



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

GRASIELLE DAYSE DE VASCONCELOS SILVA

ESPÉCIES NÃO NATIVAS E A BIODIVERSIDADE: UM ESTUDO DE CASO
SOBRE CAMARÕES PENEÍDEOS NO ESTUÁRIO DO RIO ACARAÚ, NORDESTE
DO BRASIL

FORTALEZA

2023

GRASIELLE DAYSE DE VASCONCELOS SILVA

ESPÉCIES NÃO NATIVAS E A BIODIVERSIDADE: UM ESTUDO DE CASO SOBRE
CAMARÕES PENEÍDEOS NO ESTUÁRIO DO RIO ACARAÚ, NORDESTE DO
BRASIL

Dissertação apresentada ao Mestrado de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Pesca. Área de Concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientadora: Profa. Dra. Helena Matthews-Cascon

Coorientadora: Profa. Dra. Rafaela Camargo Maia.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

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

- S58e Silva, Grasielle Dayse de Vasconcelos.
Espécies não nativas e a biodiversidade: um estudo de caso sobre camarões peneídeos no estuário do rio Acaraú, Nordeste do Brasil / Grasielle Dayse de Vasconcelos Silva. – 2023.
70 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Helena Matthews-Cascon.
Coorientação: Profa. Dra. Rafaela Camargo Maia.
1. ecossistema costeiro. 2. espécie marinha introduzida. 3. lista taxonômica. I. Título.

CDD 639.2

GRASIELLE DAYSE DE VASCONCELOS SILVA

ESPÉCIES NÃO NATIVAS E A BIODIVERSIDADE: UM ESTUDO DE CASO SOBRE
CAMARÕES PENEÍDEOS NO ESTUÁRIO DO RIO ACARAÚ, NORDESTE DO
BRASIL

Dissertação apresentada ao Mestrado de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Pesca. Área de Concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Aprovada em: 27/04/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra Helena Matthews-Cascon (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr Rubéns Galdino Feijó
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof.^o Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

AGRADECIMENTOS

A Deus e minha família, de modo especial às minhas irmãs e minha mãe (Giselle, Rafaelle e Sebastiana) por todo amor e afeto incondicional. E à tia Conceição, que sempre deixou a porta de sua casa aberta para mim e minha irmã, e depois foi com quem dividimos moradia na capital, significando nossa base por lá.

Às minhas orientadoras, professora Dra. Helena e professora Dra. Rafaela, essas queridas mulheres que tanto fazem na ciência brasileira e assim me inspiram. Elas que mesmo sendo malacólogas, desenvolveram este trabalho comigo.

Ao IFCE de Acaraú, que chamo de instituição materna, pelo apoio que obtive na sistematização das coletas e pelo espaço vindo do Laboratório de Ecologia de Manguezais (ECOMANGUE). Este que tão bem me acolhe desde 2017, pela colaboração vinda já na graduação com a professora Dra. Rafaela, a quem sou infinitamente grata.

Assim, agradeço também à toda equipe que embarcou comigo, que aguentaram muitas horas de sol e até mesmo chuva, especialmente ao técnico Roberto Medeiros, do Laboratório de Pesca (IFCE – Acaraú), ao Paulinho, amigo do ECOMANGUE antes mesmo da criação, e Sr. Mundinha, dono da embarcação “Cioba”, bravamente não faltaram um dia sequer em nossas idas e vindas pelo estuário do rio Acaraú.

Agradeço a cada um que me motivou durante esses anos de formação, àqueles com quem troquei mensagem, palavras de força. Ao Toivi, que pacientemente me acompanhou na reta final dessa dissertação. Aos meus amigos, em particular os que manteve maior contato, Rosane, Sérgio, Alice, Eveline, Marília; e ao Robério, que não soltou minhas mãos e me fez avançar com a estatística.

Por fim, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Obrigada Universidade Federal do Ceará pelo curso e professores super qualificados.

“Entre o Mangue da cor da esperança.
Passa o rio que a cidade limita.
E, bem perto, entre as ondas se lança,
num painel de beleza infinita.” (ARAÚJO,
Manoel Nicodemos, **Hino de Acaraú**).

