



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**FAUNA DE MEDUSOZOA ASSOCIADA A PESCA
INDUSTRIAL DO CAMARÃO-ROSA (*Penaeus subtilis* Pérez
Farfante, 1967) NA PLATAFORMA CONTINENTAL
AMAZÔNICA**

Trabalho apresentado por:

ALÍCIA MAC-CULLOCH COSTA

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho (UFPA)

Coorientador: M.Sc. Alysson Antônio da Costa Leite (UFPA)

BELÉM – PARÁ

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**FAUNA DE MEDUSOZOA ASSOCIADA A PESCA
INDUSTRIAL DO CAMARÃO-ROSA (*Penaeus subtilis* Pérez
Farfante, 1967) NA PLATAFORMA CONTINENTAL
AMAZÔNICA**

Trabalho apresentado por:

ALÍCIA MAC-CULLOCH COSTA

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho (UFPA)

Coorientador: M.Sc. Alysson Antônio da Costa Leite (UFPA)

BELÉM – PARÁ

2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

C837f Costa, Alícia Mac-Culloch.
Fauna de medusozoa associada a pesca industrial do camarão-
rosa (*Penaeus subtilis* Pérez Farfante, 1967) na Plataforma
Continental Amazônica / Alícia Mac-Culloch Costa. — 2024.
xiv, 33 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho
Coorientador(a): Prof. Me. Alysson Antônio da Costa Leite
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de
Oceanografia, Belém, 2023.

1. Pesca de arrasto. 2. Água-viva. 3. Morfometria. 4.
Caracterização. 5. Amazônia. I. Título.

CDD 639.209811



Universidade Federal do Pará

Instituto de Geociências

Faculdade de Oceanografia

**FAUNA DE MEDUSOZOA ASSOCIADA A PESCA
INDUSTRIAL DO CAMARÃO-ROSA (*Penaeus subtilis* Pérez
Farfante, 1967) NA PLATAFORMA CONTINENTAL
AMAZÔNICA**

Trabalho apresentado por

ALÍCIA MAC-CULLOCH COSTA

**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Bacharel em Ciências na Área de
Oceanografia**

Data de Aprovação: 20/12/2023

Nota: 10.0

Banca Examinadora

Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho

(Orientador – UFPA)

Cristiane de Paula Ferreira
Docente FAOC/IG/UFPA
SIAPE 1076588

Prof. Dr. Cristiane de Paula Ferreira

(Membro – FAOC – UFPA)

M.Sc. Thomás Nei Soto Banha

(Membro – USP)

"Tudo quanto fizerdes, fazei-o de todo o coração, como para o Senhor e não para homens, cientes de que recebereis do Senhor a recompensa da herança. A Cristo, o Senhor, é que estais servindo;" (Colossenses 3:23-24)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, a Deus por me possibilitar estar aqui hoje e por toda força, apoio e perseverança, com a qual Ele me abençoou, para que eu fosse capaz de finalizar este trabalho e minha graduação. Jamais seria capaz de chegar até aqui pelas minhas próprias forças.

Aos meus pais, Luciano e Rúbia, ao meu irmão, Ícaro, a minha tia, Maria Helena, e meus avós, Lourival e Helena, por todos os anos de apoio durante a graduação. Por vibrarem e orarem comigo a cada conquista, me acalentarem a cada dificuldade e até mesmo me ajudarem em trabalhos. Amo muito vocês.

Aos meus demais familiares, obrigada pelos anos de apoio, por acreditarem em mim e no meu potencial desde o início, da graduação e da vida. Obrigada por carregarem as conchinhas, bichinhos, pedrinhas e até mesmo argila que eu catava nas praias durante minha infância. Agradeço em especial aos meus primos Camila Costa, João Vitor Alencar e Suzana Mac-Culloch por aguentarem meus surtos de desespero.

Ao meu namorado, Sauber Nunes Simões, por ouvir minhas angústias, me abraçar enquanto eu chorava, me apoiar e incentivar quando eu achava que não conseguiria e me proporcionar sorrisos mesmo nos dias de mais desânimo. Na reta final do curso nossa parceria e apoio mútuo em campo, dentro e fora de sala de aula foram essenciais. Te amo.

Ainda em agradecimento a ele, em conjunto aos meus amigos: Adrielle Lopes, Ana Julia Ferreira, Cibelle Brandão e Luiz Eduardo Silva, obrigada por me ajudarem em laboratório, anotando, cronometrando e batendo fotos, enquanto minhas mãos estavam melecadas de água-viva. Vocês são muito importantes para mim.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho e o M.Sc. Alysson Leite, pelo auxílio e paciência no desenvolvimento e escrita deste trabalho. Vocês estiveram presentes em maior parte da minha graduação e me ensinaram muito sobre ser cientista, em campo, em laboratório e na produção científica. Professor, obrigada por todas as oportunidades e experiências que o senhor me proporcionou.

Em especial, sou grata ao M.Sc. Thomás Banha, por ter me orientado de bom grado e por todo o apoio técnico-científico. Igualmente ao meu amigo M.Sc. Yago Marinho pela colaboração no desenvolvimento deste trabalho. Também ao meu grande amigo, M.Sc. Arnaldo Fabrício Queiroz, por grandes conselhos de vida e orientação nos mais diversos trabalhos nessa minha jornada acadêmica.

Aos meus colegas do Laboratório de Oceanografia Biológica da UFPA, membros, colaboradores e agregados, pelo apoio, orientação, auxílio, café, descontração, risadas, entretenimento, durante todos estes anos. Levarei vocês e o LOB no meu coração a vida inteira.

Agradeço a todos os colegas de turma que tive durante a graduação. Ninguém é capaz fazer ciência sozinho, por isso é tão importante o vínculo que criamos e a habilidade de trabalhar em equipe que pude obter junto a vocês.

Em especial, agradeço a turma de Oceanografia de 2019 e agregados. Apesar do pouco tempo, foram as pessoas que mais marcaram minha jornada acadêmica, foi um grande prazer estudar ao lado de vocês. Obrigada pelo acolhimento.

Ao corpo docente, obrigada por compartilharem comigo os conhecimentos que vocês adquiriram durante suas jornadas acadêmicas e de vida. Cada um de vocês deixa uma marca na vida dos estudantes que passa por esta faculdade.

Em especial, agradeço ao Prof. Dr. Maamar El-Robrini, fundador do curso de Oceanografia da UFPA e modelo de cientista para mim. E a Prof. Dr. Solana Boschilia, a qual considero uma amiga e exemplo de pesquisadora.

Sou grata a UFPA, PROEG, PROEX, PROPESP, CNPq e Fapespa, por todos os auxílios acadêmicos, estrutura, experiências e oportunidades que me proporcionaram. Graças a estas instituições, fui academicamente privilegiada.

Agradeço aos meus professores do ensino médio Eduardo Henrique Barros (Paraíba) e André Melo, por me incentivarem na escolha do meu curso e me derem apoio em pesquisar mais a fundo sobre o que é a Oceanografia. Em geral, sou grata ao CEJK pela estrutura, equipe e corpo docente que me capacitou a chegar aqui.

Aos meus amigos de longa data: Anne Louise, Carlos Neto, Danilo Ramos, Helena Pereira, Izabel Buza, Jessica Lins, João Matheus Gouveia, Larissa Muniz, Letícia Muniz, Luana Tahara, Mariana Sachi, Rebeca Lopes, Samuel Gomes, Sarah Toledo, Susan Moon Suzana Gomes e Tatiana Pernambuco, pelos anos de amizade e parceria, vocês assistiram grande parte da minha jornada até aqui e sou feliz de compartilhar essas alegrias com vocês.

Também aos amigos e grandes cientistas que a graduação me proporcionou conhecer: Bárbara Kelly, Bruna Moraes, Bruno Simi, Cely Gabrielly, Daiane Aviz, Diego Garcia, Fabrício Figueiredo, Felipe Belfort, Felipe Souza, Gabrielle Pantoja, Glendha Carvalho, João Neto, Juan Damasceno, Júlia Moreira, Harrison Mesquita, Kethelen Costa, Leonardo Morais,

Luana Francy, Luiza Canto, Luiza Figueiredo, Marcos Felipe, Matheus Mendes, Mayara Cardoso, Mayk de Almeida, Raqueline Monteiro, Rayana Alencar, Renata Reis, Rodrigo Castro, Sabrina Ramos, Shiguelo Meirelles, Tamyris Pegado, Thuareag Monteiro, Nicole Aleixo e Victória Akim. Obrigada por cada momento, espero encontrá-los novamente em próximas etapas da vida profissional.

Por fim, sou grata a todos que contribuíram para a construção desse trabalho e durante a minha jornada acadêmica, de forma direta ou indireta.

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes.”

(Leonardo da Vinci)

RESUMO

A Plataforma Continental Amazônica (PCA) é uma plataforma extensa, localizada em uma região com características meteorológicas e oceanográficas peculiares, apresentando elevada precipitação durante todo o ano, altas temperaturas com baixa variação térmica e muita influência da pluma estuarina do rio Amazonas. Durante a pesca industrial de camarão-rosa na PCA, é comum que ocorra captura acidental de outros organismos. Este estudo tem o intuito de analisar a fauna de medusas associada a esta atividade, de modo a identificar as espécies, avaliar a riqueza e abundância, analisar os parâmetros biométricos dos organismos e estimar a densidade e biomassa da população. Ao longo da PCA, foram realizadas coletas com rede de arrasto, totalizando uma área de aproximadamente 1000km². A quantidade de medusas capturadas *in situ* foi estimada para cada espécie e uma amostra de tamanho variável de organismos foi enviado para análises laboratoriais, onde foram identificados a nível de espécie, tiveram suas estruturas medidas (D: diâmetro da umbrela; O: braço oral) e foi retirado o peso úmido (PU). Posteriormente, foi calculada a densidade e biomassa estimada. Por fim, aplicados testes estatísticos em cima do conjunto de dados obtidos. Foram identificadas apenas três espécies de medusas de fauna *bycatch*. A morfologia das espécies *C. quadrumanus* (D= 78,17 ± 17,1 mm; PU= 45,11 ± 33,56 g) e *L. lucerna* (D= 169,80 ± 50,37 mm; PU= 55,61 ± 16,46 g) apresentou valores menores que os descritos no sul do país. Entretanto, em comparação com estudos realizados na região costeira amazônica, a *L. lucerna* é maior na plataforma. Para a *S. fritillarius* (D= 66,92 ± 17,06 mm; PU= 21,68 ± 24,44 g) os valores foram semelhantes. As maiores densidade e biomassa foram observadas no ápice do período seco, enquanto, a maior riqueza específica ocorreu ao final deste período. A menor densidade e biomassa foi observada no período transicional entre chuvoso e seco. Apesar de trabalhos anteriores indicarem que a espécie *S. fritillarius* é mais frequente na região costeira amazônica, segundo a literatura, na PCA a espécie mais abundante aparenta ser a *C. quadrumanus*. A baixa riqueza de espécies neste trabalho pode ser reflexo do método de amostragem, que não é o mais adequado para organismos gelatinosos, e da utilização de malhas grandes, permitindo escape de indivíduos menores. Entretanto, para maior embasamento teórico, são necessárias mais pesquisas e um monitoramento da área mais extenso em escalas temporais e espaciais. Dessa forma, este trabalho pretendeu corroborar com a ampliação de conhecimento a respeito da fauna de medusas presente na costa norte do Brasil.

Palavras-chaves: pesca de arrasto, água-viva, morfometria, caracterização, Amazônia.

ABSTRACT

The Amazon Continental Shelf (ACS) is an extensive platform located in a region with peculiar meteorological and oceanographic characteristics, experiencing high precipitation throughout the year, high temperatures with low thermal variation, and significant influence from the estuarine plume of the Amazon River. During industrial southern brown shrimp fishing in the ACS, it is common for accidental capture of other organisms to occur. This study aims to analyze the jellyfish fauna associated with this activity in order to identify species, assess richness and abundance, analyze the biometric parameters of organisms, and estimate population density and biomass. Along the ACS, trawl net collections were conducted, covering an area of approximately 1000 km². The quantity of jellyfish captured in situ was estimated for each species, and a variable-sized sample of organisms was sent for laboratory analysis, where they were identified at the species level, had their structures measured (D: umbrella diameter; O: oral arm), and wet weight (WW) was determined. Subsequently, density and estimated biomass were calculated. Finally, statistical tests were applied to the dataset obtained. Only three species of jellyfish bycatch fauna were identified. The morphology of the species *C. quadrumanus* (D= 78.17 ± 17.1 mm; WW= 45.11 ± 33.56 g) and *L. lucerna* (D= 169.80 ± 50.37 mm; WW= 55.61 ± 16.46 g) showed values smaller than those described in the southern region of the country. However, in comparison with studies conducted in the Amazon coastal region, *L. lucerna* is larger on the platform. For *S. fritillarius* (D= 66.92 ± 17.06 mm; WW= 21.68 ± 24.44 g), the values were similar. The highest density and biomass were observed at the peak of the dry season, while the highest specific richness occurred at the end of this period. The lowest density and biomass were observed during the transitional period between rainy and dry seasons. Despite previous studies indicating that the species *S. fritillarius* is more frequent in the Amazon coastal region, according to the literature, in the ACS, the most abundant species appears to be *C. quadrumanus*. The low species richness in this study may be a reflection of the sampling method, which is not the most suitable for gelatinous organisms, and the use of large mesh sizes, allowing smaller individuals to escape. However, for a stronger theoretical basis, further research and more extensive area monitoring on temporal and spatial scales are necessary. Thus, this study aimed to contribute to the expansion of knowledge regarding jellyfish fauna on the northern coast of Brazil.

