



Mobile access

Bilingual Article

Submetido 7 jan 2024

Aceito 14 jan 2024

Publicado 14 fev 2024

Autor Correspondente

A.R.R Araújo
 anarosaaraujop@gmail.com

ISSN 2357-8068

URL
actapesca.com

DOI da Revista
[10.46732/actafish](https://doi.org/10.46732/actafish)

Indexadores/Diretórios

Sumários

www.sumarios.org

Miguilim
<https://miguilim.ibict.br>

Diadorim
www.diadorim.ibict.br

Latindex
www.latindex.org

OPEN ACCESS

AVALIAÇÃO DA PESCA DE CAMARÕES NO NORDESTE DO BRASIL 2000-2016

Assessment of marine shrimp fishing in the Northeast of Brazil 2000-2016

Ana Rosa da Rocha Araújo¹, José Augusto Negreiros Aragão², Maria Lúcia Góes de Araújo³, Salustiano Marques dos Santos⁴ & José Milton Barbosa¹

¹Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal de Sergipe - UFS

²Pesquisador em Ciências da Engenharia Ambiental

³Pesquisador em Diversidade Biológica

⁴Engenheiro de Pesca

RESUMO

O objetivo deste artigo foi reavaliar os dados de capturas totais e fornecer indicadores para a gestão da pesca que ajudarão a garantir a sustentabilidade do recurso de camarão marinho. A pesca do camarão marinho é importante para o Brasil em geral, especialmente para o estado de Sergipe. Este artigo utiliza os dados históricos de captura de 2000 a 2016 para analisar a condição da pesca do camarão marinho em Sergipe. As avaliações foram realizadas com a aplicação do modelo CMSY++, um método avançado que utiliza a abordagem Bayesiana/estado-espaço, para avaliação de estoques pesqueiros para os quais os dados disponíveis são limitados. Os resultados da análise com o modelo Bayesiano de Shaefer (BSM) para o estoque de camarões como todo foram: MSY 1.42, 95% CL = 1.24 - 1.66; Fmsy 0.394, 95% CL = 0.272 - 0.536; Bmsy 3.59, 95% CL = 2.54 - 5.53; Biomass (no último ano) 4.6, 2.5th perc=3.11, 97.5 perc=7.09 B/Bmsy (no último ano) 1.28, 2.5th perc=1.05, 97.5 perc=1.48; Mortalidade por pesca (último ano) 0.235, 2.5th perc = 0.138, 97.5 perc=0.387; Exploitation F/Fmsy 0.599, 2.5th perc=0.416, 97.5 perc=0.878. Para o *Xiphopenaeus kroyeri* foram: MSY 1.13, 95% CL = 0.984 - 1.31; Fmsy 0.417, 95% CL = 0.283 - 0.552; Bmsy 2.71, 95% CL = 1.98 - 4.21; Biomass (no último ano) 3.5, 2.5th perc=2.39, 97.5 perc=5.37; B/Bmsy (no último ano) 1.29, 2.5th perc=1.06, 97.5 perc=1.5; Mortalidade por pesca (último ano) 0.247, 2.5th perc=0.147, 97.5 perc=0.401; Exploitation F/Fmsy 0.594, 2.5th perc=0.409, 97.5 perc=0.882. Todos os pontos de referência biológica obtidos com a BSM mostraram que o estoque de camarões como um todo e, especialmente, do estoque de camarão sete-barbas (*X. kroyeri*), não apresentam sinais de sobrepesca, sugerindo que, no período considerado (2000 a 2016), se encontravam explorados em nível compatível com o rendimento máximo sustentável.

Palavras-chave: camarões marinhos; modelo Bayesiano; sustentabilidade

ABSTRACT

The aim of this article was to reevaluate the total catch data and provide indicators for fisheries management that will help to ensure the sustainability of the marine shrimp resource in Sergipe. Marine shrimp fisheries are generally important for Brazil, but particularly for the state of Sergipe. This article makes use of the historical catch data from 2000 to 2016 for analyzing the state of marine shrimp fisheries in Sergipe. The assessments were carried out using the CMSY++ model, a method that uses the Bayesian/state-space approach, to estimate fish stocks for which available data are limited. The results of the analysis with the Bayesian of Shaefer model (BSM) for the grouped shrimp stock were: MSY 1.42, 95% CL = 1.24 - 1.66; Fmsy 0.394, 95% CL = 0.272 - 0.536; Bmsy 3.59, 95% CL = 2.54 - 5.53; Biomass (last year) 4.6, 2.5th perc=3.11, 97.5 perc=7.09 B/Bmsy (last year) 1.28, 2.5th perc=1.05, 97.5 perc=1.48; Fishing mortality (last year) 0.235, 2.5th perc=0.138, 97.5 perc=0.387; Exploitation F/Fmsy 0.599, 2.5th perc=0.416, 97.5 perc=0.878. The results for the *Xiphopenaeus kroyeri* stock were: MSY 1.13, 95% CL = 0.984 - 1.31; Fmsy 0.417, 95% CL = 0.283 - 0.552; Bmsy 2.71, 95% CL = 1.98 - 4.21; Biomass (in the last year) 3.5, 2.5th perc=2.39, 97.5 perc=5.37; B/Bmsy (last year) 1.29, 2.5th perc=1.06, 97.5 perc=1.5; Fishing mortality (last year) 0.247, 2.5th perc=0.147, 97.5 perc=0.401; Exploitation F/Fmsy

0.594, 2.5th perc=0.409, 97.5 perc=0.882. All the biological reference points obtained with BSM showed that the grouped shrimp stock and, particularly, the Atlantic seabob shrimp stock (*X. kroyeri*), do not indicate overfishing, suggesting that both stocks were exploited during the analysed period (2000-2016) at a level compatible with maximum sustainable yield.

Keywords: marine shrimp; Bayesian model; sustainability

INTRODUÇÃO

Existem aproximadamente 68 mil espécies de crustáceos descritas em todo o mundo, mas apenas cerca de 300 tipos de camarão têm importância econômica (Martin & Davis, 2001; Gillet, 2008). A família mais importante do ponto de vista comercial é a Penaeidae, que inclui 14 gêneros e 110 espécies, distribuídos principalmente em regiões tropicais e subtropicais (Amaral & Jablonski, 2005; Gillett, 2008).

Na família Penaeidae, o gênero *Farfantepenaeus* inclui muitas espécies que dominam as capturas na América do Sul e do Norte. As capturas de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), e *Farfantepeaneus subtilis* (Pérez-Farfante), constituíram 45% da captura total de crustáceos marinhos no Brasil em 2011 (Ottersen et al., 2001; Cascorbi, 2004; Gillett, 2008; Ibama, 2011).

De acordo com dados publicados em 2010 no Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura do Ministério das Pescas (MPA, 2012), a espécie *X. kroyeri* ocupa o sétimo lugar entre todos os recursos pesqueiros explorados e o primeiro entre os crustáceos, com uma produção desembarcada de 15.276 t, o que corresponde a 3,3% da produção total (MPA, 2011; 2012).

Para gerenciar a pesca do camarão no Brasil, o governo implementou um regulamento que proíbe a pesca durante certos períodos do ano. Esses períodos, conhecidos como períodos de defeso, são cruciais para estoques de espécies de crescimento rápido, atinjam a viabilidade de tamanho comercial em apenas alguns meses (Santos et al., 2006; Fernandes et al., 2011; Ibama, 2011). O principal objetivo desta regulamentação é reduzir a taxa de mortalidade de indivíduos jovens e permitir a migração de camarões juvenis dos estuários para o mar aberto, que são as áreas de reprodução (recrutamento) (Perez et al., 2001; Santos, 2010).

A pesca do camarão é uma atividade comum no Nordeste do Brasil, ao longo da costa do Piauí até a Bahia. As capturas ocorrem em águas costeiras rasas, estendendo-se a profundidades de até 20 metros (Ibama, 2011). O monitoramento das atividades de pesca de camarão no litoral de

INTRODUCTION

There are approximately 68,000 species of crustaceans described worldwide, but only about 300 types of shrimp are of economic importance (Martin & Davis, 2001; Gillet, 2008). The most commercially significant family is Penaeidae, which includes 14 genera and 110 species. They are mainly found in tropical and subtropical regions (Amaral & Jablonski, 2005; Gillett, 2008).

Among the Penaeidae family, the *Farfantepenaeus* genus includes many species which dominate catches in South and North America. Catches of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), and *Farfantepeaneus subtilis* (Pérez-Farfante) constituted 45% of the total catch of marine crustaceans in Brazil in 2011 (Ottersen et al., 2001; Cascorbi, 2004; Gillett, 2008; Ibama, 2011).

According to data published in 2010 in the Fisheries and Aquaculture Statistical Bulletin of the Ministry of Fisheries (MPA, 2012), the species *X. kroyeri* is ranked seventh among all fisheries resources under exploitation and first among the crustaceans, with a landed production of 15,276 tons, which corresponds to 3.3% of the total production (MPA, 2011; 2012).

To manage shrimp fishing in Brazil, the government has implemented regulations prohibiting fishing during certain periods of the year. These periods, known as closed seasons, are crucial for stocks of fast-growing species to reach viable commercial size in just a few months (Santos et al., 2006; Fernandes et al., 2011; Ibama, 2011). The main objective of these regulations is to reduce the mortality rate of young individuals and allow juvenile shrimp to migrate from the estuaries to the open sea, which are the breeding grounds (recruitment) (Perez et al., 2001; Santos, 2010).

Shrimp fishing is a common activity along the coast in Northeast Brazil, from Piauí to Bahia. The catches occur in shallow inshore waters, extending to depths up to 20 meters (Ibama, 2011). The monitoring of shrimp fisheries activities on the Alagoas and Sergipe coast started

Alagoas e Sergipe teve início em 1965 para coletar informações sobre o potencial de pesca de camarão na região. O resultado indicou que a exploração deveria priorizar embarcações de menor porte para tornar o empreendimento economicamente viável devido às irregularidades da plataforma continental, limitando seu uso à faixa litorânea (Sudene, 1969; MMA, 2007).

Inicialmente, quando a pesca do camarão começou em Sergipe, o estoque era inexplorado, e a taxa de produtividade era alta. A frota cresceu de uma para nove embarcações em um curto espaço de tempo. A alta produtividade da região atraiu embarcações de outros estados do Nordeste para Sergipe, e a frota cresceu para 40 embarcações, resultando em um aumento significativo da produção (Santos et al., 2006). Em 1999, o esforço de pesca em Sergipe aumentou ainda mais, com a frota atingindo um total de 175 embarcações, provenientes tanto de Sergipe quanto de outros estados (Santos et al., 2001).

A pesca do camarão em Sergipe visa principalmente os estoques de *Farfantepenaeus subtilis* (camarão rosa), *Litopenaeus schmitti* (camarão branco) e *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão sete barbas). A frota motorizada utiliza redes de arrasto de portas nos sistemas duplo, na zona costeira/marinha (Ibama, 2007, Thomé-Souza et al., 2014, Araújo et al., 2016). A principal medida de regulamentação da pesca do camarão em Sergipe proíbe a pesca a menos de três milhas náuticas da costa entre o norte da Bahia e a divisa de Alagoas e Pernambuco. Essa restrição é aplicável durante dois períodos de 45 dias: de 1º de dezembro a 15 de janeiro, que é a época de pico da temporada reprodutiva da *Lepidochelys olivacea* (tartaruga oliva), e de 1º de abril a 15 de maio (Brasil, 2004; Ibama, 2011).

A estatística de produção anual de camarões marinhos para Sergipe iniciou em 1962, mas sem continuidade, dificultando a obtenção de séries históricas. Freire e Araujo (2016) reconstruíram a série histórica de dados para o período 1950-2010, analisando a composição das capturas com a maior resolução taxonômica possível e estimando dados ausentes na série histórica (Freire et al., 2015a; Freire et al., 2015b; Freire et al., 2016). Em 2014, a produção total de camarão marinho em Sergipe representou 22% do total de capturas, sendo a maioria de *Xiphopenaeus kroyeri* (Araujo et al., 2016). Os dados das estatísticas anuais de produção fornecem informações relevantes para a gestão dos estoques.

Os dados de captura e esforço de pesca comercial são comumente usados como índice de tendência da população quando relatados como

in 1965 in order to collect information on the shrimp fishing potential in the area. This monitoring revealed that exploration, owing to the irregularities of the continental shelf that limits its range to the coastal strip, can only be carried out by smaller vessels to make the enterprise economically viable (Sudene, 1969; MMA, 2007).

Initially, when shrimp fishing began in Sergipe, the stock was unexploited and the productivity rate was high. The fleet grew from one to nine vessels in a short space of time. The high productivity of the region attracted vessels from other states in the Northeast to Sergipe and the fleet grew to 40 vessels, resulting in a significant increase in production (Santos et al., 2006). In 1999, the fishing effort in Sergipe increased even more, with the fleet reaching a total of 175 vessels from both Sergipe and other states (Santos et al., 2001).

Shrimp fishing in Sergipe mainly targets the *Farfantepenaeus subtilis* (pink shrimp), *Litopenaeus schmitti* (white shrimp), and *Xiphopenaeus kroyeri* (seven-beard shrimp) stocks. The motorized fleet uses twin rig trawlers in the coastal/marine zone (Ibama, 2007, Thomé-Souza et al., 2014, Araújo et al., 2016). The primary regulation measure for shrimp fishing in Sergipe prohibits fishing within three nautical miles of the coast between the north of Bahia and the border of Alagoas and Pernambuco. This restriction is enforced during two periods of 45 days: from December 1st to January 15th, which is the peak time of the reproductive season of *Lepidochelys olivacea* (olive turtle), and from April 1st to May 15th (Brasil, 2004; Ibama, 2011).