RESUMO

A carcinicultura é uma atividade aquícola de destaque na região nordeste do Brasil, com os empreendimentos geralmente dispostos próximos a estuários, e a principal espécie cultivada se trata do camarão cinza do Pacífico, *Penaeus vannamei*. Ainda que pulse o sucesso produtivo da aquicultura é eminente a problemática com os escapes das espécies exóticas. As invasões biológicas impactam a fauna nativa e os habitats naturais. Neste sentido, o presente trabalho testou a hipótese que *P. vannamei* está presente no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil e possui populações estabelecidas durante todo o ano. Assim, o objetivo geral foi caracterizar a assembleia de camarões no estuário do rio Acaraú e investigar camarões peneídeos invasores. Portanto, foram realizadas coletas de camarões ao longo do estuário do rio Acaraú, por 12 meses, e aferidos parâmetros abióticos da água e solo. Após determinação dos índices ecológicos e testes estatísticos, os resultados encontrados foram: 593 camarões, os nativos da espécie *P. brasiliensis*, *P. schmitti* e *P. subtilis*, assim como a espécie não nativa *P. vannamei*, sendo *P. subtilis* a mais abundante e dominante; os meses março/2022, abril/2022 e maio/2022 obtiveram as maiores capturas, de tal modo, em março foram encontrados 356 indivíduos, abril obteve 116 indivíduos e 97 indivíduos em maio. Transparência e pH juntos, estatisticamente mais influenciaram na estruturação da comunidade de camarões no local de estudo. As espécies maiores eram principalmente *P. vannamei*. Embora sem populações estabelecidas, foram recorrentes no ambiente natural estudado, *P. vannamei* pode se tornar bioinvasora e será necessário um acompanhamento contínuo no estuário do rio Acaraú. Foram sugeridas o monitoramento desta espécie, além da necessidade de maior rigidez na legislação e estudos genéticos futuros que desvendem a origem real da espécie no estuário e programas de educação ambiental.

Palavras-chaves: ecossistema costeiro; espécie marinha introduzida; lista taxonômica.

ABSTRACT

Shrimp farming is an important aquaculture activity in the Brazilian northeast region, with enterprises generally located close to estuaries, and the main cultivated species is the gray shrimp from the Pacific *Penaeus vannamei* (BOONE, 1931). Although the productive success of aquaculture pulses, the problem with the escape of exotic species is imminent. Biological invasions put pressure on native fauna and natural habitats. Thus, the hypothesis of this work was that *P. vannamei* is present in the estuary of the Acaraú river, Ceará, Brazil and has established populations. The overall objective was to characterize the shrimp assemblage in the Acaraú river estuary and to investigate invasive penaeid shrimp. Therefore, shrimp collections were carried out along the Acaraú River estuary, for 12 months, and abiotic parameters of water and soil were measured. After determining the ecological indices and statistical tests, the results found were: 593 shrimp, the native species *P. brasiliensis*, *P. schmitti* and *P. subtilis*, as well as the non-native species *P. vannamei*, with *P. subtilis* being the most abundant and dominant; the months March/2022, April/2022 and May/2022 had the highest catches, so that in March 356 individuals were found, April had 116 individuals and 97 individuals in May. Transparency and pH together statistically had more influence on the structure of the shrimp community in the study site. The largest species were mainly *P. vannamei*. Although without established populations, they were recurrent in the studied natural environment, *P. vannamei* can become bioinvasive and continuous monitoring will be necessary in the estuary of the Acaraú River. Monitoring of this species was suggested, in addition to the need for greater rigidity in legislation and future genetic studies that reveal the real origin of the species in the estuary and environmental education programs.