Keywords: Trawl fishing, Jellyfish, Morphometry, Characterization, Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Área de estudo, a Plataforma Continental Amazônica (PCA) situada no estado do Amapá (AP).....	5
Figura 2- Pontos de coleta (arrastos). CP I (amarelo); CP II (vermelho); CP III (verde); CP IV (roxo). CP: campanha.....	7
Figura 3- Ilustração esquemática para medidas morfométricas. A: <i>Chiropsalmus quadrumanus</i> ; b: <i>Lychnorhiza lucerna</i> ; c: <i>Stomolophus fritillarius</i> . (fonte: autor).....	8
Figura 4- procedimentos de medição e pesagem em laboratório.	8
Figura 5- Imagem ilustrativa (fonte: Rocha & Ribeiro-Costa 2006).....	11
Figura 6- Imagem ilustrativa. (fonte: Rocha&Ribeiro-Costa 2006).....	11
Figura 7- Exemplar fixado e posteriormente fotografado em laboratório.	11
Figura 8- Imagem ilustrativa. (fonte: Rocha&Ribeiro-Costa 2006).....	12
Figura 9- Ocorrência de arrastos com fauna associada de Medusozoa em cada uma das campanhas na PCA.	13
Figura 10- Quantidade de arrastos <i>bycatch</i> por campanha com ocorrência de medusas, quanto as espécies.	14
Figura 11- Abundância relativa <i>bycatch</i> total e por espécie, em cada uma das quatro campanhas (CP).	15
Figura 12- Abundância relativa de espécies de Medusozoa por campanha.	16
Figura 13- Distribuição do peso úmido total das amostras entre as espécies.....	17
Figura 14- Variação morfométrica entre campanhas para <i>Chiropsalmus quadrumanus</i> Valores médios de diâmetro (A) e braço oral (B) entre todos os organismos.....	18
Figura 15- Relação de peso úmido entre campanhas para <i>Chiropsalmus quadrumanus</i>	19
Figura 16- Variação morfométrica entre campanhas para <i>Stomolophus fritillarius</i> . Valores médios de diâmetro (A) e braço oral (B) entre todos os organismos.....	20
Figura 17- Relação de peso úmido entre campanhas para <i>Stomolophus fritillarius</i>	21
Figura 18- relações morfométricas de <i>Lychnorhiza lucerna</i>	21
Figura 19- Densidade e biomassa total de Medusozoa em cada campanha.	22
Figura 20- Caracterização de densidade (a) e biomassa (b) entre campanhas para <i>C. quadrumanus</i>	23
Figura 21- Caracterização de densidade (a) e biomassa (b) entre campanhas para <i>S. fritillarius</i>	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Datas, coordenadas e quantidade de arrastos para cada uma das quatro campanhas amostrais.....	5
Tabela 2- Parâmetros abióticos mensurados: temperatura, salinidade e pH (mínimo, máximo, média e desvio padrão).....	10
Tabela 3- Massa (peso úmido) para as medusas nas quatro campanhas analisadas.	16

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	3
2.1 OBJETIVO GERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 MATERIAIS E MÉTODOS	4
3.1 ÁREA DE COLETA	4
3.2 AMOSTRAGEM	5
3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS	7
3.3.1 Taxonomia	7
3.3.2 Morfometria	8
3.4 ANÁLISE DE DADOS	9
4 RESULTADOS	10
4.1 DADOS ABÓTICOS	10
4.2 TAXONOMIA	10
4.3 RIQUEZA E ABUNDÂNCIA	12
4.4 RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS	17
4.4.1 <i>Chiropsalmus quadrumanus</i>	17
4.4.2 <i>Stomolophus fritillarius</i>	19
4.4.3 <i>Lychnorhiza lucerna</i>	21
4.5 DENSIDADE E BIOMASSA ESTIMADA	22

4.5.1	<i>Chiropsalmus quadrumanus</i>	22
4.5.2	<i>Stomolophus fritillarius</i>	23
4.5.3	<i>Lychnorhiza lucerna</i>	24
5	DISCUSSÕES	25
6	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A plataforma continental representa a zona marginal dos continentes, caracterizada por suave declividade, que se estende da baixa-mar média até a profundidade de cerca de 180 m, quando tem início o talude continental. No Brasil, a sua maior largura ocorre no estuário do rio Amazonas, cerca de 200 km (Suguio 2003). A Plataforma Continental Amazônica (PCA) se estende até a região situada entre o estuário do rio Pará e cerca de 5°N, próximo à fronteira entre Brasil e Guiana Francesa (Nittrouer & DeMaster 1986). É uma região que possui elevada produtividade primária de fitoplâncton, consequência da pluma estuarina do rio Amazonas (Bernardes *et al.* 2012), o que leva a um alto potencial pesqueiro na PCA (Paiva & Oliveira 1992)

A PCA é a porção mais larga da margem continental brasileira, com uma largura média que varia de 133 km no extremo norte da área, para 330 km em frente à foz do rio Amazonas (Palma 1979). A região possui um período chuvoso (dezembro a junho), o qual apresenta maiores valores fluviais e pluviométricos e menores níveis de temperatura e salinidade. Entre os meses de julho e novembro (período seco) há uma menor entrada de água doce e temperaturas e salinidade mais elevadas (Moraes *et al.* 2005). A sazonalidade da região exerce grande influência na dinâmica da salinidade, levando a alterações na distribuição do cardume camaroeiro (Silva 2021).

Uma das principais atividades pesqueiras do Brasil ocorre na região norte do país (Asano-Filho *et al.* 2003). A pesca industrial de camarão-rosa (*Penaeus subtilis* Pérez Farfante, 1967) na PCA é praticada por frotas de diversos países desde o final década de 1950 (Villegas & Dragovich 1984). Desde os anos 1990, as frotas têm concentrado operações, exclusivamente, entre as latitudes de 00°15'S e 04°50'N, que corresponde à subárea do Amazonas e Amapá, na faixa de profundidade de 40 a 80 m (Aragão 2012). Para esta atividade, utilizam geralmente duas redes de arrasto do tipo *Jib* ou *Flat*, realizando normalmente 4 arrastos diários (Aragão *et al.* 2001)

Esse método pesqueiro é considerado um dos mais eficientes, pois captura tudo que há pela frente, entretanto também é apontado como o mais predatório e danoso a biodiversidade e ao meio aquático (Dias Neto 2011). As pequenas malhas das redes camaroeiras capturam acidentalmente uma grande quantidade de outros organismos (Isaac & Braga 1999). Esta captura acidental é denominada *bycatch* (Di Benedito 2007). O conjunto de indivíduos de qualquer tamanho ou espécie, capturado junto a espécie foco da pescaria (sem que

necessariamente haja interação interespecífica entre eles), é denominado de fauna acompanhante (Severino-Rodrigues *et al.* 2002).

Os cnidários do subfilo Medusozoa, são organismos pertencentes a um clado diversificado que inclui espécies com formas medusoides predominantemente móveis, com estilo de vida planctônico (Brusca & Brusca 2018). Estes organismos, nomeados de água-vivas ou medusas, estão inclusos na fauna associada que é descartada durante atividades de pesca de arrasto de camarão (Kelleher 2005). Entretanto, existem poucos estudos que abordem a pesca acidental de medusa (Page 2015), principalmente na região amazônica, devido a carência de especialistas nesta área (Leite *et al.* 2020).

Tendo em vistas estes fatores, este estudo é um dos pioneiros em avaliar os efeitos da pesca industrial de camarão-rosa na fauna de Medusozoa da região amazônica. Ele abrange informações a respeito da caracterização taxonômica e dados morfométricos das medusas encontradas na PCA. A pesquisa também apresenta dados de relação de riqueza e abundância de espécies e variabilidade de densidade e biomassa destes organismos ao longo do tempo. Uma vez obtidos estes resultados, o trabalho avalia a correlação entre a fauna de Medusozoa *bycatch* e a pesca de arrasto predatória na região.

2 OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

Caracterizar a fauna de medusas na Plataforma Continental Amazônica (PCA), avaliar sua distribuição temporal na área e associação a pesca de arrasto industrial do camarão-rosa (*Penaeus subtilis* Pérez Farfante, 1967).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição de espécies de medusas capturadas como fauna associada;
- Avaliar a riqueza e abundância dos organismos;
- Analisar dados biométricos dos indivíduos coletados;
- Estimar a densidade e biomassa total de Medusozoa em diferentes períodos;

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE COLETA

A plataforma continental representa a zona marginal dos continentes, caracterizada por possuir baixa declividade. Se estende da linha de baixa mar média até a o início do talude continental. Pode ser subdividida em plataforma continental interna, intermediária e externa. A plataforma interna é a região mais próxima a desembocadura das águas continentais, visto isso, possuem valores de salinidade e temperatura instáveis. Ao adentrar a porção externa da plataforma, essas variáveis físico-químicas se tornam mais constantes (Suguio 2003).

A Plataforma Continental Amazônica (PCA) está situada entre a foz do rio Oiapoque (05°N, 051°W), fronteira do Brasil com a Guiana Francesa, e a Baía de São Marcos (02°S, 044°W), no Maranhão. Suas características meteorológicas e oceanográficas são bastante peculiares quando comparadas a outras regiões costeiras do país, apresentando, entre outros, elevada precipitação anual (até 3.300 mm), altas temperaturas (>20 °C) com baixa variação térmica anual, ampla plataforma continental (~330 km), regime de macro marés (com valores máximos de 8 m no Maranhão, 6 m no Pará e 12 m no Amapá), descarga de dezenas de estuários e do maior rio do mundo, o rio Amazonas (Pereira *et al.* 2009). A região da foz do rio Amazonas é caracterizada por uma importante interface de água doce-salgada, a pluma estuarina amazônica. Esta tem suas características e localização alteradas pelas componentes diurnas (maré) e sazonais (vazão fluvial) (Rosário *et al.* 2009).



Figura 1- Área de estudo, a Plataforma Continental Amazônica (PCA) situada no estado do Amapá (AP).

3.2. AMOSTRAGEM

Os arrastos foram realizados por embarcações da frota industrial de captura do camarão-rosa, ao longo de 4 campanhas (CP). A primeira campanha ocorreu de agosto a setembro de 2016, as duas seguintes no ano de 2017, entre os meses de abril – maio e junho – julho, e a última entre outubro e novembro de 2019. Unindo todas as campanhas, para a execução deste estudo foram realizados um total de 116 arrastos na PCA (Tabela 1). Observadores de bordo do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Norte (CEPNOR/ICMBio) acompanharam e realizaram o monitoramento de bordo durante toda a atividade pesqueira.

Tabela 1- Datas, coordenadas e quantidade de arrastos para cada uma das quatro campanhas amostrais.

CAMPANHA	Data	Coordenadas médias	Qnt. de Arrastos
I	08 a 09/2016	4°27'10,800" N / 50°44'49,200" W	28

II	04 a 05/2017	3°40'22,800" N / 50°12'28,800" W	20
III	06 a 07/2017	3°38'38,400" N / 49°39'57,600" W	34
IV	10 a 11/2019	2°16'8,400" N / 48°47'56,400" W	34
TOTAL			116

Na última campanha, a cada ponto de coleta, foram realizados dois arrastos simultâneos, com uma rede em cada bordo da embarcação. Para os arrastos, foram utilizadas redes de pesca industrial tipo *jib* e *flat*, com 403 m². Durante os arrastos foi utilizado um CTD para a coleta dos dados abióticos (temperatura, salinidade e pH). Nos pontos em que a medição com o instrumento não foi possível, os dados foram obtidos por meio de sensoriamento remoto (Giovanni 2023.2). Todas as informações como coordenadas, tempo e velocidade de arrasto, tipo de rede, quantidade total pescada de camarão e fauna associada em quilogramas, foram devidamente catalogados pelo observador de bordo.