Annual production statistics for marine shrimp in Sergipe started in 1962, but were not recorded annually. Thus, a continuous historical data series was lacking. Freire and Araujo (2016) reconstructed the historical data series for the period 1950-2010, analyzing the composition of catches with the best taxonomic resolution possible and estimating the data absent in the historical series (Freire et al., 2015a; Freire et al., 2015b; Freire et al., 2016). In 2014, the total production of marine shrimp in Sergipe represented 22% of total catches, consisting mostly of *Xiphopenaeus kroyeri* (Araujo et al., 2016). Data from annual production statistics provide relevant information for stock management.

Commercial catch and effort data, reported as CPUE (Catch-Per-Unit-Effort), are commonly used as a population trend index. This is one of

CPUE. Trata-se de uma das fontes de informação mais facilmente acessíveis para a análise das unidades populacionais dos estoques pesqueiros em exploração (Gulland, 1956; Gavaris, 1980; NRC, 2000). Os estudos baseados no modelo de CPUE promovem a compreensão da dinâmica das pescarias, o que é fundamental para a avaliação dos estoques e para a definição de medidas de gestão e de um manejo eficaz (Hilborn & Walters, 1992). A determinação do rendimento máximo sustentável (Ymsy) e do esforço de pesca ótimo é considerada fundamental para que a pesca do camarão garanta a sua exploração sustentável e uma gestão adequada. Portanto, os dados de captura e esforço comerciais sugerem critérios gerais para medidas regulatórias, como a redução do tamanho da frota para atingir um equilíbrio abaixo dos níveis atuais de exploração (Medina & Soto, 2003).

A pesca do camarão marinho é importante para o Brasil em geral, especialmente para o estado de Sergipe. Este artigo utiliza os dados históricos de captura de 2000 a 2016 para analisar a condição da pesca do camarão marinho em Sergipe. O objetivo deste artigo é reavaliar os dados de capturas totais e fornecer indicadores para a gestão da pesca que ajudarão a garantir a sustentabilidade do recurso de camarão marinho.

MATERIAL E MÉTODOS

Em Sergipe, a captura de camarões marinhos ocorre na zona costeira/marinha, em profundidade máxima de 50m, caracterizada como pescaria em águas rasas (Figura 1). A plataforma na área estudada é muito estreita, com largura que varia de no máximo 35km ao norte do cânion do Japarutuba e mínimo de 8km na cabeceira do cânion do São Francisco. A quebra da plataforma ocorre na profundidade de 50m, possuindo em geral uma baixa declividade (1:1000) (Araújo & Ribeiro, 2005; Guimarães, 2010; Aguiar et al., 20011; Figueiredo et al., 2011; Carneiro et al., 2017).

DADOS DA PESQUISA

Os dados analisados neste artigo foram da série temporal disponível coletados em dois períodos: a) entre 2000 e 2007 – convênio Ibama/Prozee e b) entre 2010 e 2016 - projeto de monitoramento participativo dos desembarques pesqueiro (PMPDP), executado pela Universidade Federal de Sergipe. Para os anos de 2008 e 2009 foi utilizado modelos de reconstrução de dados.

the most easily accessible sources of information for analyzing fish stocks in exploration (Gulland, 1956; Gavaris, 1980; NRC, 2000). Studies based on the CPUE model facilitate the understanding of fishery dynamics, which is fundamental for evaluating stocks, framing management measures, and effective management (Hilborn & Walters, 1992). Determining the maximum sustainable yield (Ymsy) and the optimal fishing effort is considered essential for shrimp fisheries to secure their sustainable exploitation. Therefore, commercial catch and effort data hint at general criteria for regulatory measures, such as reducing the fleet size to reach an equilibrium in accordance to exploitation level (Medina & Soto, 2003).

Marine shrimp fisheries are generally important for Brazil in general, but particularly for the state of Sergipe. This article makes use of the historical catch data from 2000 to 2016 for analyzing the state of marine shrimp fisheries in Sergipe. The aim of this article was to reevaluate the total catch data and provide indicators for fisheries management that will help to ensure the sustainability of the marine shrimp resource in Sergipe.

MATERIALS AND METHODS

Shrimp fishing in Sergipe takes place in the coastal/marine zone, with a maximum depth of 50m, which is considered shallow water fishing (Figure 1). The width of the continental shelf varies, with a maximum of 35 km to the north of the Japarutuba canyon and a minimum of 8 km at the headland of São Francisco canyon. The shelf break is located at a depth of 50m and has a gently declining slope (1:1000) (Araújo & Ribeiro, 2005; Guimarães, 2010; Aguiar et al., 2011; Figueiredo et al., 2011; Carneiro et al., 2017).

RESEARCH DATA

The data analyzed in this article were collected in two periods: a) between 2000 and 2007 as part of the Ibama/Prozee agreement, and b) between 2010 and 2016 through the Participatory Monitoring of Fishery Landing Project (PMPDP), which was carried out by the Federal University of Sergipe. For the years 2008 and 2009, data reconstruction models were applied.

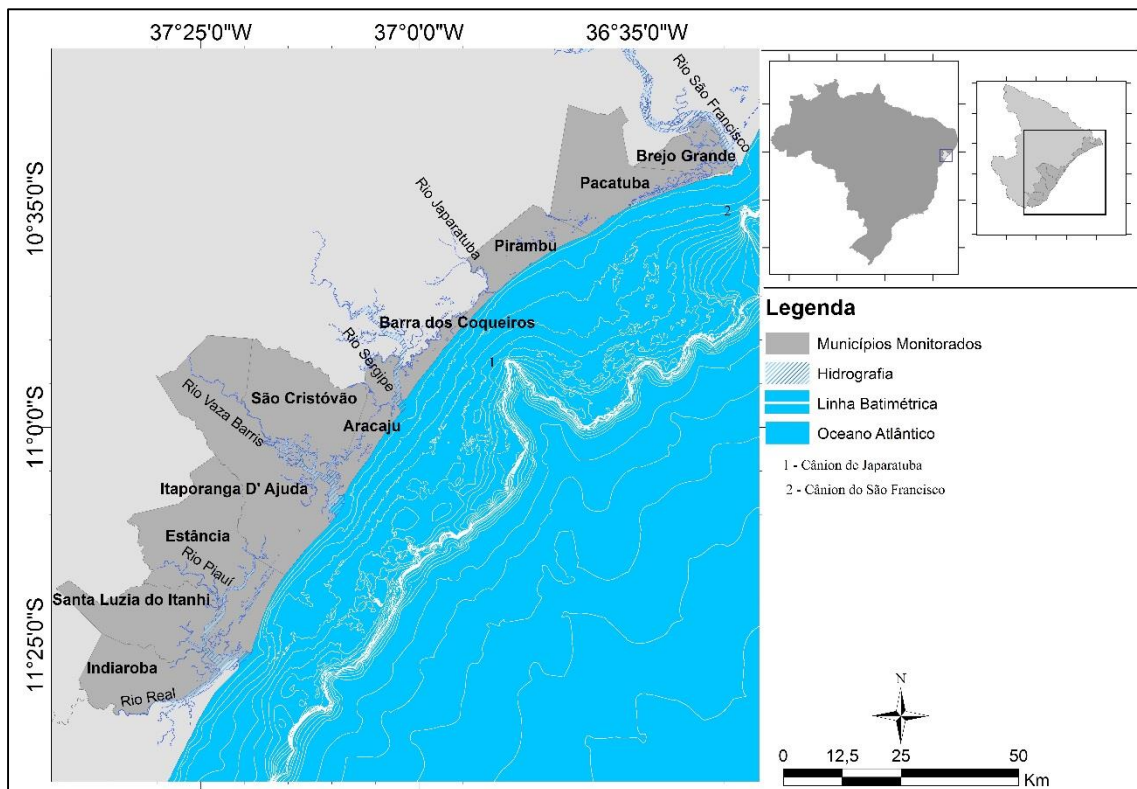


Figura 1. Zona costeira do Estado de Sergipe, com indicação da Plataforma Continental (Fonte: PMPDP, 2016).

Figure 1. Coastal zone of the state of Sergipe and the location of the continental shelf.

A partir de 2013, as operações de pesca foram georreferenciadas por meio de aparelho GPS (Global Positioning System) e os pontos obtidos foram utilizados na confecção de mapas temáticos através do software ArcGis versão 9.3.

Os dados de produção total estão apresentados em toneladas e discriminados por ano e espécies. A produção total desembarcada foi extrapolada e estimada de acordo com a metodologia descrita no *Estatpesca* (Aragão & Castro e Silva, 2006). Teste estatísticos não paramétricos foram aplicados para investigar a ocorrência de evidências de diferenças significativas ($\alpha = 0,05$) entre as capturas segundo as variáveis consideradas esforço de pesca e CPUE. Utilizaram-se testes posteriores de comparação múltipla de Kruskal-Wallis nos casos em que o teste geral indicou a existência de diferenças significativas (Kruskal & Wallis, 1952). As análises dos dados foram realizadas com o programa R, versão 3.2.2 (R Core Team, 2016).

A unidade de esforço de pesca selecionada para o cálculo da CPUE foi dias de pesca. Em princípio, trata-se de uma opção de esforço pouco refinada para uma abordagem acerca da abundância relativa dos recursos capturados. Entretanto, a mesma pode ser utilizada sem maiores restrições quando a pretensão não é uma análise sobre um “índice abundância relativa dos recursos”, mas sim sobre um índice de produtividade diária da frota em

Starting from 2013, fishing operations were georeferenced using GPS (Global Positioning System), and the ensuing reference points were used to create thematic maps with the help of ArcGIS software, version 9.3. The data of total production are presented in tonnes and are identified by year and species. The total landed production was estimated using the methodology described in *Estatpesca* (Aragão & Castro e Silva, 2006). Non-parametric statistical tests were applied to investigate the occurrence of significant differences ($\alpha = 0.05$) between catches based on variables that take into account fishing effort and CPUE (catch per unit effort). Subsequent Kruskal-Wallis multiple comparison tests were used in cases wherein the general test indicated the existence of significant differences (Kruskal & Wallis, 1952). Data analyses were carried out using the R program, version 3.2.2 (R Core Team, 2016).

The unit of fishing effort chosen for calculating the CPUE was fishing days. This unit of fishing effort is not suitable for determining the relative abundance of captured resources. However, it can be used to analyse the daily productivity of the fleet.

The catch per unit of effort (CPUE) was the indicator chosen to represent the index per yield, that is, the weight of shrimp landed per year, and

questão.

A captura por unidade de esforço (CPUE) foi o índice utilizado como representativo do rendimento em peso de camarões desembarcado por ano, sendo calculado como: $CPUE = \frac{\sum \text{Captura}}{\sum \text{esforço de pesca}}$. A análise de variância (Anova) foi utilizada para verificar a existência de diferenças significativas entre as CPUE nos anos estudados ($p < 0.05$). O contraste das médias através do teste Tukey foi aplicado na ocorrência de diferenças significativas e consideradas iguais com $p > 0.05$.

O nível de exploração dos estoques de camarão na costa de Sergipe foi avaliado e as análises consideraram o conjunto de espécies de camarões na área, baseado na sugestão de Gulland (1983), que define uma “unidade de estoque”, do ponto de vista operacional, para o propósito da gestão pesqueira, como um grupo de organismos que pode ser tratado de forma agrupada, se as possíveis diferenças dentro do grupo e os intercâmbios com outros grupos puderem ser ignorados.

Assim, em seguida, fez-se a análise específica para espécies agrupadas, de forma a comparar e avaliar os resultados. Passo seguinte foi feita uma avaliação para o estoque de camarão sete-barbas (*X. kroyeri*) isoladamente, uma vez que se trata da espécie que predomina de forma expressiva nas capturas, sendo o alvo principal das pescarias, contribuindo com cerca de 80% da produção total.

As avaliações foram realizadas com a aplicação do modelo CMSY++, um método avançado que utiliza a abordagem Bayesiana/estado-espaço, para avaliação de estoques pesqueiros para os quais os dados disponíveis são limitados. O método, baseado numa versão modificada do modelo de produção de Schaefer (1954), é implementado com o Pacote R e permite a estimação de pontos de referência para a pesca (MSY, Fmsy, Bmsy), bem como o status ou tamanho relativo do estoque (B/Bmsy) e a pressão de pesca ou exploração (F/Fmsy). A aplicação do método requer dados de captura e abundância, ou CPUE, distribuições *prioris* para a resiliência (produtividade) da espécie (r) e para a proporção da biomassa atual em relação à biomassa virgem, no começo, no meio e no fim da série temporal (Froese, 2018; Froese et al., 2021).

Parte do método trata apenas da CMSY, baseado somente em dados de capturas, e outra parte aplica a abordagem Bayesiana ao modelo de Schaefer (1954) e requer dados adicionais de abundância ou CPUE. A CMSY estima a biomassa, a taxa de exploração, o MSY e pontos de referência relacionados à pesca a partir dos dados de captura e resiliência da espécie. Prováveis faixas de

was represented as: $CPUE = \frac{\sum \text{Capture}}{\sum \text{fishing effort}}$.

Analysis of variance (Anova) was used to verify the existence of significant differences between the CPUE in the years studied ($p < 0.05$). The Tukey test was applied to significant differences and considered equal when $p > 0.05$. The level of exploitation of shrimp stocks off the coast of Sergipe was assessed by analyzing the set of shrimp species in the area, based on the suggestion of Gulland (1983), who defines a "stock unit" from an operational point of view, for the purposes of fisheries management, as a group of organisms that can be dealt with in a grouped manner, and possible differences within the group and exchanges with other groups can be ignored.

A specific analysis was conducted for grouped species to compare and evaluate the results. The Atlantic seabob shrimp (*X. kroyeri*) stock was evaluated separately, since it is the species that dominates the catches, being the main target and contributing to around 80% of the total production.