Keywords: coastal ecosystem; introduced marine species; taxonomic list.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Anatomia externa e interna de um camarão peneídeo.....	20
Figura 2 – Representantes da Família Penaeidae.	21
Figura 3 – Mapa de coleta com as marcações dos pontos de amostragem no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.....	26
Figura 4 – Ilustração de uma tarrafa. Chumbos representados na parte inferior. ..	28
Figura 5 – Tarrafa sendo lançada no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	29
Figura 6 – Ilustração de uma rede de arrasto. Armadilha com madeira nas extremidades.	29
Figura 7 – Rede de arrasto sendo manobrada no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.....	30
Figura 8 – Marcações dos comprimentos medidos nos camarões capturados.	31
Figura 9 – Registros da aferição de alguns parâmetros no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	32
Figura 10 – Vista lateral de espécies de camarões peneídeos capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	33
Figura 11 – Curva de rarefação a partir dos camarões coletados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	35
Figura 12 – Gráfico box-plot do número de camarões por amostragem no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.....	39
Figura 13 – Gráfico da abundância de espécies de camarões por amostragem no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	40
Figura 14 – Dendograma dos meses amostrados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.....	43
Figura 15 – Médias e desvio padrão das medidas corpóreas de <i>P. subtilis</i> capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	45
Figura 16 – Médias e desvio padrão das medidas corpóreas de <i>P. vannamei</i> capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	47
Figura 17 – Médias e desvio padrão das medidas corpóreas de <i>P. brasiliensis</i> capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas geográficas e distâncias dos pontos amostrados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.....	26
Tabela 2 – Lista taxonômica dos camarões identificados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	34
Tabela 3 – Valores dos índices ecológicos durante o período amostral no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.....	37
Tabela 4 – Abundância e frequência relativa das espécies de camarões por amostragem no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.....	38
Tabela 5 – Relação da média e desvio padrão das medidas corpóreas e peso das espécies de camarões no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	41
Tabela 6 – Média e desvio padrão dos parâmetros abióticos obtidos no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	47
Tabela 7 – Análise Bioenv, a partir de correlação de Pearson entre as variáveis ambientais e camarões capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	DESENVOLVIMENTO	14
2.1	Referencial teórico	14
2.1.1	<i>Estuário</i>	15
2.1.2	<i>Carcinicultura</i>	17
2.1.3	<i>Peneídeos</i>	19
2.1.4	<i>Bioinvasão</i>	22
2.2	Material e métodos	25
2.2.1	<i>Área de coleta</i>	25
2.2.2	<i>Artes de pesca</i>	27
2.2.3	<i>Coleta de camarões</i>	30
2.2.4	<i>Coleta de dados abióticos</i>	31
2.2.5	<i>Análises estatísticas</i>	32
2.3	Resultados	33
2.3.1	<i>Estrutura da comunidade de camarões no estuário do rio Acaraú</i>	33
2.3.1.1	Descritores ecológicos de camarões no estuário do rio Acaraú	35
2.3.1.2	Ocorrência e frequência das espécies de camarões no estuário do rio Acaraú	37
2.3.2	<i>Distribuição temporal da comunidade de camarões no estuário do rio Acaraú</i>	38
2.3.3	<i>Estrutura de tamanho, peso e proporção sexual da comunidade de camarões do estuário do rio Acaraú</i>	41
2.3.4	<i>Caracterização ambiental e relação dos fatores abióticos com a fauna de camarões no estuário do rio Acaraú</i>	48
2.4	Discussão	50
3	CONCLUSÕES	57
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira brasileira totaliza aproximadamente 8.500 quilômetros, está composta por 17 estados litorâneos, que se conectam as águas do Oceano Atlântico, apresentando uma grande diversidade de sistemas ambientais costeiros. Assim, o litoral do Brasil integra manguezais, recifes de corais, dunas, restingas, praias arenosas, costões rochosos, lagoas, marismas e estuários (MMA, 2018; IPPOLITI, 2018).

O estuário se refere à porção voltada para o mar de um sistema de vale submerso que recebe sedimentos e água de fontes fluviais e marinhas, dando origem a um regime sedimentar único e áreas de salinidade variável (COSTELLO *et al.*, 2019).