Ao final de cada arrasto, o material coletado foi acomodado no convés para separação do camarão-rosa da fauna associada. Os organismos acompanhantes foram separados por filas e tiveram sua riqueza estimada pelo observador de bordo do CEPNOR. Os Medusozoa coletados foram fixados em formaldeído (4 %) diluído em água do mar, para que, posteriormente, em laboratório, pudesse ser realizada a identificação taxonômica a nível específico.

Para que realização de uma análise temporal completa fosse possível, esta pesquisa utilizou a base de dados trabalhos anteriores (Marinho 2019). Este estudo contou com uma área amostrada total de aproximadamente 1000 km² na região da Plataforma Continental Amazônica, considerando todos os 116 arrastos (Figura 2).

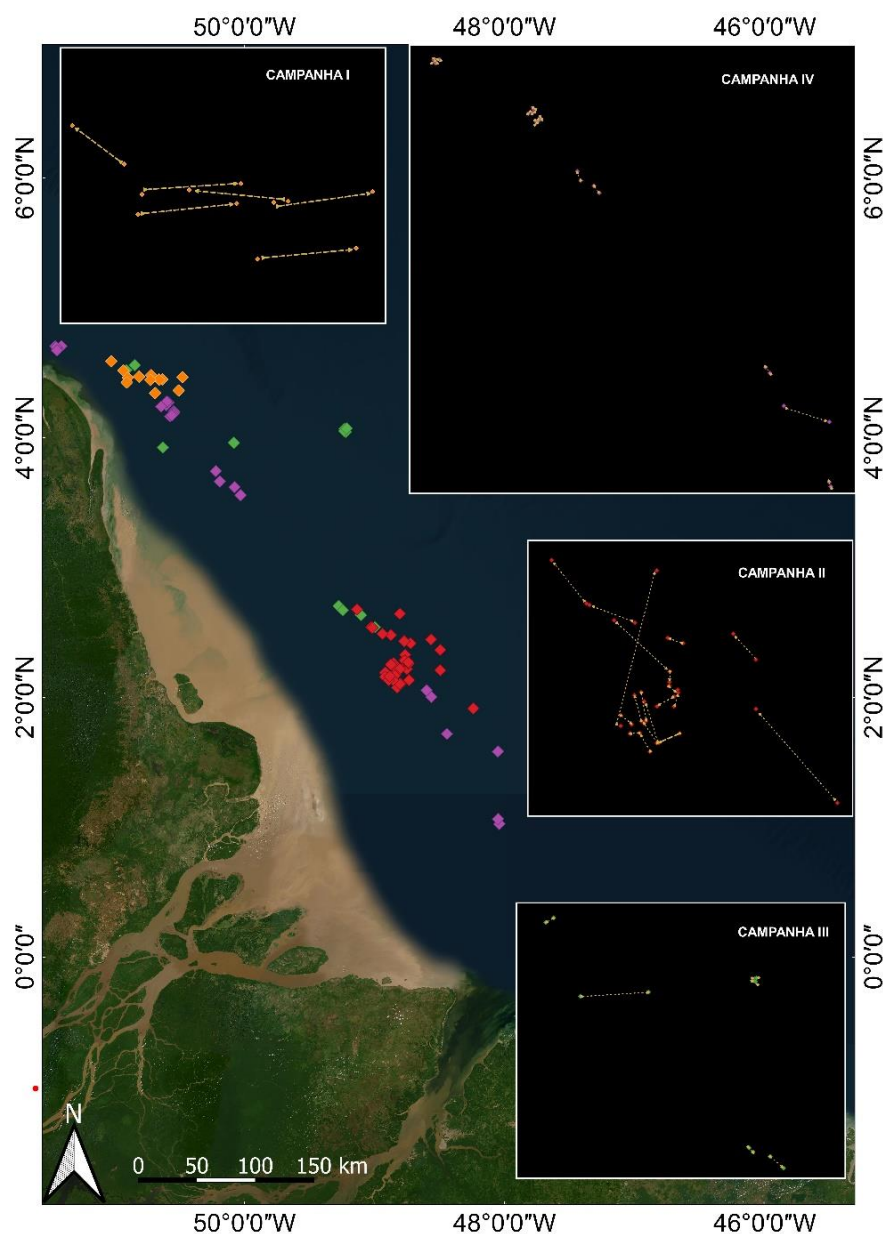


Figura 2- Pontos de coleta (arrastos). CP I (amarelo); CP II (vermelho); CP III (verde); CP IV (roxo). CP: campanha.

3.3. ANÁLISES LABORATORIAIS

3.3.1. Taxonomia

A primeira etapa, em laboratório, foi quantificar os indivíduos capturados a cada arrasto. Posteriormente, realizou-se a identificação das espécies de medusas, baseando-se nas características morfológicas de cada organismo: formato da umbrela, quantidade e formato dos braços orais, posicionamentos dos ropálios, segundo a chave de identificação disponível para espécies da costa brasileira (Morandini *et al.* 2005).

3.3.2. Morfometria

Para obtenção dos dados morfométricos, cada indivíduo passou por etapas de medição de diâmetro (D) e braço oral (O) e determinação do peso úmido (PU). As medições foram realizadas utilizando-se de um paquímetro digital. O valor D foi obtido por meio da medida da distância entre dois ropálios opostos, a partir da qual determina-se o diâmetro da estrutura superior da medusa (umbrela). A medida O foi feita da base do braço oral até a base da umbrela. A posição destas estruturas e a forma de medição varia de acordo com a espécie de medusa analisada, como representado na figura 3.

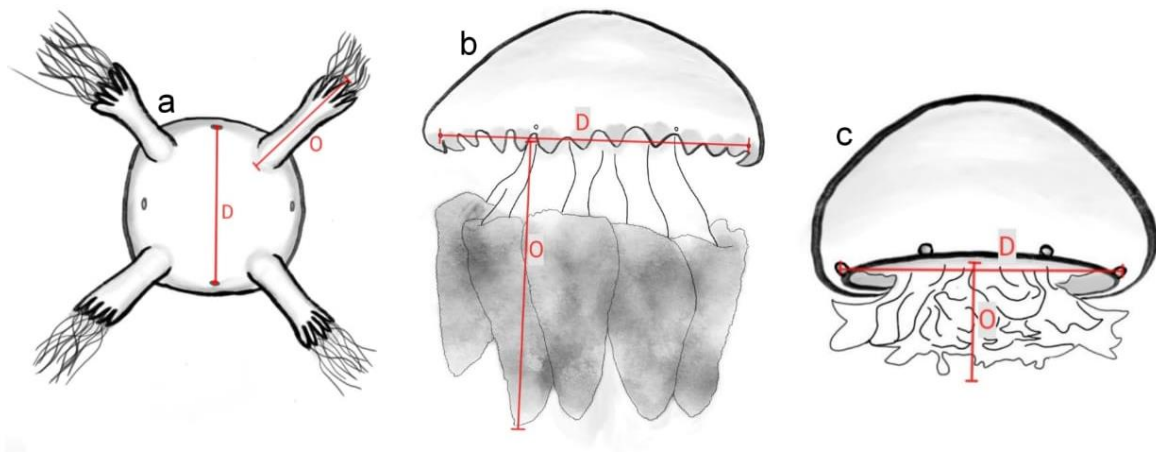


Figura 3- Ilustração esquemática para medidas morfométricas. A: *Chiropsalmus quadrumanus*; b: *Lychnorhiza lucerna*; c: *Stomolophus fritillarius*. (fonte: autor)

Para obtenção do peso úmido, primeiramente, os organismos foram acomodados em uma bandeja perfurada, por um período de 60 segundos, para retirada do excesso de líquidos e padronização dos pesos (Figura 4). A pesagem foi realizada utilizando-se de uma balança de precisão de quatro casas decimais e o peso anotado após 30 segundos da acomodação do organismo (Banha *et al.* 2020).



Figura 4- procedimentos de medição e pesagem em laboratório.

3.4. ANÁLISE DE DADOS

As coordenadas iniciais e finais de cada arrasto passaram por geoprocessamento para obtenção da área total percorrida (km) pelo navio. Estes valores, ao serem multiplicados pela extensão da rede utilizada (403 m²), resultam em valores estimados do volume total filtrado nos arrastos (equação 1).

$$V = A * rede \quad (1)$$

A estimativa da densidade (D) de indivíduos nas áreas amostradas, em ind/km³, foi realizada por meio do cálculo da razão entre a quantidade de medusas (I) estimadas pelo observador de bordo e o volume arrastado (V), como descrito na equação 2. A partir do produto entre o valor de densidade obtido e a média dos pesos (PM) dos organismos é obtido o valor de biomassa (B) em kg/km³ (equação 3) (Banha *et al.* 2020; Nogueira-Junior & Haddad 2006).

$$D = \frac{I}{V} \quad (2)$$

$$B = D * PM \quad (3)$$

A variabilidade dos dados morfométricos (diâmetro, braço e peso) e dos dados de densidade e biomassa entre as campanhas foi testada no *software* Jamovi (jamovi project 2022, versão 2.3) linguagem R (R Core Team 2021), onde foram primeiramente testados os pressupostos de normalidade (teste de *Shapiro-Wilk*) e homocedasticidade (teste de *Levene*) dos dados. Uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal, foi selecionado e realizado o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* (diâmetro, braço oral e peso úmido) para averiguar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos, com teste a posteriori de comparações múltiplas (pares) de *Dwass-Steel-Critchlow-Fligner* (DSCF). Os valores de *p* foram obtidos em cada teste de variância e o grau de liberdade adotado foi $\alpha = 0,05$.

4 RESULTADOS

4.1. DADOS ABÓTICOS

A temperatura entre as quatro campanhas variou de 25 a 32°C, sendo o menor registro na campanha IV e o maior na campanha I. Quanto a salinidade, o maior valor foi registrado durante as campanhas I e II (35‰) e o menor foi observado na campanha II (13 ‰). O pH se manteve relativamente constante durante os períodos de amostragem, permanecendo na escala de valores neutros à alcalinos (Tabela 2).

Tabela 2- Parâmetros abióticos mensurados: temperatura, salinidade e pH (mínimo, máximo, média e desvio padrão).

Período	CAMPANHA			
	I	II	III	VI
	Seco	Chuvoso	Transicional	Seco
Temperatura (°C)	28 – 32 (27,95 ± 0,66)	29 – 30 (29,88 ± 0,95)	27 – 30 (29,0 ± 0,71)	25 - 31 (28,43 ± 1,47)
Salinidade (‰)	21 – 35 (27,07 ± 2,69)	13 – 35 (26,29 ± 6,55)	15 – 34 (24,0 ± 5,52)	-
pH	7 – 9 (8,66 ± 0,47)	7 – 8 (7,88 ± 0,33)	7 – 8 (7,82 ± 0,39)	-

4.2. TAXONOMIA

Nas quatro campanhas realizadas, foram identificadas um total de três espécies de medusas. Sendo elas, duas da classe Scyphozoa e ordem Rhizostomeae, uma da família Lychnorhizidae e outra da família Stomolophidae e uma da classe Cubozoa, família Chiropsalmidae.

- *Chiropsalmus quadrumanus* (F. Müller, 1859)

Esta espécie da classe Cubozoa possui umbrela cúbica, com bordas arredondadas e é tão alta quanto larga (altura 5,5-9 cm e largura 6,5-12 cm). São visíveis quatro ropálios perradiais laterais, 2-2,5 cm da margem, nichos ropaliares triangulares e quatro pedálios palmados inter-radiais com seis ou sete tentáculos (Morandini *et al.* 2005).

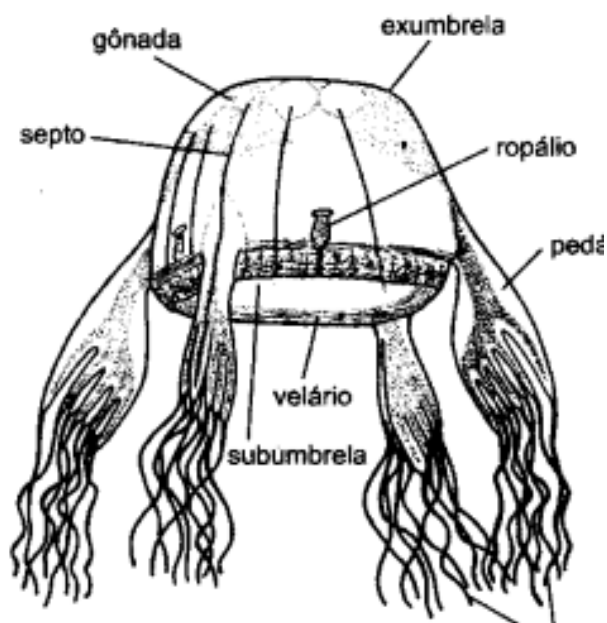


Figura 5- Imagem ilustrativa (fonte: Rocha & Ribeiro-Costa 2006).

