



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

**ISABELA DE ABREU RODRIGUES PONTE**

**A PESCA, PROCESSAMENTO ARTESANAL E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA  
DO PRODUTO FINAL DO PEPINO DO MAR *Holothuria grisea* Selenka, 1867  
(ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA) NO EXTREMO LITORAL OESTE DO  
CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2017**

ISABELA DE ABREU RODRIGUES PONTE

A PESCA, PROCESSAMENTO ARTESANAL E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO  
PRODUTO FINAL DO PEPINO DO MAR *Holothuria grisea* Selenka, 1867  
(ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA) NO EXTREMO LITORAL OESTE DO  
CEARÁ

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Pesca, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Pesca. Área de concentração: Recurso Pesqueiro e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr.<sup>a</sup> Caroline Vieira Feitosa

Co-orientador: Dr.<sup>a</sup> Oscarina Viana de Sousa

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- P857p Ponte, Isabela de Abreu Rodrigues.  
A pesca, processamento artesanal e qualidade microbiológica do produto final do pepino do mar *Holothuria grisea* Selenka, 1867 (ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA) no extremo litoral oeste do Ceará. / Isabela de Abreu Rodrigues Ponte. – 2017.  
72 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Profª. Dra. Caroline Vieira Feitosa.  
Coorientação: Profª. Dra. Oscarina Viana de Sousa.
1. Holothuria. 2. Atividade pesqueira. 3. Análise microbiológica. I. Título.
- 

CDD 639.2

ISABELA DE ABREU RODRIGUES PONTE

A PESCA, PROCESSAMENTO ARTESANAL E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO  
PRODUTO FINAL DO PEPINO DO MAR *Holothuria grisea* Selenka, 1867  
(ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA) NO EXTREMO LITORAL OESTE DO  
CEARÁ

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Pesca, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Pesca. Área de concentração: Recurso Pesqueiro e Meio Ambiente.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dr. Caroline Vieira Feitosa (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Raúl Cruz Izquierdo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr<sup>a</sup>. Marina Teresa Torres Rodríguez  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## RESUMO

A pesca de invertebrados tem se expandido em todo o mundo e a captura de pepinos do mar tem tido destaque. O Brasil possui, em abundância, ao longo de sua costa, a espécie *Holothuria grisea*, alvo da pesca no estado do Ceará, região Nordeste. O presente trabalho constitui-se de dois capítulos, cujos objetivos foram (a) caracterizar a pescaria de pepinos do mar, através da avaliação da captura, identificação das classes de comprimento mais susceptíveis à captura, estimativa do esforço de pesca empregado, bem como do processamento do recurso, do rendimento corpóreo processado, caracterização dos stakeholders e da renda e comercialização do produto final e (b) avaliar as condições higiênico-sanitárias no processamento artesanal e a qualidade microbiológica da espécie. Para a realização da primeira pesquisa foram realizadas quatorze viagens de campo para coleta de dados concomitantes em duas comunidades no litoral oeste do Ceará, durante o período de agosto de 2015 a julho de 2016. Para tanto, foram realizadas observações de todo o ciclo de pesca para a coleta dos dados, como os tipos de embarcações e petrechos de pesca utilizados, ou materiais que auxiliam nas capturas do recurso, determinação da duração da atividade de pesca, quantificação do total capturado medido em biomassa e realização biometria nos organismos capturados. A pesca de pepinos do mar é realizada, próximo a costa, nos recifes de arenito, por meio de capturas manuais e em recifes submersos através de mergulho livre. O processamento artesanal é realizado em quatro etapas: evisceração, cocção, escoamento e secagem. A biomassa anual explorada para os pescadores das duas comunidades rendeu o somatório de 12.341,00 kg de pepinos do mar explorados. Não houve diferença significativa para a CPUE e esforço de pesca entre as comunidades. A biomassa processada (desidratada) apontou uma perda média de 79% do peso e 49% do comprimento de rendimento corpóreo. Foi verificado que 66% dos organismos capturados estavam abaixo do tamanho de primeira maturação sexual (13 - 20 cm). Em ambas as comunidades não há o consumo do recurso, toda a captura é comercializada, caracterizando a pescaria como uma atividade importante para a geração de renda na região, embora não seja uma atividade regulamentada. Para a realização da segunda pesquisa foi aplicado esforço amostral de seis dias consecutivos, em cada comunidade, no período de junho a julho/2016. Para tanto, foram observadas as condições higiênico-sanitárias das estruturas de cocção e secagem e da rotina de manuseio. Foram coletados três lotes, com 40 gramas cada, de pepino do mar cozido e desidratado, em ambas as comunidades, para análise microbiológica do recurso por meio da

quantificação de estafilococos coagulase positiva, da determinação do número mais provável de coliformes termotolerantes, da investigação de *Salmonella* e contagem de *Vibrio*. Condições sanitárias inadequadas nos locais de processamento dos pepinos do mar foram registradas e, apesar da baixa infraestrutura dos locais de processamento, todas as amostras estavam dentro dos parâmetros bacteriológicos estabelecidos pela legislação vigente. Para a contagem de *Vibrio* foi verificada a presença dessas bactérias marinhas nas amostras de pepino desidratado em 50% dos lotes analisados. Portanto, conclui-se que (a) há necessidade de atenção dos órgãos ambientais (regional e federal) a esse recurso que está sendo explorado sem pesquisas prévias e sem fiscalização para que sejam fundamentadas medidas de manejo ideal a essa pescaria, além (b) da aplicação de melhorias na infraestrutura dos locais de processamento e prática de controle higiênico-sanitária pelos manipuladores do recurso.

**Palavras-chave:** Holothuria. Atividade pesqueira. Análise microbiológica.

## ABSTRACT

Invertebrate fishing has expanded worldwide and the catch of sea cucumbers has been highlighted. Brazil has, in abundance, along its coast, the species *Holothuria grisea*, target of the fishing in the state of Ceará, Northeast region. The present work consists of two chapters whose objectives were (a) to characterize the sea cucumber fishery, through the evaluation of productivity, identification of length classes most susceptible to capture, estimation of fishing effort employed, as well as processing of the resource, of the bodily yield processed, characterization of the stakeholders and the income and commercialization of the final product, and (b) evaluation of hygienic-sanitary conditions in the artisanal processing and the microbiological quality of the species. To carry out the first survey, fourteen field trips were carried out for the collection of concomitant data in two communities on the west coast of Ceará, during the period from August 2015 to July 2016. For this purpose, observations were made of the entire fishing cycle. For the collection of data, such as the types of vessels and fishing gear used, or materials that assist in capturing the resource, determination of the duration of the fishing activity, quantification of the total captured measured in biomass and biometry in the captured organisms. Fishing for sea cucumbers is carried out near the coast on sandstone reefs by manual catch and in submerged reefs by free diving. The artisanal processing is carried out in four stages: evisceration, cooking, draining and drying. The annual biomass exploited for the fishermen of the two communities yielded the sum of 12,341.00 kg of exploited sea cucumbers. There was no significant difference for CPUE and fishing effort between communities. The processed (dehydrated) biomass showed an average loss of 79% of the weight and 49% of the length of the body yield. It was found that 66% of the captured organisms were below the size of first sexual maturation (13 - 20 cm). In both communities there is no resource consumption, all production is marketed, characterizing fishing as an important activity for generating income in the region, although it is not a regulated activity. In order to carry out the second survey, a sampling effort of six consecutive days was applied, in each community, from June to July / 2016. For that, the hygienic-sanitary conditions of the cooking and drying structures and the routine of handling were observed. Three plots of 40 grams each of cooked and dehydrated sea cucumber were collected in both communities for the microbiological analysis of the resource by means of the quantification of coagulase positive staphylococci, the determination of the most probable number of thermotolerant coliforms, the investigation of Salmonella and Vibrio counts.

Inadequate sanitary conditions at sea cucumber processing sites were recorded and, despite the low infrastructure of the processing sites, all samples were within the bacteriological parameters established by the current legislation. For the *Vibrio* count, the presence of these marine bacteria in the dried cucumber samples was verified in 50% of the analyzed lots. Therefore, it is concluded that (a) there is a need for attention of the environmental agencies (regional and federal) to this resource that is being explored without prior research and without supervision so that adequate management measures are based on this fishery, The application of improvements in the infrastructure of the processing sites and the practice of hygienic-sanitary control by resource manipulator.

**Key words:** Holohuria. Fishing activity. Microbiological analysis.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA PESCA DO PEPINO DO MAR ( <i>HOLOTHURIA GRISEA</i> SELENKA, 1867) NO NORDESTE DO BRASIL .....	14
3	CONDIÇÕES SANITÁRIAS E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO PEPINO DO MAR <i>HOLOTHURIA GRISEA</i> SELENKA, 1867 (ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA) PROCESSADO ARTESANALMENTE POR COMUNIDADES COSTEIRAS DO EXTREMO OESTE DO CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL.....	46
4	CONCLUSÃO .....	64
	REFERÊNCIAS .....	65

## 1 INTRODUÇÃO

O Filo Echinodermata compreende cerca de 7.000 espécies marinhas, distribuídas em cinco classes, dentre elas a classe Holothuroidea é constituída pelos pepinos-do-mar ou holotúrias que se encontram distribuídos desde a zona entremarés até as regiões abissais (PAWSON, 2007; HADEL *et al.*, 1999). Ao longo da costa brasileira a espécie *Holothuria grisea* (Holothuroidea) pode ser encontrada em abundância desde a região Nordeste (2°S 41°W) ao Sul de Santa Catarina (29°S 49°W), nas zonas entremarés, na base de rochas e em contato com areia de fundo (TOMMASI, 1969; MENDES *et al.*, 2006; ROCHA, 2006).

No estado do Ceará há registros da espécie *H. grisea* nas praias do Mucuripe e Meireles (Fortaleza), Pacheco (Caucaia), Farol (Camocim), Caetano (Itapipoca), Peroba (Icapuí) e Bitupitá (Barroquinha), onde foi encontrada em grande número ( $0,54 \pm 0,14$  ind/m<sup>2</sup>) sobre, sob ou entre as fendas das rochas dos recifes de arenito (LIMA-VERDE, 1969; DIAS, 2009, 2012).

A utilização dos pepinos do mar é altamente valorizada na Ásia, sendo estes consumidos há séculos devido suas propriedades nutricionais e curativas. Estudos recentes indicam a rica presença de proteínas, aminoácidos importantes e certos componentes bioativos, como mucopolissacarídeos e sulfato de condroitina em sua composição (BORDBAR *et al.*, 2011; WEN *et al.*, 2010). Os pepinos são normalmente vendidos pelas mais variadas faixas de preços nas farmácias, geralmente acondicionados em potes ou inteiros, como um tônico geral para a saúde (FABINYI, 2012; To AWL, 2012). Na culinária chinesa esse produto é comercializado como uma iguaria, sendo conhecido no mercado como “trepang”, palavra malaia que se refere ao pepino cozido, seco e/ou defumado ou “beche-der” palavra francesa da tradução em português bicho-do-mar (POH-SZE, 2004; CONAND, 1990). Neste contexto, acredita-se que a região Asiática tem desempenhado um papel fundamental na influencia da demanda global por esses recursos (CLARKE, 2002).

A pesca de invertebrados nas últimas décadas têm se expandido em captura e valor em todo o mundo. Dentre os grupos mais explorados tem destaque os pepinos do mar, que além de representar extrema importância ecológica, está apresentando uma crescente importância social e econômica para muitas comunidades costeiras (ANDERSON, 2010). Embora a maioria dos bancos de dados relate que a pesca dos pepinos do mar não se caracteriza como uma atividade tradicional, grande parte das comunidades costeiras de todo o mundo dependem dessa pescaria como uma alternativa de renda extra. (TORAL-GRANDA, 2008).

Os métodos de pesca, o manuseio e o processamento são semelhantes para as diferentes espécies, apresentando pouca variação. A pesca de pequena escala possui como característica principal a rusticidade em que o pepino do mar é coletado (PURCELL, 2011). Os pescadores capturam os pepinos do mar, na região entremarés, por meio de coleta manual, lanças e ganchos ou por mergulho livre (CHOO, 2008). Assim como a pesca, o processamento em pequena escala é realizado com equipamentos modestos, onde os pepinos do mar são eviscerados através de uma pequena secção corporal e em seguida são fervidos e secos ao sol ou em fogo (CONAND, 1990; BROWN, 2010). São vendidos frescos, primeiramente aos intermediários a nível local, que os processam e revendem para os intermediários de segundo nível ou exportadores (OCHIEWO, 2010).

Problemas relacionados às instalações e ao manuseio dos pepinos do mar são semelhantes em vários lugares. O controle de qualidade higiênico-sanitária do local, do manuseio e do produto final isolam o recurso de contaminantes físicos e biológicos gerando uma mercadoria de boa qualidade (CHONG *et al.*, 2015; DOF, 2015), já que o pepino do mar, por ser um organismo bentônico, é constantemente exposto às altas concentrações de bactérias, vírus e fungos (SUN & CHEN, 1989) podendo servir como veículos de entrega de agentes patogênicos ao corpo humano quando consumidos, representando uma ameaça à saúde pública (JIANG, 2014).

Os pepinos do mar são valiosos, podendo ser comercializados em diversas categorias: vivo, fresco, resfriado, congelado, seco, defumado e ainda sobre várias formas de desidratação (CONAND, 1990). O preço varia consideravelmente entre as espécies e entre os indivíduos da mesma espécie, dependendo do tamanho e do cuidado com que foi processado (PURCELL, 2010).

O seu valor é impulsionado principalmente por serem transportados a grandes distâncias (CLARKE, 2004). Em pelo menos 70 países os pepinos do mar têm atraído interesse nas pescarias dirigidas para a exportação (PURCELL, 2011), chegando a colocar em risco populações inteiras devido ao esforço pesqueiro empregado (FERDOUSE, 2004).

Estima-se que ao longo de seis décadas a captura mundial do pepino do mar aumentou de 2.300 t, em 1950, para 30.500 t, em 2006, em peso vivo. Segundo Anderson (2010) há desembarques de pepinos do mar em 37 países, onde 19 desses ultrapassaram cerca de 250 t em dois anos. Existem relatos em que a captura total mundial de pepinos do mar é da ordem de 100.000 toneladas de animais vivos por ano (PURCELL *et al.*, 2012). Há ainda pescarias com pouco volume de captura e as não declaradas, em situação irregular, persistindo em crescimento por longos períodos de tempo (PRESCOTT, 2013).

A expansão global da pescaria do pepino do mar em captura e valor se desenvolveu ao longo das últimas décadas (CHOO, 2008). Fatores como a vulnerabilidade biológica e ecológica dos pepinos do mar e a facilidade em que eles podem ser coletados favorecem a sobrepesca das unidades populacionais (PURCELL, 2010). Além das características como maturação tardia, crescimento lento, baixas taxas de recrutamento e a interferência do Efeito Allee na densidade populacional influenciam na recuperação de suas populações (UTHICKE, 2009). Devido a esses fatores, a biomassa de muitas populações do pepino do mar tem sido reduzida (CONAND, 2004).

Pesquisas sugerem que os padrões de desenvolvimento da pescaria do pepino tende a seguir uma trajetória típica, com um rápido aumento e um curto pico de capturas, seguindo uma tendência de queda substancial nas capturas. Esse tipo de pescaria é em grande parte insustentável, pois muitas vezes ocorre demasiadamente rápida para respostas eficazes de gestão, pois declina quase tão rapidamente como se expande (ANDERSON, 2010).

Algumas medidas reguladoras foram sugeridas para auxiliar no manejo das pescarias de pepino do mar, entre elas destacam-se a aplicação de um limite de tamanho de captura, limite de equipamentos utilizados, controle do esforço de pesca, emissão de licença de pesca e de relatórios sobre o mercado, temporadas de defeso e rotatividades espacial e temporal às áreas legais de pesca (FAO, 2010; PURCELL, 2010). Mesmo com proibições dessas pescarias em algumas áreas, a recuperação das populações tem sido lenta, em alguns casos, podendo levar décadas (UTHICKE *et al.*, 2004). Nos países em desenvolvimento existe um maior favorecimento para a exploração pesqueira, enquanto os esforços para a conservação são escassos (BAILEY, 1988). Dados sugerem que 69% das pescarias de pepino do mar são consideradas sobreexplotadas, sendo que 81% desta depleção está associada ao declínio na abundância devido à sobrepesca (ANDERSON, 2010).

A maioria das pescarias de pepinos do mar não é regulamentada e, em mais de dois terços, há registros locais que indicam preocupações atuais sobre as explorações e declínios populacionais em excesso (ANDERSON, 2010). A FAO (2010), portanto, afirma que o grave estado atual das populações de pepinos do mar em vários países pode ser atribuído a três grandes causas gerais: a exportação desenfreada, a demanda cada vez maior do mercado e um manejo inadequado. Contudo, a avaliação de seu status global é um desafio.

Geralmente, há uma escassez de dados, como a abundância e a captura, além das estatísticas de importação e exportação serem muitas vezes incompletas (BAINE, 2004). Devido à importância ecológica e ao crescente impacto econômico e social existe uma

necessidade urgente de um melhor acompanhamento, avaliação e regulação das suas pescarias (ANDERSON, 2010).

No Brasil, não há registros oficiais da pesca de pepinos do mar, embora haja relatos passados do consumo das espécies *H. grisea* no Estado do Rio de Janeiro e *Isostichopus badionotus* no estado de São Paulo (HADEL *et al*, 1999). A espécie de pepino *Holothuria grisea* poderia desempenhar atualmente um papel importante na economia brasileira como um novo recurso de frutos do mar, embora poucos estudos sobre o tema tenham sido realizados no território brasileiro (LIMA, 2001). Entretanto, nada se sabe sobre o impacto, quantidade de animais coletados, importância econômica e a rota mercadológica em nível nacional.

A ocorrência de estudos sobre pepinos do mar no Brasil é escassa (MENDES, 2006), à vista disso, até o presente momento, não foram registradas pesquisas desenvolvidas sobre a pesca de pepinos do mar em território brasileiro. Alguns trabalhos pontuais foram identificados na literatura sobre biologia reprodutiva (e.g., Leite-Castro *et al.*, 2016), biologia populacional (e.g., Mendes *et al.*, 2006; Dias, 2012) e extração de moléculas bioativas (e.g., Moura *et al.*, 2012 ; Melo *et al.*, 2015).

Desta forma, buscando minimizar a lacuna nas informações sobre o tema, o presente estudo possui como objetivo caracterizar a pesca e o processamento artesanal de pepinos do mar, assim como analisar a qualidade microbiológica do produto final no extremo oeste do Ceará, avaliando captura , identificando as classes de comprimento mais susceptíveis à captura, caracterizando o esforço empregado, os stakeholders, a renda e comercialização do produto final.

É importante frisar, que essa pesquisa é essencial não somente ao conhecimento da dimensão dessa atividade em âmbito nacional, como também visa fornecer informações primárias que podem fundamentar medidas de manejo, contribuindo para uma futura gestão sustentável da pescaria de pepinos do mar na região Nordeste do Brasil.

