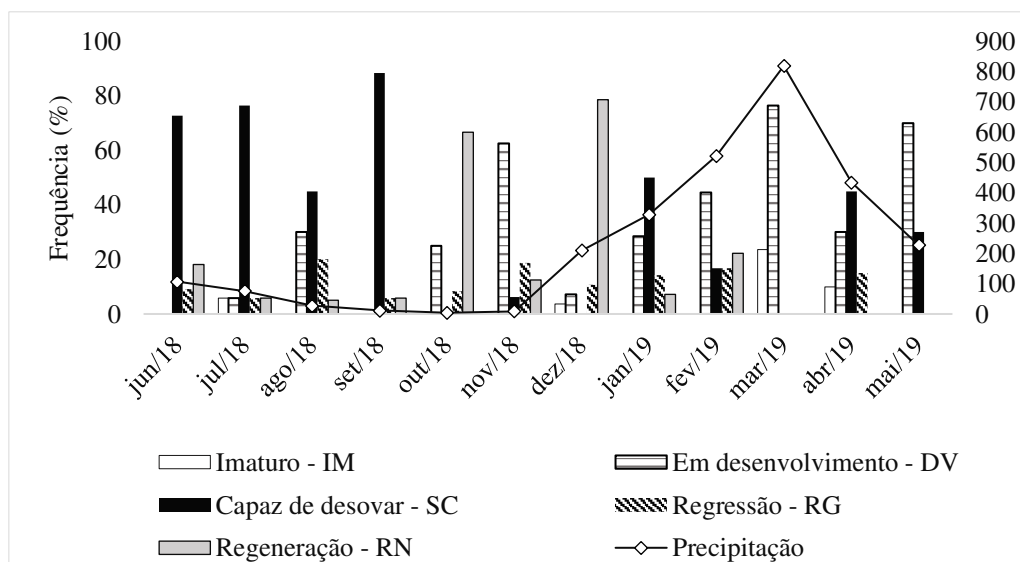


Fig. 7 Frequência relativa de estádios reprodutivos para fêmeas de *Lutjanus synagris* amostradas entre junho de 2018 e maio de 2019 em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense

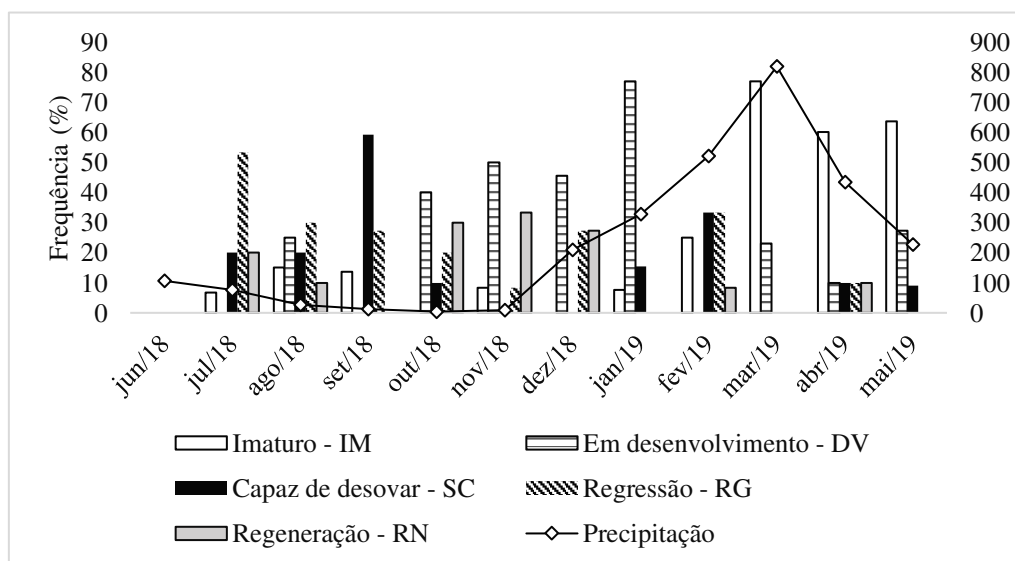


Fig. 8 Frequência relativa de estádios reprodutivos para machos de *Lutjanus synagris* amostradas entre junho de 2018 e maio de 2019 em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense

Comprimento médio de primeira maturação (L_{50}) e comprimento de primeira maturação sexual (L_{100}) para *L. synagris*

O comprimento médio da primeira maturidade sexual (L_{50}) para as fêmeas foi de 26,27 cm de T_L . As fêmeas com 38,8 cm T_L eram todas maduras (L_{100}). A menor fêmea madura possuía 25,0 cm e a maior fêmea madura tinha 53,0 cm de T_L . O comprimento médio da primeira maturidade sexual (L_{50}) para os machos foi de 26,0 cm e os machos de 40,0 cm de T_L estavam todos maduros (L_{100}). O menor macho maduro tinha 24,9 cm e o maior macho maduro 43,5 cm de T_L . A estimativa do comprimento médio da primeira maturidade sexual (L_{50}) para sexos agrupados foi de 26,16 cm de T_L e o comprimento de primeira maturação sexual (L_{100}) foi 42,0 cm T_L (Fig. 9).

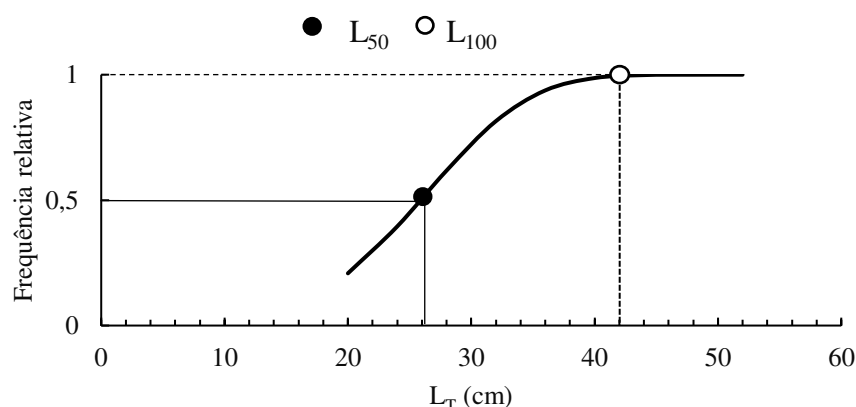


Fig. 9 Estimativa do comprimento maturacional para sexos agrupados de *Lutjanus synagris*, capturados em uma área de pesca na costa Amazônica Maranhense. L_T : comprimento total

Discussão

O padrão de distribuição por classe de comprimento observado para o *L. synagris* é semelhante à distribuição observada para outras espécies de lutjanídeos nas águas costeiras do Nordeste brasileiro (Lessa et al. 2004). De Moura Cavalcante et al. (2012), estudando a biologia reprodutiva do *L. synagris* no litoral de Natal - Rio Grande do Norte, observaram valores de $T_{L_{max}F} = 36,5$ cm e Viana et al. (2015) em um estudo no norte de Pernambuco evidenciaram valores de $T_{L_{max}F} = 44,0$ cm. A captura de organismos com maior tamanho também pode estar relacionada à pesca com espinhel, uma vez que este petrecho é passivo e considerado eficiente ao selecionar os animais “alvo da pesca”, ou seja, os organismos maiores. Quando comparado com o trabalho de Gomez et al. (2001) no Atlântico Central, ficou evidente que as fêmeas capturadas no Atlântico Sul em especial à Costa Amazônica possuem uma capacidade de crescimento relativamente maior que as espécies capturadas nas outras áreas de ocorrência. Essa condicionante pode ser justificada em função das intercorrências nos tamanhos das espécies nas mais distintas áreas, suas particularidades, assim como, a atuação da atividade pesqueira, aparelho de pesca e efeito da exploração sobre os estoques (Gomez et al. 2001; Fredou and Ferreira 2005), bem como a um estoque menos explorado.