- *Lychnorhiza lucerna* (Haeckel, 1880)

Classe Scyphozoa. É descrita como uma medusa que possui uma umbrela hemisférica a ligeiramente achatada, diâmetro 4,5-25 cm, com lóbulos marginais triangulares, reentrâncias arredondadas, quatro lóbulos interropaliare. Possui quatro pares de braços orais adradiais, com três abas, lateralmente comprimidos na base, comprimento semelhante ao diâmetro da umbrela. Oito ropálios, esbranquiçados, em reentrâncias profundas. Quanto a colocação, é esbranquiçada, com manchas marrons irregulares, alguns exemplares com lóbulos azul-escuros (Morandini *et al.* 2005).

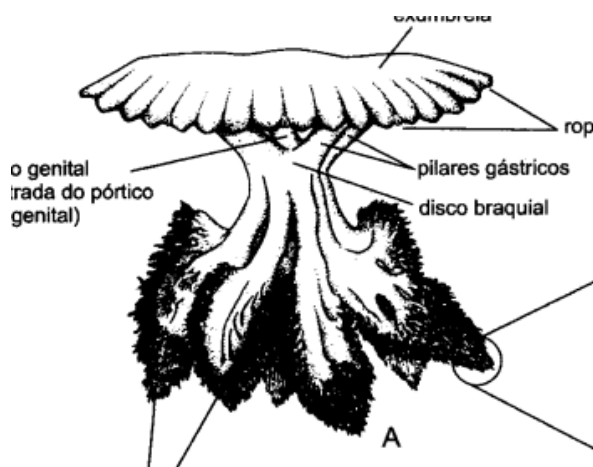


Figura 6- Imagem ilustrativa. (fonte: Rocha&Ribeiro-Costa 2006)

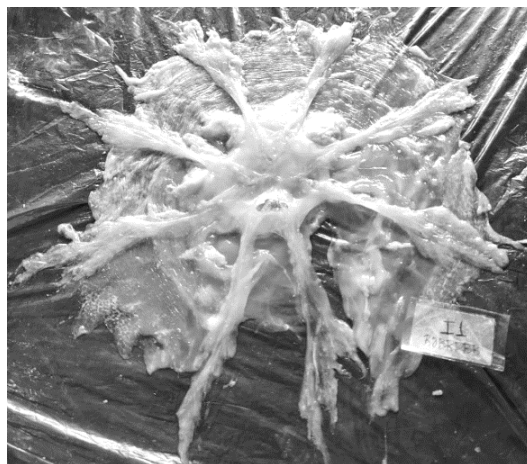


Figura 7- Exemplar fixado e posteriormente fotografado em laboratório.

- *Stomolophus fritillarius* (Haeckel, 1880)

Esta medusa da classe Scyphozoa foi descrita na literatura com as seguintes características: umbrela com mais que um hemisfério e diâmetro entre 4-12 cm. Braços orais curtos, fundidos, com abertura bucal central, sem filamentos ou clavias terminais. Lóbulos marginais curtos e arredondados, enquanto os ropálios são pontudos e duas a três vezes mais longos que demais. (Morandini *et al.* 2005).

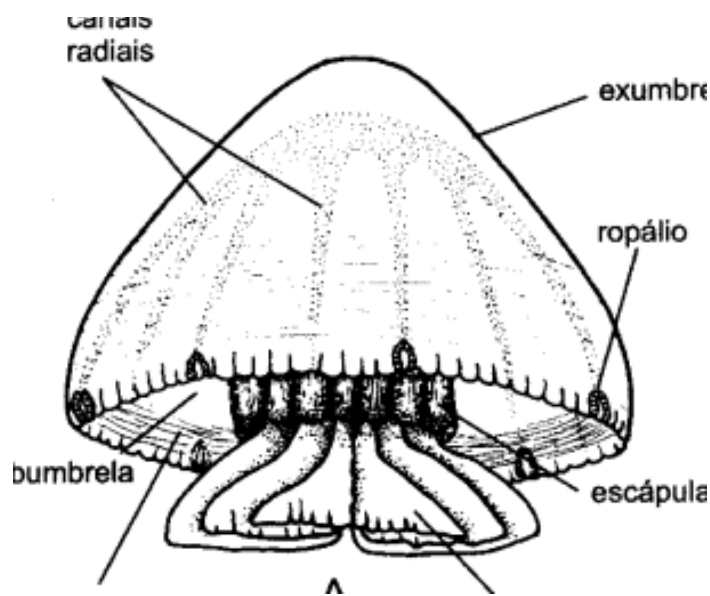


Figura 8- Imagem ilustrativa. (fonte: Rocha&Ribeiro-Costa 2006)

4.3. RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

A captura *bycatch* de Medusozoa foi identificada em 45 arrastos, o que representa uma ocorrência em 38,79 % com base na quantidade total de arrastos (116). Foram observados um total de 1172 medusas, estimando-se uma média de 26,04 organismos a cada arrasto. A campanha II obteve a maior quantidade de arrastos com fauna acompanhante (95 %). Apesar das CPs I e III apresentarem organismos na mesma quantidade de arrastos, o esforço amostral da CP III foi maior, o que faz com que a proporção de ocorrência de *bycatch* seja menor (Figura 9).

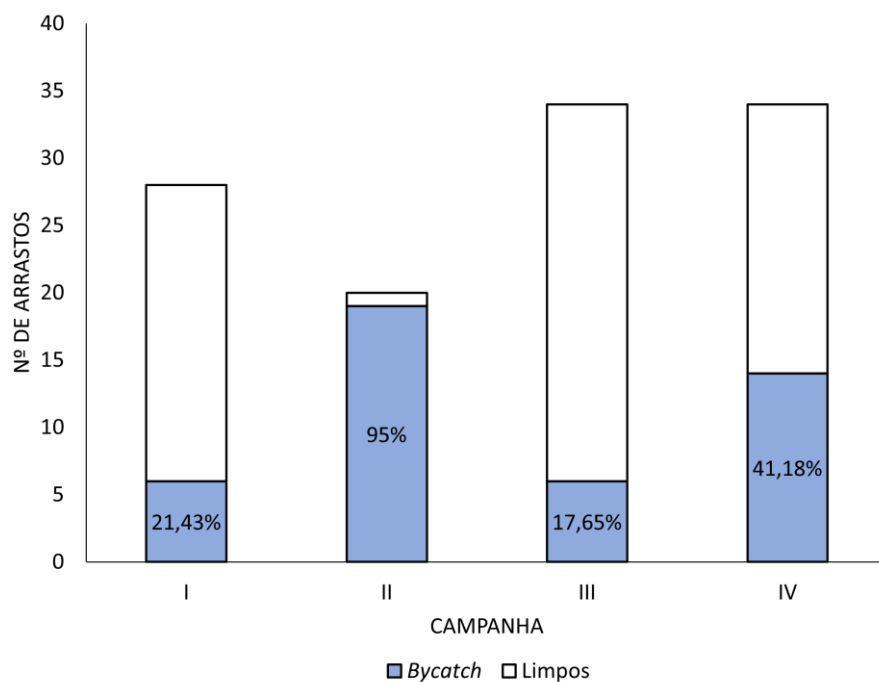


Figura 9- Ocorrência de arrastos com fauna associada de Medusozoa em cada uma das campanhas na PCA.

Quanto a riqueza específica, a classe Cubozoa foi representada exclusivamente por indivíduos da espécie *C. quadrumanus*, que ocorreu em 37,07% dos arrastos totais, estando presente em todas as campanhas. *C. quadrumanus* destaca-se como a espécie de maior distribuição espacial e temporal na área estudada.

Indivíduos da classe Scyphozoa ocorreu em apenas 12,07 %, sendo a *S. fritillarius* a espécie mais representativa na área, presente em 11,21 % dos arrastos e nas quatro campanhas, mostrando-se uma espécie de baixa distribuição espacial, porém, que está presente em todos os períodos do ano. Já *L. lucerna*, representante da mesma classe, só foi observada como fauna acompanhante na campanha IV e em 2,59 % dos arrastos totais.

Focando somente nos arrastos *bycatch* e relacionando a ocorrência de cada espécie, nota-se que em 95,56 % dos arrastos em que houve captura de medusas, ao menos uma era da espécie *C. quadrumanus*, não tendo sido observada apenas em um arrasto da CP I e em um da CP IV. Águas-vivas da classe Scyphozoa foram observadas em 14 arrastos, somatizando os que as duas espécies representantes ocorreram, o que totalizada 31,11 % dos arrastos. Indivíduos de *S. fritillarius* estiveram presentes em 28,89 % dos arrastos, marcando elevada ocorrência na CP I (83,33 % dos arrastos), entretanto, em todas as campanhas seguintes, suas participações nos arrastos com fauna associada não

atingiram 30 %. Já a espécie *L. lucerna* esteve em somente três arrastos, representando 6,67 % do total (Figura 10).

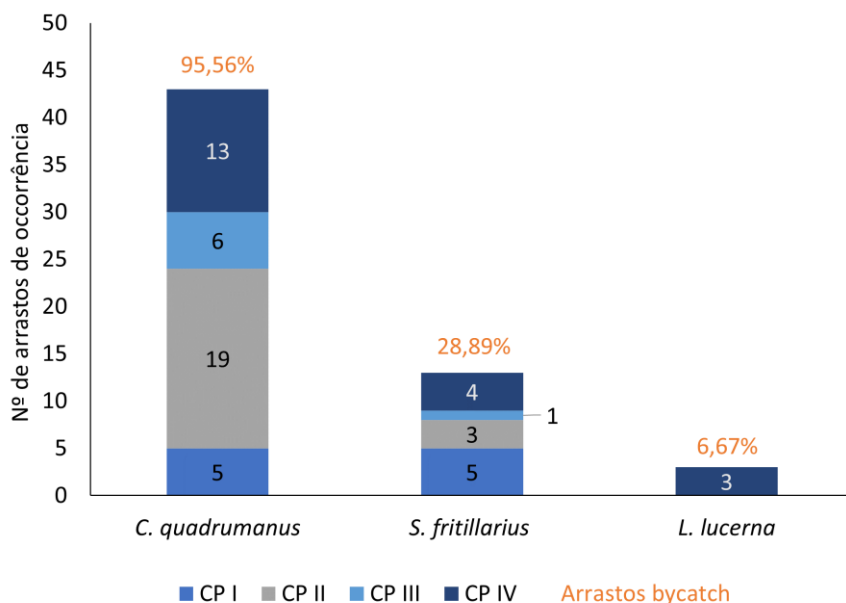


Figura 10- Quantidade de arrastos *bycatch* por campanha com ocorrência de medusas, quanto as espécies.

A maior abundância de organismos foi observada na campanha I, representando 51,19% do número de organismos da fauna associada estudada, nesta também ocorreu a maior média de organismos capturados por arrasto: $12,33 \pm 4,54$. Já a menor abundância, com 1,53% do total pescado, ocorreu na campanha III, onde a quantidade de organismos por arrastos variou de 2 – 6 ($3 \pm 1,54$). A maior quantidade de indivíduos por arrasto ocorreu na campanha IV, onde houve captura de 24 medusas, em uma área de 92,46 m². A menor ocorrência de captura por arrasto foi de 1 organismo, este valor pôde ser observado em duas campanhas (II e IV). Na CP II, o número de organismos associados a cada arrasto foi entre 1 – 4 ($2,47 \pm 0,84$), apresentando a menor média de captura e menor variação entre a quantidade de indivíduos *bycatch* por arrasto. A CP IV apresentou a variação mais elevada: 1 – 24 ($7,42 \pm 7,33$), seguida da campanha I com 4 – 17 ($12,33 \pm 4,54$). As medusas da espécie *C. quadrumanus* apresentaram menor abundância relativa na campanha III, com 1,6% do total de organismos, e maior na CP I (51,14%), enquanto a *S. fritillarius* apresentou menores e maiores abundâncias nas mesmas campanhas, com valores de 0,95% e 47,62%, respectivamente. A *L. lucerna* foi capturada apenas na campanha IV (Figura 11).