## 2 Caracterização e Avaliação da pesca do pepino do mar (*Holothuria grisea* Selenka, 1867) no Nordeste do Brasil.

### RESUMO

A pesca de invertebrados tem se expandido em todo o mundo e a captura de pepinos do mar tem tido destaque. As pescarias de pepinos do mar são de grande importância social e econômica para muitas comunidades costeiras, porém com a expansão das capturas, a biomassa no ambiente natural vem diminuindo severamente. O Brasil possui, em abundância, ao longo de sua costa, a espécie *Holothuria grisea*, contudo há poucos relatos e estudos sobre essa pescaria no nosso território. É nesse contexto que o presente estudo visa caracterizar a pescaria de pepinos do mar no Estado do Ceará, Brasil, através da avaliação da captura, identificação das classes de comprimento mais susceptíveis à captura, estimativa do esforço de pesca empregado, bem como do processamento do recurso, do rendimento corpóreo processado, caracterização dos stakeholders e da renda e comercialização do produto final. A pesquisa foi realizada em duas comunidades tradicionais pesqueiras, na vila de Xavier e em Camocim, localizadas na região oeste do litoral do Ceará as quais desempenham a pesca de pepinos do mar. Foram realizadas quatorze viagens de campo para coleta de dados concomitantes das duas comunidades no período de agosto de 2015 a julho de 2016. Para tanto, foram realizadas observações de todo o ciclo de pesca para a coleta dos dados, como os tipos de embarcações e petrechos de pesca utilizados, ou materiais que auxiliam nas capturas do recurso, determinação da duração da atividade de pesca, quantificação do total capturado medido em biomassa e realização biometria nos organismos capturados. A captura diária foi aferida mediante somatório da biomassa explorada em peso (kg). O esforço de pesca foi medido em termos de tempo efetivo de atuação do vetor pescador, por ciclo de pesca e a duração em horas da pescaria e a CPUE foi estimada através do quociente da biomassa explorada (kg) pelo número de pescador atuante. A pesca de pepinos do mar é realizada, próximo à costa, nos recifes de arenito que a região possui, por meio de capturas manuais. O processamento artesanal é realizado em quatro etapas: evisceração, cocção, escoamento e secagem. O ciclo da pesca de pepinos do mar apresentou periodicidade entre 4-6 dias com duração de 2 horas, durante as marés de sizígia das luas cheia e nova, havendo dois ciclos de pesca de pepinos do mar por mês. O número de pescadores flutuou durante o ciclo de pesca nas duas comunidades. A biomassa anual explorada pelos pescadores de Xavier foi de 5.711,00 kg e 6.630,00 kg pelos pescadores de Camocim. Não houve diferença significativa para a CPUE e Esforço de pesca (EP) entre as comunidades,  $29,58 \pm 15,70$  ( $\bar{x}$  CPUE Camocim);  $34,53 \pm 18,37$  ( $\bar{x}$  CPUE Xavier) e  $1.481,4 \pm 1.340,9$  ( $\bar{x}$  EP Camocim) e  $2.344,6 \pm 1.952,2$  ( $\bar{x}$  EP Xavier). A biomassa processada apontou uma perda média de 79% do peso e 49% do comprimento de rendimento corpóreo. Foi verificado que 66% dos organismos capturados estavam abaixo do tamanho de primeira maturação sexual (13 - 20 cm). Em ambas as comunidades não há o consumo do recurso, toda a captura é comercializada. A quantia média, por dia de pesca, para os pescadores das duas comunidades rendeu R\$  $20,00 \pm 4,00$ . A pesca de pepinos do mar no Ceará não é uma atividade recente (20 anos) e apresenta um papel importante em termos de geração de renda, embora não seja regulamentada. O presente estudo

é essencial não somente ao conhecimento da dimensão da atividade pesqueira de pepinos do mar no Ceará, como também à tentativa de contribuir à uma futura gestão que desenvolva a pesca de pepinos do mar de uma maneira sustentável seguindo regulamentações a serem estabelecidas.

**Palavras-chaves:** *Holothuria*. Pesca artesanal. Nordeste do Brasil.

### ABSTRACT

Invertebrate fishing has expanded worldwide and the catch of sea cucumbers has been highlighted. Sea cucumber fisheries are of great social and economic importance to many coastal communities, but with the expansion of catches, biomass in the natural environment has been severely declining. Brazil has in abundance along its coast the species *Holothuria grisea*, however there are few reports and studies on this fishery in our territory. It is in this context that the present study aims to characterize the sea cucumber fishery in the State of Ceará, Brazil, by evaluating productivity, identifying the length classes most susceptible to capture, estimating the fishing effort employed, and processing the resource utilization, of the corporeal income processed, characterization of the stakeholders and the income and commercialization of the final product. The research was carried out in two traditional fishing communities, in the village of Xavier and in Camocim, located in the western region of the Ceará coast, which fish for sea cucumbers. Fourteen field trips were conducted to collect data from the two communities during the period from August 2015 to July 2016. For this purpose, observations were made of the entire fishing cycle for data collection, such as types of vessels and equipment or materials that assist in the capture of the resource, determination of the duration of the fishing activity, quantification of the total captured measured in biomass and realization biometry in the captured organisms. The daily productivity was measured by sum of the biomass exploited by weight (kg). The fishing effort was measured in terms of effective time of action of the fisherman vector and the CPUE was estimated by the quotient of the exploited biomass (kg) by the number of active fisherman. Sea cucumber fishing is carried out near the coast in the sandstone reefs that the region has, by means of manual catches. The artisanal processing is carried out in four stages: evisceration, cooking, draining and drying. The sea cucumber fishing cycle presented periodicity between 4-6 days with a duration of 2 hours during the sate of the full and new moons, with two cycles of sea cucumber fishing per

month. The number of fishermen fluctuated during the fishing cycle in the two communities. The annual biomass exploited by Xavier fishermen was 5,711.00 kg and 6,630.00 kg by Xavier fishermen. There was no significant difference for CPUE and effort of fishing (EF) between communities,  $29.58 \pm 15.70$  ( $\bar{x}$  CPUE Camocim);  $34.53 \pm 18.37$  ( $\bar{x}$  CPUE Xavier) and  $1.481,4 \pm 1.340,9$  ( $\bar{x}$  EF Camocim) and  $2.344,6 \pm 1.952,2$  ( $\bar{x}$  EF Xavier). The processed biomass showed an average loss of 79% of the weight and 49% of the length of the body yield. It was found that 66% of the captured organisms were below the size of first sexual maturation (13 - 20 cm). In both communities there is no resource consumption, all production is marketed. The average amount per day of fishing for fishermen from both communities yielded R \$  $20.00 \pm 4.00$ . Sea cucumber fishing in Ceará is not a recent activity (20 years) and plays an important role in terms of income generation, although it is not regulated. The present study is essential not only to the knowledge of the size of the sea cucumber fishing activity in Ceará, but also to the attempt to contribute to a future management that develops sea cucumber fishing in a sustainable manner following regulations to be established.

**Key word:** Holothuria. Artisanal fishing. Northeast of Brazil.

## INTRODUÇÃO

A pesca extrativa no Brasil é responsável pela produção de mais de 700.000t de pescado nacional, tendo a pesca de pequena escala, ou artesanal, uma das atividades econômicas mais tradicionais no Brasil, responsável por 47,2% da produção. (BOLETIM DA PESCA E AQUICULTURA, 2010; IBAMA, 2007).

A lista dos recursos explorados pela pesca extrativa nacional é compreendida por peixes, moluscos e crustáceos (IBAMA, 2007). Não há registro de captura de equinodermos dentre os recursos.

Os invertebrados consistem um dos recursos economicamente mais importantes para a pesca costeira (ANDERSON *et al.*, 2011). No Brasil, a pesca de pepinos do mar é uma prática exercida por comunidades litorâneas (LEITE-CASTRO *et al.*, 2016), contudo, versa como uma atividade não regulamentada, portanto, não fiscalizada pelo governo estadual e/ou

federal. O cenário da pesca de pepinos do mar no Brasil exhibe uma atividade que poderia desempenhar um papel importante na economia brasileira como fonte de um novo recurso de frutos do mar (LIMA *et al*, 2001). No entanto, nada se sabe sobre o impacto desta atividade, quantidade de animais coletados, importância econômica e a rota mercadológica.

Embora a maior diversidade de pepinos do mar seja registrada em águas tropicais rasas (HADEL *et al*, 1999), no Brasil, foram registradas apenas 32 espécies de holothuroideas (TIAGO & DITADI, 2001).

Ao longo da costa brasileira, a *Holothuria grisea*, é a espécie mais abundante desde a região Nordeste (2°S 41°W) ao sul de Santa Catarina (29°S 49°W), sendo encontrada nas zonas entremarés, associada às rochas e em contato com areia de fundo (TOMMASI, 1969; MENDES *et al.*, 2006; ROCHA, 2006).

Uma prospecção realizada no nordeste do Brasil apontou o Ceará como o estado que registra as maiores densidades de *H. grisea* (SOUZA JR. *et al*, 2017) sobre, sob ou entre as fendas das rochas dos recifes de arenito (LIMA-VERDE, 1969), o que favorece a tradicional pescaria de pepinos do mar com capturas na região entremarés por meio de coleta manual ou por mergulho livre (CHOO, 2008a; 2008b).

A pescaria de *H. grisea* pode proporcionar renda extra para pescadores de comunidades costeiras no Brasil (LEITE-CASTRO, 2016) e caracterizar a espécie como um novo recurso pesqueiro brasileiro para o mercado de pepinos do mar no mundo (SOUZA JUNIOR *et al*, 2017). Contudo, revisões sobre a pesca de pepinos do mar em nível mundial (PURCELL, 2013, ANDERSON 2011, TORAL-GRANDA, 2008) não fornecem informações sobre as pescarias e o estado de conservação dos pepinos do mar no Brasil.

A pesca de invertebrados tem se expandido em captura e valor, destacando-se principalmente em pescarias artesanais. Dentre os grupos mais explorados encontram-se os pepinos do mar, que já são capturados em mais de 70 países em todo o mundo (PURCELL *et al.*, 2013; ANDERSON, 2010).

Embora a maioria dos bancos de dados relate que a pesca dos pepinos do mar não se caracteriza como uma atividade tradicional, grande parte das comunidades costeiras de todo o mundo dependem dessa pescaria como uma alternativa de renda extra (TORAL-GRANDA, 2008). Muitas delas empregam intenso esforço pesqueiro chegando a colocar em risco populações inteiras (FERDOUSE, 2004).

A maioria das pescarias de pepinos do mar não é regulamentada e, em mais de dois terços, há registros locais atuais que indicam preocupações sobre as explorações e declínios populacionais acentuados (ANDERSON, 2010). Um estudo realizado pela FAO

(2010) apontou que o grave estado atual das populações de pepinos do mar em vários países, geralmente, pode ser atribuído a três grandes causas: a exportação desenfreada, a demanda cada vez maior do mercado e um manejo inadequado.

Uma análise em escala global sobre a expansão da rede de abastecimento de pepinos do mar em Hong Kong, o maior importador a nível mundial desse recurso, relatou que mais de 90% do litoral tropical do mundo realizam a pesca de pepinos do mar, enquadrando regiões brasileiras como exportadoras desde 1999 e 2000 (ERIKSSON, 2015; CLARK, 2004).

O modo e os petrechos utilizados nas pescarias de pepinos do mar variam de país para país, sendo realizadas por capturas manuais, mergulhos livre ou autônomo utilizando lanças ou ganchos como artes de pesca (CHOO, 2008a). Em águas tropicais são capturados geralmente à mão em recifes rasos e em regiões costeiras arenosas, por meio de artefatos utilizados principalmente para a pesca de polvos e lagostas (PURCELL *et al.*, 2016).

Na pescaria tropical de pepinos do mar predomina a exploração de Aspidochirotida, cuja ordem contém a maioria das espécies que estão sob ameaça de exploração comercial (CONAND, 2014; PURCELL, 2013). Algumas espécies da ordem Aspidochirotida, por não possuírem taxonomia reconhecida (e.g. *Holothuria* spp.), se encontram na lista de espécies comercializadas de tal forma, todavia não tiveram seu status avaliado pela International Union for Conservation of Nature (IUCN) (PURCELL *et al.*, 2012).

Esta pescaria explota uma infinidade de espécies de pepinos do mar no mundo todo, onde muitas são comercializadas sem uma clara identificação taxonômica, ao mesmo tempo que, novas espécies estão sendo introduzidas no mercado, apesar da escassez de informações sobre ecologia, biologia, estado de populações e dados de capturas, visto que há pescarias que operam em locais remotos (PURCELL *et al.*, 2016 ; ANDERSON, 2010; TORAL-GRANDA, 2008; BAINE, 2004).

Estudos sobre pepinos do mar no Brasil são escassos (MENDES, 2006) e até o presente momento, não foram registradas pesquisas desenvolvidas sobre a pesca de pepinos do mar em território brasileiro. Alguns trabalhos pontuais foram identificados na literatura sobre biologia reprodutiva (e.g., Leite-Castro *et al.*, 2016), biologia populacional (e.g., Mendes *et al.*, 2006; Dias, 2012) e extração de moléculas bioativas (e.g., Moura *et al.*, 2012; Melo *et al.*, 2015).

Desta forma, buscando minimizar a lacuna nas informações sobre o tema, o presente estudo propõe caracterizar a pesca de pepinos do mar (*Holothuria grisea*) no extremo

oeste do Ceará através da avaliação da captura, identificação das classes de comprimento mais susceptíveis à captura, estimativa do esforço de pesca empregado, bem como do processamento do recurso, caracterização dos stakeholders, da renda e comercialização do produto final. É importante frisar, que essa pesquisa é essencial não somente ao conhecimento da dimensão dessa atividade em âmbito nacional, como também visa fornecer informações primárias que podem fundamentar medidas de manejo, contribuindo para uma futura gestão da pescaria de pepinos do mar no extremo oeste do nordeste do Brasil.

## **MATERIAL E METÓDOS**

### **Área de estudo**

O estudo foi realizado no extremo litoral oeste do estado do Ceará. A região foi identificada por meio de uma prospecção da atividade pesqueira de pepinos do mar realizada pelo grupo de pesquisa em pepino do mar (PEPMAR) no Estado. A zona costeira do estado do Ceará possui uma linha de costa de 573 km apresentando como ecossistemas principais praias arenosas, campo de dunas, falésias, estuários, manguezais, tabuleiros litorâneos e recifes de praia, também denominados recifes de arenito (CAMPOS & STUDART, 2003), ecossistema propício à expressiva formação de biomassa de organismos bentônicos, como as holothurias.

### **Zonas de Pesca**

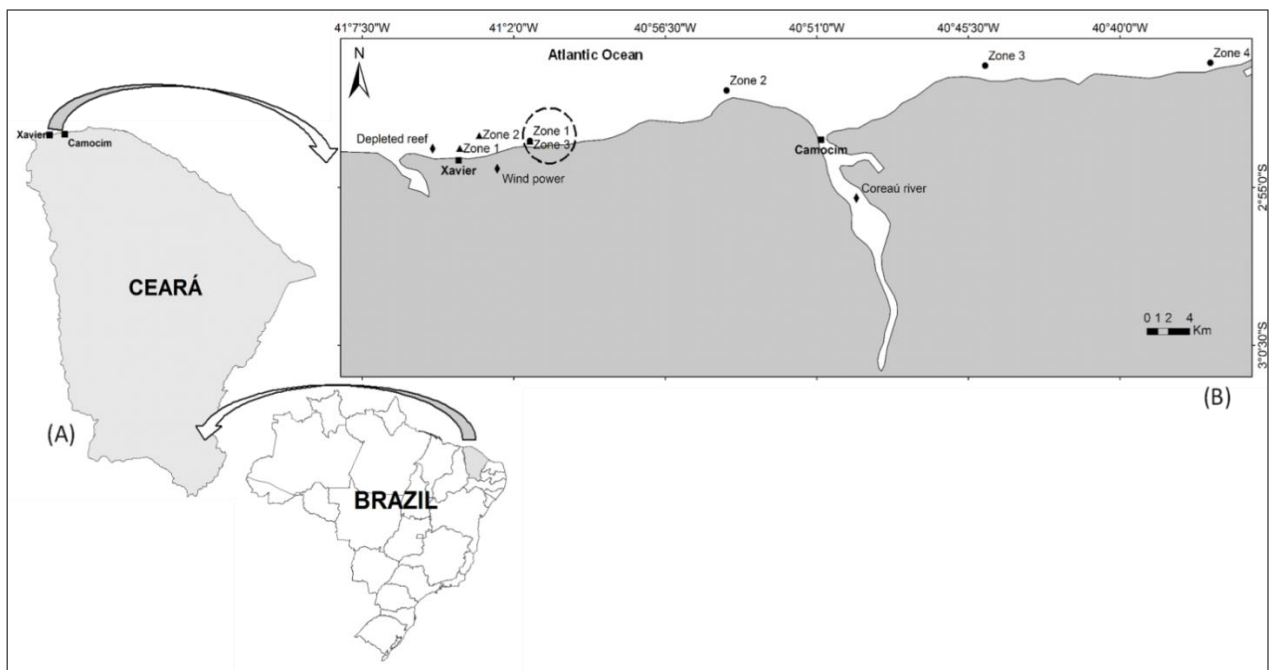
O foco desta pesquisa foi a pesca de pepinos do mar realizada pelas comunidades de Xavier (2°53'49.55"S , 41° 3'51.02"O) e Camocim (2°53'20.55"S , 40°50'50.34"O). As duas comunidades realizam a pesca de pepinos do mar em regiões da faixa litorânea que consiste em uma área horizontal de recifes de arenito, além de uma zona de pesca em recifes costeiros submersos (Fig.1).

A pescaria realizada pelos pescadores de pepinos do mar de Xavier é limitada ao entorno da vila pesqueira, em três zonas diferentes: em uma área mais profunda na zona de arrebentação próxima ao vilarejo (Xavier 1), através de mergulho em apneia, outra nos recifes costeiros submersos localizados a 15 minutos de distância (Xavier 2), utilizando canoa a motor; e a terceira zona de pesca consiste nos recifes expostos da zona praial ( Zona de

conflito), distante 4 km da vila, região de constantes conflitos com ademais pescadores de Camocim que também utilizam essa zona para a pesca de pepinos.

A abrangência das zonas pesqueiras de pepinos do mar pelos pescadores de Camocim não se limita as regiões próximas da cidade. A pescaria é realizada em quatro zonas pesqueiras: Zona de conflito, Caraúbas, Imburanas e Tatajuba, distantes entre si cerca de 13km. As viagens para as zonas de pesca são realizadas por meio de locomoção alugada e a escolha da zona pesqueira é aleatória permanecendo nesta zona enquanto as capturas renderem, ao contrário dos pescadores de Xavier que realizam exploração rotativa em suas áreas de pesca.

Fig. 1. Mapa do estado do Ceará-BR com ênfase nas zonas de pesca de pepinos do mar. Legenda: ▲ = zonas pesqueiras exploradas por pescadores de Xavier, Zone 1(Xavier 1), Zone 2 (Xavier 2), Zone 3( Zona de conflito); ● = zonas de pesca exploradas pelos pescadores de Camocim, Zone 1(Zona de conflito), Zone 2 (Caraúbas), Zone 3 (Imburanas) e Zone 4(Tatajuba); ○ = zona de pesca explorada pelas duas comunidades tornando a região como uma zona de conflito.



FONTE: Elaborada pela autora.

### Metodologia de Amostragem

As coletas foram desempenhadas mediante amostragem aleatória, com o acompanhamento da atividade pesqueira durante o período de agosto de 2015 a julho de 2016. Para a viabilização da coleta de dados de captura e esforço concomitantes de cada

comunidade que realiza a pesca de pepinos do mar, foram contratados moradores locais que interagem com a pesca.

Foram realizadas observações de todo o ciclo da atividade pesqueira (período que ocorre as pescarias) para coleta de dados sobre os tipos de embarcações utilizadas, uso de petrechos de pesca ou de materiais que auxiliam nas capturas de pepinos do mar; determinação da duração da atividade de pesca, quantificação do total capturado, identificação das áreas específicas de pesca e registros fotográficos.

Para o estudo da taxa de rendimento corporal e identificação das classes de comprimento mais susceptíveis à captura foram realizadas biometrias de 120 pepinos do mar, escolhidos aleatoriamente, proveniente da biomassa explorada em cinco das seis zonas pesqueiras, pois não foi realizado biometria nos animais capturados na zona de pesca Xavier 1. A pesagem e a mensuração individual foram aferidas de amostras evisceradas frescas e processadas (secas). Determinou-se um tempo de espera mínimo de 20 minutos, visando à diminuição de variações das medidas, devido à capacidade de contração e relaxamento desses animais (HEARN *et al.*, 2005). Os dados foram coletados com a utilização de uma balança digital de precisão 0,01 g e um paquímetro de precisão 0,05 mm.

### **Avaliação do recurso**

As capturas diárias foram aferidas por coletas de dados diários ao longo do ciclo de pesca, como a quantificação das capturas obtida através do esforço de pesca e a captura por unidade de esforço (CPUE), medida padrão utilizada para a avaliação da pesca. Os dados de captura (kg) foram obtidos com o auxílio de uma balança suspensa tipo gancho com precisão de 0,01g.