Os lutjanídeos podem apresentar capacidade para crescimentos decorrentes de três aspectos básicos: grandes marés que influenciam no aporte de sedimento, a pluviosidade da região que também contribui no aumento do aporte de nutrientes servindo de orçamento energético e migrações (Paolo and Molina 2010; Fonteles-Filho 2011), uma vez que a Costa Amazônica constitui a região de maior aporte de sedimento e maior zona de influência de macromarés da América do Sul (Souza et al. 2013). Outra justificativa para tal fato pode ser a mesma utilizada para tunídeos, que mostra que o desvio na relação sexual ocorre em consequência de um processo migratório por idade-crescimento ou pela migração prévia das fêmeas (Eltink 1987).

De acordo com Martin e Festa-Bianchet (2010, 2011), o sexo que apresenta a maior taxa de crescimento percorre a menor e mais vulnerável fase de crescimento mais rápido, reduzindo as chances de predação, enquanto o sexo com crescimento mais lento está mais predisposto à predação e redução da população.

A população de *L. synagris* em geral manifestou uma variabilidade quanto a proporção sexual ao longo de suas áreas de pesca e os dados desta pesquisa mostraram uma predominância aparente de fêmeas durante os meses de coleta, porém sem diferença significativa. Literaturas asseguram que as fêmeas de lutjanídeos são capturadas em maiores proporções que os machos e que há um padrão de dependência da proporção sexual com

relação ao tamanho (Ainken 2001; García et al. 2001; Claro 2004) e essa razão pode ser em consequência de uma maior adaptação ao ambiente, sobrevivência e crescimento, bem como seletividade ao habitat (Freitas et al. 2014).

A predominância de fêmeas em relação aos machos também foi observada em trabalhos realizados por Araújo (2009) e Barbieri et al. (2004) para espécies de água doce. Em contrapartida, De Moura Cavalcante et al. (2012) e Silva Júnior (2009) encontraram proporções de machos superior às fêmeas em estudo com *L. synagris* no Nordeste do Brasil e Luckhursts et al. (2000) registrou proporções de 1:1 em Bermudas, Atlântico Norte. A razão entre os sexos é um parâmetro que pode variar significativamente entre as espécies e entre organismos da mesma população em decorrência à sucessivos eventos que influenciam os indivíduos de cada gênero (Nikolsky 1963; Vazzoler 1996) mostrando que a proporção sexual não é estática e consequentemente ela muda constantemente.

A dominância das fêmeas nesta pesquisa pode estar relacionada às condições reprodutivas, visto que as fêmeas maduras foram quantitativamente superiores aos machos, podendo gerar uma competição/domínio pelo ambiente e por alimentos, bem como pela própria sobrevivência e crescimento, uma vez que as fêmeas preferem áreas mais protegidas para se reproduzirem, podendo ocorrer um desequilíbrio na proporção entre sexos. Como feito, as áreas de pesca da costa amazônica podem ser consideradas áreas de reprodução e proteção, visto que o ciclo de marés fornece nutrientes essenciais para a manutenção das necessidades biológicas, favorecendo o crescimento, de larvas e juvenis, além de manter uma elevada biomassa e uma complexa cadeia alimentar que influencia à atividade pesqueira local.

O valor do coeficiente angular de regressão b (2,19 e 2,11) evidenciou que *L. synagris* capturado na costa amazônica cresce mais em comprimento do que em peso. Entretanto, valores de b fora do intervalo de 2,5-3,5 são frequentemente considerados atípicos (Ricker 1975). Dados sobre LWR obtidos nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas e Bahia por Lessa et al. (2009), através do Programa REVIZEE, encontraram valor de $b=3,15$ para o *L. synagris*, entretanto, Freitas (2009) evidenciou valor abaixo de 3,0 na região de Abrolhos, Bahia. Méndez (1989), encontrou 2,91 para a mesma espécie na Venezuela, assim como Rodríguez Pino (1962) que encontrou valor para $b= 2,8$ em Cuba. Peixes costeiros e oceânicos apresentam padrões de crescimento diferenciado e seu ciclo de vida relacionado às condições fisiográficas da sua área de ocorrência (Choat et al. 2002), em consequência, a alometria negativa pode estar relacionado tanto às variáveis ambientais como em decorrência a um efeito da pesca, delineando assim, estratégias reprodutivas para perpetuação da espécie.

Estas informações complementam as avaliações sobre o ciclo biológico e reprodutivo das espécies no estudo de biologia pesqueira, uma vez que sua aplicabilidade fornece dados sobre o desempenho de uma determinada população sobre a variação da biomassa e crescimento (Anderson and Gutreuter, 1983; Richter et al. 2000; Araújo et al. 2011).

A comparação morfológica entre as espécies ou populações de diferentes áreas de ocorrência/habitats é um aspecto relevante, pois mostra como determinado organismo interage com o ambiente e responde à atividade da pesca (Fonteles-Filho 2011). A alometria positiva é observada para maioria das espécies de peixes da costa Amazônica, principalmente para espécies marinhas que apresentam relação com os estuários para algum processo fisiológico no seu ciclo de vida (Viana et al. 2006; Camargo and Giarrizo, 2009; Joyeux et al. 2009; Santos et al. 2010). O fato de termos encontrado alometria negativa para esta pesquisa pode ser justificava pela ocorrência da espécie ser migradora de ambientes costeiros e em consequência apresentar um maior gasto energético influenciando na redução do peso. Entretanto, alometria negativa também foi observada por Silva (2014) em um levantamento sobre a estrutura populacional e aspectos biológicos do *L. synagris* no litoral oriental do Maranhão

e por Sousa (2017) em um estudo sobre os aspectos biológicos do *L. synagris* na Baía de São Marcos e na Baía de São José. Esses dados corroboram os de Fonteles-Filho (2011) que animais de clima tropical exigem maior quantidade de nutrientes do que os de clima frio, e o fato de se deslocarem para outras áreas em busca de abrigo, alimentação e reprodução fazem com que a espécie gaste mais energia e cresçam mais rapidamente.

A variação temporal do período reprodutivo está associada com os dois períodos de sazonalidade na costa amazônica, intensificando suas estratégias reprodutivas. Porém a espécie apresentou um período prolongado de desova durante o período de estiagem. Grimes (1987) afirma que espécies de regiões costeiras tropicais se reproduzem durante todo o ano. Com base nos dados do IGS, K e avaliação histológica das gônadas, foi possível classificar a organização do desenvolvimento maturacional de macho e fêmeas como assíncrona. A presença de todos os tipos de estádios de crescimento gonadal em fêmeas e machos reprodutoras observadas durante toda a pesquisa é um indicativo de um comportamento de reprodução parcelada (Hunter et al. 1985; Hunter and Macewicz 1985). Esta é uma estratégia comum em muitas espécies (Brito and Bazzoli 2003) que permite maior probabilidade sobrevivência da prole e possibilidades de eficiência reprodutiva (Burt et al. 1988).

Segundo Amaral e Jablonsky (2005), a utilização dos índices biológicos expressa respostas de acordo com os aspectos biológicos dos peixes, relacionando-os às condições do ambiente que esses organismos foram encontrados. Logo, o Índice de Condição mostra que um organismo que apresenta um determinado comprimento e maior massa possui melhor condição corporal. Esse índice é visto como um complemento no estudo da biologia reprodutiva, uma vez que ele está relacionado à sazonalidade e alimentação (Sutton et al. 2000; Alonso-Fernández and Saborido-Rey 2011).