The assessments were carried out using the CMSY++ model, an advanced method using the Bayesian/state-space approach to estimate fish stocks for limited available data. The method, based on a modified version of Schaefer's (1954) production model, makes use of the R software and allows the estimation of reference points for fishing (MSY, Fmsy, Bmsy), as well as the status or relative size of the fish stock (B/Bmsy) and fishing pressure or exploitation (F/Fmsy). The application of the method requires capture and abundance of data, or CPUE, prior distributions for the resilience (productivity) of the species (r) and for the proportion of current biomass in relation to virgin biomass at the beginning, middle, and end of the temporal series (Froese, 2018; Froese et al., 2021).

Part of the method deals exclusively with CMSY, which is solely based on catch data, while another part applies the Bayesian approach to the Schaefer production (1954) model and requires an additional abundance of data or CPUE. CMSY estimates the biomass, the exploitation rate, the MSY, and the fishing-related reference points from species catch and resilience data. Probable resilience ranges, the maximum intrinsic rate of the population increase (r), and the size of the unexploited population or carrying capacity (k) are clarified with the Monte Carlo approach to detect "viable pairs of the r - k ". The part dealing with the BSM is a Bayesian state-space implementation of the Schaefer production model where r , k , and MSY are estimated from catch and

resiliência, a taxa intrínseca máxima de incremento da população (r) e para o tamanho da população inexplorada ou capacidade de carga (k) são refinadas com uma abordagem de Monte Carlo, de forma a detectar "pares viáveis de r - k ". A parte que trata da BSM é uma implementação Bayesiana espaço-estado do modelo de Shaefer onde r , k e MSY são estimados a partir de dados de captura e abundância. A essência da dinâmica de biomassa da população é governada pela tradicional equação:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t\left(1 - \frac{B_t}{k}\right) - C_t$$

Quando: B_{t+1} é a biomassa explorável no ano $t + 1$, B_t é a biomassa corrente no ano t , r é a taxa intrínseca de incremento da população (resiliência), k é a biomassa inicial, determinada pela capacidade de suporte do ambiente, C_t é a captura no ano t .

Froese (2018) e Froese et al. (2021) apresentam a descrição detalhada das rotinas de estimação utilizadas no modelo, bem como sugestões de procedimentos para se estabelecer as faixas de variação para *as priors* de r e k . Descrevem e detalham também a estrutura dos arquivos dos dados de entrada para o processamento, um arquivo contendo séries temporais de captura e, quando disponível, abundância, e um arquivo com dados qualitativos da espécie e, opcionalmente, faixas de variação das *priors*.

Com base nas sugestões apresentadas, a faixa de variação para a *priori* da resiliência utilizada neste trabalho foi aquela automaticamente assignada pelo programa do CMSY++ ($0.6 < r < 0.9$), considerando o camarão sete-barbas uma espécie de alta resiliência. A faixa de variação utilizada a *priori* da biomassa relativa ($0.2 < B/k < 0.6$) foi aquela assumida como adequada para estoques completamente explorados, que corresponde ao em "nível médio" de depleção (Froese, 2018; Froese et al., 2021).

RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o total registrado de capturas desembarcadas de espécies de camarão economicamente importantes no estado de Sergipe. No período analisado (2000-2016), a produção atingiu o pico em 2000 (1.835 t), 2004 (1.364 t) e 2014 (1.215 t).

As variações nas capturas registraram uma diminuição de 30% entre 2000 e 2003 e um aumento de 14% entre 2003 e 2004. A partir de 2004, os dados de capturas desembarcadas revelaram uma diminuição acentuada de 45% entre 2004 e 2007 e um aumento repentino de 63% entre 2008 e 2014, seguido por uma diminuição de 25% entre 2014 e 2016 (Figura 2).

abundance data. The biomass dynamics of the population is governed by the conventional equation:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t\left(1 - \frac{B_t}{k}\right) - C_t$$

In which:

B_{t+1} = is the exploitable biomass in the year $t+1$;

B_t = is the current biomass in the year t ;

r = is the intrinsic rate of population increase (resilience);

k = is the initial biomass, determined by the carrying capacity of the environment, and

C_t = is the catch in year t .

Froese (2018) and Froese et al. (2021) present detailed descriptions of the estimation procedures used in the model and suggestions for procedures to establish the ranges of variation for the priors of r and k . They also describe and elaborate on the structure of the data files input for processing, a file containing data series of the capture and, when available, the abundance of data, and a file with qualitative data of the species and, optionally, prior variation ranges.

In this work, the CMSY++ program automatically assigned the range of variation for the *a priori* resilience based on the suggestions presented by the authors. The range chosen was $0.6 < r < 0.9$, considering the Atlantic seabob shrimp as a species of high resilience. Additionally, the range used for the relative biomass *a priori* ($0.2 < B/k < 0.6$) was adopted as adequate for fully exploited stocks, corresponding to the "average depletion" level (Froese, 2018; Froese et al., 2021).

RESULTS

Figure 2 presents the total recorded landed catches of economically important shrimp species in Sergipe state. In the analysed period (2000-2016), production peaked in 2000 (1835 tonnes), 2004 (1364 tonnes), and 2014 (1215 tonnes).

The variation in the number of active vessels between 2000 and 2009 was mainly caused by the fact that only 60% of the vessels originated from Sergipe state, while 40% originated from other states but landed at the ports of Sergipe state.

The variations in the total landed catches showed a decrease of 30% between 2000 and 2003 and an increase of 14% between 2003 and 2004. From 2004 onward, the data on total landed catches showed a sharp decrease of 45% between 2004 and 2007 and a sudden increase of 63% between 2008 and 2014, followed by a decrease of 25% between 2014 and 2016 (Figure 2).

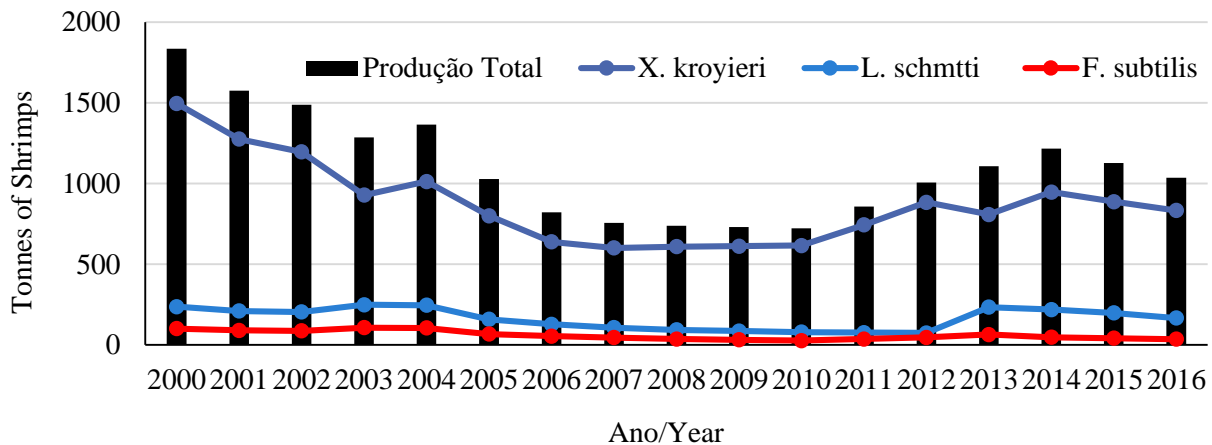


Figura 2. Total de capturas desembarcadas de camarão no estado de Sergipe por espécie (*X. kroyeri*, *L. schmitti* e *F. subtilis*) entre 2000 e 2016.

Figure 2. Total recorded landed catches of shrimp in Sergipe state per species (*X. kroyeri*, *L. Schmitti*, and *F. subtilis*) between 2000 and 2016.

O total de capturas desembarcadas por ano expôs a predominância de três espécies de camarões marinhos comercializados: *X. kroyeri*, *L. schmitti* e *F. subtilis*. No geral, as capturas desembarcadas de *X. kroyeri* foram consistentemente maiores, representando aproximadamente 80% do total das capturas desembarcadas e resultando em um crescimento das capturas totais de camarão marinho desembarcadas na costa de Sergipe (Figura 2).

As capturas desembarcadas por ano de *L. schmitti* representaram 25% do total das capturas desembarcadas, que diminuíram entre 2004 e 2012. As capturas desembarcadas por ano de *F. subtilis* foram menores e não variaram significativamente durante o período, representando um máximo de 5% do total das capturas desembarcadas (Figura 2).

No período estudado, a frota registrada em Sergipe desembarcou 54% da produção total no Porto de Pesca do Pirambu (Condepi), 40% no Porto de Pesca de Aracaju (T.P. Aracaju), 5% no Porto de Pesca do Crasto e 2% no Porto de Pesca da Barra dos Coqueiros.

A dinâmica dos desembarques da frota dependeu principalmente da infra-estrutura de apoio à comercialização, às reparações necessárias e ao abastecimento de petróleo. Os barcos registrados em Pirambu preferiram desembarcar no principal porto de pesca denominado Condepi. Porém, em 2012 e 2013, um problema ambiental impediu a movimentação das embarcações para os desembarques no porto de Pirambu. Dessa forma os desembarques foram registrados na Barra dos Coqueiros e/ou Aracaju.

A frota cadastrada em Aracaju desembarcava sempre no Porto Pesqueiro de Aracaju (T.P.

The total landed catches per year exposed the predominance of three commercially available marine shrimp species: *X. kroyeri*, *L. schmitti*, and *F. subtilis*. Overall, the landed catches of *X. kroyeri* were consistently higher, representing approximately 80% of the total landed catches and resulting in a growth of total marine shrimp landed catches on the coast of Sergipe (Figure 2).

The landed catches per year of *L. schmitti* represented 25% of the total landed catches, which decreased between 2004 and 2012. The landed catches per year of *F. subtilis* were minor and did not vary significantly during the period, representing a maximum of 5% of the total landed catches (Figure 2).

During the studied period, the fleet registered in Sergipe landed 54% of the total production at the Pirambu Fishing Port (Condepi), 40% at the Aracaju Fishing Port (T.P. Aracaju), 5% at the Crasto Fishing Port, and 2% at the Barra dos Coqueiros Fishing Port.

The dynamics of the fleet landings depended mainly on the support infrastructure concerning commercialization purposes, necessary repairs, and oil supply. The catches registered in Pirambu usually lands at the main fishing port called Condepi. However, in 2012 and 2013, an environmental problem prevented vessels from landing at the port of Pirambu. Consequently, landed catches were recorded in Barra dos Coqueiros and/or Aracaju.

The fleet registered in Aracaju always landed at the Aracaju Fishing Port (T.P. Aracaju). The fleet from Santa Luzia landed either in Barra dos Coqueiros or Aracaju, depending on the sales

Aracaju). A frota de Santa Luzia desembarcava em Barra dos Coqueiros ou em Aracaju, dependendo do preço de venda nesses portos.

A frota que desembarcava camarão marinho em Sergipe era composta por embarcações de pequeno e médio porte. A Figura 3 mostra um elevado número de embarcações ativas em 2000 (estimado em cerca de 122). Observou-se uma queda acentuada nos anos seguintes, o que permitiu considerar períodos distintos de esforço de pesca, abundância e curvas de rendimento.

price at these respective ports.

The fleet that landed marine shrimps in Sergipe consisted of small and medium-sized vessels. Figure 3 shows a high number of vessels active in 2000 (estimated at around 122). A sharp decrease was observed in the following years, which made it possible to consider distinct periods of fishing effort, abundance, and yield curves.

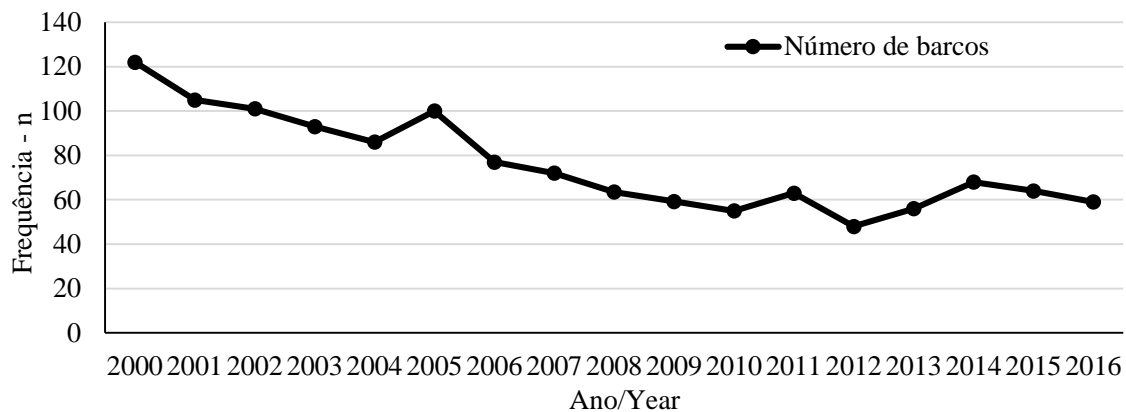


Figura 3. Número de embarcações monitoradas e atuante na pesca de camarões marinhos na zona costeira/marinha do estado de Sergipe, entre 2000 e 2016.

Figure 3. Number of vessels monitored and active in marine shrimp landed catches in the coastal/marine zone of the state of Sergipe between 2000 and 2016.

A variação no número de embarcações ativas entre 2000 e 2009 foi determinada principalmente pelo fato de que apenas 60% das embarcações eram originárias do estado de Sergipe, enquanto 40% eram originárias de outros estados, mas desembarcavam, eventualmente, nos portos do estado de Sergipe.

No período entre 2010 e 2016, o número de embarcações ativas foi determinado principalmente pelos seguintes fatores: a) apenas 37% atuavam exclusivamente na captura de camarão; b) 47% pescaram camarão em um período e atuns no outro; c) 11% foram registradas de uma a três vezes ao longo do período monitorado; e d) 5% das embarcações cadastradas eram de outros estados, mas desembarcaram nos portos de Sergipe.

O comprimento total das embarcações que capturam camarões marinhos em Sergipe variou de 7,0 a 14,3 metros ($10,5 \pm 1,4$ m = média \pm desvio padrão), com arqueação bruta (AB) inferior a 20 ($9,0 \pm 4,7$ = média e desvio padrão).