As CPUE foram obtidas por ciclos de pesca através do quociente entre a captura em kg/número de pescadores.

O esforço pesqueiro foi calculado através do tempo efetivo de atuação do vetor pescador, por ciclo de pesca e a duração em horas da pescaria de cada comunidade pesqueira estudada (vetor pescador x dias x horas da pescaria).

### **Processamento do recurso**

As etapas do processamento do recurso explorado (evisceração, cozimento, escoamento e secagem) foram acompanhadas e registradas com uma máquina fotográfica.

## **Análise dos dados**

Foram confeccionados histogramas de frequência de comprimento, através das classes de frequência de comprimento das amostras frescas evisceradas para verificar o intervalo de tamanho mais susceptível à captura em cinco das seis zonas de pesca.

Para verificar a existência de correlações entre a variável dependente (captura) e independentes (nº de pescador e altura da maré), foi utilizada a análise de regressão linear. As regressões também foram realizadas separadamente por comunidade pesqueira.

A taxa de rendimento corporal foi estimada em percentual, com auxílio da estatística descritiva, através das médias do peso (g) e comprimento (cm) obtidas das amostras (n = 120) frescas evisceradas e secas.

As diferenças entre as médias dos pesos (g) e comprimentos (cm) das amostras pré e pós-processadas por zona pesqueira foram testadas através do teste-t pareado. Foi confeccionado um gráfico boxplot para as variáveis da biometria.

A receita (em reais, R\$) da comercialização do recurso aos intermediários foi estimada por meio de estatística descritiva tendo como base o valor do recurso/kg tanto fresco eviscerado.

Os dados das capturas foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade das variâncias através do teste de Shapiro Wilk e do teste F de variância (ANOVA). A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para avaliar a existência de diferença estatística entre as CPUE e os esforços de pesca das comunidades pesqueiras.

O software livre RStudio foi utilizado para a execução das análises estatísticas e elaboração dos gráficos. Para todas as análises estatísticas foi considerado um erro de 5%.

## **RESULTADOS**

### **Breve histórico da pesca de pepinos do mar na região estudada**

Durante o desenvolvimento da pesquisa, a convivência com os pescadores de pepinos do mar e moradores da região possibilitou o acesso a informações do histórico da pesca de pepinos do mar no litoral oeste do Ceará que teve início há 20 anos (1996), conduzida por um asiático que identificou a região com intensa biomassa de holothurias, transmitiu a prática da pesca e as técnicas das etapas do processamento do recurso capturado. O asiático aparecia de 4 em 4 anos e levava a mercadoria por R\$ 0,50 kg<sup>-1</sup>. Somente, por volta

de 2006, após seu falecimento, a pesca de pepinos do mar passou a operar anualmente, duas vezes por mês, durante as marés baixa de sizígia, regidas por um atravessador brasileiro desconhecido em Xavier/CE e um estrangeiro taiwanês em Camocim/CE.

### Caracterização da pesca

A atividade pesqueira de pepino do mar no litoral oeste do Ceará é realizada durante as marés de sizígia (lua cheia e nova) as quais ocorrem as maiores marés de baixamar, época em que os recifes ficam mais expostos, facilitando a coleta dos animais. Ocorrem, portanto, dois ciclos de pesca por mês durante os dias adjacentes de cada lua cheia ou nova, com periodicidade de quatro a cinco dias durante a transição da maré, totalizando, duas horas de pesca/dia.

Ambas as comunidades pesqueiras desempenham a pesca de pepinos do mar manualmente, seja revirando pedras ou rochas do recife de arenito ou através do mergulho em apneia. Os animais capturados são despejados em sacos de fibra de coco e baldes (Fig.2a). A utilização de luvas grossas de tecido ou de látex é utilizada por uma fração pequena dos pescadores das duas localidades, enquanto que o “bicheiro” é um apetrecho bastante empregado (Fig. 2b).

Fig. 2 Métodos de captura dos pepinos do mar no extremo oeste do Ceará. Pescadores em recife de arenito com luvas e sacos para pescaria de pepino do mar (a); uso do bicheiro como apetrecho de auxílio à captura do recurso (b).



Fonte: Elaborado pela autora.

Em ambas as comunidades a pesca é realizada por homens, mulheres e crianças, estas sendo mais encontradas entre os pescadores de Xavier, auxiliando seus pais. No período da pesquisa, foram identificadas 35 pessoas desempenhando a pesca de pepinos do mar em

Xavier, onde apenas 14 participaram com maior frequência, pois há um constante fluxo de pessoas que ingressam nessa pescaria devido à facilidade da captura. Esses dados na comunidade de Camocim flutuaram com maior intensidade, onde foram observadas 97 pessoas praticando a pesca, porém apenas dezesseis exerceram a atividade com mais frequência nos ciclos de pesca acompanhados pela pesquisa.

Os pescadores de pepino do mar de Xavier, em consenso, decretaram um período de temporada de defeso (Jan - Jul), portanto, nessa época não há pesca de pepinos do mar. O período de defeso estipulado pelos pescadores tomou como base o período de defeso da lagosta e a época chuvosa do nordeste do Brasil. Influenciados pela decisão dos pescadores de Xavier, os pescadores de Camocim também deliberaram período de defeso, porém o mesmo se dá por apenas três meses (Jan - Mar), devido ser o trimestre que apresenta maior pluviosidade na região, dificultando algumas etapas do processamento (e. g. secagem).

### **Processamento artesanal do recurso**

A evisceração é primeira etapa do processamento do recurso explorado, iniciada após a pesca, na zona praias emersa, pelos próprios pescadores que com auxílio de uma faca abrem uma fenda no lado aboral dos animais para limpeza das vísceras e gônadas (Fig.3a). A segunda etapa compreende a cocção de toda captura diária eviscerada. A cocção é realizada com a própria água expelida pelo corpo dos animais, em um caldeirão de ferro onde é adicionado 2 kg de sal grosso para cada 100 kg de pepinos, por duas horas (Fig.3b).

Na comunidade pesqueira de Xavier, o material empregado para acender a tocha do fogo é o coco seco. Os moradores da vila pesqueira cultivam coqueiros para o consumo próprio do seu fruto e o intermediário primário utiliza as palhas e os cocos secos na cocção dos pepinos do mar. Em Camocim o intermediário primário compra lenha para acender a tocha.

A terceira etapa consiste no escoamento da água corporal sobressalente da captura diária cozida que é realizada em monoblocos vazados, por doze horas (Fig.3c). A última etapa compreende a secagem ao sol, onde os pepinos são espalhados em lona posta sobre o solo, por seis dias consecutivos (Fig.3d).

As quatro etapas do processamento artesanal dos pepinos do mar capturados são realizadas todos os dias do ciclo de pesca. Em ambas as comunidades há o intermediário primário, responsável por unir a captura eviscerada e pela realização das demais etapas do processamento.

Fig. 3. Processamento artesanal da captura: evisceração pós-pescaria na zona praial (a); cocção do recurso em Xavier utilizando coco seco como tocha (b); escoamento pós cocção em monoblocos vazados (c); secagem ao sol em lonas sobre o solo (d).



Fonte: Elaborado pela autora.

Em Xavier, os animais são congelados em freezers quando as condições climáticas são desfavoráveis (e.g. céu nublado, chuvas) ou quando explotados grandes quantidades (Fig. 4). Este procedimento é realizado pelo intermediário primário para evitar perdas de recurso. Em Camocim não foi observado essa técnica.

O atravessador de Xavier providenciou a construção artesanal de um forno a lenha com o intuito de acelerar a secagem do recurso e acrescentou prateleiras de aço (Fig. 5) para o acondicionamento de maior quantidade de indivíduos. O forno está localizado em outra comunidade, distante 15 minutos de automóvel da praia de Xavier e é utilizado por pessoas contratadas pelo atravessador que compram os pepinos cozidos. O forno é característica tradicional do sertão do Ceará utilizado em farinhadas de mandioca, tubérculo nativo do Brasil.

Fig.4. Captura diária ensacada para congelamento.



Fonte: Elaborado pela autora.

Fig.5. Forno à lenha utilizado para secagem do recurso.



Fonte: Elaborado pela autora.

### **Captura, CPUE e Esforço de Pesca**

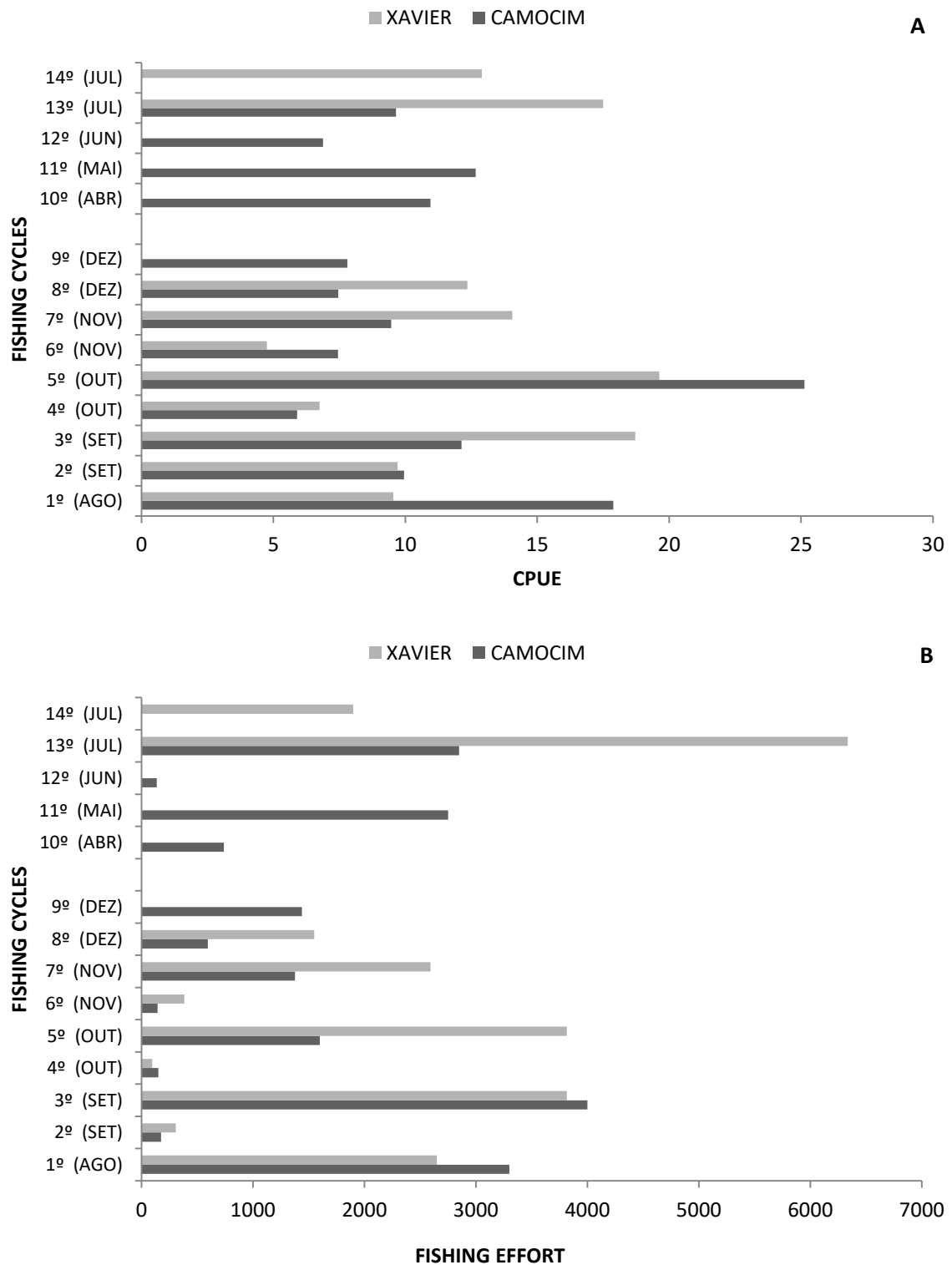
Durante o período de um ano de amostragem, foram acompanhados treze ciclos de pesca dos pescadores de Camocim. A captura total, em quilo eviscerado, foi de 6.630,00 kg de pepinos do mar, *H. grisea*, que equivale a aproximadamente 200 mil espécimes capturados por ano. Em Xavier, durante um ano, foram realizados dez ciclos de pesca explorando 5.711,00 kg, equivalente a quase 180 mil indivíduos capturados.

Os dados das capturas totais entre as duas comunidades apresentaram distribuição normal ( $W = 0.90315$ ,  $p = 0.02937$ ) e foram homocedásticos ( $F = 1.5118$ ,  $p = 0.4947$ ). A análise da CPUE verificou que não houve diferença estatística entre as comunidades ( $F = 0.73071$ ,  $p = 0.6003$ ). O mesmo padrão foi verificado para o esforço de pesca ( $F = 2.8221$ ,  $p = 0.1271$ ). Portanto, a figura 6a,b exibe a CPUE e o esforço de pesca das duas comunidades associadas.

A CPUE e o esforço de pesca verificados na comunidade de Camocim apresentaram valores médios de  $29,58 \pm 15,70$  e  $1.481,4 \pm 1.340,9$ . Para a comunidade de Xavier os valores médios da CPUE e o esforço de pesca foi  $34,53 \pm 18,37$  e  $2.344,6 \pm 1.952,2$  por ciclo de pesca. Em termos de capturas numéricas, a CPUE é equivalente a cerca de 1.000

indivíduos/pescador/ciclo de pesca ou a média de 250 animais explorados por pescador/dia<sup>-1</sup> pela comunidade de Camocim. Em Xavier, a CPUE equivale a 1.360 indivíduos capturados, ou a média de 340 animais explorados por pescador/dia<sup>-1</sup>.

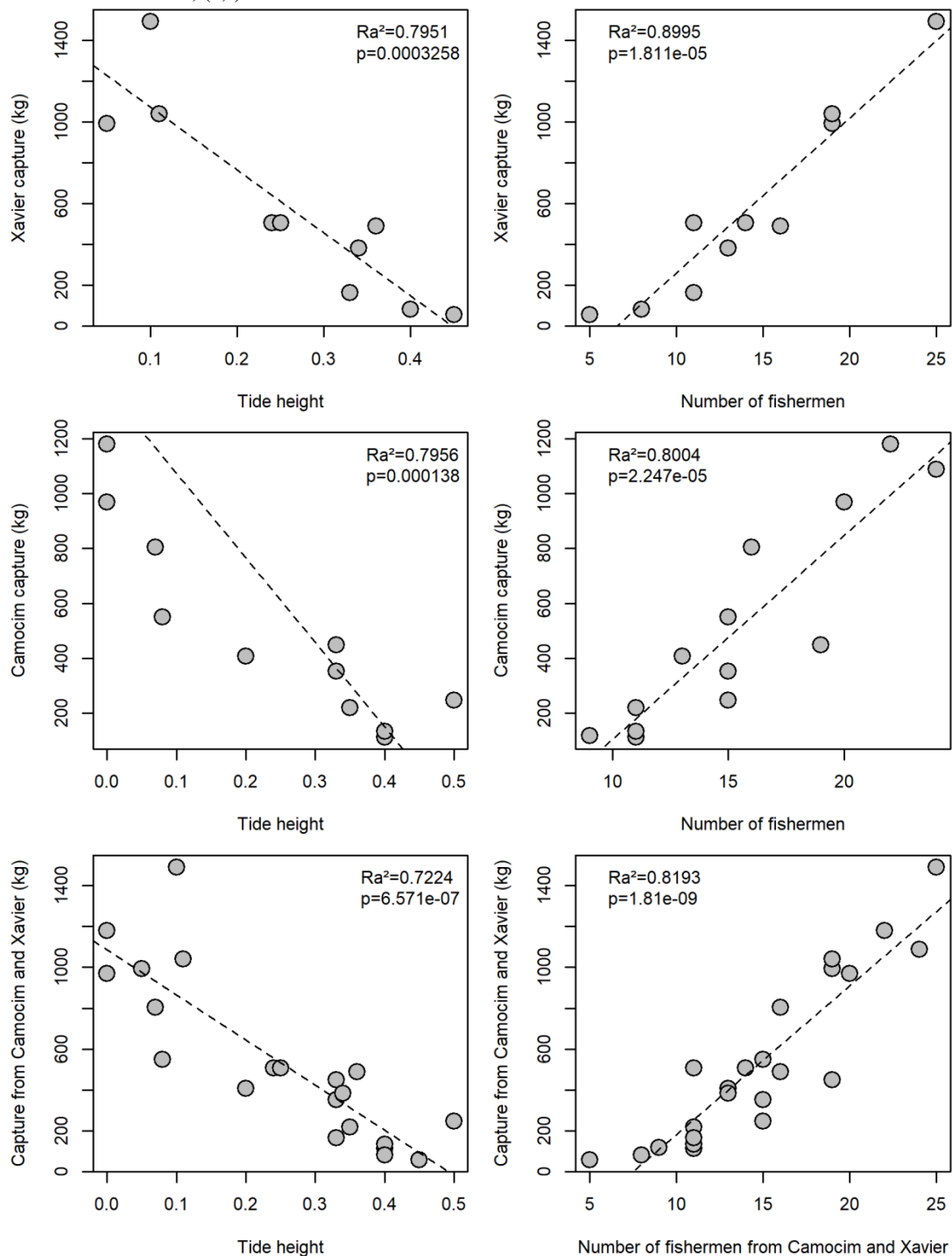
Fig. 6. CPUE (A) e Esforço Pesqueiro (B) das comunidades durante os ciclos de pesca de pepinos do mar (2015-2016). Nota: A ausência de dados em Camocim (JAN-MAR/2016) e Xavier (JAN - JUN/2016) refere-se à temporada de defeso.



Fonte: Elaborado pela autora.

A análise das relações funcionais entre a captura total e o número de pescadores das duas comunidades apresentou uma forte correlação positiva, e entre a captura total e altura das marés uma forte correlação negativa. As regressões para os dados provenientes de Camocim e de Xavier, avaliados separadamente, entre as capturas e o nº de pescadores e as capturas e as alturas das marés também apresentaram correlações positivas e negativas, respectivamente (Fig. 7a,b,c,d,e,f).

Fig.7. Diagramas de dispersão das correlações entre a variável dependente e independente. (a,b) dados totais, (c,d) dados de Camocim, (e,f) dados de Xavier.



Fonte: Elaborado pela autora.

### Taxa de rendimento corporal da espécie *H. grisea*

A análise do rendimento da biomassa processada apontou uma perda média de 79,4% do peso e 49,4% do comprimento dos indivíduos pós-processamento. Na tabela 1 podem-se observar os rendimentos em percentagem das perdas pós-secagem em peso (g) e comprimento (cm) da *H. grisea* capturada em cada zona pesqueira estudada.

Desse modo, a estimativa do rendimento final de toda a biomassa explotada pelos pescadores de Camocim foi de 1.365,78 kg de pepinos secos dos 6.630,00 kg capturados e a biomassa explotada pelos pescadores de Xavier rendeu 1.176,46 kg dos 5.711,00 kg capturados.