Os maiores valores de IGS coincidiram com os estádios mais desenvolvidos no período reprodutivo, tanto para os machos, quanto para as fêmeas. Os valores do IGS foram reduzindo nos meses em que houve maior incidência de jovens imaturos, confirmando que este índice contribui na identificação de um possível período de recrutamento. Valores de IGS elevado refletem em uma maior atividade reprodutiva, e a sua redução ocorre logo após a fase reprodutiva (Lubzens et al. 2010). Tal resposta pode ser fundamentada com a hipótese de que a alimentação contribui na desova diária e que a espécie em estudo apresenta uma estratégia de armazenar energia antes do período prioritário à reprodução, ou parcelar a desova em curtos ou extensos períodos, armazenando energia para o desenvolvimento de ovos hialinizados, aumentando as chances de perpetuação da espécie (Choat 2012).

Freitas (2009) analisando o período reprodutivo do *L. synagris* em Abrolhos, identificou que os picos reprodutivos ocorrem de setembro a março e Sousa-Junior et al. (2008) indicaram período semelhante ao de Freitas (2009), diferindo desta pesquisa que indicou junho e setembro de 2018, janeiro e abril de 2019 como períodos de maior atividade reprodutiva. Na América Central e Cubana o período reprodutivo do ariacó se estende por toda primavera (Rodriguez 1962; Claro 1982; Rivera-Arriaga et al. 1996; Gomez et al. 1999, 2001; Luckhursts et al. 2000). Fernandes (2010) analisando o período reprodutivo da baúna de fogo (*Lutjanus alexandrei*) relatou que a espécie apresenta desova do tipo parcelada, com um extenso pico de desova durante o verão para o hemisfério sul.

A gametogênese assíncrona é evidente para muitas espécies de lutjanídeos, bem como para *L. synagris*, podendo apresentar grandes variações no IGS diário e na turgidez das gônadas, o que sugere recentes desovas (Claro 1982). Freitas et al. (2011) estudando a biologia reprodutiva do *L. synagris* no Banco de Abrolhos, mostrou que o desenvolvimento tardio de ovócitos, a migração da vesícula germinal, ovócitos vitelogênico, desintegração da vesícula germinativa, folículos pós ovulatório e altos valores para IGS foram e estão relacionados ao período

chuvoso e estiagem. Essas mesmas características confirmam que o *L. synagris* capturados em uma área de pesca na costa amazônica maranhense são desovantes parciais ou por lotes e que a área de estudo é propícia para o desenvolvimento gonadal da espécie.

A maturação gonadal de peixes tropicais pode ocorrer em qualquer época e o período reprodutivo geralmente é mais prolongado do que em peixes temperados com gametogênese semelhante. Entretanto, existe uma grande variabilidade intraespecífica, em relação à época e tempo de duração do período reprodutivo (Garcia-Cagide et al. 2001).

O começo da maturidade sexual representa uma mudança na vida de um indivíduo. Anterior a esta fase, a alocação de energia estava relacionada apenas com o crescimento e sobrevivência. Após a ocorrência do início da maturação sexual existe um potencial conflito entre alocação de tempo e recurso para a reprodução ou para a sobrevivência (Kamler 1992).

A respeito do comprimento total médio da primeira maturação gonadal para *L. synagris*, foi possível observar valores inferiores aos 30 cm tanto para machos quanto para fêmeas. Esses valores representam um padrão comum para as espécies de lutjanídeos (Thompson and Munro 1974), porém, na área de estudo da costa amazônica maranhense, a maturação sexual ocorreu primeiro para o sexo masculino, evidenciando que a taxa de maturação sexual ocorre com mais rapidez nos machos do que nas fêmeas. Estudos realizados por Silva-Júnior (2009) observou valores 18,6 cm e 28 cm para machos, e para as fêmeas de 20 cm e 29 cm para L_{50} e L_{100} , na costa de Pernambuco. Freitas (2009) encontrou no banco de abrolhos os valores para o L_{50} de 24,2 cm em machos e 23 cm, para fêmeas. Já Lessa et al. (2004), indicou o valor de 18 cm para a Região Nordeste. Silva et al. (2007) identificou o tamanho de primeira maturidade sexual de *L. synagris* na costa maranhense, Brasil de 24,02 cm para fêmeas e 23,59. O L_{50} e o L_{100} obtido nesta pesquisa foram superiores aos achados para a mesma espécie nas outras regiões de pesca no Nordeste do Brasil.

A compreensão a respeito dos aspectos biológicos do *L. synagris* na costa Amazônica mostra que possivelmente este estoque ainda não se encontra sobreexplorado, uma vez que o comprimento de maturidade sexual é considerado uma tática reprodutiva relacionada ao crescimento, onde é comum ocorrer variações em decorrências das condições ambientais ao qual um estoque é submetido. Contudo pode-se esperar respostas à pressão pesqueira, modificando ou não a estrutura de um estoque conforme a sua intensidade.

Através dos valores máximos das frequências de comprimento, podemos supor que 98,11% da população conseguiu atingir o período de maturação pelo menos uma vez, prolongando as taxas de sobrevivência e a perpetuação da espécie (Froese 2004; Roberts et al. 2005; Trindade Santos and Freire 2015). Por consequência, a atividade pesqueira apresentará menos impacto nas populações de organismos aquáticos se esses forem capturados após alcançarem seu tamanho de primeira maturidade sexual em relação à taxa de crescimento e peso (Froese et al. 2008). Os tamanhos mínimos de captura devem sempre ultrapassar o tamanho da primeira maturidade, independente da espécie (Doring and Egelkraut 2008).

Os resultados apresentados nesta pesquisa trazem informações importantes para o conhecimento da biologia reprodutiva de *L. synagris* na região Amazônica, tendo em vista que os trabalhos presentes na região são limitados, além de fornecer dados sobre uma espécie de importância comercial e de grande valor econômico no Maranhão, Brasil. O lutjanídeo, capturado na Costa Amazônica Maranhense, apresentou uma estratégia de maturação condizente à primeira maturidade sexual relatado em literatura para a mesma espécie. A área de pesca mostrou-se importante para a reprodução.

O conhecimento das características reprodutivas da espécie *L. synagris* pode ser usado para definir políticas de manejo e gerenciamento adequado, através dos dados de comprimento maturacional e época de desova, sugerindo que a espécie seja capturada acima dos 40 cm de comprimento total e que a retenção por pesca possa ser concedida no intervalo de 26 a 40 cm de comprimento total, contemplando o comprimento médio de primeira maturação.

Levantamentos futuros sobre informações relativas às capturas e ao esforço de pesca, combinados com informações biológicas, são primordiais para avaliação adequada do estoque e consequente implementação de medidas de conservação e manejo, ferramentas imprescindíveis para garantir a sustentabilidade da pesca e conservação das espécies.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Biologia Pesqueira (BioPesq) e ao Laboratório de Gerenciamento Costeiro Integrado do Maranhão (LagercoMA) pelo apoio logístico e a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pelo financiamento à pesquisa.