O ambiente estuarino detém de uma série de bens e serviços importantes, como controle da erosão, sequestro de carbono, recreação e produção pesqueira (WHITFIELD *et al.*, 2012). Muitas espécies de peixes, moluscos, crustáceos e outros grupos de organismos, se utilizam do estuário como habitat, abrigo e para reprodução (PINTO-COELHO; HAVENS, 2015).

Entretanto, o estuário está cada vez mais sendo exposto a perturbações ambientais e antrópicas, como mudanças climáticas, urbanização, aquicultura e a introdução de espécies, que comprometem a quantidade e qualidade dos bens e serviços que oferecem (BIRNALE; RATHOD; DURGEKAR, 2017; PASQUAUD *et al.*, 2015; WETZ; YOSKOWITZ, 2013).

Deste modo, o município de Acaraú, localizado na região da Costa Negra, é reconhecida, principalmente, pela cadeia produtiva de camarão por meio da carcinicultura (VENÂNCIO, 2017). A região da Costa Negra, situada no litoral oeste do Ceará, possui características sedimentares da plataforma, composta por sedimento de granulometria fina e coloração cinza, rica em minerais, somado ao complexo sistema de estuários e barras arenosas existentes na região (RODRIGUES, 2020).

Segundo a FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (2020), os camarões marinhos dominam a produção de crustáceos normalmente cultivados na aquicultura costeira. O camarão cinza, *Penaeus vannamei* (BOONE, 1931) é a espécie de maior representatividade para a carcinicultura, atualmente soma uma produção de quase 6 milhões de toneladas, no mundo todo (FAO, 2022).

Na América do Sul, o crescimento substancial da aquicultura iniciou no final de 1970, apoiado principalmente pela produção de camarão e salmão vindos do Equador, Brasil e Chile. O Brasil vinha de tentativas frustradas no cultivo com suas espécies nativas, mas a carcinicultura marinha nacional obteve êxito através da espécie exótica do pacífico *P. vannamei*, com pacote tecnológico já estabelecido em outros países, como o Equador (CARVALHO FILHO, 1998).

Entretanto o sucesso produtivo da aquicultura, com o cultivo de espécies exóticas, representa riscos significativos de introduções aos ambientes naturais (COOK *et al.*, 2008). O movimento de organismos para regiões onde não evoluíram configura a introdução, quando uma espécie possui vantagem competitiva, superando barreiras naturais, permitindo que proliferem e se espalhem para áreas novas (COOK *et al.*, 2008; VALÉRY *et al.*, 2008).

O primeiro registro de *P. vannamei* em ambientes naturais no nordeste do Brasil, foi no Rio Grande do Norte, em 2002. A provável causa do escape ao ambiente natural se deu em consequência das frágeis estruturas dos viveiros, rompidas no período chuvoso (SANTOS; COELHO, 2002).

De modo geral, a temática sobre invasões biológicas carece de difusão e pesquisa (ROCHA; ROCHA, 2019). No país, nos últimos anos se tomou a preocupação com as espécies invasoras no ambiente marinho, anteriormente os ambientes terrestre e de água doce, recebiam a maior parte das atenções (ROCHA *et al.*, 2013; TEXEIRA; CREED, 2020).

O conhecimento acerca da riqueza de espécies e distribuição natural da macrofauna bentônica na costa atlântica equatorial é precário, e são escassos, além dos estudos sobre espécies introduzidas nessa região de baixa latitude serem recentes (SOARES *et al.*, 2022b).

Para mais, o desenvolvimento de inventários de introduções marinhas auxilia na análise da probabilidade de estabelecimento, propagação, de bioinvasão e o impacto em potencial (COOK *et al.*, 2016; ROCHA *et al.*, 2013).

Nestas circunstâncias foi testada a hipótese que *P. vannamei* está presente no estuário do rio Acaraú, e se mantendo em todos os períodos do ano amostrado, demonstrando estabelecimento de suas populações.