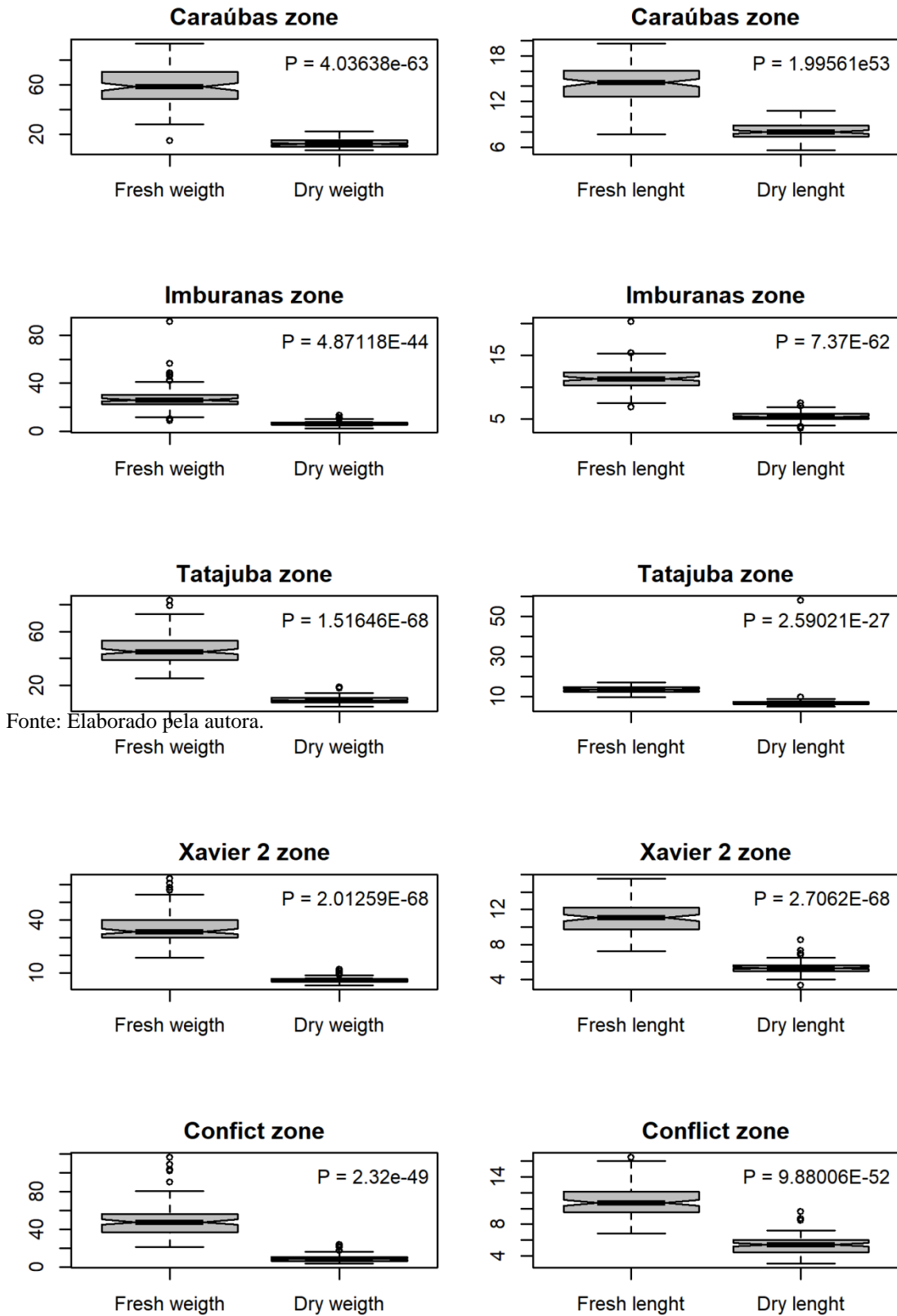
A análise do teste t apontou que há diferença estatística entre as médias dos pesos (g) das amostras frescas evisceradas com as mesmas amostras secas processadas. O mesmo foi observado entre as médias dos comprimentos (cm) das amostras frescas evisceradas com essas mesmas amostras secas processadas. Conclui-se que a diminuição em peso (g) e comprimento (cm) pós-processamento é significativo (Figura 8).

Tabela 1. Análise percentual da taxa de rendimento em peso (g) e comprimento (cm) da biomassa processada por zona pesqueira.

Zonas de Pesca	Taxa de Rendimento Corporal	
	(g)	(cm)
	19,7% (rendimento)	48,5% (rendimento)
<b>Xavier 2</b>	80,3% (perda pós secagem)	51,5% (perda pós secagem)
	18,1% (rendimento)	48,4% (rendimento)
<b>Zona de conflito</b>	81,9% (perda pós secagem)	51,6% (perda pós secagem)
	21,8% (rendimento)	56,2% (rendimento)
<b>Caraúbas</b>	78,2% (perda pós secagem)	43,8% (perda pós secagem)
	23,8% (rendimento)	47,3% (rendimento)
<b>Imburanas</b>	76,2% (perda pós secagem)	52,7% (perda pós secagem)
	19,4% (rendimento)	52,8% (rendimento)
<b>Tatajuba</b>	80,6% (perda pós secagem)	47,2% (perda pós secagem)

Fonte: Elaborado pela autora.

Fig.8. *Boxplot* das amostras pareadas de peso (g) e comprimento (cm) das zonas pesqueiras de pepinos do mar pesquisadas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Fonte: Elaborado pela autora.

### Distribuição de frequência de classes de comprimento

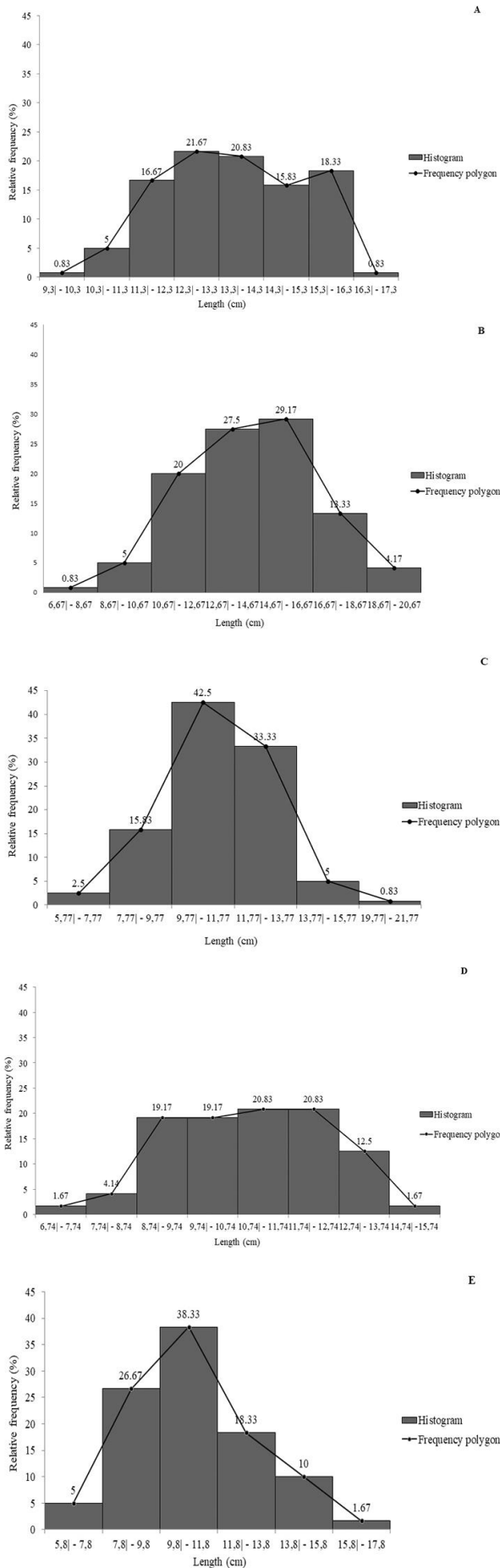
A moda das classes de comprimento entre as zonas de pesca apresentou o tamanho 12,25 cm como a mediana mais capturada, coincidindo com quase o tamanho médio apresentado pela *H. grisea*, correspondendo a 21,4% das capturas, onde 41,2% equivale a capturas menores (<12,25) que o tamanho médio e 37,4% acima da média (>12,25) (Tabela 2 e Fig. 9a,b,c,d,e,f). De acordo com a porcentagem de perda pós-processamento, estimada no tópico acima, a mediana mais explorada (12,25 cm) apresenta comprimento final seco de 6,20 cm (49,4% de perda). O menor e o maior tamanho (cm) foram registrados em Imburanas com 6,77 cm e 20,21 cm.

Tabela 2. Tamanho médio ( $\bar{x}$ ) cm, desvio padrão (DP), moda das classes de comp. e a mediana da moda dos indivíduos capturados por zona de pesca.

Zona de pesca	$\bar{x}$ cm $\pm$ DP	moda	mediana da moda
<b>Caraúbas</b>	14.43 $\pm$ 2.36	14,67  - 16,67	15,67 cm
<b>Imburanas</b>	11.27 $\pm$ 1.78	9,77  - 11,77	10,77 cm
<b>Tatajuba</b>	13.55 $\pm$ 1.51	12,3  - 13,30	12,80 cm
<b>Xavier 2</b>	10.99 $\pm$ 1.58	10,74  - 11,74 e 11,74  - 12,74	11,24 e 12,24 cm
<b>Zona de Conflito</b>	10.93 $\pm$ 2.01	9,80  - 11,80	10,80 cm

Fonte: Elaborado pela autora.

Fig. 9. Histograma de distribuição de frequências de classes de comprimento de Tatajuba (a), Caraúbas (b), Imburana (c), Zona de conflito (d) e Xavier 2 (e).



Fonte: Elaborado pela autora.

## Comercialização e Receita

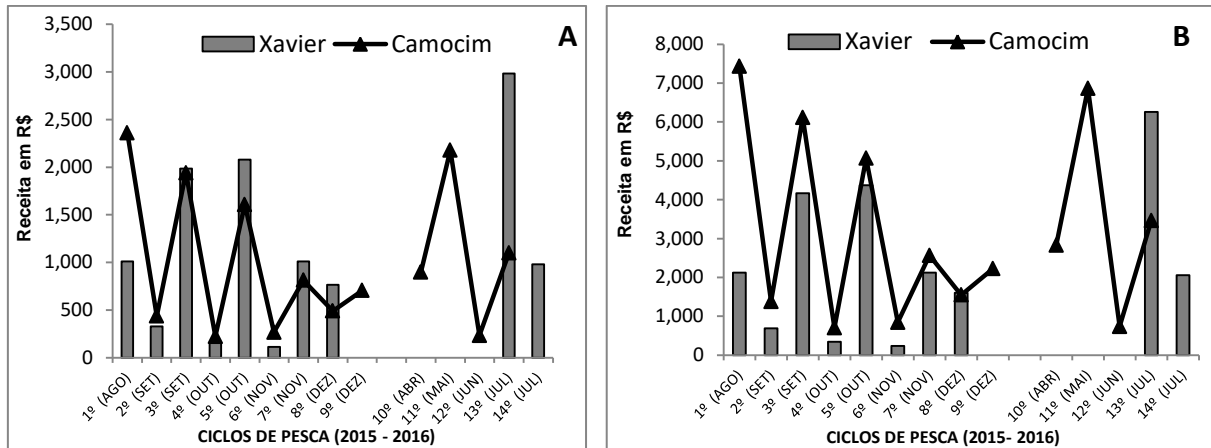
O preço do produto final e a remuneração dos pescadores por quilos capturados são determinados pelo atravessador, que são pessoas distintas nas duas comunidades pesqueiras. Em Xavier o preço do pepino fresco é R\$ 2,00kg<sup>-1</sup> e ao intermediário primário é pago R\$ 20,00 kg<sup>-1</sup> de pepino seco (produto final). Em Camocim o quilo do pepino fresco é semelhante ao de Xavier, porém o intermediário primário recebe R\$ 30,00 kg<sup>-1</sup> na venda do produto final. Cabe aos intermediários primários os custos dos investimentos como o sal grosso R\$ 4,00 dia<sup>-1</sup> de pesca, o querosene para acender o fogo e, em Camocim, os custos com a lenha R\$ 40,00 (duração de 02 ciclos de pesca).

Em ambas as comunidades toda a biomassa explorada é comercializada, não há consumo do recurso em nenhuma época do ano, portanto foi estimado o rendimento de R\$ 23.529,20 para os dez ciclos de pesca realizados pelos pescadores de Xavier que exploraram o total de 1.176,46 kg de pepinos secos (produto final). Para Camocim, o rendimento em treze ciclos de pesca foi estimado em R\$ 40.973,40 em produto final dos 1.365,78 kg de animais capturados.

A remuneração aos pescadores ocorre logo após a atividade pesqueira, pelos intermediários primários, que por sua vez recebem o montante com a venda do produto final. A receita média, por ciclo de pesca, rendeu R\$ 1.020,00 aos pescadores de Camocim e R\$ 1.142,20 aos pescadores de Xavier, referente a pepinos frescos e eviscerados. A quantia média por dia de pesca, para ambos os pescadores das duas comunidades, rendeu R\$ 20,00 ± 4,00. Aos intermediários, a receita média referente ao lucro da venda do produto seco, foi de R\$ 2.131,18 e R\$ 1.210,72 para Camocim e Xavier, respectivamente (Fig. 10ab).

Nos três meses de atividade pesqueira pós-período de defeso, foi verificado apenas um ciclo de pesca na comunidade de Camocim, devido ao não comparecimento do atravessador para pagar o intermediário primário que, conseqüentemente não pôde arcar com remunerações diárias. A maioria dos pescadores só exerce a pescaria com retorno financeiro garantido. Na comunidade de Xavier, os pescadores realizaram (01) uma pescaria no mês de dezembro, iniciando o período de defeso antecipadamente, por autodeliberação coletiva.

Fig. 10. Rentabilidade econômica por ciclo de pesca (2015-2016) referente às receitas médias aos pescadores de pepinos do mar por captura fresca eviscerada (a) e às receitas médias do produto final (b).



Fonte: Elaborado pela autora.

## DISCUSSÃO

### Características gerais da população

A ampla amostragem de indivíduos revelou que a mediana mais capturada apresentou 12,25 cm, cerca da metade do tamanho máximo (25 cm) alcançado pela espécie *H. grisea* (HENDLER et al, 1995), porém apresentando o menor comprimento e peso quando comparado a outras espécies de pepinos do mar tropical. No entanto, o tamanho de primeira maturação sexual é similar (13 – 20 cm) ao de outros Aspidochirotida (LEITE-CASTRO et al., 2016).

O percentual dos tamanhos capturados estimou que 66,5% das capturas representam indivíduos  $\leq 13,00$  cm, ou seja, organismos que não atingiram a primeira maturação sexual e apenas 33,5% das capturas representam indivíduos ( $\geq 13,00$  cm) que já se reproduziram pelo menos uma vez no ambiente. Problemática similar foi registrada em Baja California, México, onde 50% dos pepinos *I. fuscus* são capturados com 21 cm, tamanho exato no qual essa espécie atinge a maturidade sexual (HERRERO-PEREZUL et al., 1999).

### A pesca do pepino do mar

A simplicidade da tecnologia de pesca (dos barcos, artes de pesca e os artesanatos naturais) empregados nas capturas dos organismos é o que caracteriza a pesca artesanal de pequena escala, ao invés do número de pescadores atuantes na atividade, da captura total de organismos e da escala geográfica de atuação da pescaria (BERKES et al, 2001). A atividade

pesqueira de pepino do mar no extremo oeste do estado do Ceará possui caráter artesanal, pois não emprega equipamentos elaborados ou dispendiosos e utiliza fatores naturais, como o conhecimento sobre a influência da lua sobre a maré para o desempenho da atividade.

O traço unificador na pesca de pequena escala de pepinos do mar é a simplicidade com que estes são capturados. A maioria (66%) das pescarias que realiza pesca artesanal, onde as capturas ocorrem sistematicamente com as mãos em áreas intertidais, ressaltam a relação entre as pescarias em águas tropicais e os habitats rasos desses organismos (PURCELL, 2010; BERKES, 2001). Provavelmente foi devido a essa facilidade de acesso que o manancial de pepinos do mar dos recifes situados na zona entremarés da praia de Xavier entrou em colapso após intensa pressão pesqueira, visto que a pesca depredou a população de pepino que habitava as fendas ou as rochas. Tal fato explica a pescaria se desenvolver, atualmente, nos recifes submersos costeiros, em área distante e com mergulho em apneia realizando exploração rotativa. O contrário foi verificado para os pescadores de Camocim, que intensificam a pescaria em um recife até as capturas diminuírem para logo explorar outro. Esse ciclo é realizado na longa faixa de praia com recifes de arenito que a região possui. Essa expansão espacial é descrita por 51% das pescarias tropicais de pepinos do mar, (por exemplo, as Maldivas, Filipinas e Sri Lanka) onde as capturas começaram manualmente próximo à costa e com o esgotamento dos estoques, os pescadores se deslocaram e conseqüentemente passaram a utilizar o mergulho e até mesmo redes de arrasto (ANDERSON, 2010).

Em pescarias de pepinos do mar, mulheres e crianças são retratadas, geralmente, participando nas capturas próximas à costa, estereotipadas como coletores, enquanto os homens se locomovem para áreas em alto mar, praticando o mergulho (ERIKSSON et al., 2010; RABOANAIJOANA, 2013). De acordo com Purcell (2016) é preciso começar a considerar as mulheres como agentes de um papel significativo à produção pesqueira de pepinos do mar. Em todas as zonas de pesca e em ambas as comunidades pesqueiras (Xavier e Camocim) há presença de mulheres, homens, adolescentes e idosos capturando o recurso, não havendo distinção entre as áreas, profundidade e deslocamento da costa. Foi verificada a presença constante de crianças auxiliando os pais nas pescarias realizadas na praia de Xavier, devido à facilidade de acesso as zonas pesqueiras. Um padrão diferente foi observado em Camocim que utiliza transporte alugado para o deslocamento às zonas de pesca que são distantes, limitando o ingresso de crianças na pescaria.

A maioria das pescarias de pepino do mar tende a seguir uma trajetória típica, com um rápido aumento e um curto pico, seguindo uma tendência de queda substancial, sugerindo

assim um padrão de ascensão e queda (ANDERSON, 2010). Os pescadores de Xavier, etnoecologicamente, estipularam o período de defeso para a pesca de pepinos do mar como uma alternativa que impeça essa tendência de queda de biomassa, visto que já haviam depredado um recife devido ao intenso esforço pesqueiro. Essa ação incentivou, mesmo a posteriori, os pescadores de Camocim a aderirem ao defeso como uma proposta de manejo. Confirma-se a extrema importância de estudos futuros e contínuos nas áreas de pesca de pepinos do mar para a verificação da existência de uma extrapolação da captura máxima sustentável, evitando dessa forma o colapso da biomassa disponível. A pescaria de pepino do mar é uma das pescarias artesanais que menos atenção tem recebido, embora os lucros obtidos por sua comercialização em todo o mundo tenha ultrapassado os 60 milhões de dólares (CONAND, 2001).

O decreto do período de defeso, apesar de baseado na reprodução da lagosta e no período chuvoso da região nordestina do Brasil, teve o período estabelecido de forma concordante com pesquisas recentes sobre biologia reprodutiva da *H. grisea*. De acordo com a literatura, as desovas ocorrem entre os meses de janeiro e maio com um padrão de gametogênese sazonal (LEITE-CASTRO et al, 2016). Entretanto, os pescadores de Camocim começam a atuar antes do período de reprodução da *H. grisea* encerrar, explorando indivíduos maduros em época reprodutiva, o que não acontece nas zonas pesqueiras de Xavier que possuem seus recifes protegidos durante todo o período de reprodução da espécie.

Quanto a esta prática pesqueira, a grande problemática está associada à inexistência de dados de captura e esforço constantes ou nos registros incompletos (CONAND, 1998). As taxas de exploração de pepinos do mar, apesar de não serem normalmente relatadas na literatura, foram consideradas uma alternativa atrativa às análises do status da pescaria (e.g., em desenvolvimento, sobrexplotada) (PRESCOTT et al, 2013). Os resultados do nosso estudo apresentam dados frequentes das taxas de exploração e esforço de pesca em cada comunidade pesqueira estudada.

No ano amostrado, as comunidades exploraram juntas 12.241,00 kg de pepinos do mar *H. grisea* dos recifes de arenito do extremo oeste do Ceará, uma estimativa ínfima se comparada à exploração de cerca de 90t de *Isostichopus fuscus* no Sul do Golfo do México e 530t de *Parastichopus parvensis* no Pacífico Ocidental no ano de 2000 (REYES-BONILLA & HERRERO-PEREZUL, 2003; SALGADO-ROGEL et al., 2009). Não existem estudos populacionais para *H. grisea*, no Ceará/BR, portanto a grande diferença entre as produções acima não são consideradas válidas, pois há escassez de informações para que se possa afirmar que a taxa de exploração no extremo oeste do Ceará é realizada mediante capturas

sustentáveis, além das espécies *I. fuscus* e *P. parvensis* possuírem pesos e tamanhos médios superiores (HEARN et al, 2005) à *H. grisea*.