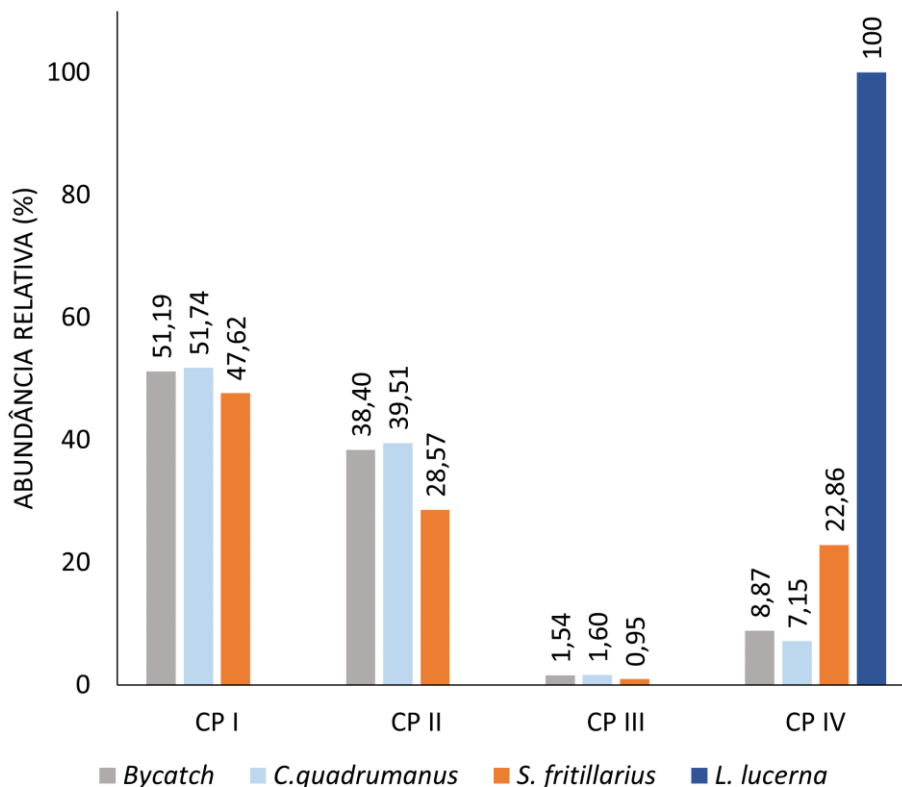


Figura 11- Abundância relativa *bycatch* total e por espécie, em cada uma das quatro campanhas (CP).

A campanha IV apresentou maior diversidade específica, sendo a única em que as três espécies de medusozoa foram capturadas. Dentro desta campanha, a riqueza máxima ocorreu em apenas dois arrastos (4 e 9), totalizando uma área de 11 km². A fauna *bycatch* nas outras três campanhas foram compostas somente por organismos das espécies *C. quadrumanus* e *S. fritillarius*. Como é possível observar na figura 12, a *C. quadrumanus* foi a espécie com maior abundância em todas as campanhas, sendo o maior de todas na CP III (94,4 %) e o menor na CP IV (73,07 %). O inverso pode ser observado para as medusas *S. fritillarius*, que tiveram o maior valor de abundância de 23,08 %, na campanha IV e o menor foi de 5,06 % na campanha III.

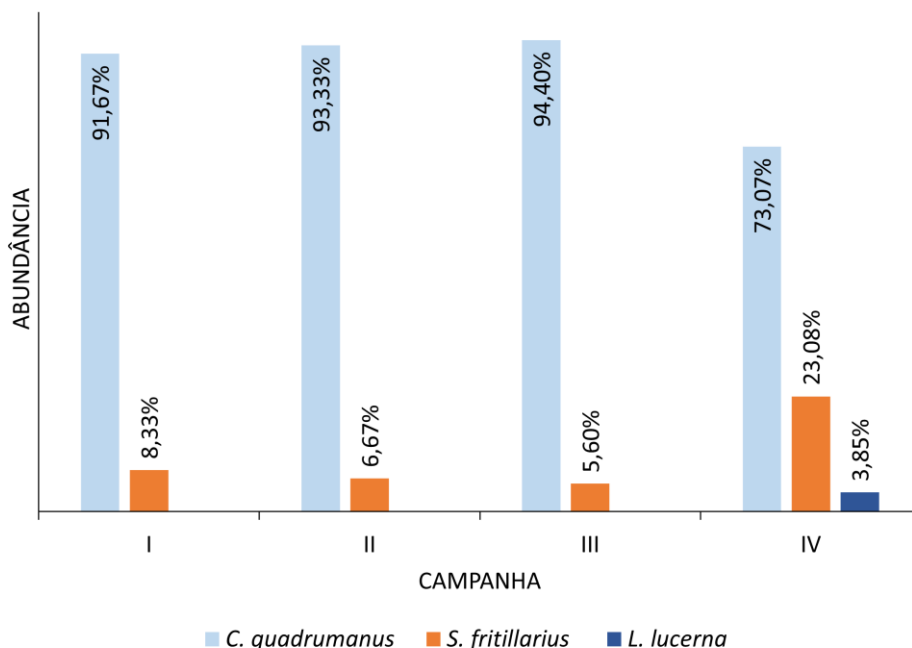


Figura 12- Abundância relativa de espécies de Medusozoa por campanha.

O peso total de organismos analisados em laboratório foi de 9,83 kg, resultando em uma média de 218,44 kg de fauna de medusas associadas a pesca de camarão-rosa na PCA. A campanha I apresentou a maior média de massa de organismos por arrasto (547,31 g), enquanto na CP IV, cada arrasto capturou em média 124,9 g de medusas. Entre os organismos estudados, o peso variou de 1,51 g a 181,28 g e cada água-viva possuía em média $40,80 \pm 33,11$ g, tendo sido a menor medusa observada na campanha IV e a maior na CP II, ambas da espécie *C. quadrumanus*. A maior variação entre o peso dos organismos foi de 153,27 g (campanha II), enquanto o valor da menor foi de 69,67 g, observado na CP IV (Tabela 3).

Tabela 3- Massa (peso úmido) para as medusas nas quatro campanhas analisadas.

	CAMPANHA				GERAL
	I	II	III	IV	
Peso bycatch analisado (kg)	3,28	3,79	1	1,74	9,83
Média de bycatch por arrasto (g)	547,31	199,83	167,42	124,9	218,44
Peso médio dos organismos (g)	5,87 – 114,64 (44,37 ± 20,59)	28,01 – 181,28 (84,37 ± 30,07)	12,9 – 143,93 (55,80 ± 38,29)	1,51 – 71,18 (16,81 ± 12,91)	1,51 – 181,28 (40,80 ± 33,11)
Menor organismo	<i>S. fritillarius</i>	<i>C. quadrumanus</i>	<i>C. quadrumanus</i>	<i>C. quadrumanus</i>	CP IV
Maior organismo	<i>C. quadrumanus</i>	<i>C. quadrumanus</i>	<i>C. quadrumanus</i>	<i>L. lucerna</i>	CP II

Quanto a distribuição da massa dos organismos analisados, de acordo com cada espécie, o gráfico (Figura 13) mostra que as medusas *C. quadrumanus*, somadas, obtiveram 8,616 kg, representando 88 % do peso úmido total de águas-vivas pesadas em laboratório. A classe Scyphozoa somou um total de 1,216 kg, subdividida entre *S. fritillarius* e *L. lucerna*.

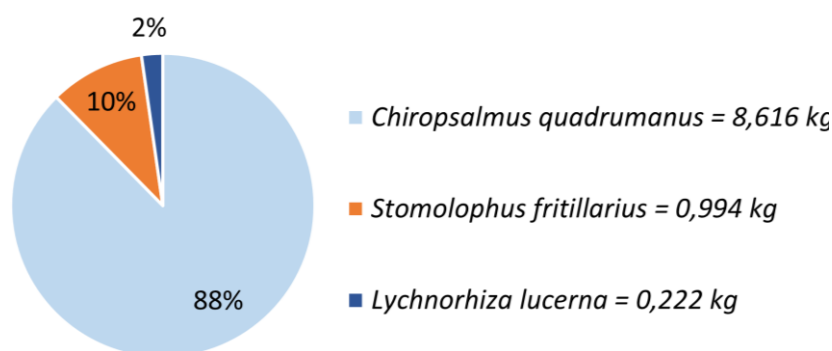


Figura 13- Distribuição do peso úmido total das amostras entre as espécies.

4.4. RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS

4.4.1. *Chiropsalmus quadrumanus*

O diâmetro da umbrela variou entre 29 e 142 mm, ambos observados na mesma campanha (CP IV), e a média geral (A) foi de $78,17 \pm 17,1$ mm. Nas campanhas I e II é possível observar médias acima da geral (Figura 14), com valores de $82,89 \pm 14,29$ mm e $88,69 \pm 11,76$ mm, respectivamente. Já nas duas últimas os valores foram menores: $76,7 \pm 19,98$ mm e $69,08 \pm 16,4$ mm (campanhas III e IV). O diâmetro foi significativamente diferente entre as campanhas (*Kruskal-Wallis*, $p < 0,001$). O teste a posteriori de comparações múltiplas (DSCF) mostrou que as CPs I e II foram diferentes em relação a CP IV ($p \leq 0,001$).

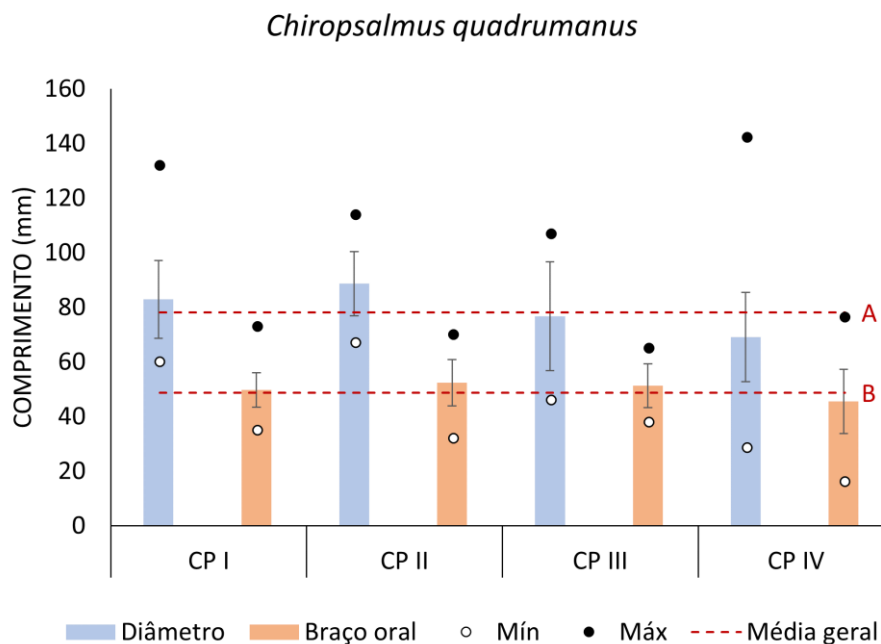


Figura 14- Variação morfométrica entre campanhas para *Chiropsalmus quadrumanus* Valores médios de diâmetro (A) e braço oral (B) entre todos os organismos.

O comprimento do braço oral variou entre 16 e 76 mm, ambos também observados na campanha IV, e a média geral (B) foi de $48,78 \pm 9,71$ mm. Apenas na campanha IV a média de comprimento foi menor que a geral ($45,46 \pm 11,73$ mm). A maior média foi observada na CP II ($52,98 \pm 8,46$ mm). Os demais valores foram $49,77 \pm 6,31$ mm na campanha I e $51,29 \pm 7,99$ mm na campanha III. O braço oral foi significativamente diferente entre as campanhas (*Kruskal-Wallis test*, $p < 0,001$). O teste de comparações múltiplas (DSCF) mostrou que as CPs I e II são diferentes em comparação a CP IV ($p = 0,045$ e $p = 0,002$, respectivamente).

O peso úmido dos organismos variou entre 1,51 g (CP IV) e 181,23 g (CP II), com média geral de $45,11 \pm 33,56$ g. A campanha IV foi a única a apresentar o peso médio dos organismos menor que a média geral ($17,98 \pm 9,97$ g). O maior peso médio registrado foi de $85,37 \pm 30,98$, que ocorreu na CP II (Figura 15). O peso úmido foi significativamente diferente entre as campanhas (*Kruskal-Wallis test*, $p < 0,001$). O teste a posteriori de comparações múltiplas (DSCF) mostrou que a CP I diferiu da campanha CP II ($p \leq 0,001$) e todas as CPs (I, II e III) diferiram da CP IV ($p < 0,001$).

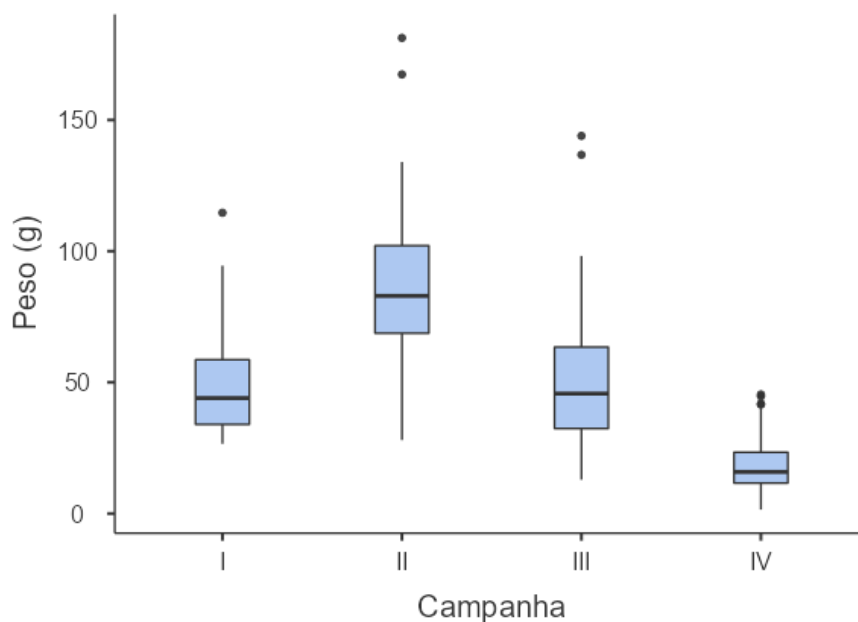


Figura 15- Relação de peso úmido entre campanhas para *Chiropsalmus quadrumanus*.