Por tanto, o objetivo geral deste trabalho foi caracterizar a assembleia de camarões peneídeos no estuário do rio Acaraú e investigar camarões peneídeos invasores. Especificamente:

- 1) Avaliar a estrutura da comunidade de camarões no estuário do rio Acaraú considerando dominância, riqueza e diversidade, abundância e frequência;
- 2) Comparar as espécies coletadas em um gradiente temporal, ao longo do estuário do rio Acaraú;
- 3) Estimar a estrutura populacional das espécies de camarões no estuário do rio Acaraú considerando tamanho, peso dos indivíduos e sexo;
- 4) Correlacionar a presença de camarões no estuário do rio Acaraú com os microhabitats formados pelos parâmetros: matéria orgânica e granulometria do solo; salinidade, transparência, pH e temperatura da água.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial teórico

2.1.1 Estuário

Etimologicamente estuário deriva da palavra latina "aestus" que significa "da maré" (PERILLO; PICCOLO; PINO-QUIVIRA, 1999). Um estuário é um corpo d'água semifechado que inclui toda a extensão da maré, dessa forma há a mistura da água oceânica com a do rio, cuja diluição ocorre no limite efetivo da ação das marés até a foz (PERILLO; PICCOLO; PINO-QUIVIRA, 1999; VILAS, 2014).

Ao longo de sua extensão, o estuário é dividido em "estuário inferior ou marinho", setor aberto ao oceano, "estuário médio", setor de intensa mistura de águas doce e salgada, e "estuário superior ou fluvial", setor característico de água doce, mas exposto à maré (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002). Assim, se observa ao decorrer desse gradiente que a salinidade se torna variável e há mudanças sedimentares (ELLIOTT, MACLUSKY, 2002).

Por sua vez, os sedimentos estuarinos possuem origens diversas, desde pela lixiviação da bacia de drenagem à erosão do próprio corpo estuarino, assim passam pela interação dos processos hidrodinâmicos e geomorfologia do substrato (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002).

A mineralogia e deposição dos solos determinam sua maior disponibilidade ou retenção, incluindo a disponibilidade a incorporação pela biota estuarina (OLIVEIRA; MARTINS, 2011).

Segundo Bastos, Feitosa e Muniz (2004), a salinidade é que delimita o início e fim deste ecossistema, bem como a distribuição dos organismos. Funciona como barreira ecológica às espécies que não suportam grandes variações de salinidade, sendo o influxo de água doce do rio e as chuvas que marcam essas variações (BASTOS, FEITOSA, MUNIZ, 2004).

De tal modo, os estuários tendem a ser mais abundantes e/ou produtivos quando se compara com o habitat aquático adjacente (ELLIOTT, MACLUSKY, 2002). Porém, nesse ambiente, a diversidade biótica começa a diminuir com salinidade acima de 40, com a maioria das espécies incapazes de sobreviver ou mudar de áreas onde a salinidade está acima de 50 (WHITFIELD *et al.*, 2012).

A existência de uma alta diversidade biológica se justifica pelo hidrodinamismo estuarino, possibilitando a retenção de nutrientes e o que faz possuírem uma distinta biodiversidade bentônica, como gastrópodes, bivalves,

anelídeos e crustáceos (BERNARDINO, *et al.* 2015; MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002).

As comunidades bentônicas tornam-se importantes na ciclagem de nutrientes, pois ao consumirem matéria orgânica nos sedimentos, fitoplâncton ou zooplâncton, servem de recurso alimentar aos consumidores de níveis superiores na cadeia trófica (BARROS *et al.*, 2012).

Os manguezais estão comumente associados aos estuários, que conferem estabilidade à costa, protegem contra erosões e abrigam grandes formas de vida (GERLING *et al.*, 2016).

Em geral, juntos proporcionam o crescimento de muitas espécies e vários organismos juvenis são encontrados confinados, protegidos e se aproveitando dos recursos, mediante à disponibilidade facilitada de nutrientes, luz solar, proteção contra o embate de ondas e habitats diversos (GARRISON, 2010).

Nas regiões estuarinas tropicais do Ceará, o ecossistema manguezal faz parte da paisagem das planícies fluvio-marinhas (MORO *et al.*, 2015). Cujas planícies de maior relevância geográfica, em relação ao espaço com manguezais no estado, se constituem nos rios Timonha, Coreaú e Acaraú (ICMBio, 2006).