Todas as embarcações com propulsão mecânica, motores diesel de 3, 4 e 6 cilindros e com potência entre 60 Hp e 125Hp, construídas entre 1973 e 2014.

Todas as embarcações estavam equipadas com aparelho de navegação GPS e rádios para comunicação de longa e curta distância. Durante a

The variation in the number of active vessels between 2000 and 2009 was mainly caused by the fact that only 60% of the vessels originated from Sergipe state, while 40% originated from other states but landed at the ports of Sergipe state.

In the period between 2010 and 2016, the number of active vessels was principally established by the following factors: a) only 37% were exclusively active in catching shrimp; b) 47% caught shrimp in one period and tuna in the other period; c) 11% were registered one to three times throughout the monitored period; and d) 5% of the registered vessels were from other states but landed in the ports of Sergipe.

The total length of vessels that catch marine shrimp in Sergipe ranged from 7.0 to 14.3 meters (10.5 ± 1.4 m = mean \pm standard deviation), with a gross tonnage (AB) less than 20 (9.0 ± 4.7 = mean and standard deviation).

All vessels were power-driven with diesel engines of 3, 4, or 6 cylinders, thus having nominal power between 60 HP and 125 HP and were built between 1973 and 2014.

All vessels were equipped with a GPS navigation device and with radios for long- and short-distance communication. While operating,

operação, as embarcações utilizaram o *try-net* para avaliar a produtividade de uma área específica, evitando assim áreas de baixa produtividade. A pesca de camarões marinhos utilizou rede dupla de arrasto, com tripulação a bordo de quatro pescadores por embarcação, que permaneciam a bordo em média sete dias de pesca com frequência de duas saídas mensais.

Durante a pesca do camarão na zona costeira, os pescadores utilizavam ainda o “corisco” (anzol e linha) para capturar peixes de espécies variadas. Dessa forma durante os desembarques foram registradas capturas de *Hypanus berthalutzae*, *Thunnus atlanticus*, *Megalops atlanticus*, *Lutjanus cyanopterus*, *Lutjanus jocu*, *Coryphaena hippurus*, *Caranx crysos*, *Lepophidium brevibarbe*, *Bairdiella ronchus*, *Scomberomorus brasiliensis*, *Oligoplites saliens* e *Caranx hippos*.

As capturas de camarões marinhos ocorreram em toda a extensão da zona costeira/marinha do estado de Sergipe. No período entre 2012 e 2016 foram registradas diferentes estratégias de atuação da frota, onde nos três primeiros meses (janeiro, fevereiro, março) os esforços se concentraram em duas áreas e realizaram arrastos em profundidades médias de 12 metros (Figura 4A). Após o primeiro período de defeso (de primeiro de abril até 15 de maio) a frota explorou toda a zona costeira de Sergipe, com arrastos um pouco mais afastado da costa, em profundidades médias de 18 m, coincidindo com o período de maior pluviosidade (maio a setembro) (Figura 5B). Considerando os meses de menor pluviosidade (novembro, janeiro, fevereiro e março), a profundidade média dos arrastos foi de 12 metros (Figura 4A, B e C).

O número de embarcações ativas e monitoradas diminuiu ao longo dos anos, passando de um máximo de 122 embarcações entre 2000 e 2009 para 68 entre 2010 e 2016. Comparando os dois períodos, ocorreu uma diminuição significativa na CPUE, o que indica dois períodos distintos de esforço de pesca, abundância e curvas de rendimento.

A intensidade dos esforços de pesca variou entre 3.338 e 18.573 dias de pesca por ano. A CPUE anual variou de 0,10 a 0,30 t/ por dia de pesca (Tabela 1). A análise de variância (Anova) CPUE anual mostrou diferenças significativas ($F = 2,687E06$, $p = 2,999E-43$, $\alpha = 0,05$) entre os 17 anos avaliados.

the vessels used the try-net gear to evaluate the productivity of a specific area, thus avoiding low-yield areas. All used double-net trawling, with an onboard crew of four fishermen per vessel, who stayed on board on average seven fishing days with an average frequency of two monthly trips.

During shrimp fishing along the coastal zone, the fishermen used in addition the “corisco” (hook and line) to catch fish of varied species. The landed catches in the region reported many species, such as *Hypanus berthalutzae*, *Thunnus atlanticus*, *Megalops atlanticus*, *Lutjanus cyanopterus*, *Lutjanus jocu*, *Coryphaena hippurus*, *Caranx crysos*, *Lepophidium brevibarbe*, *Bairdiella ronchus*, *Scomberomorus brasiliensis*, *Oligoplites saliens* e *Caranx hippos*.

The catching of marine shrimp occurred throughout the entire coastal/marine zone of Sergipe state. In the period between 2012 and 2016, different fishing strategies were recorded. In the first three months (January, February, and March), the fishing efforts were concentrated in two areas at average depths of 12 meters (Figure 4A). After the first closed fishing period (from April 1st to May 15th), between May and September, during the period of higher rainfall, the fleet explored the entire coastal zone of Sergipe further away from the coast, at depths averaging 18 m (Figure 5B). During the months of lower rainfall between November and March, the average trawl depth was 12 meters, irrespective of the area (Figure 4, A, B, and C).

The number of active and monitored vessels has decreased over the years, from a maximum of 122 vessels between 2000 and 2009 to 68 between 2010 and 2016. Comparing the two periods, a significant decrease in the CPUE was identified, making it possible to consider two distinct periods of fishing effort, abundance, and yield curves.

The intensity of fishing efforts varied between 3,338 and 18,573 fishing days per year. Annual CPUE ranged from 0.10 to 0.30 tons per fishing day (Table 1). The analysis of variance (Anova) annual CPUE showed significant differences ($F = 2.687E06$, $p = 2.999E-43$, $\alpha = 0.05$) among the 17 years evaluated.

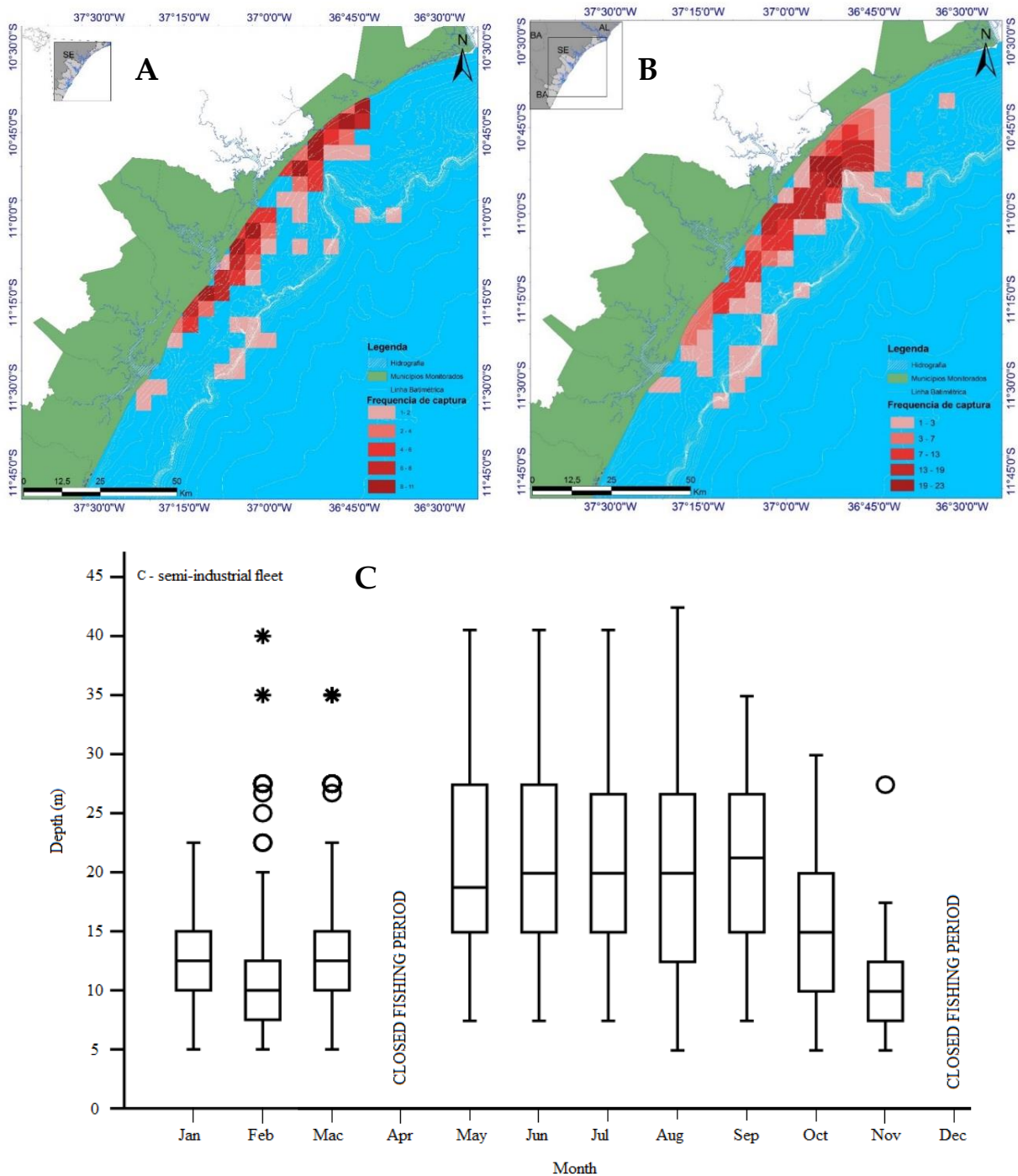


Figure 4. Espacialização das frequências de viagens de pesca da frota de arrasto de camarões, (A, acima à esquerda) de janeiro a março, (B, acima à direita) de maio a novembro e (C, abaixo) – profundidades médias dos arrastos por mês, Sergipe (2012-2016).

Figure 4. Spatialization of the frequency of fishing trips of the shrimp trawling fleet: (A) from January to March, (B) from May to November, and (C) average trawling depths per month, Sergipe (2012-2016).

O número de embarcações ativas e monitoradas diminuiu ao longo dos anos, passando de um máximo de 122 embarcações entre 2000 e 2009 para 68 entre 2010 e 2016. Comparando os dois períodos, foi identificada uma diminuição significativa na CPUE, sendo possível considerar dois períodos distintos de esforço de pesca, abundância e curvas de rendimento.

The number of active and monitored vessels has decreased over the years, from a maximum of 122 vessels between 2000 and 2009 to 68 between 2010 and 2016. Comparing the two periods, a significant decrease in the CPUE was identified, making it possible to consider two distinct periods of fishing effort, abundance, and yield curves.

A intensidade dos esforços de pesca variou entre 3.338 e 18.573 dias de pesca por ano. A CPUE anual variou de 0,10 a 0,30 t/dia de pesca (Tabela 1). A análise de variância (Anova). A CPUE anual mostrou diferenças significativas ($F = 2,687E06$, $p = 2,999E-43$, $\alpha = 0,05$) entre os 17 anos avaliados.

The intensity of fishing efforts varied between 3,338 and 18,573 fishing days per year. Annual CPUE ranged from 0.10 to 0.30 tons per fishing day (Table 1). The analysis of variance (Anova) annual CPUE showed significant differences ($F = 2.687E06$, $p = 2.999E-43$, $\alpha = 0.05$) among the 17 years evaluated.

Tabela 1. Capturas, esforço de pesca e CPUE da pesca de arrasto de camarões marinhos em Sergipe, 2000-2016.

Table 1. Landed catches, fishing effort and CPUE of marine shrimp trawling in Sergipe, 2000-2016.

ANO YEAR	PRODUÇÃO (T) PRODUCTION (T)	ESFORÇO* FISHING EFORT	CPUE**	ANO YEAR	PRODUÇÃO (T) PRODUCTION (T)	ESFORÇO* FISHING EFORT	CPUE**
2000	1835	18573	0,10	2009*	731*	4603*	0,16*
2001	1576	15960	0,10	2010	722	3716	0,19
2002	1488	13115	0,11	2011	857	3781	0,23
2003	1285	13168	0,10	2012	1005	3338	0,30
2004	1364	11645	0,12	2013	1106	4046	0,27
2005	1027	9278	0,11	2014	1215	5846	0,21
2006	822	7907	0,10	2015	1127	4443	0,25
2007	755	7265	0,10	2016	1035	4599	0,23
2008*	739*	5491*	0,13*				

*Dados de recomposição.

Os resultados da análise do modelo Bayesiano Shaefer (BSM), considerando parâmetros de manejo pesqueiro, são apresentados na Tabela 2, que mostra o estoque agrupado de camarão marinho e de camarão sete-barba. Os resultados são baseados no BSM, uma vez que as análises foram realizadas com dados da CPUE. Os resultados estão baseados na BSM, uma vez que as análises foram feitas também com dados de CPUE.

Os resultados estão baseados na BSM, uma vez que as análises foram feitas também com dados de CPUE. As estimativas dos pontos de referência para a pesca (MSY, Fmsy, Bmsy), o tamanho relativo do estoque (B/Bmsy), o nível de exploração (F/Fmsy), a resiliência (r) e a priors para k apresentam total compatibilidade, quando se aplica o modelo para o estoque de camarões como um todo ou quando o foco é apenas o sete-barbas. Apresentam valores de mortalidades por pesca e taxa de exploração próximos entre si, sendo o MSY para o estoque agrupado, obviamente, maior que o MSY para o sete-barbas.

The Bayesian Shaefer model (BSM) analysis results, considering fisheries management parameters, are presented in Table 2, which shows the grouped marine shrimp stock and the Atlantic seabob shrimp, respectively. The results are based on BSM since the analyses were carried out with CPUE data.