4.4.2. *Stomolophus fritillarius*

O diâmetro da umbrela variou de 37 mm (campanha I) a 110 mm (campanha II) de diâmetro, e a média geral (A) foi de $66,92 \pm 17,06$ mm. É possível observar que a campanha II apresentou todos os diâmetros acima da média, com o mínimo de 75 mm e média de $90,8 \pm 14,75$ mm. Nas demais campanhas, os valores se mantiveram abaixo da média: $65,45 \pm 17,89$ mm e $63,21 \pm 13,46$ mm (campanhas I e IV) e na CP III foi capturado somente um organismo com umbrela de 60 mm de diâmetro (Figura 16). O diâmetro foi significativamente diferente entre as campanhas (*Kruskal-Wallis test*, $p = 0,013$). O teste a posteriori de comparações múltiplas (DSCF) mostrou que a CP I diferiu da campanha CP II ($p = 0,044$) e a CP II diferiu da CP IV ($p = 0,009$).

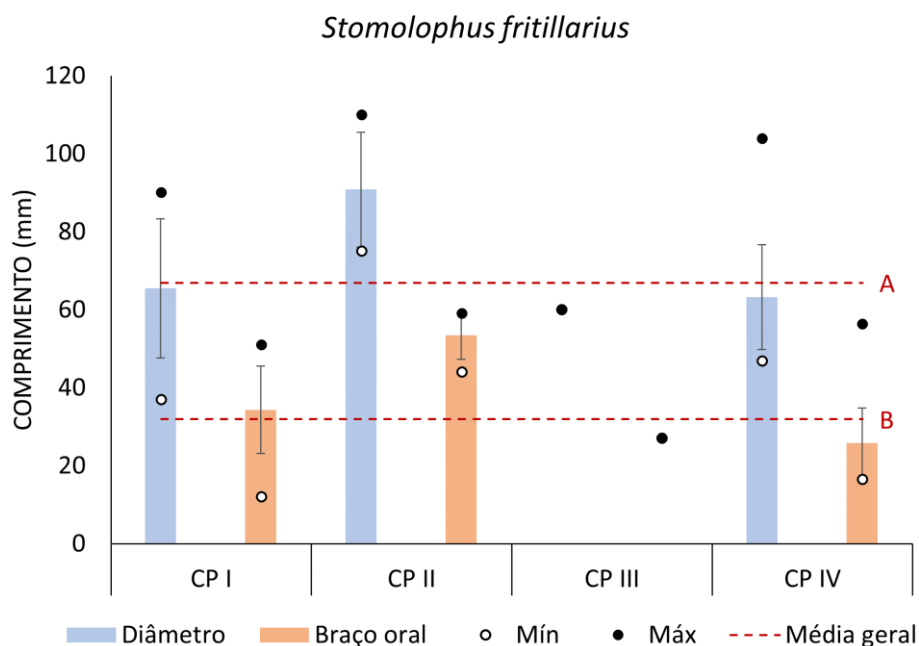


Figura 16- Variação morfométrica entre campanhas para *Stomolophus fritillarius*. Valores médios de diâmetro (A) e braço oral (B) entre todos os organismos.

O braço oral variou de 12 a 59 mm de comprimento (nas campanhas I e II, respectivamente), com média geral (B) de $31,91 \pm 12,69$ mm. A maior média ($53,4 \pm 6,1$ mm) foi também observada na campanha II, na qual todos os comprimentos foram acima da média geral. As menores médias foram marcadas na campanha IV: $25,78 \pm 8,98$ mm. O braço oral foi significativamente diferente entre as campanhas (*Kruskal-Wallis test*, $p < 0,001$). O teste de comparações múltiplas (DSCF) mostrou que todas as campanhas foram diferentes quando comparadas entre si ($p < 0,05$).

O peso úmido das medusas ao longo das campanhas variou entre 1,2 g (CP IV) e 100,15 g (CP II), com média geral de $21,68 \pm 24,44$ g. A campanha IV apresentou o peso médio dos organismos menor que a média geral ($6,65 \pm 3,6$ g). O maior peso médio registrado foi de $76,34 \pm 22,27$ g, observado na CP II (Figura 17). O teste de comparações múltiplas (DSCF) mostrou que todas as campanhas foram diferentes quando comparadas entre si ($p < 0,05$).

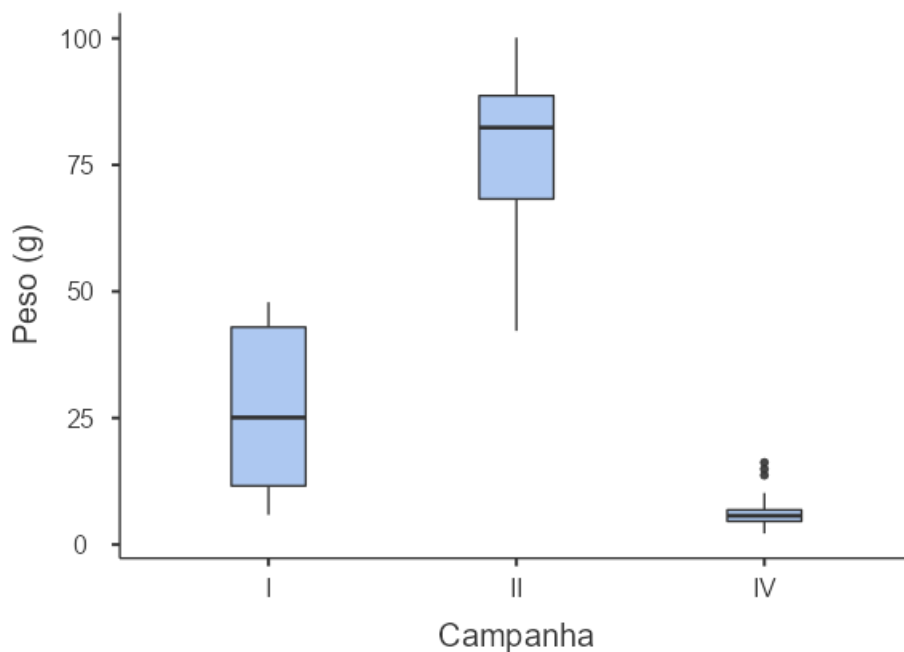


Figura 17- Relação de peso úmido entre campanhas para *Stomolophus fritillarius*.

4.4.3. *Lychnorhiza lucerna*

Esta espécie foi observada somente na campanha IV, com variação de diâmetro entre 108,15 e 220,23 mm e média de $169,80 \pm 50,37$ mm. O comprimento do braço oral variou de 61,67 mm a 101,66 mm, com valores médios de $88 \pm 17,9$ mm. Quanto ao peso úmido, houve variação de 37,39 a 71,18 g, com média de $55,61 \pm 16,46$ g (Figura 18).

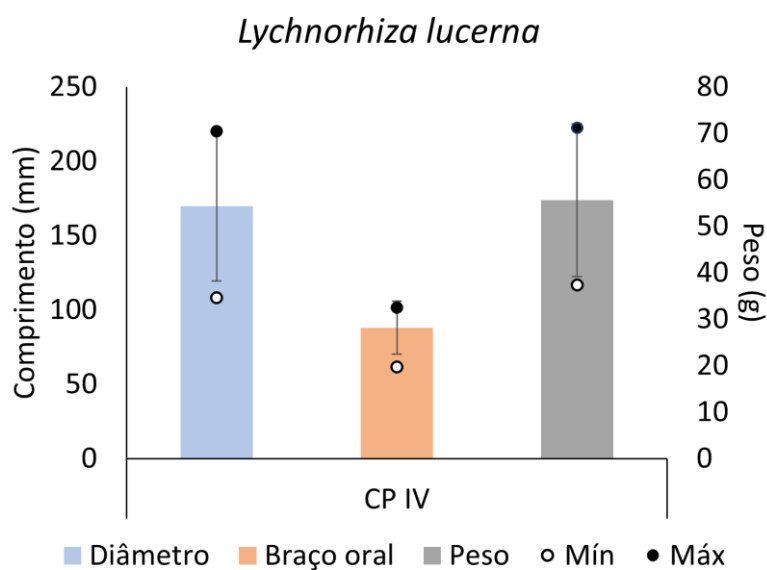


Figura 18- relações morfométricas de *Lychnorhiza lucerna*.

4.5. DENSIDADE E BIOMASSA ESTIMADA

O volume total de água filtrada pelas redes das quatro campanhas foi de $0,25 \text{ km}^3$, estimando-se uma densidade de $4,69 \times 10^3 \text{ ind/km}^3$. A menor densidade foi observada na campanha III ($0,48 \text{ ind/km}^3$) e a maior na campanha I ($14,08 \text{ ind/km}^3$). A partir da densidade de organismos, foi obtido o valor de biomassa total de $191,57 \text{ kg/km}^3$. A maior biomassa registrada foi de $624,92 \text{ kg/km}^3$ (CP I) e a menor foi de $26,81 \text{ kg/km}^3$, na campanha III.

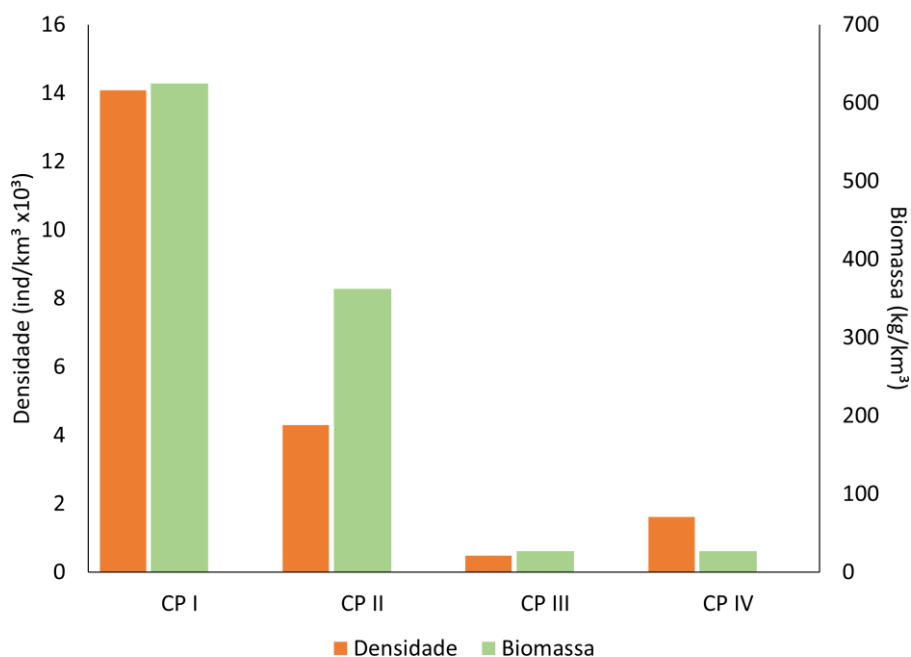


Figura 19- Densidade e biomassa total de Medusozoa em cada campanha.

4.5.1. *Chiropsalmus quadrumanus*

O volume total filtrado pelas redes que capturaram medusas da espécie *C. quadrumanus* foi de $0,24 \text{ km}^3$, resultando em uma densidade total estimada de $4,39 \times 10^3 \text{ ind/km}^3$. A menor densidade desses organismos foi observada na campanha III ($0,45 \times 10^3 \text{ ind/km}^3$) e a maior na campanha I ($15,65 \times 10^3 \text{ ind/km}^3$). Com a estimativa de densidade, foi calculada uma biomassa total de $198,35 \text{ kg/km}^3$, que, ao observar cada campanha, variou de $21,24 \text{ kg/km}^3$ (CP IV) a $769,68 \text{ kg/km}^3$ (CP I).