Na região estuarina do Rio Acaraú, Pessoa e colaboradores (2017) descrevem diversas atividades relacionadas à exploração ou uso dos recursos naturais, que dentre as principais atividades geradoras de degradação ambiental, está a carcinicultura.

O território ocupado por esta atividade utiliza áreas de antigas salinas, mas também áreas mais distintas como parcelas de terras adjacentes ao estuário e regiões próximas (PESSOA *et al.*, 2017). Estuários são majoritariamente usados pela carcinicultura, pois é de onde retiram as águas salgadas e salobras aos cultivos (ABCC, 2017).

Desta forma, a expansão de atividades antropogênicas somatizam a supressão espacial de manguezais e de outro modo são associadas à redução da capacidade de regeneração do ecossistema e comprometem a dinâmica estuarina, assim fragilizam ambos (THIERS; MEIRELES; SANTOS, 2016).

Vale mencionar as principais atividades humanas que pressionam estuários e zonas costeiras, que se incluem navegação, drenagem, extração de areia, pesca, indústria, urbanização, canalizações e empreendimentos aquícolas (UNIÃO EUROPEIA, 2011; TORRES; VIANA, 2021).

2.1.2 Carcinicultura

Uma atividade forte, dentro da aquicultura, é a criação de camarões marinhos ou de água doce, denominada de carcinicultura (SEBRAE, 2018).

Conforme a FAO (2022), as principais espécies de crustáceos cultivadas são *P. vannamei*, *Procambarus clarkii* (GIRARD, 1852), *P. monodon* (FABRICIUS, 1798), *Eriocheir sinensis* (H. MILNE EDWARDS, 1853) e *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN, 1879).

A espécie de camarão mais cultivada no mundo todo, com 51,7%, é o exótico *P. vannamei*. Em 2010, obteve 2 648.5 toneladas em produção, enquanto, em 2020 alcançou 5 812.2 toneladas. Esses números demonstram um crescimento significativo no cultivo de *P. vannamei* na última década (FAO, 2022).

Dados atuais da carcinicultura brasileira demonstram que 2019 foram 54,3 mil toneladas de camarão produzidos, um volume 18,8% maior que 2018, quando teve início à recuperação da atividade após os efeitos do Vírus da Síndrome da Mancha Branca (IBGE, 2020).

A região Nordeste vem liderando a produção de camarão no país, com destaque aos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, que obtiveram respectivamente 34,8% e 33,2% do volume total nacional (IBGE, 2020). Uma atividade que definitivamente se condensa nesta região do país, devido às suas estimáveis condições edafoclimáticas, propícias à exploração do *P. vannamei* (ROCHA; FERNANDES, 2022).

Foi no início da década de 1970, que a carcinicultura marinha no Brasil deu os primeiros passos, com o cultivo de camarões peneídeos exóticos e nativos, como *P. japonicus* (SPENCE BATE, 1888), *P. vannamei*, *P. schmitti* (BURKENROAD, 1936) e *P. subtilis* (PÉREZ FARFANTE, 1967), mas que não apresentaram sucesso (MOLES; BUNGE, 2002).

Porém a atividade de fato se desenvolveu com o exótico *P. vannamei*, na década de 1980, natural da costa sul-americana do Pacífico e popularmente conhecido como camarão cinza. *Penaeus vannamei* apresentou melhores índices zootécnicos e contava com pacote tecnológico internacional já firmado (MOLES; BUNGE, 2002).

A carcinicultura brasileira teve o primeiro recorde de produção em 2003, e quase mais de 80% dos produtos foram destinados ao mercado internacional, mas em 2004, em decorrência da lei *antidumping* pelos Estados Unidos, motivado pelo surto epidêmico da mionecrose infecciosa (IMNV) e com a desvalorização do Real em relação ao Dólar, o país experimentou decréscimo de 15% na produção (ROCHA; FERNANDES, 2022).