A inferior CPUE apresentada pelos pescadores de Camocim quando comparada aos de Xavier, pode ser atribuída à maior experiência de pesca dos pescadores desta última comunidade. As comparações da CPUE ao longo do tempo ou entre pescarias podem ser confundidas pelas diferenças nas estratégias de pesca (PURCELL et al., 2016), porém apesar de apresentarem esforços pesqueiros similares e a realização de menos ciclos de pesca, devido à temporada de defeso ser mais longa, a comunidade de Xavier explotou mais indivíduos por dia de pesca, utilizando mesmas estratégias pesqueiras.

As oscilações das CPUE e esforços pesqueiros em ambas as comunidades, provavelmente, são atribuídas às variações dos dias que compõe os ciclos de pesca, assim como pela quantidade de pescadores, que flutua entre os ciclos pesqueiros, já que a pesca de pepinos do mar não é, em geral, uma ocupação de longa data e em muitas regiões é caracterizada uma atividade secundária (PURCELL et al., 2016) como nas comunidades pesqueira de pepinos do mar cearenses.

A influência positiva e significativa das alturas das marés e do número de pescadores em ambas as análises de regressão das comunidades pesqueiras apontam uma maior interferência do número de pescadores às capturas do que a altura da maré. Muito embora os ciclos de maré desempenhem um papel importante nas operações de pesca expondo os recifes nas marés baixas (PRESCOTT, 2013), o esforço de pesca, assim como as frequências das pescarias age diretamente na pressão pesqueira refletindo na captura (PURCELL et al., 2016).

### **Processamento, comercialização e mercado**

Geralmente, após a pescaria de pequena escala inicia-se o processamento do recurso desenvolvido através de equipamentos simples, como uma faca, combustível, uma panela grande e um escorredor. No processamento os pepinos do mar são eviscerados, através de uma pequena fenda nos animais, em seguida, fervidos e secos ao sol ou ao longo de um fogo (BROWN ET AL, 2010). Nas comunidades pesqueiras estudadas, os instrumentos utilizados para o processamento são similares aos citados na literatura. Sendo interessante citar o coco seco, como material empregado para acender a tocha do fogo na praia de Xavier, onde os moradores da vila cultivam coqueiros para consumo do seu fruto, utilização de suas palhas e do coco seco para o cozimento dos pepinos do mar. Essa é uma prática

indubitavelmente sustentável e difere das outras formas encontradas na literatura. Purcell (2010) expõe que muitos pescadores retiram a lenha da floresta de mangue e que esse é particularmente um problema grave que exige uma intervenção em termos de gestão. Na comunidade de Camocim, o intermediário primário utiliza lenha adquirida de cercas, móveis desmontados e/ou de distribuidora, arcando com os custos.

A cocção é o estágio preliminar do processamento do recurso após a evisceração dos indivíduos capturados (WEN et al, 2010), utilizando a água do mar pois o sal ajuda a preservar os tecidos e se encontra disponível e fácil de obter (DUAN et al, 2010). Nas comunidades pesqueiras de pepinos do mar cearense a cocção é realizada apenas com a água corporal expelida pelas próprias holothurias adicionando sal grosso.

Em algumas pescarias de pepinos do mar, o recurso processado é destinado unicamente para o consumo interno caracterizando-se como pesca de subsistência (PURCELL, 2011). Considerado uma iguaria, tanto as vísceras (gônadas e intestinos) como a parede corporal dos pepinos do mar são consumidas em pratos de banquete, crus, em sopas dentre várias opções (CHONG, 2015; TORAL-GRANDA, 2008). Em ambas as comunidades toda a biomassa explorada é comercializada, não havendo consumo do recurso em nenhuma época, embora Hadel et al (1999) afirme a existência de relatos passados do consumo das espécies *H. grisea* no Estado do Rio de Janeiro e *Isostichopus badionotus* no estado de São Paulo. De acordo com o atravessador de Camocim, o produto final é transportado para São Paulo, Brasil, direcionado aos restaurantes especializados em culinária asiática; Já em Xavier, não houve articulação entre os membros da pesquisa e o atravessador, porém, a informação repassada aos pescadores é a utilização do produto final para a produção de ração para fazendas de camarão.

Uma das características de qualidade mais valorizadas pelo mercado de pepinos do mar são o peso e o tamanho do produto final (PURCELL, 2014b). Devido os movimentos de contração e relaxamento contínuos praticados pelas holothurias, a determinação de tamanho é uma difícil tarefa (DIMOCK, 1977), assim como a grande quantidade de água presente no celoma que ingressam continuamente para a respiração prejudica a determinação do peso desses animais (LAWRENCE, 1987). O tempo de espera padronizado nesta pesquisa para a realização das biometrias (20 min) visou diminuir o erro padrão das medidas. Esse tempo foi estimado com base no deslocamento dos pescadores às zonas de pesca. Em outra pesquisa realizada com *I. fuscus* os efeitos de contração e expansão foram padronizados acondicionando as amostras numa superfície plana durante apenas, um minuto, antes de aferir o comprimento (HEARN et al., 2005).

As taxas médias de 79% e 49,4% de perda em peso e tamanho encontrados para *H. grisea* não apresentaram diferenças estatísticas entre as amostras das diferentes zonas pesqueiras devido ao tempo de secagem padronizado em quatro dias e com intensa incidência solar. Em *Parastichopus californicus*, a estimativa em volume apontou uma taxa de 90% de perda do volume original (CAMPOS, 1996).

Os lucros advindos da pesca de pepinos do mar não são anuais em decorrência da temporada de defeso e o constante de fluxo de pessoas que ingressam na pesca devido à facilidade da captura do recurso. Esta atividade é uma fonte alternativa de renda para ambas as comunidades configurando-se como fonte de renda complementar. A parcela de pescadores que exerce a pesca de pepino do mar com frequência depende financeiramente desta atividade, uma vez que as oportunidades nessas zonas costeiras são limitadas e a pescaria já é considerada uma atividade tradicional (20 anos), passada de pai para filho.

O valor dos pepinos do mar não depende principalmente só da espécie, mas da qualidade do processamento como o tamanho e peso final, cor, cheiro textura e aparência (PURCELL, 2014a, 2014b). As espécies de maior valor comercial possuem comprimento superior a 30 cm e pesam mais de um quilo (CONAND, 1990) e a maioria das pescarias de pequena escala são multiespecíficas (CHOO 2008a; CONAND, 2008, KINCH et al., 2008 ). A pescaria de pepino do mar do Ceará explota apenas uma espécie, *H. grisea*, cujo maior comprimento capturado (20,21 cm) e registrado nesta pesquisa, sugere um baixo valor comercial.

### **Opções de gestão e recomendações**

Diante de perdas muito significativas e da importância do tamanho à qualidade do produto, percebe-se a necessidade de uma atenção constante das comunidades cearenses que pescam pepino do mar ao comprimento de captura da *H. grisea*. Portanto, sugerem-se possíveis medidas de manejo (e.g. limite de tamanho de captura (>13,00 cm), controle da quantidade de pescadores e padronização da temporada de defeso às comunidades pesqueiras), caso a pesca de pepinos do mar no Ceará/BR seja monitorada para que esse recurso venha a ser gerido de forma sustentável. Entretanto, é importante salientar que embora essa pescaria seja conhecida por órgãos ambientais locais, não é regulamentada, inexistindo, portanto gestão e manejo à pesca de pepinos do mar o que propicia a exploração arbitrária da população de *H. grisea* dos recifes de arenito do extremo oeste do Ceará.

## CONCLUSÕES

A pescaria de pepinos do mar praticado no extremo oeste do Ceará possui caráter artesanal, pois não emprega equipamentos elaborados ou dispendiosos e utiliza fatores naturais, como o conhecimento sobre a influência da lua sobre a maré para o desempenho da atividade. Há presença de mulheres, homens, adolescentes e idosos capturando o recurso, não havendo distinção entre as áreas, profundidade e deslocamento da costa. Captura principalmente indivíduos que atingiram cerca de 50% do seu tamanho máximo, porém apresentando o menor comprimento e peso quando comparado a outras espécies de pepinos do mar tropical. Os lucros advindos desta pescaria não são anuais em decorrência da temporada de defeso e o constante de fluxo de pessoas que ingressam na pesca devido à facilidade da captura do recurso.

Devido às perdas muito significativas e da importância do tamanho à qualidade do produto, percebe-se a necessidade de uma atenção constante das comunidades cearenses que pescam pepino do mar ao comprimento de captura da *H. grisea*. Esta atividade se enquadra como uma atividade ilegal, não reportada e não regularizada no âmbito nacional que vem desempenhando um papel importante para a região, pois gera fonte de renda alternativa às comunidades costeiras que enfrentam diariamente as consequências da má distribuição de renda do País.

Desse modo, enfatizamos a necessidade de atenção dos órgãos ambientais (regional e federal) a esse recurso que está sendo explorado sem pesquisas prévias e sem fiscalização para que sejam fundamentadas medidas de manejo ideal a essa pescaria, visto que, atualmente, mais de 66% dos indivíduos *H. grisea* capturados no extremo oeste do Nordeste do Brasil ainda não atingiram a 1ª maturação sexual ( $\leq 13,00$  cm) e gera um produto final de baixo rendimento corporal que reflete diretamente no valor comercial.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, S.C., MILLS FLEMMING, J., WATSON, R., LOTZE, H.K., BOGRAD, S.J., (2011). Rapid global expansion of invertebrate fisheries: trends, drivers, and ecosystem effects. **PLoS One**. 6, e14735.
- ANDERSON, S.C, JOANNA MILLS FLEMMING, REG WATSON3 & HEIKE K LOTZE. (2010). Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. Blackwell Publishing Ltd, **Fish and Fisheries**.
- BAINE, M. (2004). From the sea to the market place: an examination of the issues, problems and opportunities in unravelling the complexities of sea cucumber fisheries and trade. In: *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management*. **FAO Fisheries Technical Paper** 463. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 119–131.
- BERKES, F., MAHON, R. AND MCCONNEY, P. (2001). *Managing Small-Scale Fisheries: Alternative Directions and Methods*. **IDRC (International Development Research Centre)**, Ottawa.
- BOLETIM ESTATISTICO DA PESCA E AQUICULTURA (2010). Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília.
- BROWN, E.O., PEREZ, M.L., GARCES, L.R., RAGAZA, R.J., BASSIG, R.A. AND ZARAGOZA, E.C. (2010). Value Chain Analysis for Sea Cucumber in the Philippines. **The WorldFish Center**, Penang.
- CAMPOS, MA. DE LA LUZ. (1996). Secado de pepino de mar. **Oceanologia**. Volume 3. Number 11. Jul-Sep. pa 97-104, México.
- CAMPOS, J.N.B.; STUDART, T. (2003). Climatologia. **In: A zona costeira do Estado do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada**. Coord. Alberto Alves Campos [*et al*]. Fortaleza. AQUASIS, p: 51-53.
- CHONG N.V.W., PINDI W., FOOK-YEE CHYE, SHARIFUDIN MD SHAARANI, JAU-SHYA LEE. (2015). Effects of Drying Methods on the Quality of Dried Sea Cucumbers from Sabah – A Review. **International Journal of Novel Research in Life Sciences**. Vol. 2, Issue 4, pp: (49-64), Month: July – August. Available at: [www.noveltyjournals.com](http://www.noveltyjournals.com)
- CHOO, P. (2008a). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Asia. In: *Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade*. **Fisheries and Aquaculture Technical Paper** 516. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 81–118.
- CHOO, P.S. (2008b). The Philippines: a hotspot of sea cucumber fisheries in Asia. In: *Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade* (eds V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos), **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper** No. 516, FAO, Rome, pp. 119–142.

CLARKE, S. (2004) Understanding pressures on fishery resources through trade statistics: a pilot study of four products in the Chinese dried seafood market. *Fish and Fisheries* 5, 53–74.

CONAND, C. (1990). The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2: Holothurians. **FAO Fisheries Technical Paper**. v. 2. n. 272. p. 143.

CONAND, C. (1998) Overexploitation in the present world sea cucumber fisheries and perspectives in mariculture. In: *Echinoderms: San Francisco: Proceedings of the Ninth International Echinoderm Conference, San Francisco, California, USA, 5–9 August* (eds R. Mooi and M. Telford). A.A. Balkema, Rotterdam, pp. 449–454.

CONAND, C. (2001) Overview of sea cucumbers fisheries over the last decade – what possibilities for durable management? In: *Echinoderms 2000* (ed. J.M. Baker). Swets & Zeitlinger, Lisse, pp. 339–344.

CONAND, C.; POLIDORO B.; MERCIER A.; GAMBOA R.; HAMEL J-F.; PURCELL S. (2014). The IUCN Red List assessment of aspidochirotid sea cucumbers and its implications. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin #34**.

CONAND, C. (2008) Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. In: *Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade, Vol. 516*. (eds V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos), **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper** No. 516, FAO, Rome, pp. 143–193.

DIAS, I.F. (2012). **Distribuição espaço-temporal e densidade populacional de *Holothuria (Halodeima) grisea* (Holothuroidea: Aspidochirotida) na praia de Bitupitá, Ceará, Nordeste do Brasil**. Dissertação, Universidade Federal do Ceará, Brazil.

DIMOCK, R.V., (1977). Effects of evisceration on oxygen consumption by *Stichopus parvimensis* (Echinodermata: Holothuroidea). - **J. exp. mar. Biol. Ecol.** 28: 125-132.

DUAN, X., ZHANG, M., MUJUMDAR, A. S., & WANG, S. (2010). Microwave freeze drying of sea cucumber (*Stichopus japonicus*). **Journal of Food Engineering**, Vol. 96, No. 4, pp. 491–497. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.08.031>.

ERIKSSON, H.B., DE LA TORRE-CASTRO, M., EKLOF, J. AND JIDDAWI, N. (2010). Resource degradation of the sea cucumber fishery in Zanzibar, Tanzania: a need for management reform. **Aquatic Living Resources** 23, 387–398.

ERIKSSON, H. B., OSTERBLOM, H., CRONA, B., TROELL, M., ANDREW, N. L., WILEN, J. AND FOLKE, C. (2015). Contagious exploitation of marine resources. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 13 (8), 435-440.

FAO. (2008). *Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade*. **Technical Report** 516, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO (2010) *The State of World Fisheries and Aquaculture*. **FAO Fisheries and Aquaculture Department**, Rome.

FERDOUSE, F. (2004). World markets and trade flows of sea cucumber/beche-de-mer INFOFISH, Kuala Lumpur, Malaysia, **Fisheries Technical Paper** 463- Advances in sea cucumber aquaculture and management.

HADEL, F.V., MONTEIRO, A.M.V., DITADI, A.S.F., TIAGO, C.G., TOMMASI, R. (1999). Invertebrados Marinhos: Echinodermata. In: Joly CA, Bicudo CEM (eds) **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese ao conhecimento ao final do século XX**. Workshop “Foundations for conservation of biodiversity of the State of Sao Paulo” held in Serra Negra, SP, Brazil, from July 30 to August 2, 1997.

HEARN, A., MARTINEZ, P. AND VERONICA, T.G. (2005) Population dynamics of the exploited sea cucumber *Isostichopus fuscus* in the western Galápagos Islands, Ecuador. **Fisheries Oceanography** 14, 377–385.

HENDLER G, MILLER JE, PAWSON DL & PM KIER. (1995). **Sea stars, sea urchins, and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean**. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 390 pp.

HERRERO-PÉREZRUL, M.D., REYES-BONILLA, F. GARCIA DOMÍNGUEZ Y C.E. CINTRA BUENROSTRO. (1999). Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the Southern Gulf of California, México. *Mar. Biol.* 135:521-532.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. (2007). **Estatísticas da Pesca 2007. BRASIL. Grandes regiões e Unidades da Federação**. Brasília.

KINCH, J.; PURCELL, S.; UTHICKE, S.; FRIEDMAN, K. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the Western Central Pacific. In V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos. **Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**. No. 516. Rome, FAO. pp. 7–55.

LAWRENCE, J. M. (1987). A functional biology of echinoderms. Baltimore: **The Johns Hopkins University Press**. 340 p.

LEITE-CASTRO, V. L., SOUZA, J.J., SALMITO-VANDERLEY, B. S. C., NUNES, F. J., HAMEL, F. J., MERCIER, A. (2016). Reproductive biology of the sea cucumber *Holothuria grisea* in Brazil: importance of social and environmental factors in breeding coordination. **Marine Biology** 163:67.

LIMA-VERDE, J. S. (1969). Primeira contribuição ao inventário dos Echinodermas do Nordeste Brasileiro. **Arquivo ciências do Mar**, v.9, n.1, p. 9-13.

LIMA. R.P.N., VENTURA C.R.R. AND CAMPOS-CREASEY L.S. (2001). Gonad morphology and gametogenesis of the sea cucumber *Isostichopus badiionotus* from the southeast Brazil. p. 301–306. In: Fèral J.P. and David B. (eds). Proceedings of the 6th European Conference on Echinoderms. **Banyuls-sur-Mer**, France.

MENDES, F.M., MARENZI, A.W.C., DOMENICO, M.D. (2006). Population patterns and seasonal observations on density and distribution of *Holothuria grisea*

(Holothuroidea: Aspidochirotida) on the Santa Catarina Coast, Brazil. **SPC Beche-demer Inf Bull** 23:5–10.

PURCELL S. W. (2010). Managing Sea Cucumber Fisheries with an Ecosystem Approach. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 520**, FAO, Rome.

PURCELL S. W., ANNIE MERCIER, CHANTAL CONAND, JEAN-FRANÇOIS HAMEL, M VERÓNICA TORAL-GRANDA, ALESSANDRO LOVATELLI & SVEN UTHICKE. (2011). Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Blackwell Publishing Ltd, **Fish and Fisheries**.

PURCELL S.W., SAMYN Y. AND CONAND C. (2012). Commercially important sea cucumbers of the world. Rome, Italy: **Food and Agriculture Organization**. 150 p.

PURCELL, S.W., MERCIER, A., CONAND, C., HAMEL, J.-F., TORAL-GRANDA, M.V., LOVATELLI, A., UTHICKE, S. (2013). Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. **Fish Fish**. 14, 34–59.

PURCELL S.W. (2014a) Processing sea cucumbers into beche-de-mer: A manual for Pacific Island fishers. **Southern Cross University (SCU) and the Secretariat of the Pacific Community (SPC)**.

PURCELL S.W. (2014b) Value, Market Preferences and Trade of Beche-De-Mer from Pacific Island Sea Cucumbers. **PLoS ONE** 9(4): e95075. doi:10.1371/journal.

PRESCOTTE, J., VOGEL C. B., POLLOCK K. B., HYSON S. A., OKTAVIANIC, D., SISCO A. P. (2013). Estimating sea cucumber abundance and exploitation rates using removal methods. **Marine and Freshwater Research**. 64, 599–608.

SOUZA JUNIOR; PONTE, I.A.R; MELO COE; W.R. LOBO FARIAS; ANNIE MERCIER; JEAN-FRANÇOIS HAMEL. (2017). Analysis of sea cucumber fisheries in Brazil. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin**. (*in press*)

RABOANAIJOANA, H.Z. (2013). SCEAM Indian Ocean country report—Madagascar. In: FAO (Ed.), Report on the FAO Workshop on Sea Cucumber Fisheries: An Ecosystem Approach to Management in the Indian Ocean (SCEAM Indian Ocean), Mazizini, Zanzibar, the United Republic of Tanzania, 12–16 November 2012. **FAO Fisheries and Aquaculture Report**. No. 1038. FAO, Rome, pp. 58–64.

REYES-BONILLA, H. Y M.D. HERRERO PÉREZUL. (2003). Population parameters of an exploited population of *Isostichopus fuscus* (Holothuroidea) in the Southern Gulf of California, Mexico. **Fisheries Research**. 59:423-430.