Referências

- Aiken, KA (2001) Aspects of reproduction, age and growth of the Lane Snapper, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1785), in Jamaican coastal waters.
- Allen GR (1985) FAO species catalogue. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of Lutjanid species known to date. FAO. Fisheries Synopsis 6(125):208.
- Alonso-Fernández A, Saborido-Rey F (2011) Maternal influence on the variation of the reproductive cycle of *Trisopterus luscus* (Gadidae). *Ciencias Marinas*, 37:619-632.
- Amaral CZA, Jablonsky S (2005) Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1):43-51.
- Anderson RO, Gutreuter SJ (1983) Length, weight, and associated structural indices. 283-300. *Fisheries techniques*. American Fisheries Society, Bethesda.
- Araújo CC, Flynn MN, Pereira WRL (2011) Fator de condição e relação peso-comprimento de mugil curema valenciennes, 1836 (pisces, mugilidae) como indicadores de estresse Ambiental. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, 4:51-64.
- Araújo RB (2009) Desova e fecundidade em peixes de água doce e marinhos. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 9(2):24-31.
- Arregu F, Munro JL, Balgos MC, Pauly D (1996). *Biology, Fisheries, and Culture of Tropical Groupers and Snappers: Proceedings of an EPOMEX/ICLARM International Workshop on Tropical Snappers and Groupers*, Held at the University of Campeche, Campeche, Mexico. WorldFish.
- Barbieri, G., Salles, F. A., Cestarolli, M. A., & Teixeira-Filho, A. R. (2004). Estratégias reprodutivas do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* no Rio Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, com ênfase nos parâmetros matemáticos da dinâmica populacional. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(2), 169-174.
- Brito MFG, Bazzoli N (2003). Reproduction of the surubim catfish (Pisces, Pimelodidae) in the São Francisco River, Pirapora Region, Minas Gerais, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 55:624–633.
- Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowerre-Barbieri SK (2011) A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1): 52-70.
- Burt A, Kramer DL, Nakatsuru K, Spry C (1988) The tempo of reproduction in *Hyphessobrycon pulchripinnis* (Characidae), with a discussion on the biology of ‘multiple spawning’ in fishes. *Environmental Biology Fish*, 22:15-27.
- Carpenter KE (2002a) The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Rome, Italy: FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication.
- Carpenter KE T(2002b) The living marine resources of the Western Central Atlantic: bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Rome: FAO.

- Choat JH (2012) Spawning aggregations in reef fishes; ecological and evolutionary processes. In: Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management, Springer, 85-116.
- Choat J, Clements K, Robbins W (2002) The trophic status of herbivorous fishes on coral reefs. *Marine Biology*, 140(3):613-623.
- Claro R. (1982) Ecología y ciclo de vida de la biajaiba *Lutjanus synagris* (Linnaeus) em la platafoma cubana. IV: Reporte de investigacion del Instituto de Oceanología. Academia de ciências de Cuba, 5:1-36.
- Claro R, Lindeman KC (2004) Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental. Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, 472.
- Coleman FC, Koenig CC, Huntsman GR, Musick JA, Eklund AM, McGovern JC, Sedberry GR, Chapman RW, Grimes CB (2000) Long-lived Reef Fishes: The Grouper-Snapper Complex. *Fisheries*, 25:14-21.
- Da Silva Ribeiro C, Moreira RG (2018) Fatores ambientais e reprodução dos peixes. *Revista da Biologia*, 8:58-61.
- De Moura Cavalcante L, De Oliveira MR, Chellappa S (2012) Aspectos reprodutivos do ariacó, *Lutjanus synagris* nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 2(1):45-50.
- De Santana I (2016) Ecología reproductiva de Lutjanidae no litoral norte da Bahia, Brasil: contribuições ao manejo sustentável da pesca artesanal. Tese, Universidade de Vigo.
- Doring R, Egelkraut TM (2008). Investing in natural capital as management strategy in fisheries: the case of the Baltic Sea cod fishery. *Ecological Economics*, 64:634-642.
- Eltink ATGW (1987) Changes in age—size distribution and sex ratio during spawning and migration of Western mackerel (*Scomber scombrus* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 44(1):10-22.
- Fernandes C.A.F. (2010) Biología reproductiva da Baúna de fogo *Lutjanus alexandrei* Moura and Lindeman, 2007 capturada na costa norte do estado de Pernambuco. MSc dissertation, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brazil.
- Fonteles-Filho AA. Oceanografía, biología e dinâmica populacional de recursos pesqueiro. Expressão gráfica e Editora. 2011.
- Fredou T, Ferreira BP, Letourneur Y (2009) Assessing the stocks of the primary snappers caught in Northeastern Brazilian reef systems. 1: Traditional modelling approaches. *Fisheries Research* 99(2):90-96.
- Frédou T, Ferreira BP (2005) Bathymetric trends of northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): implications for the reef fishery dynamic. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48:787-800.
- Freitas MO, Abilhoa V (2011) Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 9(2):411-418.
- Freitas MO (2009) Pesca artesanal e biología reproductiva do ariacó *Lutjanus synagris* (Lutjanidae) no Banco dos Abrolhos. Dissertation, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- Freitas MO, Rocha GRA, Chaves PDTDC, De Moura RL (2014) 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*, 94(8):1711-1720.
- Freitas MO, De Moura RL, Francini RB, Mente Vera CV (2011) Spawning patterns of commercially important reef fish (Lutjanidae and Serranidae) in the tropical western South Atlantic. *Scientia Marina*, 75:135-146.
- Froese R (2004) Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries* 5:86-91.
- Froese R, Stern-Pirlot S, Winker H, Gascuel D (2008) Size matters: how single species management can contribute to ecosystem-based fisheries management. *Fisheries Research*, 92:231-241.
- García-Cagide A, Claro RC, Koshelev BV (2001) Reproductive patterns of fishes of the Cuban shelf. In: *Ecology of the marine fishes of Cuba*, 73-114. Ed. Claro, RLindeman KC, Parenti LR. Smithsonian Institution, Washington D.C. USA.
- Gómez G, Guzmán R, Chacón R (2001) Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus synagris* em el Golfo de Paria, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 19(3): 335-357.
- Gómez, G.; Guzmán, R. & Chacón, R. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paria, Venezuela. *Zootec. Trop.*, v.19, n.3, p.335-357, 2001.
- Gómez G, Guzmán R, Chacón R, Márquez M (1999) Talla de madurez y fecundidad del pargo guanapo, *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paria Edo. Sucre, Venezuela. Durante el período 1998. *Acta Científica Venezolana*, 50(2):375.
- Grimes CB (1978) Age, growth and length-weight relationship of vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens* from North Carolina and South Carolina waters. *Transactions of the American Fisheries Society*, 107(3):454-456.
- Hunter JR, Macewicz BJ (1985) Measurement of Spawning frequency in multiple spawning fishes. In: *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*.*, 79-94. Ed. Lasker, R. U.S. Dep Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS

- Ibge (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/raposa/panorama>. Acessado em 17 de Novembro de 2018.
- Icmbio (2009) Caracterização da unidade e temas complementares: Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba. Brasília.
- Kamler EWA (1992) Characteristics of fish reproductive products. In: Early Life History of Fish. Springer, Dordrecht, 31-106.
- King MG (1997) Fisheries biology, assesment and management. Osney Mead, Oxford, England: Fishing news books.
- Klippel S, Peres MB (2002) Resultados da avaliação de estoques das dez principais espécies na pesca de linha de mão da costa central do Brasil. Rio Grande: Programa REVIZEE.
- Lessa RPT, Nóbrega MF, Bezerra JrJL (2009) Dinâmica de populações e avaliação de estoques dos recursos pesqueiros da região Nordeste. Fortaleza: Martins e Cordeiro.
- Lessa RP, Nóbrega MF, Bezerra JrJL (2004) Dinâmica de populações e avaliação de estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste. Volume II. DIMAR, Departamento de Pesca-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-Brazil.
- Lubzens E, Young G, Bobe J, Cerdà J (2010) Oogenesis in teleosts: How fish eggs are formed. – General Comparative Endocrinology 165:367-389.
- Luckhurst BE, Dean MJ, Reichert M, (2000) Age, growth and reproduction of the lane snapper *Lutjanus synagris* (Pisces: Lutjanidae) at Bermuda. Marine Ecology Progress Series, 203:255-261.
- Martin JGA, Festa-Bianchet M, (2010) Bighorn ewes transfer the costs of reproduction to their lambs. The American Naturalist, 176(4):414-423.
- Martins MB, De Oliveira TG (2011) Amazônia maranhense: diversidade e conservação. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Mehanna SF, Baker TS, Soliman FM, Soliman HA (2017) Some biological aspects and population dynamics of the five-lined snapper, *lutjanus quinquelineatus* (family: lutjanidae) from red sea off hurghada, egypt.
- Méndez F (1989) Contribución al estudio de la biología y la pesquería del pargo guanapo, *Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758 (Pises: Lutjanidae), en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Venezuela. TEG Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Nelson JS (2016) Fishes of the world. John Wiley & Sons, New York.
- Nikolsky GV (1963) The Ecology of Fishes. London: Academic Press.
- Paolo FS, Molina EC (2010) Integrated marine gravity field in the Brazilian coast from altimeter-derived sea surface gradient and shipborne gravity. Journal of Geodynamics, 50(5):347-354.
- Potts JC, Burton ML (2017) Preliminary observations on the age and growth of dog snapper (*Lutjanus jocu*) and mahogany snapper (*Lutjanus mahogoni*) from the Southeastern US. PeerJ, 5:3167.
- Rezende SM, Ferreira BP, Fredou T (2003) A pesca de lutjanídeos no nordeste do Brasil: histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. Boletim Técnico Científico do CEPENE, Recife 11:1-17.
- Richter HC, Luckstadt C, Focker U, Becker K (2000) An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships. Archives of Fishery and Marine Research, 48:255-264.
- Ricker WE (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191:1-382.
- Rivera-Arriaga E, Lara-Dominguez AL, Ramos-Miranda J, Sanchez-Gil P, Yanez-Arancibia A (1996) Ecology and population dynamics of *Lutjanus synagris* on Campeche Bank. Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers, 48:11-18.
- Roberts CM, Hawkins JP, Gell FR (2005). The role of marine reserves in achieving sustainable fisheries. Philosophical Transactions Royal Society B: Biological Science, 360:123-132.
- Rodriguez Pino A (1962) Estudios estadísticos y biológicos sobre la bíaiaiba (*Lutjanus synagris*). Nota Invest. Cent. Invest. Pesq. Bauta Cuba 4:1-9.
- Seger J, Stubblefield JW, Hardy ICW (2002) Models of sex ratio evolution Sex Ratios. Cambridge University Press.
- Silva Júnior LA (2009) Pesca com Covo e Reprodução do Ariocó *Lutjanus synagris* (PERCIFORMES: LUTJANIDAE) na Costa de Pernambuco. Dissertação de Universidade Federal de Pernambuco.
- Silva MHL (2014) Estrutura Populacional e Aspectos Reprodutivos do Ariacó, *Lutjanus synagris* (LINNAEUS, 1758) (TELEOSTEI, LUTJANIDAE), proveniente do litoral oriental do Maranhão. São Luís, 2014. 49 f.
- Sousa AFR, Santos NB, Neta RNFC, De Almeida ZDS (2017) Aspectos Reprodutivos Do Peixe *Lutjanus Synagris* (Perciformes, Lutjanidae) Capturado Na Costa Nordeste Do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, 10(1):106-120.
- Sousa JA, Cunha KN, Nunes ZMP (2013) Influence of seasonal factors on the quality of the water of a tidal creek on the Amazon Coast of Brazil. Journal of Coastal Research, 65(1):129-134.

- Sousa-Junior VB, Silva JRF, Salles R (2008) Análise ovariana do ariacó, *Lutjanus synagris* (Actinopterygii: Lutjanidae), e considerações sobre sua reprodução no estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar* 41:90-97.
- Stride RK (1992) Diagnóstico da pesca artesanal marinha do estado do Maranhão. Maranhão: UFMA.
- Sutton SG, Bult TP, Haedrich RL (2000) Relationships among Fat Weight, Body Weight, Water Weight, and Condition Factors in Wild Atlantic Salmon Parr. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129:527-538.
- Trindade-Santos I, Freire KMF (2015) Analysis of reproductive patterns of fishes from three Large Marine Ecosystems. *Frontiers in Marine Science*, 2:1-10.
- Vazzoler AEAM (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, EDUEM, São Paulo.
- Viana DF, Hazin FHV, Oliveira PG (2015) Reproductive Biology Of Lane Snapper, *Lutjanus Synagris* (Perciformes: Lutjanidae), Off Northern Pernambuco State, Brazil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 48(2):67-73.
- Zar JH (2010) *Biostatistical analysis*/By Jerrold H. Zar.

6. CONCLUSÃO GERAL

Apesar da maioria dos trabalhos avaliar o papel dos lutjanídeos nos ambientes costeiros e analisar a alimentação e reprodução como uma característica específica das espécies, o presente trabalho demonstra que esta condicionante pode ser variada e se adaptar para diferentes condições ambientais ou comportamentais. Na identificação dos aspectos alimentares a sazonalidade influenciou na dieta da espécie de forma que durante o período com maior precipitação foi possível quantificar o maior número de itens na áreas de pesca. O *L. synagris* mostrou preferência por presas bentônicas, apresentando hábitos carnívoros, generalista oportunistas e sua dieta também foi composta por espécies demersal-pelágicas, como cefalópodes e peixes teleósteos. Seu hábito alimentar permite forragear em vários ambientes e provavelmente pode ser considerado como um fator importante para o sucesso desta espécie na costa Amazônica. A composição da dieta em relação à categoria de maturidade de *L. synagris* foi diversificada e variou de acordo com seu tamanho e a disponibilidade de alimento. O presente estudo forneceu evidências de ingestão de partículas e resíduos plásticos para área de pesca na costa maranhense e mostra que a espécie possui capacidade de adaptação à dieta de acordo com a disponibilidade de alimentos.

Os aspectos biológicos e reprodutivos do *L. synagris* mostraram que as características da população em termos de tamanho, peso e desenvolvimento gonadais variaram dentro de um padrão confirmado para as espécies na localidade e no período analisado. O LWR para os machos e as fêmeas mostrou que ambos apresentaram um maior incremento em comprimento do que em peso e que o fator de condição de um modo geral revelou um padrão consistente para ambos os sexos. O *L. synagris* apresenta atividade reprodutiva durante todo o ano, com picos reprodutivos relacionados às condições ambientais. Os valores obtidos no índice gonadosomático são considerados bons indicativos biológicos e refletem em uma maior atividade reprodutiva, ressaltando que a área em estudo apresenta dois períodos sazonais bem delineados, o período chuvoso e o período de estiagem. As características macroscópicas dos ovários e dos testículos de *L. synagris* confirmaram os cinco estádios maturacionais que descrevem o desenvolvimento gonadal durante o ciclo reprodutivo da espécie.

Os tamanhos de primeira maturação obtidos para fêmeas e machos da espécie podem ser considerados um bom indicativo de um estoque ainda não tão explorado, entretanto, o conhecimento das características reprodutivas da espécie *L. synagris* pode ser usado para definir políticas de manejo e gerenciamento adequado, através dos dados de comprimento maturacional e época de desova, sugerindo que a espécie seja capturada acima dos 40 cm de

comprimento total e que a retenção por pesca possa ser concedida no intervalo de 26 a 40 cm de comprimento total, contemplando o comprimento médio de primeira maturação.