The estimated points of fishing reference (MSY, Fmsy, Bmsy), relative stock size (B/Bmsy), exploitation level (F/Fmsy), resilience (r), and priors for k present total compatibility, whether the model is applied to the grouped shrimp stock or the Atlantic seabob shrimp. The results present fishing mortality values and exploitation rates close to each other, with the MSY for the grouped shrimp stock being higher than the MSY for the Atlantic seabob shrimp.

Tabela 2. Parâmetros para a gestão da pesca de camarões estimados pelo modelo Bayesiano de Shaefer (BSM) na costa de Sergipe.

Table 2. The Bayesian Shaefer model (BSM) estimates parameters for shrimp fishing management for the coast of Sergipe state.

PONTOS BIOLÓGICOS DE REFERÊNCIA	ESTOQUE AGRUPADO	SETE-BARBAS (<i>X. KOYERI</i>)
BIOLOGICAL POINTS OF REFERENCE	GROUPED SHRIMP STOCK	ATLANTIC SEABOB (<i>X. KOYERI</i>)
MSY	1.42, 95% CL = 1.24 - 1.66	1.13, 95% CL = 0.984 - 1.31
Fmsy	0.394, 95% CL = 0.272 - 0.536	0.417, 95% CL = 0.283 - 0.552
Bmsy	3.59, 95% CL = 2.54 - 5.53	2.71, 95% CL = 1.98 - 4.21
Biomass (último ano)	4.6, 2.5th perc=3.11, 97.5 perc=7.09	3.5, 2.5th perc=2.39, 97.5 perc=5.37
B/Bmsy (último ano)	1.28, 2.5th perc=1.05, 97.5 perc=1.48	1.29, 2.5th perc=1.06, 97.5 perc=1.5
B/k biomassa relativa (último ano)	0.639 k, 2.5th perc=0.514, 97.5th perc=0.746	0.655 k, 2.5th perc=0.544, 97.5th perc=0.754
Mortalidade por pesca (último ano)	0.235, 2.5th perc=0.138, 97.5 perc=0.387	0.247, 2.5th perc=0.147, 97.5 perc=0.401
Taxa de Exploração F/Fmsy	0.599, 2.5th perc=0.416, 97.5 perc=0.878	0.594, 2.5th perc=0.409, 97.5 perc=0.882

As Figuras 5A (estoque de camarão agrupado) e 5B (estoque de camarão-sete-barbas (*X. koyeri*)) mostram as trajetórias dos pontos de referência relacionados à situação do estoque ao longo do período analisado.

Os resultados indicam que, apenas na parte inicial do período, o total de capturas desembarcadas para o estoque agrupado de camarão e o estoque de *X. koyeri* ficaram acima do rendimento máximo sustentável estimado (MSY). Nos anos seguintes, ficaram consistentemente abaixo do MSY. No que diz respeito à taxa de exploração relativa (F/Fmsy), ocorreu uma inversão da trajetória, revelando sobrepesca (F/FMSY>1) entre 2000 e 2006 (do stock de camarão agrupado) e 2000 e 2007 (camarão-sete-barbas). A mortalidade por pesca (FMSY) ficou abaixo deste ponto de referência nos anos seguintes. A trajetória da relação entre biomassa total (B) e Bmsy (B/Bmsy) identifica que o rendimento máximo sustentável (B/Bmsy<1) no período de 2000 a 2009 esteve sempre acima de 0,5 (linha pontilhada), o que indica estoque sobreexplorado. A partir de 2010, o tamanho r relativo do estoque, em ambos os casos, ficou acima do rendimento máximo sustentável. O tamanho relativo do estoque (B/Bmsy) para diferentes níveis de taxa de exploração relativa (F/Fmsy) indica que o tamanho relativo do estoque no final do período está no quadrante positivo em ambos os casos. Indicando que em ambos os casos os estoques de camarões se encontram em equilíbrio.

Figures 5A (grouped shrimp stock) and 5B (Atlantic seabob (*X. Koyeri*) stock) show the trajectories of the reference points related to the stock status throughout the analyzed period.

The results indicate that, only in the initial part of the period, the total landed catches for both, the grouped shrimp stock and *X. koyeri* stock, were above the estimated maximum sustainable yield (MSY), and in the following years they were always below the MSY. Concerning the relative exploitation rate (F/Fmsy) there occurred a reversal of the trajectory, revealing overfishing (F/FMSY>1) between 2000 and 2006 (of grouped shrimp stock) and 2000 and 2007 (of Atlantic seabob). In the following years, fishing mortality (FMSY) was below this reference point. The trajectory of the relationship between total biomass (B) and Bmsy (B/Bmsy) identifies that the maximum sustainable yield (B/Bmsy<1) in the period from 2000 to 2009 was always above 0.5 (the dotted line), indicating overexploitation of the stock. From 2010 onwards, the relative size of the stock, in both cases, was above the maximum sustainable yield. The relative size of the stock (B/Bmsy) for different levels of relative exploitation rate (F/Fmsy) indicates that the relative size of the stock at the end of the period is in the positive quadrant, in both cases. Indicating that in both cases shrimp stocks are in balance.

Os gráficos de Kobe também ilustram claramente a condição saudável do estoque de camarões agrupados bem como do camarão sete-barbas (Figura 6). A legenda na parte superior direita do gráfico indica a probabilidade do resultado da avaliação para o último ano se encontrar em um dos quatro quadrantes do gráfico.

Em ambos os casos, fica evidente que a pescaria se encontra em zona de segurança, representada em verde no quarto quadrante da figura 6. De acordo com a legenda na parte superior direita, a probabilidade do tamanho relativo do estoque, seja de camarões agrupados ou do camarão sete-barbas, se encontrar neste quadrante é aproximadamente 99%. Isto significa que estão sendo obtidos nível máximos de rendimento sustentável e um nível pleno de estoque reprodutor, para o padrão de pesca que estava sendo aplicado

A probabilidade aproximada desses estoques se encontrarem na parte laranja do gráfico, zona onde o estoque se encontra próximo à depleção pela sobrepesca, é de apenas 0,4%, na parte amarela, zona de pressão de pesca reduzida, com o estoque em recuperação, mas com nível de biomassa ainda muito baixo, é de 0,5%, e na parte vermelha, zona que indica sobrepesca do estoque, com nível de biomassa muito baixo para produzir o rendimento máximo sustentável, é de 0,1%.

Os círculos elípticos sombreados, em volta do triângulo, indicam níveis de incerteza da estimativa, com os limites de confiança indicados pelas cores, amarela para 50%, cinza para 80% e faixa cinza escura para 95%.

No período estudado, observou-se que o principal destino da produção desembarcada de camarão foi o mercado atacadista, com cerca de 50% da produção comercializada em Sergipe e a outra parte em outros estados, como Bahia, Pernambuco, Alagoas e até mesmo no Distrito Federal. Em Sergipe, a comercialização era realizada diretamente por atravessadores (88%) ou pescadoras (12%). As mulheres compram e descascam imediatamente o camarão para vender localmente (denominado localmente de filé de camarão). Devido ao turismo, eles abastecem hotéis, restaurantes e peixarias locais em ritmo crescente durante o verão

The Kobe graphs below also illustrate the healthy condition of the grouped shrimp stock as well as the Atlantic seabob shrimp (Figure 6). The legend in the upper right part of the graph indicates the probability of the assessment result for the last year being in one of the four quadrants of the graph.

In both cases, the stocks are in a safe zone, which is represented by green in the fourth quadrant of the graphs. According to the legend at the top right, the probability of the relative size of the stock, whether grouped shrimp stock or Atlantic seabob shrimp stock, which is found in this quadrant, is approximately 99%. This means that maximum levels of sustainable yield and a full level of reproductive stock are achieved, as long as the fishing pattern is adhered to.

The probability of these stocks being found in the orange part of the graph, an area where the stock is close to depletion due to overfishing, is only 0.4%. In the yellow part, an area of reduced fishing pressure, with the stock recovering, but with a biomass level still very low, it is 0.5%. And in the red part, the zone that indicates overfishing of the stock, with a biomass level too low to produce the maximum sustainable yield, it is 0.1%.

The shaded ellipses around the ultimate triangle of the assessment indicate levels of uncertainty in the estimation, with confidence limits indicated by the colors: yellow for 50%, gray for 80%, and dark gray for 95%.

During the studied period, it was observed that the main destination of shrimp landings was the wholesale market, with around 50% of the production sold in Sergipe and the other part in other states, such as Bahia, Pernambuco, Alagoas, and even the Federal District. In Sergipe, sales were conducted directly by middlemen (88%) or by fisherwomen (12%). The women buy and immediately peel the shrimp to sell locally (colloquially called shrimp fillet). They supply local hotels, restaurants, and fishmongers, with an increasing rate during the summer season, due to tourism.

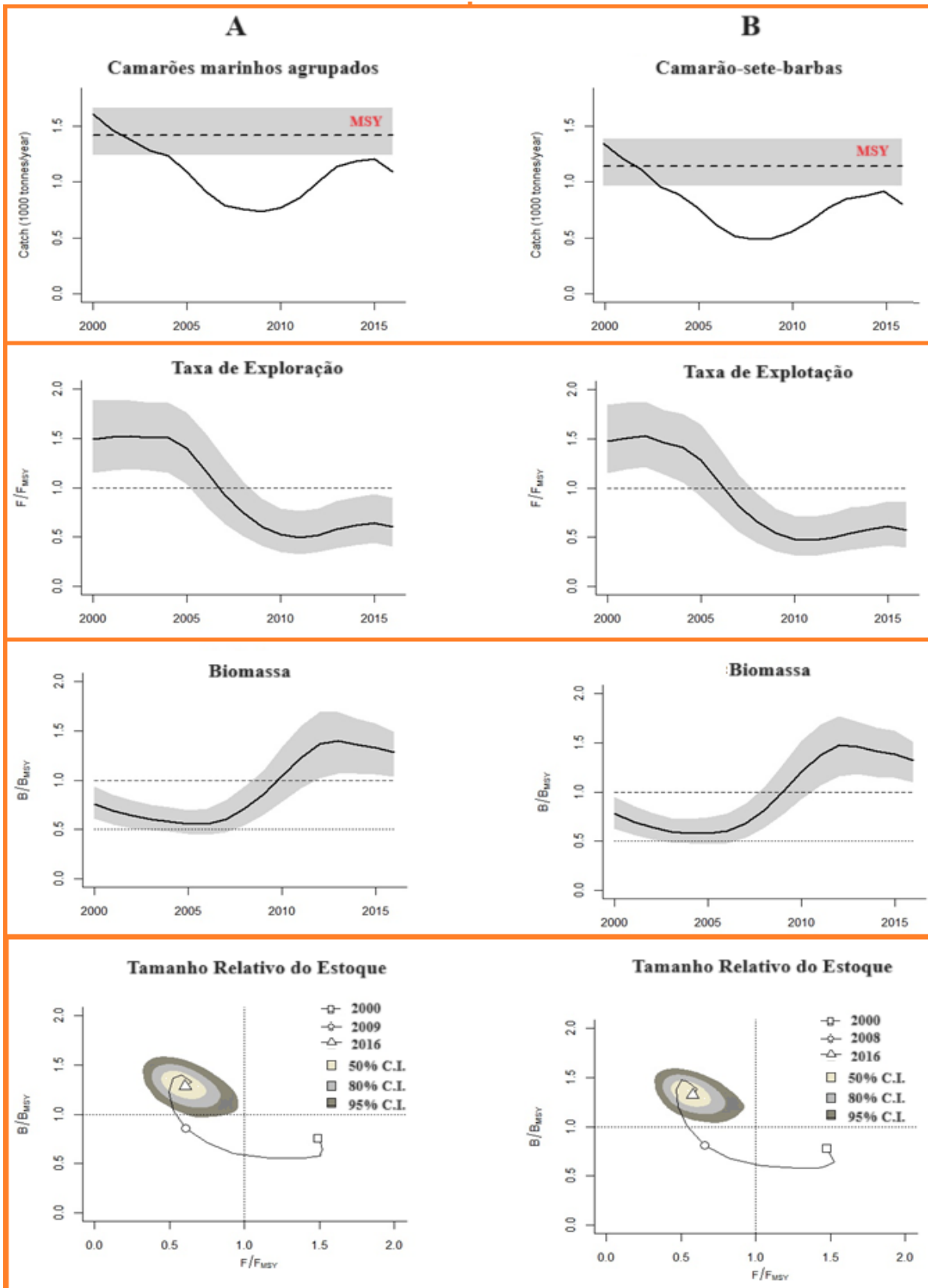


Figura 5. Resultados estimados pelo modelo Bayesiano de Shaefer (BSM), para propósito de gestão do estoque de camarões na costa de Sergipe. A – Estoque agrupado de camarões e B - estoque de camarão sete-barbas (*X. kroyeri*), na costa de Sergipe.

Figure 5. Results estimated by the Bayesian Shaefer model (BSM), for the management of shrimp stocks on the coast of Sergipe (A: grouped shrimp stock; B: Atlantic seabob shrimp (*X. kroyeri*) stock).