ROCHA, R. M. (2006). Echinodermata. In: Ribeiro-Costa, C. S., Rocha R.M (Org). **Invertebrados: Manual de aulas práticas**. 2. Ed. Ribeirão Preto: Holos, Editora LtdaMe. p. 198-213.

SALGADO-ROGEL, PALLEIRO-NAYAR, RIVERA-ULLOA, AGUILAR-MONTERO, VÁZQUEZ-SOLÓRZANO Y JIMÉNEZ-QUIROZ. (2009). La pesquería y propuestas de manejo del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* em Baja California, México. **Ciencia Pesquera**, Vol. 17, núm. 1.

TIAGO, C.G. AND A.S.F. DITADI. (2001). Holothurians from the Brazilian coast: a historical survey. p. 379-384. In Barker, M. (ed.) Echinoderms 2000. Proceedings of the 10th International Echinoderm Conference, Dunedin, New Zealand. Swets and Zeitlinger. Lisse (Balkema).

TOMMASI L.R. (1969). Lista dos Holothuroidea recentes do Brasil. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, série **Oceanografia Biológica**, São Paulo 15:1–29.

TORAL-GRANDA, V. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Latin America and the Caribbean. In V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos (eds). Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**. No. 516. Rome, FAO. 2008. pp. 213–229.

WEN, J., HU, C., FAN, S. (2010). Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. **J Sci Food Agri** 90: 2469–2474.

### **3 Condições sanitárias e qualidade microbiológica do pepino do mar *Holothuria grisea* Selenka, 1867 (Echinodermata: Holothuroidea) processado artesanalmente por comunidades costeiras do extremo oeste do Ceará, Nordeste do Brasil**

#### **RESUMO**

Patógenos potenciais estão presentes no ambiente marinho e associados aos organismos desse habitat. O pepino do mar (*Holothuria*), por ser um organismo bentônico, é constantemente exposto às altas concentrações de bactérias, vírus e fungos podendo servir como veículos de entrega de agentes patogênicos ao corpo humano quando consumidos, representando uma ameaça à saúde pública. No Ceará, nordeste brasileiro, a *Holothuria grisea* é a espécie alvo da atividade pesqueira, processamento artesanal e comercialização de pepino do mar. Desse modo, o propósito da pesquisa foi avaliar as condições higiênico-sanitárias no processamento artesanal e a qualidade microbiológica do pepino do mar (*H. grisea*) em duas comunidades pesqueiras no extremo oeste do litoral do Ceará, Brasil. Para tanto, foi aplicado esforço amostral de seis dias consecutivos, em cada comunidade, no período de junho a julho/2016. Foram observadas as condições higiênico-sanitárias das estruturas de cocção e secagem e da rotina de manuseio e, coletados três lotes, com 40 gramas cada, de pepino do mar cozido e desidratado, em ambas as comunidades para análise microbiológica do recurso por meio da quantificação de *Estafilococos* coagulase positiva, da determinação do número mais provável de coliformes termotolerantes, da investigação de *Salmonella* e contagem de *Vibrio*. Foi verificada condições sanitárias inadequadas nos locais de processamento dos pepinos do mar, como a presença de animais (principalmente aves) em contato direto com o pescado durante uma etapa do processamento (secagem ao sol), lixo espalhado na área do entorno, piso de terra, ausência de iluminação elétrica e água potável, dentre outros. Apesar da baixa infraestrutura dos locais de processamento todas as amostras estavam dentro dos parâmetros bacteriológicos estabelecidos pela legislação nº 12/2001, ANVISA e, para a contagem de *Vibrio* foi verificada a presença dessas bactérias marinhas nas amostras de pepino desidratado em 50% dos lotes analisados. Concluímos que apesar do recurso ficar exposto a condições que favorecem proliferações de patógenos, os resultados do estudo estavam de acordo com o estabelecido pela legislação brasileira utilizada para pescado pré-cozido, o que não exime aos responsáveis dos locais de processamento de aplicar esforços que garantem melhorias nas condições higiênico sanitárias do processamento artesanal deste recurso.

**Palavras-chaves:** Holothuria. Análise microbiológica. Nordeste do Brasil.

### ABSTRACT

Potential pathogens are present in the marine environment and associated with organisms of this habitat. The sea cucumber (Holothuria), being a benthic organism, is constantly exposed to high concentrations of bacteria, viruses and fungi and can serve as vehicles for delivery of pathogens to the human body when consumed, posing a threat to public health. In Ceará, northeast Brazil, *Holothuria grisea* is the target species for fishing activity, artisanal processing and marketing of sea cucumber. Thus, the purpose of the research was to evaluate the hygienic-sanitary conditions in the artisanal processing and the microbiological quality of the sea cucumber (*H. grisea*) in two fishing communities in the extreme west of the coast of Ceará, Brazil. For that, a sample effort of six consecutive days was applied in each community, from June to July / 2016. The hygienic-sanitary conditions of the cooking and drying structures and the handling routine were observed, and three batches of 40 grams each of boiled and dehydrated sea cucumber were collected in both communities for microbiological analysis of the resource by quantification of Staphylococcus coagulase positive, determination of the most probable number of thermotolerant coliforms, Salmonella investigation and Vibrio count. Inadequate sanitary conditions were observed at sea cucumber processing sites, such as the presence of animals (mainly birds) in direct contact with the fish during a processing step (drying in the sun), scattered litter in the surrounding area, earthen floor, absence of electric lighting and drinking water, among others. Despite the low infrastructure of the processing sites, all the samples were within the bacteriological parameters established by the current legislation and for the Vibrio count the presence of these marine bacteria in the dehydrated cucumber samples was verified in 50% of the lots analyzed. We conclude that although the resource is exposed to conditions that favor pathogen proliferation, the results of the study were in accordance with the Brazilian legislation used for precooked fish, which does not exempt the responsible of the processing places from applying efforts that guarantee hygienic sanitary conditions of the artisanal processing of this resource.

**Key words:** Holothuria. Microbiological analysis. Northeast of Brazil.

## INTRODUÇÃO

Dentre os grupos de invertebrados explorados mundialmente pela pesca, os pepinos do mar (Classe Holothuroidea) têm tido destaque como um recurso pesqueiro altamente valorizado (ANDERSON, 2010), sendo comercializado em diversas categorias: vivo, fresco, resfriado, congelado, seco, defumado e ainda sobre várias formas de desidratação (CONAND, 1990).

Devido as suas propriedades nutricionais e curativas, tais como a rica presença de proteínas, aminoácidos importantes e certos componentes bioativos (e.g. mucopolissacarídeos e sulfato de condroitina), os pepinos do mar são consumidos há séculos, principalmente pelos asiáticos (BORDBAR *et al.*, 2011; WEN *et al.*, 2010). As técnicas de pesca, o manuseio e o processamento são semelhantes para as diferentes espécies, apresentando poucas exceções (PURCELL, 2011).

No Brasil, a espécie *Holothuria grisea* é encontrada em abundância ao longo da costa desde a região Nordeste (2°S 41°W) ao Sul de Santa Catarina (29°S 49°W), nas zonas entremarés, na base de rochas e em contato com a areia de fundo (TOMMASI, 1969; MENDES *et al.*, 2006; ROCHA, 2006). No nordeste brasileiro, a espécie apresenta maiores densidades no estado do Ceará onde foi localizada atividade pesqueira, processamento artesanal e comercialização da *H. grisea* em uma comunidade costeira (SOUZA JUNIOR. *et al.*, 2017).

Comumente, em comunidades costeiras tropicais, o processamento de pepinos do mar versa na cocção do recurso eviscerado seguido da desidratação. A exigência de um produto final bem processado, geralmente, é manifestada por consumidores de pepinos do mar adeptos de longa data, porém a técnica artesanal mais utilizada e antiga consiste na secagem do recurso exposto ao sol o que resulta em baixo controle de qualidade higiênico-sanitária do local, do manuseio e do produto final (PURCELL *et al.*, 2016; CHONG *et al.*, 2015).

Problemas relacionados às instalações e ao manuseio dos pepinos do mar são semelhantes em vários lugares do mundo. A infraestrutura para o processamento de pepinos do mar pode ser classificada em três categorias: baixa, intermediária e suficiente. Esta classificação está relacionada à ausência de água potável, ao material do piso e teto, presença ou ausência de canal de drenagem dentre outros (DOF, 2015). Instalações bem equipadas geram uma mercadoria de melhor qualidade, visto que, evitam a exposição do recurso a

contaminantes físicos (poeiras) e biológicos (micróbios e pragas, como ratos, insetos ou outros vetores) (PURCELL, 2014a; KARATHANOS & BELESSIOTIS, 1995).

Diferentes técnicas são utilizadas no processamento de pepinos do mar e resultam em efeitos diferentes sobre qualidade física, química, microbiológica e sensorial (HONEY-ESCANDON *et al.*, 2015). A técnica tradicional é relacionada à um produto com odor e sabor característicos nos pontos de comercialização, entretanto, novas técnicas trazem aspectos positivos, com relação a qualidade do produto, como a secagem rápida em cabines que atingem altas temperaturas reduzindo o risco de contaminação microbiana quando comparado à secagem ao sol (CHONG *et al.*, 2015).

Infecções e intoxicações de origem alimentar são causadas pela ingestão de microrganismos patogênicos ou suas toxinas. À vista disso, uma série de testes microbiológicos são utilizados por autoridades em todo o mundo para verificação do estado microbiológico de consumo de recursos pesqueiros em geral (SCIORTINO & RAVIKUMAR, 1999). No Brasil, a regulamentação, o controle e a fiscalização dos produtos e serviços que envolvem riscos à saúde pública são promovidos por finalidade institucional pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2001).

Patógenos potenciais estão presentes no ambiente marinho e associados aos organismos desse habitat (BONDE, 1977; UNKLES, 1977). O pepino do mar, por ser um organismo bentônico, é constantemente exposto às altas concentrações de bactérias, vírus e fungos (SUN & CHEN, 1989) podendo servir como veículos de entrega de agentes patogênicos ao corpo humano quando consumidos, representando uma ameaça à saúde pública (JIANG, 2014).

Apesar da pesca e comercialização frequente de pepinos do mar no Brasil, ainda existe pouco conhecimento do público em geral e dos órgãos fiscalizadores sobre o esforço de pesca sobre essas populações tanto quanto sobre a qualidade e segurança do produto que é comercializado. Desse modo, o propósito da pesquisa foi avaliar as condições higiênico-sanitárias no processamento artesanal e a qualidade microbiológica do pepino do mar (*H. grisea*) em duas comunidades pesqueiras no extremo oeste do litoral do Ceará, Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Locais de coletas**

As amostragens foram realizadas em duas comunidades do município de Camocim, litoral oeste do Ceará, que desempenham o processamento artesanal para o comércio de pepinos do mar secos: comunidade pesqueira da periferia de Camocim (2°53'20.55"S, 40°50'50.34"O) e vila pesqueira de Xavier (2°53'49.55"S , 41° 3'51.02"O). As coletas ocorreram no período de junho a julho/16.

### **Procedimentos de coleta**

Em cada comunidade foi aplicado um esforço amostral de seis dias consecutivos, para coleta de três lotes, com 40 gramas cada, de pepino do mar pós-cozido e desidratado. Cada lote foi proveniente de três processamentos realizados em dias diferentes. Para a coleta dos lotes com amostras desidratadas foram aguardado três dias, período mínimo necessário para a secagem ao sol dos pepinos.

Os três lotes provenientes da vila de Xavier contendo amostras cozidas foram identificados com a sigla PX e números 1,2,3. O mesmo procedimento foi adotado para os lotes contendo amostras secas, porém a sigla utilizada foi PSX. Os três lotes com amostras cozidas provenientes de Camocim foram registrados com PC (1,2,3) e PSC (1,2,3) para os que continham amostras secas. Para tanto, foram utilizadas caixas isotérmicas para o acondicionamento das amostras e acrescentado gelo nas que continham pepinos do mar cozido.

Em ambos os locais de coleta foram observadas as condições higiênico-sanitárias das estruturas de cocção e secagem e da rotina de manuseio a fim de determinar possíveis fontes contaminantes durante as etapas do processamento do pescado.

## **Análises microbiológicas**

### **Preparação das amostras**

Em laboratório, as amostras foram maceradas separadamente por lotes para serem homogeneizadas utilizando como diluente solução salina 1% de NaCl para *Vibrio spp.*, e solução salina a 0,85% de NaCl para análises de Estafilococos coagulase positiva e coliformes termotolerantes (CT).

Dez gramas (10g) das amostras foram maceradas e homogeneizadas em 90 ml de solução salina (correspondendo à diluição  $10^{-1}$ ). Diluições seriadas foram feitas até  $10^{-5}$ .

### **Contagem de *Vibrio***

Das diluições em solução salina 1 % foi tomada uma alíquota de 100  $\mu$ L e inoculada em placas do meio de cultura ágar TCBS (Tiosulfato-Citrato Bile-Sacarose) através da técnica de *spread plate* com auxílio de um bastão de vidro em “L” (alça de Drigalski) e incubadas a 35 °C por 24 horas. Após o período de incubação foram contadas sobre a superfície do meio colônias características respeitando o intervalo de 25 (vinte e cinco) a 250 (duzentas e cinquenta) colônias por placa (DOWNES; ITO, 2001). O procedimento foi realizado em duplicata.

O resultado foi expresso em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por grama do produto.

### **Quantificação de Estafilococos coagulase positiva**

Para a quantificação de Estafilococos coagulase positivos foi utilizada uma alíquota de 100  $\mu$ L das diluições em solução salina 0,85 % e plaqueadas através da técnica de *spread plate* sobre a superfície do meio de cultura Ágar Baird Parker e incubadas a 35 °C por 48 h (DOWNES; ITO, 2001). O procedimento foi realizado em duplicata.

Após o período de incubação foram contadas as colônias características (colônias pequenas negras circundadas por um halo transparente) e o resultado expresso em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por grama do produto.

### **Determinação no número mais provável (NMP) de coliformes termotolerantes (CT)**

Para determinação do número mais provável de CT, foi empregada a técnica de fermentação em tubos múltiplos (FENG, WEAGANT & GRANT, 2002). Para tanto foi realizado o teste presuntivo, onde foram transferidas porções de 1 mL de cada diluição ( $10^{-5}$ ) em três tubos contendo Caldo Lauril Triptose, com tubos de Durham invertidos. Os tubos foram incubados a 35°C por 48 horas para verificação de turvação e produção de gás.

Após esse período, a partir dos tubos com resultado positivos (turbidez do meio), foram retiradas alçadas e inoculadas em meio EC com incubação a 45°C por 24h como prova confirmatória para CT.

Os resultados positivos foram anotados e levados a Tabela de Hoskins para determinação do Número Mais Provável de CT. Os resultados foram expressos em NMP de CT por grama do produto.

### **Investigação de *Salmonella***

A investigação da presença de *Salmonella* foi realizada segundo a técnica descrita por Wallace e Hammack (2009). Foram pesadas 10 gramas das amostras maceradas e colocadas em Caldo Lactosado e incubadas *overnight* em estufa a 35°C para uma etapa de pré-enriquecimento, para em seguida as amostras serem inoculadas em meios seletivos Agar Hektoen (colônias pequenas verdes e azuladas e com ponto negro no centro) e Agar Verde Brilhante (colônias vermelhas).

### **Análise dos dados**

As amostras foram analisadas de acordo com as determinações da legislação brasileira vigente para alimentos (BRASIL, 2001). Foram utilizados os parâmetros microbiológicos padrão exigidos na categoria para pescados pré-cozidos.

## RESULTADOS

### Avaliação das condições higiênico-sanitárias dos locais de processamento

O método e os materiais utilizados no processamento artesanal de pepinos do mar nos dois locais da pesquisa são equivalentes. A cocção ocorre em caldeirão de ferro com adição de sal grosso por duas horas e a secagem ao sol em lona posta sobre o solo, no quintal das casas dos intermediários primários de pepinos do mar (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma esquemático das etapas do processamento artesanal do pepino do mar *H. grisea* explotado no Ceará/BR.



Nos dois locais onde ocorre o processamento artesanal de pepinos do mar foi observada presença de lixo espalhado na área em torno, piso de terra, ausência de instalações cobertas e iluminação elétrica. Em Camocim foi observado uma drenagem de esgoto a céu aberto próximo ao local de cocção e secagem, além da falta de água potável para higienização das mãos e dos utensílios (Figura 2).

Figura 2. Esgoto aberto próximo ao local de cocção e secagem do recurso, em Camocim.



Fonte: Elaborado pela autora

Também foi registrada a presença de animais como, cachorro, galo, galinha e pato soltos com acesso aos pepinos do mar durante a secagem. Não existem armários para o acondicionamento dos materiais após o processamento, no qual os caldeirões e os monoblocos vazados utilizados para escoar a água da cocção e para guardá-los durante a noite ficam expostos ao ambiente e aos animais e em contato com o solo. (Figura 3a,b).

Durante a secagem ao sol foi observado o contato do recurso com a areia e pisoteio pelos responsáveis e por crianças que brincam no local, além da falta de higienização das mãos antes da manipulação do recurso.

Figura3. Secagem ao sol de pepino do mar *H. grisea*. (a) patos e galinhas sobre o recurso e monoblocos acondicionados em terra, em Camocim. (b) criança e animal pisoteando no recurso, em Xavier.



Fonte: Elaborado pela autora

## Análises microbiológicas

O resultado das análises microbiológicas para os pepinos do mar *H. grisea* cozidos e secos estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Resultado das análises microbiológicas do pepino do mar *H. grisea* processado (cozido e seco), onde PX<sub>1,2,3</sub> (pepinos cozidos provenientes de Xavier), PSX<sub>1,2,3</sub> (pepinos secos provenientes de Xavier), PC<sub>1,2,3</sub> (pepinos cozidos provenientes de Camocim) e PSC<sub>1,2,3</sub> (pepinos secos provenientes de Camocim).

Local de origem das amostras	Amostras	Coliformes a 45°C (NMP/g)	Contagem de Estafilococos (UFC/g)	Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	<i>Salmonella</i> (25 gramas)	<i>Vibrio spp.</i> (UFC/g)
Xavier	PX <sub>1</sub>	<3,0	<10	<10	nd	<10
	PSX <sub>1</sub>	<3,0	<10	<10	nd	<10
	PX <sub>2</sub>	<3,0	1,8x10 <sup>6</sup>	<10	nd	<10
	PSX <sub>2</sub>	<3,0	6,7x10 <sup>4</sup>	<10	nd	<10
	PX <sub>3</sub>	<3,0	1,0x10 <sup>5</sup> est	<10	nd	<10
	PSX <sub>3</sub>	<3,0	1,5x10 <sup>6</sup>	<10	nd	2,2x10 <sup>5</sup>
Camocim	PC <sub>1</sub>	<3,0	<10	<10	nd	<10
	PSC <sub>1</sub>	<3,0	3,1x10 <sup>4</sup>	<10	nd	<10
	PC <sub>2</sub>	<3,0	9x10 est	<10	nd	<10
	PSC <sub>2</sub>	<3,0	1,6x10 <sup>6</sup>	<10	nd	2,5x10 <sup>6</sup>
	PC <sub>3</sub>	<3,0	<10	<10	nd	<10
	PSC <sub>3</sub>	<3,0	9,9x10 <sup>3</sup>	<10	nd	1,1x10 <sup>4</sup>
	Parâmetros da legislação	10 <sup>2</sup>	-	5x10 <sup>2</sup>	Ausência em 25g	-

nd: não detectado; - parâmetro inexistente; est: parâmetro estimado

Todas as amostras estavam dentro dos parâmetros bacteriológicos estabelecidos pela legislação utilizada para pescado pré-cozido. Não foi detectado crescimento característico de bactérias entéricas (coliformes e *Salmonella*).

Também não foi confirmada a presença de bactérias do grupo Estafilococos coagulase positiva, entretanto foi verificado grande crescimento de colônias bacterianas sobre o meio seletivo Agar Baird Parker que foram negativas no teste de coagulase.

Já para a contagem de *Vibrio* foi verificado a presença dessas bactérias marinhas nas amostras de pepino desidratado em três dos seis lotes analisados, sendo um (PSX3) proveniente da vila pesqueira de Xavier e dois (PSC2 e PSC3) de Camocim.