Levantamentos futuros sobre informações relativas às capturas e ao esforço de pesca (CPUE), combinados com informações biológicas, são primordiais para avaliação adequada do estoque e consequente implementação de medidas de conservação e manejo, ferramentas imprescindíveis para garantir a sustentabilidade de a pesca e conservação das espécies. Destarte, o *L. synagris* pode ser considerado uma ferramenta para avaliação ecossistêmicas quanto aos impactos da contaminação por resíduos antropogênicos para uma melhor compreensão dessa problemática e, assim, desenvolver medidas de mitigação em áreas onde esses organismos se reproduzem e se alimentam.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, G. R. FAO species catalogue. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of Lutjanid species known to date. FAO. Fisheries Synopsis, v.6, n.125, p.208, 1985.
- ALMEIDA, Z. S. Os recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Maranhão: biologia, tecnologia, socioeconomia, estado da arte e manejo. Tese (Doutorado em Zoologia), Belém-PA, p. 283, 2008.
- ANDERSON, W. D. Jr. Field guide to the Snapper (Lutjanidae) of the Western Atlantic. CIRC. US Department of the Interior, v.252, p.1-14, 1967.
- BEGOSSI, A. Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia. São Paulo Hucitec/Nepam/ UNICAMP: Nupaub/USP: FAPESP. v.1, p.223-227, 2004.
- BELVER, L. C.; ÁVILA, L. J. Ritmo de actividad diário y estacional de *Cnemidophorus longicaudus* (Squamata, Teiidae, Teiinae) en el norte de La Riga, Argentina. Bol. Soc. Biol. Concepc, v.72, p.37-42, 2001.
- BEZERRA, R.C; GODELMAN, E. As Pescarias de Vermelhos no Brasil: Características, estado dos estoques e sugerencias para melhorar a gestão. Compiled by CeDePesca for Sustainable Fisheries Partnership/Rockefeller Foundation. 2014.
- BOND, C. E. Biology of the fishes. Philadelphia: Souders College Publishing, p.514, 1979.
- BORRERO, M. Desarrollo embrionario y prelarval de la biajaiba (*Lutjanus synagris*, Linne 1758). Rev. Cubana Invest. Pesq., v. 3, n. 3, p. 1-28, 1978.
- BRADLEY, E.; BRYAN, C. E. Life history and fishery of the red snapper (*Lutjanus campechanus*) in the northwestern Gulf of Mexico: p.1970-1974, 1975. In: Proceedings of the twenty-seventh Gulf and Caribbean Fisheries Institute, p. 77–106. Univ. Miami, Miami, FL.
- BROWN-PETERSON, N. J.; WYANSKI, D. M.; SABORIDO-REY, F.; MACEWICZ, B. J.; LOWERRE-BARBIERI, S. K. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Marine and Coastal Fisheries. v.3, n.1, p. 52-70. 2011.

CALADO NETO, A. V.; SILVA, A. L. N.; MATTOS, S. M. G. Aspecto da dinâmica populacional da guaiúba, *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791) do litoral do Estado de Pernambuco. Boletim técnico. Científico, CEPENE, v.5, n.1, p.73-87, 1997.

CARPENTER, K. E. (2002). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Rome, Italy: FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication.

CARPENTER, K.E. The living marine resources of the Western Central Atlantic: bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Rome: FAO; 2002b.

CASTRO, A. C. L. Diversidade da assembleia de peixes em igarapés do estuário do Rio Paciência (MA-Brasil). Atlântica, v, 23, p.39-46, 2001.

CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J. M.; ROBAINA, G.; RODRÍGUEZ, B. Field guide to the commercial marine and brackish-water resources of the northern coast of South America. FAO, Roma, p.513, 1993.

CLARO, R.; BAISRE, J. A.; LINDEMAN, Y. K. C.; GARCÍA-ARTEAGA, J. P. Cuban fisheries: historical trends and current status. pp. 194-218 En R. Claro, K. C. Lindeman y L. R. Parenti, eds. Ecology of the Marine Fishes of Cuba. Smithsonian Institution Press, Washington and London, p. 253, 2001.

CLARO, R.; GARCÍA-ARTEAGA, Y. J. P. Perspectivas para un programa de arrecifes artificiales para peces en la plataforma cubana. Editorial Academia, La Habana, p.50, 1991.

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

CLARO, R.; LINDEMAN, K. C. Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental. Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, p.472, 2004.

CLARO, R.; LINDEMAN, Y. K. C. Spawning aggregation sites of Snapper and Grouper species (Lutjanidae and Serranidae) on the Insular Shelf of Cuba. Gulf & Carib. Research, v.14, n.2, p.91-106, 2003.

- CLAUZET, M.; RAMIRES, M.; BEGOSSI, A. Etnoictiologia dos pescadores artesanais da praia de Guaibim, Valença (BA), Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, v.2, n.3, p.136-154, 2007.
- COLEMAN, F. C.; KOENIG, C. C.; HUNTSMAN, G. R.; MUSICK, J. A.; EKLUND, A. M.; MCGOVERN, J. C.; SEDBERRY, G. R.; CHAPMAN, R. W.; GRIMES, C. B. Long-lived Reef Fishes: The Grouper-Snapper Complex. *Fisheries*, v.25, p.14-21, 2000.
- DALZELL, P.; ADAMS, T. J. H.; POLUNIN, N. V. C. Coastal fisheries in the Pacific islands. *Oceanography and Marine Biology*, v.34, p.395 – 531, 1996.
- DE LA MORINIÈRE, E. C.; POLLUX, B. J. A.; NAGELKERKEN, I.; VAN DER VELDE, G. COCHERET Diet shifts of Caribbean grunts (Haemulidae) and snappers (Lutjanidae) and the relation with nursery-to-coral reef migrations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.57, n.5-6, p.1079-1089, 2003.
- DE SANTANA, I. Ecologia reprodutiva de Lutjanidae no litoral norte da Bahia, Brasil: contribuições ao manejo sustentável da pesca artesanal. Tese (Doutorado em Biologia Marinha e Aquicultura) Universidade de Vigo, 2016; p.357.
- DIEDHIOU, M. Aspectos biológicos da guaiúba, *Lutjanus chrysurus* Bloch, 1791 (Perciformes: Lutjanidae) na costa nordeste do Brasil: idade-crescimento, reprodução, morfometria e pesca. Recife, Master of Science (Master of Science) - Departamento de Oceanografia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2000.
- DORENBOSCH, M.; VAN RIEL, M. C.; NAGELKERKEN, I.; VAN DER VELDE, G. The relationship of reef fish densities to the proximity of mangrove and seagrass nurseries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.60, n.1, p.37-48, 2004.
- DRUZHININ, A. D. The range and biology of snappers (Fam. Lutjanidae). *J. Ichthyol.*, v.10, p.717-736, 1970.
- 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, n.2, p.453-465, 1999.

FERREIRA, B. P.; REZENDE, S. M.; TEIXEIRA, S. F.; FERRAZ, A. N. A.; CAVA, F. C. Peixes recifais na Zona Econômica Exclusiva brasileira, região Nordeste. Resumos do VII COLACMAR, Santos, p.305, 1997.

FISCHER, E.; HARDISON, P. The timing of spawning and egg production as constraints on male mating success in a simultaneously hermaphroditic fish. *Environmental Biology of Fishes*, v.20, p.301-310, 1987.

FISHER, W. FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31). Rome: Fisheries Department; 1978.

FONTELES-FILHO, A. A. Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiro. Expressão gráfica e Editora. p.464, 2011.

FRANKS, J. S.; VANDERKOOY, K. E. Feeding habits of juvenile lane snapper *Lutjanus synagris* from Mississippi coastal waters, with comments on the diet of gray snapper *Lutjanus griseus*. *Gulf and Caribbean Research*, v. 12, n. 1, 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, p.787-800, 2005.

FREDOU, T.; FERREIRA, B. P.; LETOURNEUR, Y. Assessing the stocks of the primary snappers caught in Northeastern Brazilian reef systems. 1: Traditional modelling approaches. *Fisheries Research*, v.99, n.2, p.90-96, 2009.

GOBERT, B.; BERTHOU, P.; LOPEZ, E.; LESPAGNOL, P.; TURCIOS, M. D. O.; MACABIAU, C.; PORTILLO, P. Early stages of snapper–grouper exploitation in the Caribbean (Bay Islands, Honduras). *Fisheries Research*, v.73, n.1-2, p.159-169, 2005.

GÓMEZ, G.; GUZMÁN, R.; CHACÓN, N. R. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus Synagris* em el golfo de Paria, Venezuela. *Zootecnia tropical*. v.19, p.335-357, 2001.