Mesmo após perder o mercado externo, a produção nacional se soergueu através do mercado interno. Os anos seguintes, enfrentado alguns transtornos, como enchentes de 2008 – 2009 e a síndrome da mancha branca em 2016, esta que afetou imensamente importantes regiões produtoras, foram de resistência e concentraram a carcinicultura brasileira ao patamar atual (ROCHA; FERNANDES, 2022).

A cadeia produtiva de camarão cultivado já é bastante consolidada no Brasil, representando o terceiro produtor de camarão da América Latina, e vem se difundindo uma vez que o número de fornecedores de insumos vem crescendo no país (ARAÚJO *et al.*, 2018; TAHIM; DAMACENO; ARAÚJO, 2019).

Isso faz da indústria da carcinicultura, o segmento mais estruturado do setor pesqueiro nacional, obtendo maior êxito pela sua trajetória tecnológica e pelo ordenamento da cadeia produtiva, possibilitando seu crescimento em grande escala (TAHIM; DAMACENO; ARAÚJO, 2019).

Mesmo diante desse cenário tão promissor, o país vem apresentando problemas na gestão da carcinicultura e fragilidades na geração de inovações sustentáveis ambientalmente (TAHIM; DAMACENO; ARAÚJO, 2019). Nesse sentido, os esforços estão na busca por policultivos, manejo eficiente dos dejetos, rações menos poluentes, dentre outros (NATORI *et al.*, 2011).

Essa gestão dos recursos pesqueiros pode ser melhorada com a apropriação tecnológica, que se tornem condizentes à conservação ambiental e práticas de cultivo sustentáveis (NASCIMENTO *et al.*, 2015)

Há várias consequências ambientais decorrentes das crescentes pressões da carcinicultura, acometendo desde as áreas verdes como os recursos hídricos. Em suma, vegetação de mangue vem sendo suprimida e o descarte incorreto de efluentes acontece perduravelmente (BIRNALE; RATHOD; DURGEKAR 2017; FERNANDES *et al.*, 2018; JAYANTHI *et al.*, 2018; OLIVEIRA; SOUZA; SOBRAL, 2017; PRATES; FUMI, 2018).

Diante da legalidade e funcionalidade exercida pelo manguezal, as atividades produtivas, como a carcinicultura, precisam ser responsabilmente planejadas, devido os danos cumulativos diretos e indiretos nesses ecossistemas (THIERS; MEIRELES; SANTOS, 2016; SANTOS; NUNES, 2019).

Outro assunto sensível, é o que vincula a criação de camarão marinho à propagação de espécies exóticas invasoras, um custo na conta da exploração maciça do peneídeo exótico *P. vannamei* (PRATES; FUMI, 2018).