## DISCUSSÃO

A duração das etapas de cocção e secagem no processamento artesanal de pepinos do mar *H. grisea* no nordeste do Brasil está de acordo com os procedimentos realizados em outras regiões e países produtores desse pescado (PURCELL *et al.*, 2016, 2011; CHONG *et al.*, 2015; RAM *et al.*, 2014; CONAND & BYRNE, 1993 ). Esses processos visam à redução da carga microbiana e são necessários uma vez que é reconhecida e comprovada a existência de associação epibiótica, entérica e até intracelular de bactérias com invertebrados marinhos (BONAR *et al.*, 1986), assim como o desenvolvimento de relações mutualistas entre equinodermas e colônias bacterianas (LUBCHENCO, 1994). Essas inter-relações ecológicas explicam o isolamento de grande diversidade de bactérias nos tecidos de holothurias que não apresentam sinais externos de infecção (FAROUK *et al.*, 2007). As características biológicas desses animais aquáticos tornam as etapas de processamento indispensáveis para redução dessa microbiota evitando assim, chegar ao consumidor um alimento com potencial risco a saúde.

Na ausência de parâmetros microbiológicos para esse tipo de produto, os resultados das amostras de pepino do mar foram comparados com os valores de pescado pré-cozido, considerando as etapas de pré-processamento, o que mais se aproxima ao produto final. De acordo com a legislação para pescado pré-cozido (BRASIL, 2001), esse produto deve apresentar limites para bactérias coliformes termotolerantes, *Estafilococos* coagulase positiva e *Salmonella*.

Os valores do NMP de coliformes termotolerantes encontrados nas amostras estão de acordo com o limite padrão vigente na legislação (BRASIL, 2001). Assim como para *Salmonella*, a presença de coliformes termotolerantes em alimentos está relacionado à má condição higiênico-sanitária durante as etapas do processamento (WEBSTER *et al.*, 2004), sendo o indicador de contaminação fecal mais frequentemente utilizado (VASCONCELOS *et al.*, 2006). Pesquisas acerca da microbiota de *Holothuria polii* crua apontam a presença de espécies de coliformes e *Salmonella* no intestino, gônada e no corpo externo do animal, assim como na água e no sedimento do entorno. Análises microbiológicas subsequentes mostraram ausência desses microrganismos nos tecidos dos animais, indicando o ambiente como a fonte contaminadora (OMRAN & ALLAM, 2012; OMRAN & EISSA, 2006).

A ausência de *Salmonella* nas amostras cozidas era esperada, uma vez que a bactéria é sensível ao calor (RODRIGUES, LÁZARO & REIS, 2007), ressaltando assim, a importância da padronização no tempo de cocção, já que a bactéria é frequentemente isolada

de corpos aquáticos, tanto marinhos como dulcícolas contaminados por esgotos (RODRIGUES, LÁZARO & REIS, 2007, MELO *et al.*, 1997).

Apesar dos registros das condições sanitárias inadequadas dos locais de processamento dos pepinos do mar, com a presença de animais (principalmente aves) em contato direto com o pescado na etapa de secagem ao sol, os resultados mostraram ausência de *Salmonella* em 25 gramas das amostras após secagem, apresentando conformidade com o parâmetro estabelecido pela legislação (BRASIL, 2001). Esse resultado não era esperado, visto que o habitat natural de bactérias do gênero *Salmonella* é o trato intestinal do homem e de outros animais, sendo eliminada em grande número nas fezes, contaminando o solo e a água (RODRIGUES, LÁZARO & REIS, 2007), podendo facilmente contaminar os pepinos do mar dispostos sobre lona. *Salmonella* é considerada um dos mais importantes patógenos zoonóticos de significância econômica mundial em humanos e animais. Essa zoonose responde por elevados índices de morbidade e mortalidade com ocorrência de surtos envolvendo, principalmente, o consumo de alimentos de origem animal, entre eles o pescado (COSTA *et al.*, 2012).

O resultado obtido para bactérias Estafilococos coagulase positiva mostrou-se em conformidade com o parâmetro estabelecido pela legislação analisada, assim como no estudo de Çakli *et al.*, (2004) com *H. tubulosa* após oito dias de secagem ao sol, onde não foi indicado nível crítico para o consumo ( $10^1$  UFC/g). Os resultados obtidos nesse estudo surpreendem, uma vez que foi observada falta de higienização das mãos pelos manipuladores durante as etapas do processamento artesanal, já que Estafilococos coagulase positiva são bactérias não marinhas, tendo o ser humano como a principal fonte de contaminação por meio do contato manual ou através do trato respiratório (tosse ou espirro) (LOIR *et al.*, 2003).

Pode-se verificar que a cocção dos pepinos do mar é uma etapa do processamento artesanal eficaz no controle de organismos patogênicos, entretanto, durante a etapa de secagem ao sol e vento observou-se contaminação do produto final com crescimento de colônias característica de *Vibrio* e Estafilococos coagulase negativa. Resultados similares foram observados durante a etapa de secagem ao sol no processamento artesanal de *H. tubulosa* na Turquia no qual houve crescimento de esporos aeróbios, *Estafilococos spp.* e leveduras durante três, cinco e oito dias de exposição ao sol e vento (ÇAKLI *et al.*, 2004).

O valor limite para o gênero *Vibrio* é estabelecido para pescados marinhos crus ( $10^3$  UFC/g) na legislação (BRASIL, 2001). Apesar do produto não se enquadrar nessa categoria, as análises realizadas para presença dessas bactérias marinhas nas amostras de

pepino do mar *H. grisea* mostraram valores acima desse limite, mesmo depois da cocção e secagem.

Nesse estudo, o crescimento de colônias característica do gênero *Vibrio* em 50% das amostras secas pode estar relacionado com o processamento térmico inadequado desse produto, sendo insuficiente para eliminar as bactérias do trato intestinal dos pepinos do mar que tem os vibrios como principais representantes (ENOMOTO *et al.*, 2012). O tempo de cocção inadequado aliado às condições de secagem pode ter promovido à multiplicação dessas bactérias no pepino do mar.

O gênero *Vibrio* é constituído por bactérias patogênicas que habitam ambientes costeiros e aquáticos tropicais (BERNBOM *et al.*, 2009), tendo espécies reconhecidamente patogênicas para humanos e relacionadas a surtos de doenças gastrointestinais envolvendo consumo de frutos do mar (SU & LIU, 2007).

Revisões acerca da microbiota de pepinos do mar (OMRAN & ALLAM, 2012; BOGATYRENKO & BUZOLEVA, 2016; JIANG *et al.*, 2014) não fornecem informações sobre análises de crescimento de *Vibrio spp.* em holothurias submetidas ao processo de secagem, porém o mesmo padrão foi encontrado em *Holothuria tubulosa* o qual não houve crescimento de colônias de *Vibrio spp.* após cocção (ÇAKLI *et al.*, 2004).

A grande quantidade de colônias Estafilococos coagulase negativa encontradas tanto nas amostras de *H. grisea* cozidas como nas secas ressalta a necessidade de uma maior atenção às praticas de higiene pelos manipuladores do recurso, visto que o gênero *Estafilococos* é o agente responsável por quase 50% das toxiinfecções no mundo. O controle das enterotoxicozes é possível, desde que sejam praticados hábitos de higiene nas etapas de produção de alimentos (STAMFORD *et al.*, 2006).

A utilização da salga em ambos os locais de processamento acompanhados pela pesquisa durante a etapa de cocção proporciona a desidratação osmótica nos pepinos do mar, favorecendo a inativação ou morte de células vivas que estejam presentes nesses organismos (KHAN, 2012).

Geralmente, os cuidados durante as etapas de processamento são procedidos em virtude da atribuição de preços mais elevados ao produto final que apresenta boa qualidade em relação à forma, cheiro, textura e tamanho (PURCELL, 2014b), sendo deixada para segundo plano a preocupação com a qualidade de consumo. Nos locais de processamento artesanal da pesquisa, além da falta de controle higiênico-sanitário foi observado o desinteresse de gerar produtos atraentes, visto o frequente pisoteio além do contato do recurso

com areia. Tal desprendimento pode ser explicado devido à comercialização de pepinos do mar *H. grisea* no oeste do Ceará que apenas leva em consideração o peso do produto.

## **CONCLUSÕES**

A ausência de valores alarmantes nos parâmetros microbiológicos medidos não exime a necessidade urgente de melhorias às condições higiênico-sanitária do processamento do produto, visto que a infraestrutura de ambas as comunidades estudadas que realizam o processamento artesanal de pepinos do mar possuem condições para serem categorizadas como de baixa infraestrutura.

## REFERENCIAS

- ANDERSON S.C., JOANNA MILLS FLEMMING, REG WATSON<sup>3</sup> & HEIKE K LOTZE. (2010). Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. Blackwell Publishing Ltd, **Fish and Fisheries**.
- BERNBOM N, NG YY, PALUDAN-MÜLLER C, GRAM L. (2009). Survival and growth of Salmonella and Vibrio in som-fak, a Thai low-salt garlic containing fermented fish product. *Int J Food Microbiol* 134(3):223-9.
- BOGATYRENKO E. A. AND BUZOLEVA L.S. (2016). Characterization of the Gut Bacterial Community of the Japanese Sea Cucumber *Apostichopus japonicus*. **Microbiology**, Vol. 85, No. 1, pp. 116–123.
- BONAR DB, WEINER RM AND RITA R. (1986). Microbialinvertebrate interactions and potential for biotechnology. **Microbial Ecology** 12: 101–110.
- BONDE GJ. (1977). Bacterial indication of water pollution. In: Droop MR and Jannasch HW (ed) **Advances in Aquatic Microbiology**, vol. 1. New York, NY: Academic Press, pp. 273–364.
- BORDBAR, S., ANWAR, F., SAARI, N. (2011). High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods. A review. **Mar Drugs** 9: 1761–1805.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**.
- ÇAKLI Ş., CADUN A., KIŞLA D. & DINÇER T. (2004). Determination of Quality Characteristics of *Holothuria tubulosa*, (Gmelin, 1788) in Turkish Sea (Aegean Region) Depending on Sun Drying Process Step Used in Turkey. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Vol. 13(3).
- CHANTAL CONAND and MARIA BYRNE. (1993). A Review of Recent Developments in the World Sea Cucumber Fisheries. **Marine Fisheries Review**, 55(4).
- CHONG N.V.W., Wolyna Pindi, Fook-Yee Chye, Sharifudin Md Shaarani, Jau-Shya Lee. (2015). Effects of Drying Methods on the Quality of Dried Sea Cucumbers from Sabah – A Review. **International Journal of Novel Research in Life Sciences**. Vol. 2, Issue 4, pp: (49-64), Month: July – August. Available at: [www.noveltyjournals.com](http://www.noveltyjournals.com)
- CONAND, C. (1990). The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2: Holothurians. **FAO Fisheries Technical Paper**. v. 2. n. 272. p. 143.
- COSTA, R. A., DE CARVALHO, F. C. T., & DOS FERNANDES VIEIRA, R. H. S. (2012). **Antibiotic Resistance in Salmonella: A Risk for Tropical Aquaculture**. Cap. 11. Pp. 195-2016. INTECH Open Access Publisher.

DOF- Diario Oficial de la Federación. (2015). **Acuerdo por el que se da a Conocer el Plan de Manejo Pesquero de Pepino de Mar Café (*Isostichopus Badionotus*) y Lápiz (*Holothuria Florida*) en la Península de Yucatán.** México, D.F.

DOWNES, M. P.; ITO, K. (2001). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 4th ed., Washington: Ed. APHA, p. 67.

ENOMOTO, M., NAKAGAWA, S., & SAWABE, T. (2012). Microbial communities associated with holothurians: presence of unique bacteria in the coelomic fluid. **Microbes and Environments**, 27(3), 300.

FAROUK A, GHOUSE FA AND RIDZWAN BH. (2007). New bacterial species isolated from Malaysian sea cucumbers with optimized secreted antibacterial activity. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology** 3(2): 64–69.

FENG, P.; WEAGANT, S. D., GRANT, M. (2002). A Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. In: U.S. Food and Drugs Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition. **Bacteriological Analytical Manual online.** FDA/CFSAN. Chapter 4.

HONEY-ESCANDON, M., ARREGUIN-ESPINOSA, R., SOLIS-MARIN, F. A., & SAMYN, Y. (2015). Biological and Taxonomic Perspective of Triterpenoid Glycosides of Sea Cucumbers of the Family Holothuriidae (Echinodermata, Holothuroidea). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Vol. 180, pp. 16 – 39.

JIANG, Y., YAO, L., LI, F., TAN, Z., ZHAI, Y. AND WANG, L. (2014). Characterization of antimicrobial resistance of *Vibrio parahaemolyticus* from cultured sea cucumbers (*Apostichopus japonicas*). **Letters in Applied Microbiology** 59: 147–154.

KARATHANOS, V. T. AND BELESSIOTIS. (1995). Sun and artificial air drying kinetics of some Agricultural products. **Journal of Food Engineering**, 31(1):35-46.

KHAN, M. Osmotic dehydration technique for fruit preservation - A review. (2012). PAK. J. **Food Sci.**, Vol. 22, No.2: 71 – 85, 2012.

LOIR Y.L, BARON F. AND GAUTIER M. (2003). Staphylococcus aureus and food poisoning. **Genetic and molecular research.**

LUBCHENCO J, OLSEN AM, BRUBAKER LB, CARPENTER SR, HOLLAND MM, HUBBELL SP ET AL. (1994). The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda. **Ecology** 72: 371–412.

MELO, M. T. D.; VIEIRA, R. H.; SAKER-SAMPAIO, S.; HOFER, E. Coliforms and *Salmonella* in seawater near to domestic sewage sources in Fortaleza (Ceará, Brazil). **Microbiologia SEM.**, Madrid, v.13, n. 4, p. 463-470, dec. 1997.

MENDES, F.M., MARENZI, A.W.C., DOMENICO, M.D. (2006). Population patterns and seasonal observations on density and distribution of *Holothuria grisea* (Holothuroidea: Aspidochirotida) on the Santa Catarina Coast, Brazil. **SPC Beche-demer Inf Bull** 23:5–10.

NAHLA EE OMRAN AND NANIS G ALLAM. (2012). Screening of microbial contamination and antimicrobial activity of sea cucumber *Holothuria polii*. **Toxicology and Industrial Health** 29(10).

OMRAN NEE, EISSA SH. (2006). An investigation on pathogenic micro-organisms of *Paracentrotus lividus* (Echinoidea) and *Holothuria polii* (Holothuroidea) in Mediterranean Sea, Egypt. **Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fishery** 10(4): 21–31.

PURCELL S.W., ANNIE MERCIER, CHANTAL CONAND, JEANFRANÇOIS HAMEL, M VERÓNICA TORAL-GRANDA, ALESSANDRO LOVATELLI & SVEN UTHICKE. (2011). Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Blackwell Publishing Ltd, **Fish and Fisheries**.

PURCELL S.W., POASI NGALUAFE, KARIBANANG T. ARAM, WATISONI LALAVANUA. 2016. Variation in postharvest processing of sea cucumbers by fishers and commercial processors among three Pacific Island countries. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin** #36 – March.

PURCELL S.W. (2014a). Processing sea cucumbers into beche-de-mer: A manual for Pacific Island fishers. **Southern Cross University (SCU) and the Secretariat of the Pacific Community (SPC)**.

PURCELL S.W. (2014b) Value, Market Preferences and Trade of Beche-De-Mer from Pacific Island Sea Cucumbers. **PLoS ONE** 9(4): e95075. doi:10.1371/journal.

RAM R, CHAND RV, SOUTHGATE PC (2014). Effects of Processing Methods on the Value of Bêche-de-mer from the Fiji Islands. **J Marine Sci Res Dev** 4: 152. doi:10.4172/2155-9910.1000152.

ROCHA, R. M. (2006). Echinodermata. In: Ribeiro-Costa, C. S., Rocha R.M (Org). **Invertebrados: Manual de aulas práticas**. 2. Ed. Ribeirão Preto: Holos, Editora LtdaMe. p. 198-213.

RODRIGUES, D. P.; LÁZARO, N. S.; REIS, E. M. F. **Manual de procedimentos para diagnóstico laboratorial de *Salmonella* spp.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2007. (Manual Técnico).

SCIORTINO J.A; RAVIKUMAR R. (1999). Chapter 5 - Fish Quality Assurance. Fishery Harbour Manual on the Prevention of Pollution - **Bay of Bengal Programme, Madras, Índia**.

SOUZA JUNIOR J.; PONTE, I.A.R; MELO COE; W.R. LOBO FARIAS; ANNIE MERCIER; JEAN-FRANÇOIS HAMEL. (2017). Analysis of sea cucumber fisheries in Brazil. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin**. (*in press*)

SU, Y.C. AND LIU, C. (2007). *Vibrio parahaemolyticus*: a concern of seafood safety. **Food Microbiol** 24, 549–558.

- STAMFORD. T. L. M; SILVA. C. G. M; MOTA. R. A.; CUNHA NETO. A. (2006). Enterotoxigenicity of *Staphylococcus* spp. isolated of milk in natura. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.26 no.1.
- SUN Y, CHEN D. (1989). Study of in vitro and in vivo physical characters of different types of microbes in sea cucumber. **Oceanologia et Limnologia Sinica** 20: 300–307.
- TOMMASI L.R. (1969). Lista dos Holothuroidea recentes do Brasil. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, série **Oceanografia Biológica**, São Paulo 15:1–29.
- UNKLES SE. (1977). Bacterial flora of sea urchin, *Echinus esculentus*. **Applied Environmental Microbiology**. 34: 347–450.
- VASCONCELOS, U.; CALAZANS, G. M. T.; ANDRADE, M. A. G. de; MEDEIROS, L. V. (2006). Evidência do antagonismo entre *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias indicadoras de contaminação fecal em água. **Hig. Aliment**, São Paulo, v. 21, n. 140, p. 127-130.
- WALLACE, H. A.; HAMMACK, T. S. (2009). *Salmonella*. In: U.S. Food and Drugs Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition. **Bacteriological Analytical Manual online**. FDA/CFSAN.
- WEBSTER,L.F.; THOMPSON, B. C.; FULTON, M. H.; CHESTNUT, D. E.; VAN DOLACH, R. F.; LEIGHT, A. K.; SCOTT, G. I. (2004). Identification of source of *Escherichia coli* in South Carolina estuaries uses antibiotic resistance analysis. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, Amsterdam, v.298, n.2, p.179-195.
- WEN, J., HU, C., FAN, S. (2010). Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. **J Sci Food Agri** 90: 2469–2474.
- LOIR Y.L, BARON F. AND GAUTIER M. (2003). *Staphylococcus aureus* and food poisoning. **Genetic and molecular research**.

## 4 CONCLUSÃO

A pesca de pepinos do mar no Ceará, Nordeste do Brasil se enquadra como uma atividade ilegal, não reportada e não regularizada no âmbito nacional que veem desempenhando um papel importante para a região, pois gera fonte de renda alternativa às comunidades costeiras que enfrentam diariamente as consequências da má distribuição de renda do País.

Desse modo, enfatizamos a necessidade de atenção dos órgãos ambientais (regional e federal) a esse recurso que está sendo explorado sem pesquisas prévias e sem fiscalização para que sejam fundamentadas medidas de manejo ideal à essa pescaria, visto que, atualmente, mais de 66% dos indivíduos *H. grisea* capturados no extremo oeste do Nordeste do Brasil ainda não atingiram a 1ª maturação sexual ( $\leq 13,00$  cm) e gera um produto final de baixo rendimento corporal que reflete diretamente no valor comercial.

À vista disso, sugerimos possíveis medidas de manejo (e.g. limite de tamanho de captura ( $>13,00$  cm), controle da quantidade de pescadores e padronização da temporada de defeso às comunidades pesqueiras), caso a pesca de pepinos do mar no Ceará/BR seja monitorada para que esse recurso venha a ser gerido de forma sustentável.