GRIMES, C. B. Age, growth and length-weight relationship of vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens* from North Carolina and South Carolina waters. *Transactions of the American Fisheries Society*, v.107, n.3, p.454-456, 1978.

GUEVARA, E.; ÁLVAREZ, H.; MASCARÓ, M.; ROSAS, C.; SÁNCHEZ, A. Hábitos alimenticios y ecología trófica del pez *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjanidae) asociado a la vegetación sumergida en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de biología tropical*, v.55, n.3-4, p.989-1004, 2007.

HAIMOVICI, M. Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil: caracterização e análise da sustentabilidade. Rio Grande: Ed. FURG. 104p. 2011

HECK, K. L. J. R.; WEINSTEIN, M. P. Feeding habits of juvenile reef fishes associated with Panamanian seagrass meadows. *Bulletin of Marine Science*, v. 45, n. 3, p. 629-636, 1989.

HERZ, R. 1991. Manguezais do Brasil. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo. 227pp.

HEYMAN, W. D.; GRAHAM, R. T.; KJERFVE, B.; JOHANNES, R. E. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. *Marine Ecology Progress Series*. v.215, p.275-282, 2001.

HOSTIM-SILVA, M.; BERTONCINI, Á. A.; MACHADO, L. F.; GERHARDINGER, L. C.; DAROS, F. A.; BARREIROS, J. P.; GODOY, E. Peixes de Costão Rochoso de Santa Catarina. I. Arvoredo, UNIVALI, Itajaí, SC. Brasil: v,1, p.131, 2006.

IBAMA. Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste, Tamandaré, p.140, 2001.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo Demográfico 2010. Disponível em:<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/raposa/panorama>. Acesso em: 17 Nov. 2018.

ICMBIO. Caracterização da unidade e temas complementares: Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba. Brasília, 2009.

IRBY, E.W., JR. A fishing survey of Choota whatches Bay and adjacent of Gulf of Mexico waters. *Department Nature Resource, Marine*. v.2, p.1-26, 1974.

ISAAC-NAHUM, V. J. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: um desafio para o futuro. *Ciência e Cultura*, v.58, n.3, p.33-36. 2006.

ITIS. Integrated Taxonomic Information System. (2018). (<https://www.itis.gov>)

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 Ciência do Mar, Fortaleza, v.27, p.57-67, 1988.

JORDAN, D. S.; EVERMAN, B. W. The fishes of North and Middle America. A descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the Waters of North America, north of the isthmus of Panama. Bulletin United States National Museum, v.47, n.1, p.1240, 1896.

KJERFVE, B.; LACERDA, L.D. 1992. Mangroves of Brazil. In: Lacerda, L.D. (org.) Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in latin America and Africa regions. Part I. Latin America. Vol. 2. ISME.

KJERFVE, B.; PERILLO, G. M. E.; GARDNER, L. R.; RINE, J. M.; DIAS, G. T. M.; MOCHER, F. R. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Functions. Amsterdam, HEALY TR, WANG Y & HEALY J-A (Ed.). Elsevier, N.Y., p.479-532, 2002.

KLIPPEL, S.; OLAVO, G.; COSTA, P. A. S.; MARTINS, A. S.; PERES, M. B. Avaliação dos estoques de lutjanídeos da costa central do Brasil: análise de coortes e modelo preditivo de Thompson e Bell para comprimentos. In: Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira, pp. 83 - 98. Ed. COSTA, P. A. S., MARTINS, A. S., & OLAVO, G. Museu Nacional, Rio de Janeiro. 2005.

KLIPPEL, S.; PAULO, G. O.; COSTA, A. S.; MARTINS, A. S.; PERES, M. B. Avaliação dos estoques de lutjanídeos da costa central do Brasil: análise de coortes e modelo preditivo de Thompson e Bell para comprimentos. Pp. 83-98. In: Costa, P. A. S., A. S. Martins & G. Olavo (Eds.). Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série Livros - Documentos REVIZEE - Score Central. Rio de Janeiro, Museu Nacional do Rio de Janeiro. 2005. 248p.

LESSA, R. P.; NÓBREGA, M. F.; BEZERRA JR, J. L.; SANTANA, F. M.; DUARTE NETO, P. J.; HAZIN, F. H. V.; MONTEIRO, A. Dinâmica de populações e avaliação de estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste. Volume II. DIMAR, Departamento de Pesca- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-Brazil, 2004.

- LIESKE, E; MYERS, R. Collins pocket guide. Coral reef fishes Indo-Pacific & Caribbean including the Red Sea. New York: Harper Collins Publishers, p.400, 1994.
- LINDEMAN, K. C. R.; PUGLIESE, G. T.; WAUGH, Y.; AULT, J. S. Developmental patterns within a multispecies reef fishery: management applications for essential fish habitats and protected areas. *Bulletin of Marine Science*, v.66, n.3, p.929-956, 2000.
- LINDEMAN, K. C.; SNYDER, D. B. Nearshore hardbottom fishes of southeast Florida and effects of habitat burial caused by dredging. *Fishery Bulletin*, v.97, n.3, p.508-525, 1999.
- LOBATO, R. S. Delimitações e Possibilidades para Implantação de PMGC – Perspectivas a partir do contexto dos municípios de Rio Grande-RS e São Luís-MA. 2016. 139p. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro). Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande - RS, 2016.
- LONGHURST, A. R.; PAULY, D. *Ecology of tropical oceans* Academic Press. San Diego, v. 407, 1987.
- LOWE-McCONNELL, R.H. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- LOWERRE-BARBIERI, S. K.; GANIAS, K.; SABORIDO-REY, F.; MURUA, H.; HUNTER, J. R. Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. *Marine and Coastal Fisheries*, v. 3, n. 1, p. 71-91, 2011.
- KING, M.G. 1997. *Fisheries biology, assesment and management*. Osney Mead, Oxford, England: Fishing news books, 341 p.
- MALDONADO, S. C. *Pescadores do mar*. São Paulo: Ática “Série Princípios”. 75p. 1986.
- MARTINS, M. B.; DE OLIVEIRA, T. G. *Amazônia maranhense: diversidade e conservação*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.
- MARTINS-JURAS, I. D. A. G.; JURAS, A. A.; MENEZES, N. A. Relação preliminar dos peixes da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.4, n. 2, p. 105-113, 1987.

MCCAWLEY, J. R.; COWAN JR, J. H.; SHIPP, R. L. Feeding Periodicity and Prey Habitat Preference of Red Snapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860) on Alabama Artificial Reefs. Gulf of Mexico Science, v.24, n.1, p.4, 2006.

MÉNDEZ, F. Contribución al estudio de la biología y la pesquería del pargo guanapo, *Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758 (PISCES Lutjanidae), en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Venezuela. TEG Universidad Central de Venezuela, Caracas. p.103, 1989.

MOE, M. A. JR. A survey of offshore fishing in Florida. Prof. Pap. Ser. Florida St. Bd. Conservation Marine Laboratory, v.4, n.1, p.115, 1963.

MONTELES, J. S.; DE ALMEIDA FUNO, I. C.; DE CASTRO, A. C. L. Caracterização da pesca artesanal nos municípios de humberto de campos e primeira cruz-maranhão. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, v.23, n.1, 2010.

MORGAN, M. J. The relationship between fish condition and the probability of being mature in American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). ICES Journal of Marine Science, v. 61, p.64-70, 2004.

MOURA, R. L.; LINDEMAN, K. C. A new species of snapper (Perciformes: Lutjanidae) from Brazil, with comments on the distribution of *Lutjanus griseus* and *Lutjanus apodus*. Zootaxa, v.1422, n.3, p.31-43, 2007.

MURUA, H.; SABORIDO-REY, F. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, v.33, p.23-31, 2003.