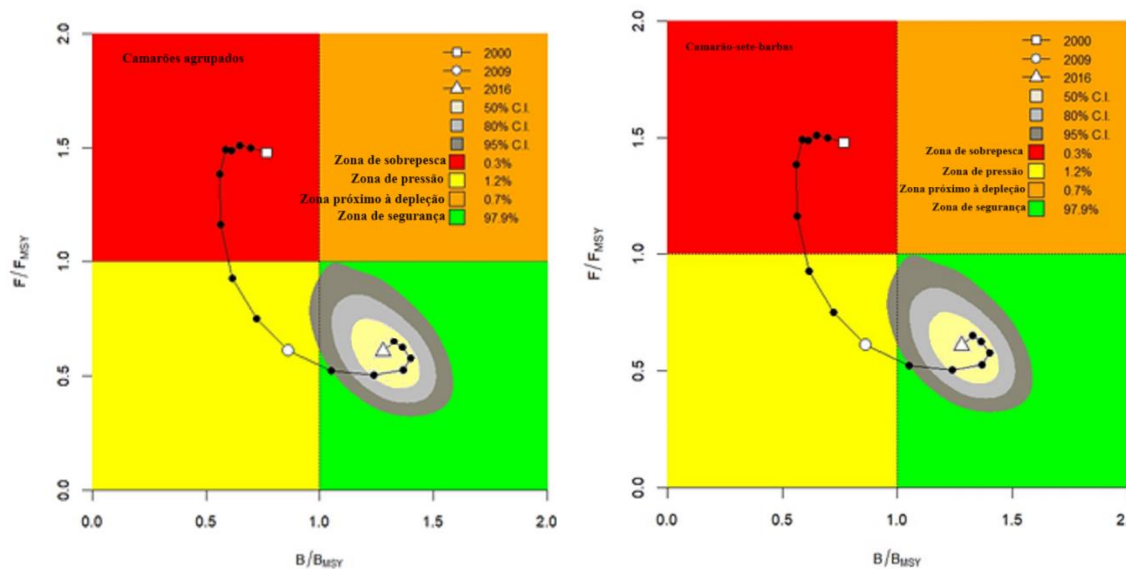


Figura 6. Resultados da BSM para o estoque de camarões agrupados e camarão-sete-barbas (*X. kroyeri*) na costa de Sergipe apresentados em um gráfico de Kobe.

Figure 6. The Bayesian Shaefer model (BSM) results for the grouped shrimp stock and Atlantic seabob shrimp (*X. kroyeri*) stock on the coast of Sergipe presented in a Kobe graph.

DISCUSSÃO

Este artigo é um trabalho inédito, não havendo referências em toda a região Nordeste para se possa comparar com resultados anteriores.

Em Sergipe os maiores volumes de capturas totais registrados foram da espécie *X. kroyeri* variando entre 75% e 87% dos volumes totais desembarcados, seguido por *L. schimitti* e *F. subtilis*. Conforme o observado nesse estudo, avaliações realizadas no período de 1986 a 1993 indicaram a dominância do *X. kroyeri* (84%) principalmente nas proximidades do rio São Francisco, camarão-branco 12% e camarão-rosa 4% (Coelho & Santos, 1994, 1995). No período 1998-1999, as capturas estiveram distribuídas em 75% de camarão-sete-barbas, 20% camarão-branco e 5% o camarão-rosa. Até 1997 foi registrado a predominância do camarão-sete-barbas nos desembarques (85%), mas nos últimos anos observou-se o crescimento da produção do camarão-branco (Ibama, 2000; Santos, 1997; Santos et al, 2013).

Santos et al. (2017) encontraram porcentagens maiores de captura de *X. kroyeri*, como espécie mais abundante (96%), e *F. subtilis* e *L. schmitti* menos abundantes (3 e 1%, respectivamente) na mesma área. Áreas entre Alagoas e Sergipe também registraram a espécie *X. kroyeri* como principal capturada na pesca de arrasto, representando 99% da produção, seguidos por menores volumes de *Litopenaeus schmitti* e o *Penaeus subtilis* (Santos & Silva, 2008).

As tendências de acréscimo ou decréscimo da

DISCUSSION

This article is unprecedented in as far as it does not deal with the entire region of Northeast Brazil but only to the state of Sergipe. Consequently, previously published results relating to the entire region cannot be compared.

In Sergipe state the majority of the total catches of marine shrimp as recorded were the species *X. kroyeri*, varying between 75% and 87%, followed by *L. schimitti* and *F. subtilis*. Assessments carried out between 1986 and 1993, which are included in this study, showed a dominance of *X. kroyeri* (84%), mostly found in the São Francisco River and surrounding area, over white shrimp (12%) and pink shrimp (4%) (Coelho & Santos, 1994, 1995). In the period 1998-1999, total catches were distributed over Atlantic seabob shrimp (75%), white shrimp (20%), and pink shrimp (5%). Until 1997, a dominance of Atlantic seabob shrimp was recorded (85%), but in recent years there has been an increase in the catches of white shrimp (Ibama, 2000; Santos, 1997; Santos et al, 2013).

Santos et al. (2017) also encountered higher capture percentages of *X. kroyeri* as the most abundant species (96%), while *F. subtilis* and *L. schmitti* (3% and 1%, respectively) were significantly less abundant in the coastal zone of Sergipe. The estuary between Alagoas and Sergipe also recorded species of *X. kroyeri* as the main species caught (99%), followed by insignificant volumes of *Litopenaeus schmitti* and *Penaeus subtilis* (Santos & Silva, 2008).

participação percentual nas capturas anuais para as espécies *L. schmitti* e *F. Subtilis* aparecem bem reduzidas. Resultado que pode estar associado ao ciclo de vida dos peneídeos que apresentam estratificação na distribuição espacial e temporal de juvenis e adultos (Gillet, 2008). No ciclo de vida das espécies *F. subtilis* e *L. schmitti* as larvas migram para os estuários e retornam ao meio marinho, quando atingem a fase juvenil (Dall et al., 1990; Coelho & Santos, 1993; Ferreira, 2013; Barbieri et al., 2014; Bochini et al., 2014).

A espécie *X. kroyeri* não apresenta estratificação populacional, sendo comum a ocorrência de juvenis e adultos na mesma área (Branco, 2005). Pelas características do ciclo de vida das espécies e da pesca de Sergipe indicam que os indivíduos jovens e adultos de *X. kroyeri* são alvo das capturas e somente parte da população de *Litopenaeus schmitti* e o *Penaeus subtilis* são capturas, especialmente quando se encontram no processo de migração dos estuários para o mar (Valentini et al., 1991; Braga, 2000; Branco, 2005; Heckler et al., 2013).

Estudo recente indicou que a área de proteção de duas milhas náuticas da costa, embora visando a proteção das tartarugas marinhas, desempenha um papel importante na proteção das espécies de camarão *X. kroyeri* e *L. schmitti*, apoiando a gestão e conservação dessas ações naturais. Por este meio, *L. schmitti* é mais protegido da pesca comercial, já que o período de recrutamento coincide com o período fechado e grandes quantidades de fêmeas e reprodutores estão dentro da exclusão da pesca. Neste caso, uma mudança nos dois períodos de 45 dias de paralisação da pesca, para apenas um período de 90 dias, de março a maio, poderia ser mais apropriada, pois protegeria mais eficientemente o recrutamento de *L. subtilis*.

A espécie *X. kroyeri* manteve capturas elevadas após o primeiro defeso, as outras duas espécies não seguiram essa tendência. A espécie *L. schmitti* apresentou um pico em maio e junho e o *F. subtilis* em junho, comportamento provavelmente associado ao ciclo biológico característicos dessas espécies. Esses valores elevados das capturas após o defeso são respostas do recrutamento pesqueiro com indivíduos de comprimento suficiente para serem selecionados nos aparelhos de pesca. A maior intensidade de recrutamento para a espécie *X. kroyeri* ocorre entre setembro e dezembro, enquanto para o *F. subtilis* e *L. schmitti* ocorrem em janeiro e maio e em março e julho, respectivamente na zona marinha de Sergipe (SANTOS et al, 2017).

Muitos pescadores declararam que as capturas totais estão associadas ao volume de chuvas. Estudos tem relatados sobre as relações entre as capturas de camarões e a precipitação ou taxa de descarga de rios

The tendency of increase or decrease in the percentage of annual catches for *L. schmitti* and *F. Subtilis* species can be disregarded. This tendency may be related to the life cycle of the peneídeos, which display spatial and temporal distribution stratification of juveniles and adults (Gillet, 2008). In the life cycle of the species *F. subtilis* and *L. schmitti*, the larvae migrate to estuaries and return to the marine environment when they reach the juvenile stage (Dall et al., 1990; Coelho & Santos, 1993; Ferreira, 2013; Barbieri et al., 2014; Bochini et al., 2014).

The species *X. kroyeri* does not display population stratification, with the occurrence of juveniles and adults in the same area being common (Branco, 2005). The species *Litopenaeus schmitti* and *Penaeus subtilis* carry out migration processes from estuaries to the sea. In Sergipe, due to the characteristics of the life cycle and the type of fishing, the results show that young and adult of *X. kroyeri* and only part of *L. schmitti* and *F. subtilis* population are caught (Valentini et al., 1991; Braga, 2000; Branco, 2005; Heckler et al., 2013).

Recent study indicated that the protection area of two nautical miles off the coast of Sergipe, which aims to protect sea turtles, play an important role in the protection and stock management of the shrimp species *X. kroyeri* and *L. schmitti*. Large numbers of *L. schmitti* females are found within the fishing exclusion area of two nautical miles and the recruitment period coincides with the closed fishing period, protecting them from capture. In order to protect the recruitment of the *L. subtilis* species more effectively, it would be necessary to change the two closed fishing periods of 45 days each to just one period of 90 days from March to May (Santos et al., 2017).

The species *X. kroyeri* maintained high volume catches after the first closed fishing period, whereas the other two species did not follow this trend. The capture of the species *L. schmitti* peaked in May and June, while *F. subtilis* peaked in June – this variation in capture is probably related to the biological life-cycle characteristic of these two species. These high-volume catches after the first closed fishing period are caused by the recruitment, providing specimens of sufficient length to be selected by the fishing gear. Most recruitment of the *X. kroyeri* occurs between September and December, whereas the recruitment of *F. subtilis* and *L. schmitti* occurs between January and May and March and in July (Santos et al, 2017).

Many fishermen stated that the total catches

(Ives et al., 2009; Ayub, 2010). Em alguns casos, essas relações, testadas por métodos de regressão linear simples indicam que a precipitação ou a descarga moderada de rios aumentam o recrutamento de Penaeidae, enquanto precipitação muito forte diminui (Longhurst & Pauly, 2007). Em regiões tropicais, onde a temperatura da água se mantém alta ao longo do ano, sem muitas variações (Longhurst & Pauly, 2007) a reprodução e o recrutamento para as espécies de camarões peneídeos é contínua (Orton 1920, Thorson 1950, Giese & Pearse 1974, Grahame & Branch 1985), podendo apresentar períodos com maiores intensidades, os quais podem ser variáveis de acordo com as condições de cada localidade (Mota-Alves & Rodrigues 1977, Costa & Fransozo 1999, Nakagaki & Negreiros-Fransozo 1998, Costa & Fransozo 2004, Castro et al. 2005, Castilho et al. 2007a,b, Fernandes et al. 2011, Almeida et al. 2012). A produtividade pesqueira da zona costeira e marinha de Sergipe tem influência direta com o aporte de sedimentos carreado pelo Rio São Francisco ocorrendo de forma intensa a interação entre os processos fluviais e marinhos (Fontes et al., 2011).

Santos (1997) constatou que, no Nordeste brasileiro, o camarão-sete-barbas encontra-se na área de pesca desde o segundo mês de vida até aproximadamente a idade de dois anos. A longevidade foi estimada em torno de 2,5 anos. Estudos recentes para os estoques de camarões marinhos da zona marinha de Sergipe constataram que a longevidade para *X. kroyeri* foi estimada em 565 dias (ou 1,55 anos) para machos e 786 dias (ou 2,15 anos) para as fêmeas. Para *F. subtilis* a longevidade foi estimada em 731 dias (ou 2 anos) para machos e 772 dias (ou 2,12 anos) para as fêmeas. A longevidade para *L. schmitti* foi estimada em 697 dias (ou 1,91 anos) para machos e 836 dias (ou 2,29 anos) para as fêmeas. Com um ciclo biológico tão curto e intenso esforço de pesca a consequência é um rápido processo de crescimento da espécie.

Espécies com ciclo de vida curto, como os camarões, a estrutura etária da população está sujeita a variações sazonais relacionadas ao mecanismo de recrutamento, clima, alimentação e outros fatores ambientais (García, 1988). De acordo com Clavico (2008), a pesca é uma atividade comercial diretamente interligada a condições climáticas favoráveis, sendo preciso conhecer-se o máximo possível o ecossistema em estudo para que ela possa ser sustentável.

Todos os parâmetros estimados nas análises, tais como, produção total, esforço de pesca e CPUE, sugerem que os estoques de camarões marinhos se encontravam em estado saudável, no período

are related to the rainfall quantity. Studies have reported on the relationship between shrimp catches and precipitation or river discharge rate (Ives et al., 2009; Ayub, 2010). In some cases, this relationship, proven by simple linear regression methods, reveal that moderate precipitation or river discharge increases penaeid recruitment, while heavy precipitation decreases it (Longhurst & Pauly, 2007). In the tropical regions, where water temperatures remain high during the year without variations (Longhurst & Pauly, 2007), reproduction and recruitment of the penaeid shrimp species are continuous (Orton 1920, Thorson 1950, Giese & Pearse 1974, Grahame & Branch 1985), but have periods of greater intensity, which vary according to the local conditions (Mota-Alves & Rodrigues 1977, Costa & Fransozo 1999, Nakagaki & Negreiros-Fransozo 1998, Costa & Fransozo 2004, Castro et al. 2005, Castilho et al. 2007a,b, Fernandes et al. 2011, Almeida et al. 2012). The fishing productivity in the coastal and marine zone of Sergipe is directly influenced by the flow of sediment carried by the São Francisco River, caused by the interaction between fluvial and marine processes (Fontes et al. 2011).

Santos (1997) observed that in Northeast Brazil the Atlantic seabob shrimp occurs in the fishing area from the second month of life until they are approximately two years old. The lifespan was estimated at around 2.5 years. Recent studies about marine shrimp stocks in the marine zone of Sergipe found that the lifespan of *X. kroyeri* was estimated at 565 days (or 1.55 years) for males and 786 days (or 2.15 years) for females. The lifespan of *F. subtilis* was estimated at 731 days (or 2 years) for males and 772 days (or 2.12 years) for females. The lifespan of *L. schmitti* was estimated at 697 days (or 1.91 years) for males and 836 days (or 2.29 years) for females. With such a short biological cycle and intense fishing effort, the consequence is a rapid growth process for the species.