Em relação à infraestrutura dos locais de processamento e à qualidade microbiológica do produto final (pepino seco), apesar de todas as amostras estarem dentro dos parâmetros bacteriológicos estabelecidos pela legislação nº 12/2001, ANVISA, foi verificada a necessidade da aplicação de esforços que garantiriam melhorias nas condições higiênicas sanitárias do processamento artesanal do pepino do mar, uma vez que, este recurso fica exposto a condições que favorecem proliferações de patógenos devido à baixa infraestrutura dos locais de processamento.

## REFERENCIAS

- ANDERSON, S.C., MILLS FLEMMING, J., WATSON, R., LOTZE, H.K., BOGRAD, S.J., (2011). Rapid global expansion of invertebrate fisheries: trends, drivers, and ecosystem effects. **PLoS One**. 6, e14735.
- ANDERSON, S.C, JOANNA MILLS FLEMMING, REG WATSON<sup>3</sup> & HEIKE K LOTZE. (2010). Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. Blackwell Publishing Ltd, **Fish and Fisheries**.
- BAINE, M. (2004). From the sea to the market place: an examination of the issues, problems and opportunities in unravelling the complexities of sea cucumber fisheries and trade. In: *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management*. **FAO Fisheries Technical Paper** 463. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 119–131.
- BERKES, F., MAHON, R. AND MCCONNEY, P. (2001). *Managing Small-Scale Fisheries: Alternative Directions and Methods*. **IDRC (International Development Research Centre)**, Ottawa.
- BERNBOM N, NG YY, PALUDAN-MÜLLER C, GRAM L. (2009). Survival and growth of Salmonella and Vibrio in som-fak, a Thai low-salt garlic containing fermented fish product. *Int J Food Microbiol* 134(3):223-9.
- BOGATYRENKO E. A. AND BUZOLEVA L.S. (2016). Characterization of the Gut Bacterial Community of the Japanese Sea Cucumber *Apostichopus japonicus*. **Microbiology**, Vol. 85, No. 1, pp. 116–123.
- BONAR DB, WEINER RM AND RITA R. (1986). Microbialinvertebrate interactions and potential for biotechnology. **Microbial Ecology** 12: 101–110.
- BONDE GJ. (1977). Bacterial indication of water pollution. In: Droop MR and Jannasch HW (ed) **Advances in Aquatic Microbiology**, vol. 1. New York, NY: Academic Press, pp. 273–364.
- BORDBAR, S., ANWAR, F., SAARI, N. (2011). High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods. A review. **Mar Drugs** 9: 1761–1805.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**.
- BOLETIM ESTATISTICO DA PESCA E AQUICULTURA (2010). Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília.
- BROWN, E.O., PEREZ, M.L., GARCES, L.R., RAGAZA, R.J., BASSIG, R.A. AND ZARAGOZA, E.C. (2010). Value Chain Analysis for Sea Cucumber in the Philippines. **The WorldFish Center**, Penang.

CAMPOS, MA. DE LA LUZ. (1996). Secado de pepino de mar. **Oceanologia**. Volume 3. Number 11. Jul-Sep. pa 97-104, México.

CAMPOS, J.N.B.; STUDART, T. (2003). Climatologia. **In: A zona costeira do Estado do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada**. Coord. Alberto Alves Campos [et al]. Fortaleza. AQUASIS, p: 51-53.

ÇAKLI Ş., CADUN A., KIŞLA D. & DINÇER T. (2004). Determination of Quality Characteristics of *Holothuria tubulosa*, (Gmelin, 1788) in Turkish Sea (Aegean Region) Depending on Sun Drying Process Step Used in Turkey. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Vol. 13(3).

CHANTAL CONAND and MARIA BYRNE. (1993). A Review of Recent Developments in the World Sea Cucumber Fisheries. **Marine Fisheries Review**, 55(4).

CHONG N.V.W., PINDI W., FOOK-YEE CHYE, SHARIFUDIN MD SHAARANI, JAU-SHYA LEE. (2015). Effects of Drying Methods on the Quality of Dried Sea Cucumbers from Sabah – A Review. **International Journal of Novel Research in Life Sciences**. Vol. 2, Issue 4, pp: (49-64), Month: July – August. Available at: [www.noveltyjournals.com](http://www.noveltyjournals.com)

CHOO, P. (2008a). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Asia. In: *Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade*. **Fisheries and Aquaculture Technical Paper** 516. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 81–118.

CHOO, P.S. (2008b). The Philippines: a hotspot of sea cucumber fisheries in Asia. In: *Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade* (eds V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos), **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper** No. 516, FAO, Rome, pp. 119–142.

CLARKE, S. (2004) Understanding pressures on fishery resources through trade statistics: a pilot study of four products in the Chinese dried seafood market. *Fish and Fisheries* 5, 53–74.

CONAND, C. (1990). The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2: Holothurians. **FAO Fisheries Technical Paper**. v. 2. n. 272. p. 143.

CONAND, C. (1998) Overexploitation in the presente world sea cucumber fisheries and perspectives in mariculture. In: *Echinoderms: San Francisco: Proceedings of the Ninth International Echinoderm Conference, San Francisco, California, USA, 5–9 August* (eds R. Mooi and M. Telford). A.A. Balkema, Rotterdam, pp. 449–454.

CONAND, C. (2001) Overview of sea cucumbers fisheries over the last decade – what possibilities for durable management? In: *Echinoderms 2000* (ed. J.M. Baker). Swets & Zeitlinger, Lisse, pp. 339–344.

CONAND, C. (2008) Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. In: *Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade*, Vol. 516. (eds V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos), **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper** No. 516, FAO, Rome, pp. 143–193.

CONAND, C.; POLIDORO B.; MERCIER A.; GAMBOA R.; HAMEL J-F.; PURCELL S. (2014). The IUCN Red List assessment of aspidochirotid sea cucumbers and its implications. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin** #34 .

COSTA, R. A., DE CARVALHO, F. C. T., & DOS FERNANDES VIEIRA, R. H. S. (2012). **Antibiotic Resistance in Salmonella: A Risk for Tropical Aquaculture**. Cap. 11. Pp. 195-2016. INTECH Open Access Publisher.

DIAS, I.F. (2012). **Distribuição espaço-temporal e densidade populacional de *Holothuria (Halodeima) grisea* (Holothuroidea: Aspidochirotida) na praia de Bitupitá, Ceará, Nordeste do Brasil**. Dissertação, Universidade Federal do Ceará, Brazil.

DIMOCK, R.V., (1977). Effects of evisceration on oxygen consumption by *Stichopus parvimensis* (Echinodermata: Holothuroidea). - **J. exp. mar. Biol. Ecol.** 28: 125-132.

DOF- Diario Oficial de la Federación. (2015). **Acuerdo por el que se da a Conocer el Plan de Manejo Pesquero de Pepino de Mar Café (*Isostichopus Badionotus*) y Lápiz (*Holothuria Florida*) en la Península de Yucatán**. México, D.F.

DOWNES, M. P.; ITO, K. (2001). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed., Washington: Ed. APHA, p. 67.

DUAN, X., ZHANG, M., MUJUMDAR, A. S., & WANG, S. (2010). Microwave freeze drying of sea cucumber (*Stichopus japonicus*). **Journal of Food Engineering**, Vol. 96, No. 4, pp. 491–497. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.08.031>.

ERIKSSON, H.B., DE LA TORRE-CASTRO, M., EKLOF, J. AND JIDDAWI, N. (2010). Resource degradation of the sea cucumber fishery in Zanzibar, Tanzania: a need for management reform. **Aquatic Living Resources** 23, 387–398.

ERIKSSON, H. B., OSTERBLOM, H., CRONA, B., TROELL, M., ANDREW, N. L., WILEN, J. AND FOLKE, C. (2015). Contagious exploitation of marine resources. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 13 (8), 435-440.

ENOMOTO, M., NAKAGAWA, S., & SAWABE, T. (2012). Microbial communities associated with holothurians: presence of unique bacteria in the coelomic fluid. **Microbes and Environments**, 27(3), 300.

FAO. (2008). Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade. **Technical Report** 516, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO (2010) The State of World Fisheries and Aquaculture. **FAO Fisheries** and Aquaculture Department, Rome.

FAROUK A, GHOUSE FA AND RIDZWAN BH. (2007). New bacterial species isolated from Malaysian sea cucumbers with optimized secreted antibacterial activity. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology** 3(2): 64–69.

FENG, P.; WEAGANT, S. D., GRANT, M. (2002). A Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. In: U.S. Food and Drugs Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition. **Bacteriological Analytical Manual online**. FDA/CFSAN. Chapter 4.

FERDOUSE, F. (2004). World markets and trade flows of sea cucumber/beche-de-mer INFOFISH, Kuala Lumpur, Malaysia, **Fisheries Technical Paper** 463- Advances in sea cucumber aquaculture and management.

HADEL, F.V., MONTEIRO, A.M.V., DITADI, A.S.F., TIAGO, C.G., TOMMASI, R. (1999). Invertebrados Marinhos: Echinodermata. In: Joly CA, Bicudo CEM (eds) **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese ao conhecimento ao final do século XX**. Workshop “Foundations for conservation of biodiversity of the State of Sao Paulo” held in Serra Negra, SP, Brazil, from July 30 to August 2, 1997.

HEARN, A., MARTINEZ, P. AND VERONICA, T.G. (2005) Population dynamics of the exploited sea cucumber *Isostichopus fuscus* in the western Galápagos Islands, Ecuador. **Fisheries Oceanography** 14, 377–385.

HENDLER G, MILLER JE, PAWSON DL & PM KIER. (1995). **Sea stars, sea urchins, and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean**. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 390 pp.

HERRERO-PÉREZRUL, M.D., REYES-BONILLA, F. GARCIA DOMÍNGUEZ Y C.E. CINTRA BUENROSTRO. (1999). Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the Southern Gulf of California, México. *Mar. Biol.* 135:521-532.

HONEY-ESCANDON, M., ARREGUIN-ESPINOSA, R., SOLIS-MARIN, F. A., & SAMYN, Y. (2015). Biological and Taxonomic Perspective of Triterpenoid Glycosides of Sea Cucumbers of the Family Holothuriidae (Echinodermata, Holothuroidea). **Comparative Biochemistry and Physiology**, Vol. 180, pp. 16 – 39.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. (2007). **Estatísticas da Pesca 2007. BRASIL. Grandes regiões e Unidades da Federação**. Brasília.

JIANG, Y., YAO, L., LI, F., TAN, Z., ZHAI, Y. AND WANG, L. (2014). Characterization of antimicrobial resistance of *Vibrio parahaemolyticus* from cultured sea cucumbers (*Apostichopus japonicas*). **Letters in Applied Microbiology** 59: 147–154.

KARATHANOS, V. T. AND BELESSIOTIS. (1995). Sun and artificial air drying kinetics of some Agricultural products. **Journal of Food Engineering**, 31(1):35-46.

KHAN, M. Osmotic dehydration technique for fruit preservation - A review. (2012). PAK. J. **Food Sci.**, Vol. 22, No.2: 71 – 85, 2012.

LOIR Y.L, BARON F. AND GAUTIER M. (2003). *Staphylococcus aureus* and food poisoning. **Genetic and molecular research**.

KINCH, J.; PURCELL, S.; UTHICKE, S.; FRIEDMAN, K. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the Western Central Pacific. In V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos. Sea cucumbers. **A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**. No. 516. Rome, FAO. pp. 7–55.

LAWRENCE, J. M. (1987). A functional biology of echinoderms. Baltimore: **The Johns Hopkins University Press**. 340 p.

LEITE-CASTRO, V. L., SOUZA, J.J., SALMITO-VANDERLEY, B. S. C., NUNES, F. J., HAMEL, F. J., MERCIER, A. (2016). Reproductive biology of the sea cucumber *Holothuria grisea* in Brazil: importance of social and environmental factors in breeding coordination. **Marine Biology** 163:67.

LIMA-VERDE, J. S. (1969). Primeira contribuição ao inventário dos Echinodermas do Nordeste Brasileiro. **Arquivo ciências do Mar**, v.9, n.1, p. 9-13.

LIMA. R.P.N., VENTURA C.R.R. AND CAMPOS-CREASEY L.S. (2001). Gonad morphology and gametogenesis of the sea cucumber *Isostichopus badiionotus* from the southeast Brazil. p. 301–306. In: Fèral J.P. and David B. (eds). Proceedings of the 6th European Conference on Echinoderms. **Banyuls-sur-Mer**, France.

LOIR Y.L, BARON F. AND GAUTIER M. (2003). Staphylococcus aureus and food poisoning. **Genetic and molecular research**.

LUBCHENCO J, OLSEN AM, BRUBAKER LB, CARPENTER SR, HOLLAND MM, HUBBELL SP *ET AL*. (1994). The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda. **Ecology** 72: 371–412.

MELO, M. T. D.; VIEIRA, R. H.; SAKER-SAMPAIO, S.; HOFER, E. Coliforms and *Salmonella* in seawater near to domestic sewage sources in Fortaleza (Ceará, Brazil). **Microbiologia SEM**, Madrid, v.13, n. 4, p. 463-470, dec. 1997.

MENDES, F.M., MARENZI, A.W.C., DOMENICO, M.D. (2006). Population patterns and seasonal observations on density and distribution of *Holothuria grisea* (Holothuroidea: Aspidochirotida) on the Santa Catarina Coast, Brazil. **SPC Beche-demer Inf Bull** 23:5–10.

NAHLA EE OMRAN AND NANIS G ALLAM. (2012). Screening of microbial contamination and antimicrobial activity of sea cucumber *Holothuria polii*. **Toxicology and Industrial Health** 29(10).

OMRAN NEE, EISSA SH. (2006). An investigation on pathogenic micro-organisms of *Paracentrotus lividus* (Echinoidea) and *Holothuria polii* (Holothuroidea) in Mediterranean Sea, Egypt. **Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fishery** 10(4): 21–31.

PURCELL S. W. (2010). Managing Sea Cucumber Fisheries with an Ecosystem Approach. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper** No. 520, FAO, Rome.

PURCELL S.W., ANNIE MERCIER, CHANTAL CONAND, JEANFRANÇOIS HAMEL, M VERÓNICA TORAL-GRANDA, ALESSANDRO LOVATELLI & SVEN UTHICKE.

(2011). Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Blackwell Publishing Ltd, **Fish and Fisheries**.

PURCELL S.W., SAMYN Y. AND CONAND C. (2012). Commercially important sea cucumbers of the world. Rome, Italy: **Food and Agriculture Organization**. 150 p.

PURCELL, S.W., MERCIER, A., CONAND, C., HAMEL, J.-F., TORAL-GRANDA, M.V., LOVATELLI, A., UTHICKE, S. (2013). Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. **Fish Fish**. 14, 34–59.

PURCELL S.W. (2014a) Processing sea cucumbers into beche-de-mer: A manual for Pacific Island fishers. **Southern Cross University (SCU) and the Secretariat of the Pacific Community (SPC)**.

PURCELL S.W. (2014b) Value, Market Preferences and Trade of Beche-De-Mer from Pacific Island Sea Cucumbers. **PLoS ONE** 9(4): e95075. doi:10.1371/journal.

PURCELL S.W., POASI NGALUAFE, KARIBANANG T. ARAM, WATISONI LALAVANUA. 2016. Variation in postharvest processing of sea cucumbers by fishers and commercial processors among three Pacific Island countries. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin** #36 – March.

PRESCOTTE, J., VOGEL C. B, POLLOCK K. B, HYSON S. A, OKTAVIANIC, D., SISCO A. P. (2013). Estimating sea cucumber abundance and exploitation rates using removal methods. **Marine and Freshwater Research**. 64, 599–608.

RABOANAIJOANA, H.Z. (2013). SCEAM Indian Ocean country report—Madagascar. In: FAO (Ed.), Report on the FAO Workshop on Sea Cucumber Fisheries: An Ecosystem Approach to Management in the Indian Ocean (SCEAM Indian Ocean), Mazizini, Zanzibar, the United Republic of Tanzania, 12–16 November 2012. **FAO Fisheries and Aquaculture Report**. No. 1038. FAO, Rome, pp. 58–64.

RAM R, CHAND RV, SOUTHGATE PC (2014). Effects of Processing Methods on the Value of Bêche-de-mer from the Fiji Islands. **J Marine Sci Res Dev** 4: 152. doi:10.4172/2155-9910.1000152.

REYES-BONILLA, H. Y M.D. HERRERO PÉREZUL. (2003). Population parameters of na exploited population of *Isostichopus fuscus* (Holothuroidea) in the Southern Gulf of California, Mexico. **Fisheries Research**. 59:423-430.

ROCHA, R. M. (2006). Echinodermata. In: Ribeiro-Costa, C. S., Rocha R.M (Org). **Invertebrados: Manual de aulas práticas**. 2. Ed. Ribeirão Preto: Holos, Editora LtdaMe. p. 198-213.

RODRIGUES, D. P.; LÁZARO, N. S.; REIS, E. M. F. **Manual de procedimentos para diagnóstico laboratorial de *Salmonella* spp.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2007. (Manual Técnico).

SALGADO-ROGEL, PALLEIRO-NAYAR, RIVERA-ULLOA, AGUILAR-MONTERO, VÁZQUEZ-SOLÓRZANO Y JIMÉNEZ-QUIROZ. (2009). La pesquería y propuestas de

manejo del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* em Baja California, México. **Ciencia Pesquera**, Vol. 17, núm. 1.

SCIORTINO J.A; RAVIKUMAR R. (1999). Chapter 5 - Fish Quality Assurance. Fishery Harbour Manual on the Prevention of Pollution - **Bay of Bengal Programme, Madras, Índia**.

SOUZA JUNIOR J.; PONTE, I.; MELO COE; W.R. LOBO FARIAS; ANNIE MERCIER; JEAN-FRANÇOIS HAMEL. (2017). Analysis of sea cucumber fisheries in Brazil. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin**, 37,43-47.

SU, Y.C. AND LIU, C. (2007). *Vibrio parahaemolyticus*: a concern of seafood safety. **Food Microbiol** 24, 549–558.

STAMFORD. T. L. M; SILVA. C. G. M; MOTA. R. A.; CUNHA NETO. A. (2006). Enterotoxigenicity of *Staphylococcus* spp. isolated of milk in natura. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.26 no.1.

SUN Y, CHEN D. (1989). Study of in vitro and in vivo physical characters of different types of microbes in sea cucumber. **Oceanologia et Limnologia Sinica** 20: 300–307.

TIAGO, C.G. AND A.S.F. DITADI. (2001). Holothurians from the Brazilian coast: a historical survey. p. 379-384. In Barker, M. (ed.) *Echinoderms 2000*. Proceedings of the 10th International Echinoderm Conference, Dunedin, New Zealand. Swets and Zeitlinger. Lisse (Balkema).

TOMMASI L.R. (1969). Lista dos Holothuroidea recentes do Brasil. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, série **Oceanografia Biológica**, São Paulo 15:1–29.

TORAL-GRANDA,V. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Latin America and the Caribbean. In V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos (eds). *Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade*. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**. No. 516. Rome, FAO. 2008. pp. 213–229.

UNKLES SE. (1977). Bacterial flora of sea urchin, *Echinus esculentus*. **Applied Environmental Microbiology**. 34: 347–450.

VASCONCELOS, U.; CALAZANS, G. M. T.; ANDRADE, M. A. G. de; MEDEIROS, L. V. (2006). Evidência do antagonismo entre *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias indicadoras de contaminação fecal em água. **Hig. Aliment**, São Paulo, v. 21, n. 140, p. 127-130.

WALLACE, H. A.; HAMMACK, T. S. (2009). *Salmonella*. In: U.S. Food and Drugs Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition. **Bacteriological Analytical Manual online**. FDA/CFSAN.

WEBSTER,L.F.; THOMPSON, B. C.; FULTON, M. H.; CHESTNUT, D. E.; VAN DOLACH, R. F.; LEIGHT, A. K.; SCOTT, G. I. (2004). Identification of source of *Escherichia coli* in South Carolina estuaries uses antibiotic resistance analysis. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, Amsterdam, v.298, n.2, p.179-195.

WEN, J., HU, C., FAN, S. (2010). Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. **J Sci Food Agri** 90: 2469–2474.