MYLONAS, C. C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. General and Comparative Endocrinology. p.1-19, 2009.

NAGELKERKEN, I.; ROBERTS, C. M.; VAN DER VELDE, G.; DORENBOSCH, M.; VAN RIEL, M. C.; COCHERET de la MORINIÈRE, E.; NIENHUIS, P. H. How important are mangroves and seagrass beds for coral-reef fish? The nursery hypothesis tested on an island scale. Marine ecology progress series, v. 244, p. 299-305, 2002.

NASCIMENTO, M. Alimentação de peixes na plataforma continental externa e taludes superior na região sudeste-sul do Brasil. Rio Claro, 2006, 89p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

NELSON, J.S. Fishes of the world. John Wiley & Sons, New York. p.707, 2016.

OLIVEIRA, I. M. B.; SOUZA, M. J. F. T. Áreas de agregação de serigado *Mycteroperca bonaci* (Poey, 1860) e cioba *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) nos litorais de Sergipe e extremo norte da Bahia Black grouper *Mycteroperca bonaci* (Poey, 1860) and red snapper *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) aggregation areas in Sergipe coastal and extreme north of Bahia. Acta of Fisheries and Aquatic Resources, v.4, n.1, p.40-53, 2016.

PAIVA, M. P.; FONTELES-FILHO, A. A. Distribuição e abundância de alguns peixes bentônicos na área de Abrolhos (Brasil). Arquivos de Ciências do Mar, v.29, n.1-2, p.36-41, 1995.

PARRISH, J. D. The trophic biology of snappers and groupers. In: POLOVINA, J., RALSTON, S. Tropical Snappers and Groupers. Biology and fisheries management. Ocean Resource. Marine Policy Series. Westview Press, Inc. Boulder and London. p.405-463, 1987.

PEDROSA, C. Manguezais. In: Tipos e aspectos do Brasil. 10º ed. Rio de Janeiro: IBGE. p. 194-198. 1975.

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.

POLOVINA, J. J.; RALSTON, S. Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management. Westview Press, Boulder, USA. 1987.

POLOVINA, J. J.; RALSTON, S. Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management. Westview Press, Oceans Resources and Marine Policy Series, 1987. 659 p.

POTTS, G. W.; WOOTTON, R. J. Fish reproduction. London: Academic Press. 1984.

RAMOS, R. S. Nas águas de Guimarães: uma análise da sustentabilidade pesqueira artesanal do município. MA/BRASIL. 2008. 132 p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas). Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2008.

RANDALL, J. E. Caribbean reef fishes. Jersey City, New Jersey, T.F.H. Publications, Inc. p.22-23, 1968.

REZENDE, S. M.; FERREIRA, B. P.; FREDOU, 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, Recife, v.11, p.1-17, 2003.

REZENDE, S. M.; FERREIRA, B. P.; FREDOU, 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, Recife, v.11, p.1-17, 2003.

RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191:1-382. 1975.

RIVERA-ARRIAGA, E.; LARA-DOMINGUEZ, A. L.; RAMOS-MIRANDA, J.; SÁNCHEZ-GIL, P.; YANEZ-ARANCIBIA, A. Ecology and population dynamics of *Lutjanus synagris* on Campeche Bank. Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers, v.48, p.11-18, 1996.

SANTANA, T. C.; CARVALHO-NETA, R. N. F.; FERNANDES, J. F. F.; LOBATO, R. S.; CASTRO, J. S.; CASTRO, J. J. P.; BARBOSA, J. M.; TEIXEIRA, E. G. An illustrated guide to commercial teleost fishes from Upaon-Açu Island, Brazil. 1. ed. São Luís: Editora UEMA, 2019. 118p.

SANTOS, P. V. C. J., DA SILVA ALMEIDA-FUNO, I. C., PIGA, F. G., FRANÇA, V. L., TORRES, S. A.; MELO, C. D. P PERFIL SÓCIOECONÔMICO DE PESCADORES DO MUNICÍPIO DA RAPOSA, ESTADO DO MARANHÃO. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v. 6, n. 1, 2011.

SHINN, E. A. Oil structures as artificial reefs. proceedings of na international conference on artificial reefs. L. Colunga and R. Stone, editors TAMU-SC. p.91-96, 1974.

SILVA, D. A.; DA SILVA, D. A.; PESSOA, E. K. R.; DA COSTA, S. A. G. L.; CHELLAPPA, N. T., CHELLAPPA, S. Ecologia alimentar de *Astyanax lacustres* (Osteichthyes: Characidae) na Lagoa do Piató, Assu, Rio Grande do Norte, Brasil, Biota Amazônia, v.2, n.1, p.74-82, 2012.

- SILVA, G. C.; CASTRO, A. C. L.; GUBIANI, E. A. Biologia reprodutiva de *Hexanematichthys proops* (Siluriformes, Ariidae) no litoral maranhense. Ihering. Série Zoologia. v,97, p.498-504, 2007.
- SILVA-LEE, A.; VALDÉS-MUÑOZ, Y. E. La ictiofauna de los arrecifes artificiales comerciales de la costa sur de Cuba. Repositorio Investigation Institute Oceanologia Academic Ciencia Cuba, v.39, p.1-29, 1985.
- SMS. Smithsonian Marine Station at Fort Pierce. The Lane Snapper, *Lutjanus synagris*. 2012. Disponível em: http://www.sms.si.edu/irlspec/Lutjan_synagr.htm. Acesso em: 27 jun. 2018
- SOUSA, M. L. N. M. Caracterização morfológica de gônadas de machos do robalo, *Centropomus undecimalis* (BLOCK, 1970) oriundos de cultivo e de ambiente natural. Ceará. 56 f. (Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Ceará). p.56, 2011.
- SOUSA-JUNIOR, 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.
- STARK W. A. Biology of gray snapper, *Lutjanus griseus* (Linnaeus) in the Florida Keys. Studies in Tropical Oceanography v.10, p.11-150, 1971.
- STRIDE. R. K. Diagnóstico da pesca artesanal marinha do estado do Maranhão. Maranhão: UFMA, v.2, 1992.
- SZEDLMAYER, S. T.; LEE, J. D. Diet shifts of juvenile red snapper (*Lutjanus campechanus*) with changes in habitat and fish size. Fishery Bulletin, v. 102, n. 2, p. 366-375, 2004.
- THOMPSON, R.; MUNRO, J. L. Aspects of the biology and ecology of Caribbean reef fishes: Serranidae (hinds and groupers). Journal of Fish Biology, v,12, n.2, p.115-146, 1978.
- VASCONCELLOS, M.; DIEGUES, A. C; KALIKOSKI, D. C. Coastal fisheries of Brazil. In: SALAS, S.; CHUENPAGDEE, R.; CHARLES, A; SEIJO, J. C. Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, Rome, v.544, p.73-116, 2011.

VAZZOLER, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, EDUEM, São Paulo. SBI, p.169, 1996.

VIANA, J. P. Recursos pesqueiros do Brasil: situação dos estoques, da gestão e sugestões para o futuro. 2013.

WELLS, R. J. D.; COWAN, J.R.; JAMES, H.; FRY, B. Feeding ecology of red snapper *Lutjanus campechanus* in the northern Gulf of Mexico. Marine Ecology Progress Series, v. 361, p. 213-225, 2008.

WINEMILLER, K. O.; ROSE, K. A. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v.49, n.10, p.2196-2218, 1992.

XIMENES M. O. C.; FONTELES-FILHO A. A. Estudo da idade e crescimento do pargo, *Lutjanus purpureus* Poey (Pisces: Lutjanidae), no Norte e Nordeste do Brasil. Arquivo Ciência do Mar, Fortaleza, v.27, p.69-81, 1988.

ZAR JH. Biostatistical analysis/By Jerrold H. Zar. 2010.