Ao correlacionar a densidade e biomassa de cada arrasto dentro das campanhas (Figura 20), é possível observar que o arrasto com maior densidade de *C. quadrumanus* ocorre na CP IV e o menor na CP III. Já a CP I apresentou a menor variabilidade e a

campanha III, a maior. Houve diferença significativa entre os valores de densidade por campanha de amostragem ($p = 0,006$). O teste a posteriori de comparações múltiplas (DSCF) mostrou que a densidade nas CPs I e IV foi significativamente maior em relação a CP II ($p \leq 0,02$) (Figura 20-a). O arrasto que apresentou menor valor de biomassa ocorreu na campanha IV, e o maior na CP III. Quanto a variabilidade de biomassa entre arrastos, a menor ocorreu na campanha I e a maior na III. Não houve diferença significativa entre os valores de biomassa estimados por campanha de amostragem ($p = 0,314$) (Figura 20-b).

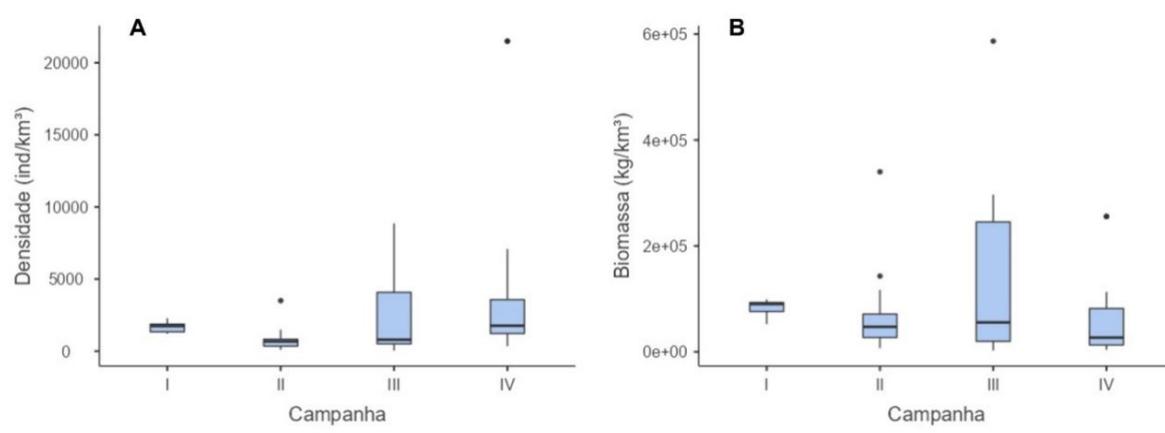


Figura 20- Caracterização de densidade (a) e biomassa (b) entre campanhas para *C. quadrumanus*

4.5.2. *Stomolophus fritillarius*

O volume total filtrado pelas redes dos arrastos com ocorrência de medusas da espécie *S. fritillarius* foi de $0,10 \text{ km}^3$, levando a uma estimativa de densidade total de $1,01 \times 10^3 \text{ ind/km}^3$. A partir desse valor, foi possível estimar uma biomassa total de $21,92 \text{ kg/km}^3$. A campanha III apresentou somente um organismo, por isso, os menores valores de densidade ($0,04 \times 10^3 \text{ ind/km}^3$) e biomassa ($0,88 \text{ kg/km}^3$), enquanto a CP II apresentou os maiores: $1,6 \times 10^3 \text{ ind/km}^3$ e $122,5 \text{ kg/km}^3$.

Ao correlacionar a densidade e biomassa de cada arrasto dentro das campanhas e desconsiderando a terceira campanha, devido a pouca quantidade de organismos (Figura 21), é possível observar que os arrastos com maior e menor densidade de *S. fritillarius* ocorreram na campanha IV, sendo assim, também é a maior variabilidade registrada. O arrasto que apresentou menor valor de biomassa ocorreu na campanha IV, e o maior na

CP II (Figura 21-a). Quanto a variabilidade de biomassa entre arrastos, a menor ocorreu na campanha I e a maior na II (Figura 21-b). Não houve diferença significativa da densidade por campanha de amostragem ($p = 0,793$), nem da biomassa entre campanhas ($p = 0,572$).

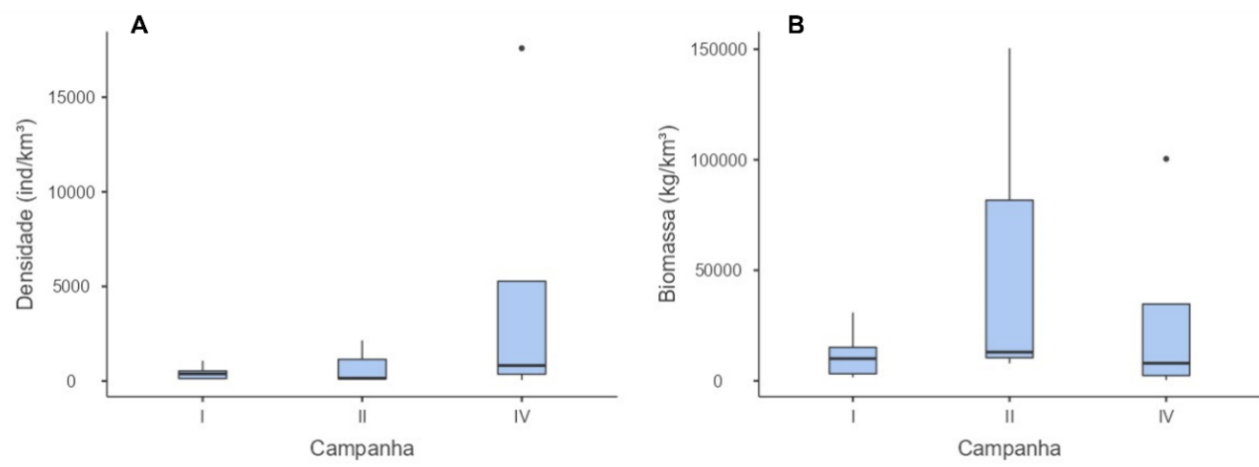


Figura 21- Caracterização de densidade (a) e biomassa (b) entre campanhas para *S. fritillarius*

4.5.3. *Lychnorhiza lucerna*

O volume total filtrado pelas redes que capturaram medusas da espécie *L. lucerna* foi de 0,004 km³, a partir disso, foi realizada uma estimativa de densidade total de $0,82 \times 10^3$ ind/km³. Por fim, calculada uma biomassa total estimada de 46,07 kg/km³.

5 DISCUSSÕES

Foram identificadas como fauna associada a pesca de camarão rosa na PCA, apenas três espécies de medusas: *Chiropsalmus quadrumanus*, *Lychnorhiza lucerna* e *Stomolophus fritillarius*. Esta baixa riqueza de espécies pode ser atribuída a metodologia de coleta inadequada para organismos gelatinosos, que, devido sua estrutura mais sensível, devem ser coletados de forma mais delicada, como arrastos com redes de plâncton de 200 μm que já se mostrou eficaz para amostragem de hidromedusas na área estudada (Tosetto *et al.* 2022; Tosetto *et al.* 2023; Muller 2018), ou mesmo detectadas através de sistemas de imagem (Corgnati *et al.* 2016). Outro fator pode ser o tamanho da malha da rede utilizada pelas embarcações, que pode deixar com que organismos menores que 1 cm escapem. Uma maior riqueza de medusas já foi descrita para a mesma região e proximidades (Oliveira *et al.* 2016), o que dá embasamento para a hipótese desenvolvida. Por outro lado, é a extensa largura da rede possibilita a captura de organismos maiores que não são facilmente capturados em redes pequenas.

Quanto a sazonalidade, as campanhas I e IV ocorreram, respectivamente, no ápice e no final do período seco, em meses que possuem a sazonalidade bem definida, são marcados por poucas chuvas (Moraes 2005) e menor vazão do rio Amazonas, ou seja, baixa influência da pluma estuarina na PCA (Nicolodi *et al.* 2009), levando a um aumento da salinidade na região (Silva *et al.* 2009). A campanha II ocorreu em meses do período chuvoso (Moraes 2005) com elevada pluviosidade, aporte fluvial e maior extensão da pluma (Nicolodi *et al.* 2009) e baixa salinidade (Silva *et al.* 2009). Já a campanha III foi marcada por um período transicional, final do chuvoso e entrada do seco, no qual a influência das chuvas ainda é elevada, mas começa a diminuir (Moraes 2005), assim como a pluma estuarina (Nicolodi *et al.* 2009), enquanto os valores de salinidade começam a subir (Silva *et al.* 2009).

Para a medusa *Chiropsalmus quadrumanus*, a variação do diâmetro foi de 29 – 142 mm ($78,17 \pm 17,1$), apresentou tamanho diminuto se comparado com a mesma espécie observada na região sul do Brasil (Nogueira-Junior & Haddad 2006). O braço oral variou de 16 a 76 mm ($48,78 \pm 9,71$) e o peso úmido entre 1,51 e 181,23 g, com média geral de $45,11 \pm 33,56$ g. Para *S. fritillarius* o diâmetro da umbrela variou de 37 a 110 mm ($66,92 \pm 17,06$ mm), braço oral de 12 – 59 mm ($31,91 \pm 12,69$) e peso úmido entre 1,2 – 100,15 g ($21,68 \pm 24,44$), apresentando morfometria dentro dos padrões

médios descritos para a espécie dentro do ambiente estuarino na costa amazônica (Banha *et al.* 2020).

A espécie *L. lucerna* apresentou variação de diâmetro entre 108,15 e 220,23 mm ($169,80 \pm 50,37$), braço oral de 61,67 – 101,66 mm ($88 \pm 17,9$) e o peso úmido variou de 37,39 a 71,18 g, com média de $55,61 \pm 16,46$ g. Enquanto, dentro no estuário, há registro dessa espécie com diâmetros menores, de 80 – 220 mm ($101,3 \pm 3,4$) e peso úmido médio de $90,957 \pm 9,068$ g (Banha *et al.* 2020). Já no Atlântico Sul, o diâmetro e o peso úmido são maiores, variando de 120 – 285 cm e o peso de 0,32 – 2074,7 g. Isto pode estar relacionado com as características físico-químicas e oceanográficas de cada área, porém, o número amostral de indivíduos de *L. lucerna* nesse estudo foi pequeno, sendo necessárias mais pesquisas para conhecer melhor os parâmetros morfométricos da espécie na PCA.

Ao observar a densidade e biomassa das medusas da espécie *C. quadrumanus*, e correlacionando esses dados com a sazonalidade, foi notório que a quantidade de organismos diminuiu durante a estação mais chuvosa, registrando um declive marcado por valores mínimos no final desse período (transicional), o que pode estar correlacionado com a influência que a pluma estuarina exerce na região nesse período (Tosetto *et al.* 2023). A densidade atingiu seu maior registro na campanha I (ápice do período seco) e apresentou uma nova declividade (não tão acentuada quanto a primeira), no final do seco, quando as temperaturas foram mais amenas.

De forma semelhante, com o decaimento da densidade populacional, houve um declive na biomassa, entretanto, os valores mínimos de densidade e biomassa não batem, o que pode ocorrer devido ao tempo de resposta da população. No período transicional, apesar da menor densidade, os organismos ainda eram grandes. A partir disso, as medusas começam a aumentar em tamanho e abundância, compondo a maior biomassa no período mais seco, indicando que estes organismos tenham preferência por ambientes com características oceanográficas mais marinhas (Båmstedt *et al.* 1999). Já no final do seco, ainda havia uma elevada quantidade de organismos, porém, de tamanhos menores, resultando em um baixo valor de biomassa.

Para a espécie *S. fritillarius*, apesar da densidade e da biomassa apresentarem curvas com o mesmo formato, elas são diferentes em proporcionalidade. De forma que, em todas as campanhas, a densidade aumentou ou diminuiu de forma mais abrupta do que

a biomassa. Isso pode ser um indicativo de que a quantidade de indivíduos da população varia mais rápido do que o tamanho dos organismos aumenta. Os maiores valores de densidade e biomassa foram marcados no período chuvoso, o que pode estar relacionado com o fato de que nessa época, a pluma estuarina possui maior extensão sobre a plataforma, uma vez que as larvas dessa medusa são liberadas no estuário e se deslocam para águas mais salgadas, atingindo a fase adulta em ambiente oceânico (Rountree *et al.* 1983). Entretanto, os baixos valores de salinidade nesse período podem ter influenciado na diminuição da densidade, refletindo também em uma queda da biomassa, resultado que pôde ser observado no período transicional. Apesar dos valores aproximados de densidade no período chuvoso e no mais seco (CP I), a biomassa apresenta valores quase quatro vezes menores, o que pode indicar que o aumento da salinidade e temperatura observados nessa época levam a um aumento populacional, entretanto, as medusas são menores. Em contraponto, nesse período as temperaturas ultrapassam o *range* de tolerância da espécie de temperaturas máximas em torno de 29°C (Castelo-Bautista 2012), causando uma nova queda de densidade e biomassa, não tão acentuada quanto a do período chuvoso, que pode ser observada nos valores do final do período seco.