Species with a short life cycle, such as shrimp, the age structure of the population is subject to seasonal variations related to the recruitment mechanisms, climate, food, and other environmental factors (García, 1988). According to Clavico (2008), fishing is a commercial activity linked directly to favorable climatic conditions and it is necessary to know as much as possible about the ecosystem, so that its sustainability can be secured.

All the parameters taken into account in the analyses, such as total production, fishing effort, and CPUE, indicate that marine shrimp stocks

considerado, entre 2000 e 2016. Esse resultado está relacionado, principalmente, com a diminuição do esforço de pesca no período de estudado. O número de embarcações diminuiu em 52%, de 122 embarcações em 2000 para 59 embarcações em 2016. Outro fator de diminuição do esforço de pesca foi a mudança no período de defeso que entre 2000 e 2004 era de 50 dias de pesca e no período subsequente (2005 a 2016) de 90 dias de paralisação da pesca.

O número de embarcações atuantes na zona marinha de Sergipe sempre foi variável, considerando que a pesca de camarões marinhos motorizada foi registrada desde 1970 (Santos, 1997), e que o arrasto duplo iniciou em 1985, com 100 embarcações, e capturas totais de 1,203 t de camarões marinhos. Entre 2000 e 2007 as capturas diminuíram em 41%, de 1.835 t para 755 t. O maior volume de esforço de pesca foi aplicado na área de influência do rio São Francisco (média mensal de 36.182 horas de arrasto), fato que deve estar relacionado com o maior tamanho e produtividade da área de captura.

Os arrastos em Sergipe foram em profundidades que variaram de 5 a 45 metros (média de 15 metros), considerado, portanto, como pesca de “águas rasas” (Santos, 2010). *X. kroyeri* e *L. schmitti* foram mais abundantes na profundidade de 15m, enquanto *F. subtilis* foi mais abundante a 30m (Santos et al., 2017). A espécie *X. kroyeri* tem preferência por águas costeiras entre 5 e 27m de profundidade, em locais com fundo de areia e lama e salinidade entre 9 e 36,5 e não utilizam os estuários para crescimento (Kensley, 1997; Castro et al., 2005; Costa et al., 2007). Como consequentemente o comportamento migratório das espécies influenciou a espacialização da frota e o volume de capturada das espécies (Branco, 2005; Heckler et al., 2013).

Os dados desse estudo confirmam que políticas de ordenamento, fundamentada no defeso e associado à limitação da frota, poderia ser uma medida adequada de regulamentação, desde que rigorosamente cumprido (Valentini et al. 1991; Cepsul/Ibama, 2001). A estratégia, segundo Cochrane (2002), consiste na soma de todas as medidas de ordenamento voltadas para atingir os objetivos biológicos, ecológicos, econômicos e sociais que devem ser alvo da gestão pesqueira.

A frota apresentou estratificação de área de pesca, de janeiro a março, atuou mais próxima do continente e em profundidades mais baixas. Resultado que indica haver relação entre as capturas de camarões marinhos, com o movimento dos ventos e o regime de chuvas. Os três primeiros meses do ano é o período de baixa pluviosidade, com pouco aporte de águas (sedimentos) para zona costeira, o que

were in a healthy state in the studied period (2000-2016). This outcome is mainly caused by a decrease of fishing effort during this period. The number of vessels decreased by 52%, from 122 vessels in 2000 to 59 vessels in 2016. Another factor in the reduction of fishing effort was the change of the closed fishing period, from 50 days between 2000 and 2004 to 90 days in the subsequent period (2005 to 2016).

The number of vessels active in the marine zone of Sergipe have always been varying. Motorized marine shrimp fishing has been recorded since 1970 (Santos, 1997) and double-rig trawling started in 1985 with 100 vessels, landing 1,203 tonnes of marine shrimp. Between 2000 and 2007 total catches decreased by 41%, from 1,835 tonnes to 755 tonnes. The highest amount of fishing effort took place in the area of the São Francisco River (monthly average of 36,182 trawling hours), most likely due to the greater size and thus productivity of the catchment area.

The trawls in Sergipe fished at depths ranging from 5 to 45 meters (average of 15 meters), considered “shallow-water fishing” (Santos, 2010). *X. kroyeri* and *L. schmitti* were more abundant at 15m depth, while *F. subtilis* was more abundant at 30m (Santos et al, 2017). The *X. kroyeri* species prefer coastal areas between 5 and 27m depth, in places with sand and mud at the seabottom, and a salinity between 9 and 36,5 ppt, and they don't utilize estuaries for growth. Consequently, the migratory behavior of species determined the spatialization of the fleet and the volume of species captured (Branco, 2005; Heckler et al., 2013).

The data from this study confirm that planning policies, based on the closed fishing periods and related to fleet restrictions, could be an appropriate regulatory measure, as long as they are strictly adhered to (Valentini et al. 1991; Cepsul/Ibama, 2001). The strategy, according to Cochrane (2002), consists of the sum of all management measures aimed at achieving the biological, ecological, economic, and social objectives that should be the target of fisheries management.

The fleet showed a stratification of fishing area from January to March and operated closer to the continent and at lower depths. There is an indication indicates that there is a relationship between marine shrimp catches, movement of the wind, and rainfall patterns. The first three months of the year have low rainfall with little flow of sediments into the coastal area, increasing water transparency and reducing nutrients, which impacts the fishing production (Nascimento,

umenta a transparência da água e reduz a carga de nutrientes, com reflexos sobre a produção pesqueira (Nascimento, 2011). Após o primeiro defeso, de maio a novembro, a frota se afastou do continente e atuou em toda a zona costeira. Os períodos de maiores vazões ocorrem entre abril e agosto, com maiores volumes de chuvas, influenciando a distribuição de nutrientes para toda a zona costeira.

Constatou-se que, nas análises realizadas em conjunto de todos os camarões marinhos e em separado para *X. kroyeri*, as estimativas de todos os parâmetros, bem como as trajetórias indicadas nas figuras, sugerem que o estoque de camarões, como um todo, vem sendo explorado de forma sustentável, incluindo obviamente o sete-barbas (*X. kroyeri*), fornecendo rendimentos sustentável, compatíveis com o nível de biomassa atual.

Sabe-se que manter o nível ótimo de exploração do estoque significa que a taxa de mortalidade por pesca (F) deve ser inferior ao da mortalidade por pesca correspondente a aquela que resulta no rendimento máximo sustentável ($F < F_{msy}$). Isso implica que o tamanho do estoque em termos de biomassa (B) deve ser maior que o tamanho do estoque que fornece o rendimento máximo sustentável ($B > B_{msy}$). (Froese, 2018; Winker et al., 2018; Meissa et al., 2021; Froese et al., 2021).

Neste estudo ficou claro que, em ambas as análises, houve uma inversão da trajetória a taxa de exploração relativa (F/F_{msy}), passando de valores acima de F_{msy} , até 2007, para valores abaixo desse ponto de referência, depois de 2008, e se mantendo assim até o final do período (2016). Por outro lado, a trajetória do tamanho relativo do estoque (B/B_{msy}) indicava que, no final do período, os valores se encontravam acima da B_{msy} .

A *a priori* estimada para a biomassa relativa (B/k), correspondente ao nível atual de F, apresentou valores no intervalo de 0.514k a 0.746k, para o estoque agregado, e de 0.544k a 0.754k, para o *X. kroyeri*, o que também sinaliza um estoque explorado em níveis sustentáveis, com um nível de recrutamento adequado (Froese et al., 2021). Gulland (1971) propôs o valor de 0.5k como nível ótimo de exploração do estoque.

Embora as estimativas sugiram que o esforço de pesca no período, ou seja, o nível de mortalidade por pesca, se encontrava compatível com o MSY, a defasagem temporal dos dados aqui analisados gera apreensão, pois somente se o padrão de pesca tiver se mantido nos últimos sete anos, podemos esperar que a sustentabilidade continue sendo obtida.

A tendência semelhante das estimativas dos parâmetros era esperada, uma vez que o *X. kroyeri* é a espécie de dominância absoluta nas capturas. Em ambos os casos todas as estimativas dos parâmetros

2011). After the first closed fishing period, from May to November, the fleet moved away from the continent and operated throughout the coastal zone. The period of highest inflow of sediments occurs between April and August, with greater volumes of rainfall, influencing the distribution of nutrients throughout the coastal zone.

In the analyses carried out for grouped shrimp and for *X. kroyeri* separately, the estimates of all parameters suggest that the entire shrimp stock, including the Atlantic seabob (*X. kroyeri*), were exploited in a sustainable way, providing sustainable yields compatible with the current level of biomass.

In order to maintain the optimal level of stock exploitation the fishing mortality rate (F) must be lower than the fishing mortality that would provide maximum sustainable yield rate ($F < F_{msy}$). This implies that the stock size in terms of biomass (B) must be greater than the stock size that provides the maximum sustainable yield ($B > B_{msy}$) (Froese, 2018; Winker et al., 2018; Meissa et al., 2021; Froese et al., 2021).

In this study, in both analyses, there was a reversal of the relative exploitation rate (F/F_{msy}). It changed from values above of the F_{msy} until 2007 to values below this reference point after 2008 and remained that way until the end of the period (2016). However, the trajectory of the relative size of the stock (B/B_{msy}) indicated that at the end of the period the values were above the B_{msy} .

The prior estimate for relative biomass (B/k), corresponding to the current level of F, presented values in the range of 0.514k to 0.746k for the grouped shrimp stock, and from 0.544k to 0.754k for *X. kroyeri*, which also signals that the stock was exploited at sustainable levels, with an adequate level of recruitment (Froese et al., 2021). Gulland (1971) proposed the value of 0.5k as the optimal level of stock exploitation.

Although the estimates suggest that the fishing effort in the period, that is, the level of fishing mortality, was compatible with the MSY, the large time gap (2017-now) with regard to analyzing data generates concern. Only if the fishing pattern can be maintained over the past years, it can be expected that sustainability will continue to be achieved. But, a similar trend of parameter estimates might be expected, since for both grouped shrimp and *X. kroyeri* all parameter estimates thus far point to sustainability.

The results allow us to suggest that any management measures adopted, based on analyses of recent data, could focus more on managing the Atlantic seabob shrimp stock, since it is the

apontam para a sustentabilidade.

Assim, os resultados sugerem que as eventuais medidas de gestão adotadas, que devem ser baseadas em análises de dados recentes, sejam mais voltadas para o manejo do estoque de camarão sete-barbas, esperando-se, porém, que poderão ter efeitos positivos para o estoque de camarões como um todo.

CONCLUSÕES

Todos os parâmetros estimados nas análises, sugerem que o estoque de camarões como um todo e, mais especificamente, do camarão sete-barbas, se encontravam em estado saudável, no período considerado, entre 2000 e 2016.

O padrão de pesca que vinha sendo adotado no período, com níveis de mortalidade por pesca abaixo da mortalidade por pesca correspondente ao rendimento máximo sustentável, manteve nível adequado de biomassa bem como a obtenção de rendimentos máximos sustentáveis

Embora os resultados possam sugerir que as eventuais medidas de gestão adotadas sejam mais voltadas para o manejo do estoque de camarão- sete-barbas, com efeitos positivos esperados, também, para o estoque de camarões como um todo, é necessário considerar a defasagem temporal dos dados analisados, sendo indispensável análises baseadas em dados recentes para apoiar propostas de gestão.

AGRADECIMENTOS

Aos pescadores de camarão do estado de Sergipe pela contribuição com as informações sobre os dados de captura, a Universidade Federal de Sergipe pela logística para a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS/BIBLIOGRAPHY

Aguiar, J.E., Marins, R.V., Almeida, M.D. (2011). Comparação de metodologias de digestão de sedimentos marinhos para caracterização da geoquímica de metais-traço na Plataforma Continental Nordeste Oriental Brasileira. *Geochimica Brasiliensis*, 21(3): 304-323.

Almeida, A.C., Baeza, J.A., Fransozo, V., Castilho, A.L., Fransozo, A. (2012). Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. *Aquatic Biol*, 17: 57-69. doi: 10.3354/ab00462.

Amaral, A.C.Z., Jablonski, S. (2005). Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*, 19(3): 625-631.

Aragão, J. A. N., Castro-Silva, S. M. M. (2006). *Censo Estrutural da Pesca, coleta de dados e estimação de desembarque de pescado*. Cepnor/Ibama: Belém.

Araújo, A.R.R., Barbosa, J.M., Santos, J.P., Carvalho, B.L.F., Garciov-Filho, E.B., Déda, M.S., Silva, C.O.; Chammas, M.A. (2016). *Boletim estatístico da pesca nos litorais de Sergipe e extremo norte da Bahia 2014*. São Cristóvão: Editora UFS

Araújo, H. M. P., Ribeiro, V. A. (2005). Distribuição das espécies de chaetognatha na plataforma

species with absolute dominance in captures. These management measures may then have a positive effect on the entire shrimp stock.

CONCLUSION

All parameters estimated in the analyzes suggest that the shrimp stock as a whole and, more specifically, the Atlantic seabob shrimp, were in

The fishing pattern that had been adopted in the period, with fishing mortality levels below the fishing mortality corresponding to the maximum sustainable yield, maintained an adequate level of biomass as well as obtaining maximum sustainable yield.

Although the analyses may suggest management measures for the Atlantic seabob shrimp stock, with additional expected positive effects for the shrimp stock as a whole, one should realize the lacuna of data for the period 2017 onward. Adequate management proposals can only be submitted after this recent period has been analysed.

ACKNOWLEDGMENTS

To the fishermen in the state of Sergipe for contributing information on shrimps catch data and to the Federal University of Sergipe for providing the logistics to carry out this work.

continental de Sergipe e Alagoas. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 9(1) 19-23.

Ayub, Z. (2010). Effect of temperature and rainfall as a component of climate change on fish and shrimp catch in Pakistan. *The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies* 9(1).

Barbieri, E., Bondioli, A.C.V., Melo, C.B., Henriques, M.B. (2014). Nitrite toxicity to *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture Research*, 47(4):1260-1268

Bochini, G.L., Fransozo, A., Castilho, A.L., Hirose, G.L., Costa, R.C. (2014). Temporal and spatial distribution of the commercial shrimp *Litopenaeus schmitti* (Dendrobranchiata: Penaeidae) in the south-eastern Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(5): 1001-1008.

Braga, M.D.C. (2000). A pesca de arrasto de camarões na zona costeira do município de Fortaleza, estado do Ceará. Fortaleza. 135pp. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará).

Branco, J.O. (2005). Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 1050-1062.

Brasil/MMA. (2004). Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente, n. 14, de 14 de outubro de 2004. Proíbi a pesca de camarões peneídeos nos estados de Alagoas, Sergipe e Bahia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 de outubro de 2004. Seção 1, 199: p.76.

Carneiro, M.E.R., Fontes, L.C.S., Kowsmann, R.O., Puga-Bernabeu, A. (2017). *Geologia e geomorfologia da bacia de Sergipe-Alagoas*, Maria Eulália Rocha Carneiro; Luiz Carlos da Silveira Fontes, Renato Oscar Kowsmann, Angel Puga-Bernabéu [Editores]; Petrobras. São Cristóvão: Editora UFS (Coleção Projeto Marseal; v. 1).

Cascorbi, A. (2004). *Seafood watch seafood report: wild-caught warm water shrimp (Family Penaeidae-the Penaeid shrimps)*. Monterey, California, United States. Disponível em: <http://www.seachoice.org>.

Castilho, A.L., Costa, R.C., Fransozo, A., Negreiros-Fransozo, M.L. (2008). Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Mar Biol Res* 4: 361-368. doi: dx.doi.org/10.1080/17451000802029536

Castilho, A.L., Gavio, M.A., Costa, R.C., Boschi, E.E., Raymond, T.B., Fransozo, A. (2007). Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic south american shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). *J. Crust. Biol.* 27(4): 548-552.

Castro, R.H, Costa, R.C., Fransozo, A., Mantelatto, F.L.M. (2005). Population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. *Sci. Mar.* 69(1): 105-112.

Cepsul/Ibama (2001). Reunião técnica sobre o estado atual da arte e ordenamento da pesca de peixes demersais nas regiões Sudeste e Sul. Itajaí - SC, 04 a 08 de dezembro de 2000.

Clavico, L. S. (2008). Estudo das relações da variabilidade climatológica relacionada à variabilidade social da safra de pescados de água doce desembarcado na cidade de Pelotas, RS, 2008. 105 pp. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande.

Cochrane, K.L. (2002). A fishery manager's guidebook. Management measures and their application. *FAO Fisheries Technical Paper* Nº. 424. Rome: FAO.

Coelho, P.A., Santos, M.C.F. (1993). Época da reprodução do camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região de Tamandare, PE. *Boletim Técnico Científico do Cepene*, 1: 171-186.

Coelho, P.A., Santos, M.C.F. (1994). Ciclo biológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad, em Pernambuco (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Boletim Técnico-Científico do Cepene*, 2(1): 35-50.

Coelho, P.A., Ramos, M.A.A. (1995). Época da reprodução dos camarões *Penaeus schmitti* Burkenroad e *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), na região da foz do rio São Francisco (AL/SE). *Boletim Técnico-Científico do Cepene*, Rio Formoso, 3: 121-139.

Costa, R.C., Fransozo, A, Freire, F.A.M., Castilho, A.L. (2007). Abundance and ecological distribution of

the "sete-barbas" shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862)(Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, Southeastern, Brazil. *Gulf Caribbean Res Ocean Springs* 19: 33-41. doi: 10.18785/gcr.1901.04

Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C., Sharples, D.J. (1990). The biology of Penaeidae. *Advances in Marine Biology*, 27: 1–484.

Fernandes, L.P., Silva, A.C., Jardim, L.P., Keunecke, K.A., Di Benedetto, A.P.M. (2011). Growth and Recruitment of the Atlantic Seabob Shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae), on the Coast of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Crustaceana*, 84(12-13): 1465-1480.

Ferreira, V. (2013). Biodiversidade e variação espaço temporal da abundância das populações de camarões e estrutura populacional de *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) (Penaeidae) em um estuário do litoral amazônico brasileiro. Pará. 99 pp. (Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pará.

Figueiredo J.R., A.G., Fontes, L.C.S., Santos, L.A., Santos, J.R., Mendonça, J.B.S., Vieira, L.R.S. (2011). Geomorfologia da plataforma continental da baía Sergipe-Alagoas. In: *XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário Abequa*, III Encontro do Quaternário Sulamericano XIII Abequa Congress, The South American Quaternary: Challenges and perspectives.

Freire, K.M.F., Araújo, A.R.R. (2016). Analysis of marine catches off the state of Sergipe (1950-2010). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 49(1): 13 -29.

Freire, K.M.F., Aragão, J.A.N., Araújo, A.R.R., Ávila-da-Silva, A.O., Bispo, M.C.S., Velasco, G., Carneiro, M.H., Gonçalves, F.D.S., Keunecke, K.A., Mendonça, J.T., Moro, P.S., Motta, F.S., Olavo, G., Pezzuto, P.R., Santana, R.F., Santos, R.A., Trindade-Santos, I., Vasconcelos, J.A., Vianna, M., Divovich, E. (2016). *Fisheries by country and territory, 1950-2010: Brasil* in D Pauly and D Zeller (EDS), *Global atlas os marine fisheries: a critical app*. Ed. Island Press, Washington.

Freire, K.M.F., Aragão, J.A.N., Araújo, A.R.R., Ávila-da-Silva, A.O., Bispo, M.C.S., Velasco, G., Carneiro, M.H., Gonçalves, F.D.S., Keunecke, K.A., Mendonça, J.T., Moro, P.S., Motta, F.S., Olavo, G., Pezzuto, P.R., Santana, R.F., Santos, R.A., Trindade-Santos, I., Vasconcelos, J.A., Vianna, M., Divovich, E. (2015a). *Fisheries catch reconstructions for Brazil's ma inland and oceanic islands*. Fisheries Centre Research Reports. 23: 1-30. Editora Fisheries Centre: University of British Columbia.

Freire, K.M.F., Aragão, J.A.N., Araújo, A.R.R., Ávila-da-Silva, A.O., Bispo, M.C.S., Velasco, G., Carneiro, M.H., Gonçalves, F.D.S., Keunecke, K.A., Mendonça, J.T., Moro, P.S., Motta, F.S., Olavo, G., Pezzuto, P.R., Santana, R.F., Santos, R.A., Trindade-Santos, I., Vasconcelos, J.A., Vianna, M., Divovich, E. (2015b). Reconstruction of catch statistics for Brazilian marine waters (1950-2010). 2015. Fisheries Catch Reconstructions for Brazil's Mainland and Oceanic Islands, Fisheries Centre Research Reports. 23. 3-30.

Fontes, A.L. (2007). *Recursos hídricos*. In: França, V. L. E Cruz, M. T. (Coords.). *Atlas escolar Sergipe: espaço geo-histórico e cultural*. João Pessoa: Grafset, p. 82-96.

Froese, R., Zeller, D., Kleisner, K., & Pauly, D. (2012). What catch data can tell us about the status of global fisheries? *Marine Biology*, 159, 1283-1292.

Froese, R. (2018). *New Methods for Estimating the Status of Data-poor Fisheries* (pp.38). Aquatic Ecosystems Research Laboratory, Geomar: Germany.

Froese, R., Demirel, N., Coro, G. & Winker, H. (2021). User Guide for CMSY++. (pp.17). Aquatic Ecosystems Research Laboratory, Geomar, Germany. Accessed online at <http://oceanrep.geomar.de/52147/>.

Garcia, S. (1988). *Tropical penaeid prawns. Fish population dynamics*. (2th Ed.): Edited by J.A. Gulland. Chapter 9. 219-249 pp.

Gavaris, S. (1980). Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 2272–2275.

Gillet, R. (2008). Global study of shrimp fisheries. FAO Fisheries Technical Paper n° 475, Rome.

Grahame, J., Branch, G.M. (1985). Reproductive patterns of marine invertebrates. *Ocean Mar Biol Annu*

Rev. 23: 373-398.

Guimarães, C.R.P. (2010). *Estrutura e dinâmica dos sedimentos superficiais e da fauna bêntica na plataforma continental de Sergipe*. Tese de doutorado. Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia.

Gulland, J.A. (1983). *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. New York: John Wiley.

Gulland, J. (1971). *The Fish Resources of the Ocean* FAO Fishing News Books, Surrey. King, M.G. (2007). Fisheries biology, assessment and management (pp.189-194). Wiley-Blackwell Publishing.

Gulland, J.A., (1956). On the fishing effort in English demersal fisheries. *Fishery Investigations*, 20: 1 -41.

Heckler, G.S., Simões, S.M., Santos, A.P.F., Fransozo, A., Costa, R.C. (2013). Population dynamics of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Dendrobranchiata, Penaeidae) in south-eastern Brazil. *African Journal of Marine Science* 35(1): 17-24.

Hilborn, R., Walters, C.J. (1992). *Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty*. Chapman and Hall, New York.

Ibama - Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2007). *Estatístico da Pesca, Brasil, grandes regiões e unidades da Federação*. Ibama: Brasília.

Ibama - Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2011). Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de Camarões marinhos do Brasil / José Dias Neto, Organizador. Brasília: Ibama, 2011. (Série Plano de Gestão Recursos Pesqueiros).

Ives, M.C., Scandol, J.P., Montgomery, S.S., Suthers, I.M. (2009). Modelling the possible effects of climate change on an Australian multi-fleet prawn fishery. *Marine and Freshwater Research*, 60(12) 1211–1222 doi:10.1071/MF07110.

Kruskal, W.H., Wallis, W.A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260): 583-621.

Longhurst, A.R., Pauly, D. (2007). *Ecologia dos Oceanos Tropicais*. São Paulo, SP. Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP. ISBN 978-85-314- 0346-0.

Martin, J.W., Davis, G.E. (2001). *An updated classification of the recent Crustacea*. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County.

Medina, A.S., Soto, L.A. (2003). Assessment of the fishing effort level in the shrimp fisheries of the Central and Southern Gulf of California. *NAGA, WorldFish Center Quarterly* Vol. 26 Nº. 4.

Meissa, B., Dia, M., Baye, B.C., Bouzouma, M., Beibou, E. & Roa-Ureta, R.H. (2021) A Comparison of three data-poor stock assessment methods for the Pink Spiny Lobster Fishery in Mauritania. *Frontiers in Marine Science*, 8: 714250. doi: 10.3389/fmars.2021.714250.

MMA - Ministério do Meio Ambiente (2007). *A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: Levantamento de dados e Avaliação Crítica*. Manuel Haimovici, (Org). Brasília: MMA/SMCQ.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura, (2012). *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil, 2011*. MPA: Brasília

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura (2011). Instrução Normativa de Interministerial 3, de 28 de janeiro de 2011, que estabelece normas para o ordenamento da frota de arrasto.

Nascimento, A.A. (2011). *Sedimentação holocênica na plataforma continental de Sergipe, Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

NRC (National Research Council) (2000). *Improving the Collection, Management, and Use of Marine Fisheries Data*. The National Academies Press, Washington, DC.

Ottersen, G., Planque, B., Belgrano, A., Post, E., Reid, P.C., Stenseth, N.C. (2001). Ecological effects of the North Atlantic Oscillation. *Oecologia*, [s.l.], 128: 1-14.

Perez, J.A.A., Pezzuto, P.R., Rodrigues, L.F., Valentini, H., Vooren, C.M. (2001). Ordenamento da pesca

de arrasto nas regiões sudeste e sul do Brasil. Relatório da reunião técnica. Notas TÉC. FACIMAR, 5: 1-34.

R Development Core Team. (2016). R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <http://www.R-project.org>.

Santos, M.C.F. (1997). *O camarão-sete-barbas, Xiphopenaeus kroyeri (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no Nordeste do Brasil*. Recife. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Santos, R.C., Silva, S.L.R., Costa, R.C., Davanso, T.M., Hirose, G.L. (2017). Evaluation of the management plan for penaeid shrimps in the continental shelf of Sergipe, Brazil. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 43(3): 308-321.

Santos, M.C.F., Branco, J.O., Barbieri, E. (2013). Biologia e pesca do camarão sete-barbas nos estados nordestinos brasileiros onde não há regulamentação do período de defeso. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 39(3): 217 – 235.

Santos, M.C.F., Pereira, J.A., Ivo, C.T.C., Souza, R.F.C. (2006). Crescimento do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no Nordeste do Brasil. *Boletim Técnico Científico Cepene*, 14(1): 59-70.

Santos, M.C.F., Pereira, J.A., Ivo, C.T.C., Souza, R.F.C. (2001). A pesca do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no

Nordeste do Brasil. *Boletim Técnico Científico Cepene*, 14(1): 33-58.

Schaefer, M.B. (1954). Some aspects of dynamics of population important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm.* 1(2):27-56.

Sudene (1969). *Relatório Projeto Akaroa*. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste/ Documento de Pesca, Recife 23 (5).

Thomé-Souza, M. J. F., Carvalho, B. L. F., Filho, E. B. G., Silva, C. O., Deda, M. S., Félix, D. C. F., Santos, J. C. (2014). *Estatística pesqueira da costa do estado de Sergipe e extremo norte da Bahia 2013*. São Cristóvão. Editora UFS.

Valentini, H., D’Incao, F., Rodrigues, L. F., Rebelo Neto, J. E., Domit, L. G. (1991). Análise da pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlantica*, 13: 171–177.

Winker, H., Carvalho, F., Sharma, R., Parker, D., & Kerwath, S. (2017). Initial results for north and south Atlantic shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus*) stock assessments using the Bayesian surplus production model JABBA and the catch-resilience method CMSY. *ICCAT*, 74, 1836-1866.