A maior riqueza de espécies ocorreu no final do período seco, na única campanha em que a *L. lucerna* foi registrada, fato que pode estar relacionado com as condições ambientais, uma vez que esta espécie é observada com mais frequência em períodos secos (Banha *et al.* 2020). O período no qual houve a maior abundância relativa, densidade e biomassa de organismos amostrado foi o mais seco, onde os parâmetros oceanográficos na PCA são marcados por características mais marinhas do que estuarinas (Nicolodi *et al.* 2009) provavelmente pelo fato que temperaturas mais elevadas favorecerem no crescimento desses organismos (Treible *et al.* 2019) e aceleraram processos reprodutivos dos cnidários (Lucas & Dawson 2014). A campanha III, realizada no período transicional entre chuvoso e seco, apresentou menor abundância relativa, densidade e biomassa de organismos, o que pode ser um reflexo do impacto do período chuvoso anterior nestes organismos, uma vez que a pluma estuarina alcança até 500 km na PCA (Nicolodi *et al.* 2009), provocando uma grande diminuição nos níveis de salinidade (Silva *et al.* 2009).

A medusa *Chiropsalmus quadrumanus* foi a espécie mais abundante em todas as campanhas, compondo mais de 70% do total de organismos estudados. Em outras regiões do mundo, a ocorrência desta espécie pode ser observada somente do final da primavera ao início do inverno (Burke 1975; Guest 1959). Apesar de a maioria dos organismos da

classe Cubozoa apresentarem padrões de distribuição influenciados pela sazonalidade, na região norte do Brasil a *C. quadrumanus* ocorre em todos os períodos do ano (Kingsford & Mooney 2014). Quando comparada com a *Stomolophus fritillarius*, as duas espécies apresentam curvas de densidade e biomassa de mesmo formato, apesar da *S. fritillarius* apresentar valores muito menores. Isso indica que as duas espécies reagem as variações sazonais de formas semelhantes, entretanto, a *C. quadrumanus* foi mais frequente nas amostras.

6 CONCLUSÃO

Neste estudo foi possível observar a riqueza de espécies de cnidários medusóides de grande porte (classes Scyphozoa e Cubozoa) que são frequentemente capturados como fauna associada, durante a atividade pesqueira industrial do camarão-rosa (*Penaeus subtilis* Pérez Farfante, 1967), que é realizada na porção norte do oceano Atlântico Sul, região influenciada pela pluma estuarina amazônica. A partir dos resultados obtidos, ficou evidente que estes organismos estão presentes na maior parte dos arrastos de redes que ocorrem na PCA.

Enquanto outros trabalhos mostram que a *Stomolophus fritillarius* pode ser a espécie mais dominante nos estuários da região, este estudo indicou que essa dominância não se estende para as áreas mais oceânicas, onde a *Chiropsalmus quadrumanus* aparenta ser mais assídua. Entretanto, para maior embasamento teórico, são necessárias mais pesquisas e um monitoramento da área mais extenso em escalas temporais e espaciais. Foram observadas também diferenças biométricas entre os organismos do baixo estuário e das porções norte e sul do Atlântico Sul, que indicam que, conforme há um afastamento da influência das águas continentais, maiores são os organismos encontrados. Entretanto, o tamanho dos organismos pode ser um artefato do método de coleta, as redes de arrasto próximas ao substrato, selecionando indivíduos de maior porte.

Na Amazônia, poucos estudos são realizados abordando o filo Cnidaria, principalmente com o intuito de monitorar os parâmetros ecológicos de riqueza, densidade e abundância, mapear a distribuição desses organismos e como as características sazonais peculiares da região interferem nesta comunidade. Dessa forma, este trabalho pretendeu corroborar com o aumento de conhecimento a respeito da fauna de medusas presente na costa norte do Brasil e instigar o interesse no desenvolvimento de mais pesquisas.

REFERÊNCIAS

- Aragão J. A. N., Cintra I. H. A., Silva K. C. A., Vieira I. J. A. 2001. A exploração camaroneira na costa norte do Brasil. *Boletim Técnico Científico do Cepnor*, Belém, v. 1, n. 1, p. 11-44,
- Aragão J. A. N. 2012. *Dinâmica populacional e avaliação do estoque do camarão rosa (Farfantepenaeus subtilis Pérez-Farfante 1967) na Plataforma Continental Amazônica brasileira*. PhD Theses, EESC, Universidade de São Paulo, São Carlos, 243p.
- Asano-Filho M., Holanda F. C. A. F., Santos F. J. S. 2003. Influência da profundidade na distribuição do camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante 1967) na região norte do Brasil. *Tropical Journal of fisheries and Aquatic Science*, **3**(1): 9-20.
- Bâmstedt U., Lane J., & Martinussen, M. B. 1999. Bioenergetics of ephyra larvae of the scyphozoan jellyfish *Aurelia aurita* in relation to temperature and salinity. *Marine Biology*, **135**(1): 89-98.
- Banha T. N., Morandini A. C., Rosário R. P., Martinelli Filho J. E. 2020. Scyphozoan jellyfish (Cnidaria, Medusozoa) from Amazon coast: distribution, temporal variation and length–weight relationship. *Journal of Plankton Research*, **42**(6), 767-778.
- Bernardes M. C., Knoppers B. A., Rezende C. E., Souza W. F. L., Ovalle A. R. C. 2012. Land-sea interface features of four estuaries on the South America Atlantic coast. *Brasilian Journal of Biology*.
- Burke W.D. 1975. Pelagic cnidaria of Mississippi Sound and adjacent waters. *Gulf Research Reports*, **5**(1):23–38.
- Brusca R. C., Moore W., Shuster S. M. 2018. *Invertebrados*. 3. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan LTDA.
- Castelo-Bautista B. 2012. *Efecto de la temperatura en el metabolismo respiratorio en la fase polipo de la medusa bola de cañeon Stomolophus Meleagris*. PhD Theses, Universidad Autonoma, La Paz, Baja California Sur, vii, 50p.
- Corgnati L., Marini S., Mazzei L., Ottaviani E., Aliani S., Conversi A., Griffa A. 2016. Looking inside the ocean: Toward an autonomous imaging system for monitoring gelatinous zooplankton. *Sensors*, **16**(12), 2124.

Dias-Neto J. 2011. *Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos do Brasil*. IBAMA, 242 p. (Série Plano de Gestão de Recursos Pesqueiros)

Di Benedetto A., Russo P. 2007. Thermo-kinetic modelling of dust explosions. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. **20**(4-6), 303-309.

Giovanni. *The GES-DISC (Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center) Interactive Online Visualization AND aNalysis Infrastructure version*. 2023.2. Disponível em: <http://giovanni.gsfc.nasa.gov>

Guest W. C. 1959. The occurrence of the jellyfish *Chiropsalmus quadrumanus* in Matagorda Bay, Texas. *Bulletin of Marine Science*, **9**(1):79-83.

Isaac V. J., Braga M. T. 1999. *Rejeição do pescado nas pescarias da região norte do Brasil*. Arquivo Ciências do Mar.

Kelleher K. 2005. *Discards in the world's marine fisheries: an update*. FAO.

Kingsford M.J., Mooney C.J. 2014. The ecology of box jellyfish (Cubozoa). In: Pitt K.A., Lucas C.H. (eds), *Jellyfish Blooms*. Springer Dordrecht. Heidelberg New York London, **1**(12):267-302.

Leite A. A.C., Dos Santos Queiroz A. F., Siqueira Morais L. M., De Azevedo C. C., Martinelli Filho J. E. 2020. Zooplankton at the northern Brazilian coast: evaluation and gaps. *Journal of Coastal Research*, **95**(SI): 12-17.

Lucas C.H., Dawson M.N. 2014. What are jellyfishes and thaliaceans and why do they bloom? Jellyfish blooms (ed. by K.A. Pitt and C.H. Lucas), pp. 9–44. *Springer Dordrecht*.

Marinho Y. B. 2019. *Caracterização dos cnidários pelágicos associados à pesca de arrasto de camarão na Plataforma Continental Amazônica*. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Pará (UFPA)

Moraes B. C., Costa J. M. N., Costa A. C. L., Costa M. H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazônica*. **35**(2): 207-214.

Morandini A. C., Ascher D., Stampar S. N., Ferreira J. F. V. 2005. *Cubozoa e Scyphozoa (Cnidaria: Medusozoa) de águas costeiras do Brasil*. Iheringia, Série Zoologia.

Müller P. C. 2018. *Comunidade de hidromedusas em um gradiente costeiro-oceânico na Plataforma Amazônica*. Trabalho de conclusão de curso. Universidade federal do Pará (UFPA).

Nicolodi J. L., Zamboni A., Barroso G. F. 2009. Gestão integrada de bacias hidrográficas e zonas costeiras no Brasil: implicações para a Região Hidrográfica Amazônica. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, **9**(2):9-32.

Nittrouer C. A., Kuehl S. A., Demaster D. J., Kowsmann R.O. 1986. The deltaic nature of Amazon shelf sedimentation. *Geological Society of America Bulletin* **97**, 444–458.

Nogueira Jr M., Haddad M. A. 2006. Relações de tamanho e peso das grandes medusas (Cnidaria) do litoral do Paraná, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* (Online), v. 23, p. 1231-1234.

Oliveira O. M., Miranda T. P., Araujo E. M., Ayon P., Cedeno-possó C. M., Cepedamercado A. A., Marques A. C. 2016. Census of Cnidaria (Medusozoa) and Ctenophora from south American marine waters. *Zootaxa*, **4194**(1), 1-256.

Paiva M. P., Oliveira J. A. 1992. *Parâmetros ambientais dos crustáceos e peixes bentônicos marinhos no Norte do Brasil*. Arquivos Ciências do mar.

Palma J.J.C. 1979. *Geomorfologia da plataforma continental norte*. In: PETROBRAS. Geomorfologia da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes. Projeto REMAC.

Page J. W. 2015. Characterization of bycatch in the cannonball jellyfish fishery in the coastal waters off Georgia. *Marine Coastal Fisheries*. **7**:1, 190-199, DOI: 10.1080/19425120.2015.1032456.

Pereira L. C. C., Alveirinho-dias J., Carmo J. A. & Polette, M. 2009. A zona costeira amazônica brasileira. *Revista de Gestão Costeira Integrada*. **9**(2):3-7.

R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2021. <https://www.R-project.org/>

Rao V. B., Hada K. 1990. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the southern oscillation. *Theoretical and Applied Climatology*. **42**,81–91.

Rosário R. P., Bezerra M. O., Vinzón S. B. 2009. Dynamics of the saline front in the northern channel of the Amazon river – influence of fluvial flow and tidal range (Brazil). *Journal of Coastal Research*.

Rountree R. A. 1983. *The ecology of Stomolophus meleagris, the cannon ball jellyfish, and its symbionts, with special emphasis on behavior*. Unpublished manuscript. Wilmington, NC, University of North Carolina.

Severino-rodrigues E., Guerra D. S. F., Graça-Lopes R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*. São Paulo. **28**(1): 33- 48.

Silva A. D., Santos M. D. L. S., Araujo M. C., Bourlès B. 2009. Observações hidrológicas e resultados de modelagem no espalhamento sazonal e espacial da pluma de água Amazônica. *Acta Amazônica*, **39**:361-370.

Silva L. S., Cavalcante-braga D.V., Lourenço C.B., Schwamborn R., Martinellilemos J.M. 2021. Factors affecting the seasonal variability of planktonic shrimps (Dendrobranchiata) along an estuary–ocean gradient on the Amazon Continental Shelf. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 1–12.
[https://doi.org/ 10.1017/S0025315421000308](https://doi.org/10.1017/S0025315421000308)

Suguio K. *Geologia sedimentar*. 2003. São Paulo. Edgard Blucher LTDA. 280 p.

The Jamovi Project. 2022. *Jamovi (Version 2.3)*. [Computer Software]. Disponível em: [https:// www.jamovi.org](https://www.jamovi.org). Acesso em: 13/12/2023.

Tosetto E. G., Neumann-leitão S., Araujo M., Dimoune D.M, Bertrand A., Nogueira-júnior M. 08/2023. Amazon river plume habitats shape planktonic cnidarian assemblages in the Western Atlantic. *Plos One*, **18**(8):e0290667

Tosetto E. G., Neumann-Leitão S., Araujo M., Nogueira-júnior, M. 09/2022. Epipelagic cnidarian fauna in the Western Equatorial Atlantic Ocean off the Amazon river delta. *Marine biodiversity*. **52**(5): 50.

Treible Laura M., Condon Robert H. 2019. Temperature-driven asexual reproduction and strobilation in three scyphozoan jellyfish polyps. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **520**:151204.

Villegas L., Dragovich A. 1984. The Guianas-Brazil shrimp fishery, its problems and management aspects. In: Gulland J. A. & Rothschild B. J. (eds.). *Penaeid shrimps-their biology and management*, Farnham, UK, Fishing News Books. p. 60-70.