2.1.3 Peneídeos

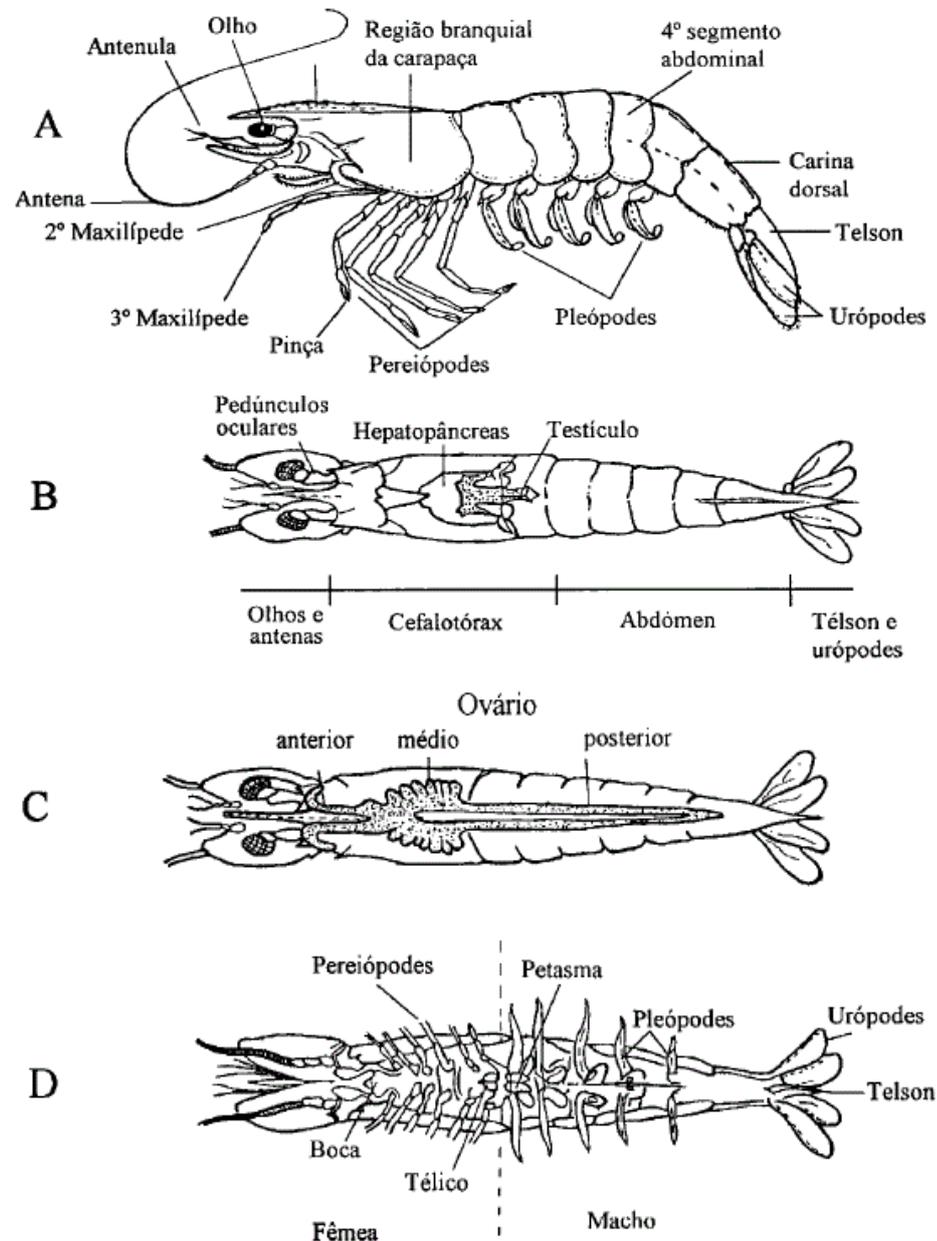
Os camarões que ocorrem nos ambientes costeiros e marinhos do Brasil são de grande importância econômica ao país, e uma das famílias mais comercializadas é Penaeidae (DIAS NETO, 2011). Para tanto, a Família Penaeidae representa a maioria das capturas mundiais, que são aferidas em torno de 700 mil toneladas por ano (KASSUGA *et al.*, 2020).

Conforme Pérez Farfante (1988), os peneídeos possuem corpo em formato cilíndrico, coberto por exoesqueleto espesso e flexível, sendo dividido em duas regiões (Figura 1-B), anterior (cefalotórax) e posterior (abdômen).

Na região anterior está a cabeça, com rostró marcado por dentes ventrais e/ou dorsais, os olhos pedunculados, e os apêndices (Figura 1-A): antênulas, antenas, maxílepedes, pinça e os cinco pares de pereópodes. Já a região posterior, apresenta seis segmentos, os 5 primeiros possuem um par de pleópodes em cada, são os apêndices de natação, o sexto e último há os urópodes com o telson (COSTA *et al.*, 2003; PÉREZ FARFANTE, 1988).

São animais com dimorfismo sexual (Figura 1-D), durante a cópula, o macho, com seu órgão copulador, conhecido por petasma, localizado no primeiro par de pleiópodes, transfere o espermatóforo ao receptáculo da fêmea, chamado de téllico, disposto nos dois últimos esternitos torácicos (PÉREZ FARFANTE, 1988).

Figura 1 – Anatomia externa e interna de um camarão peneídeo.



Fonte: Carvalho (1997).

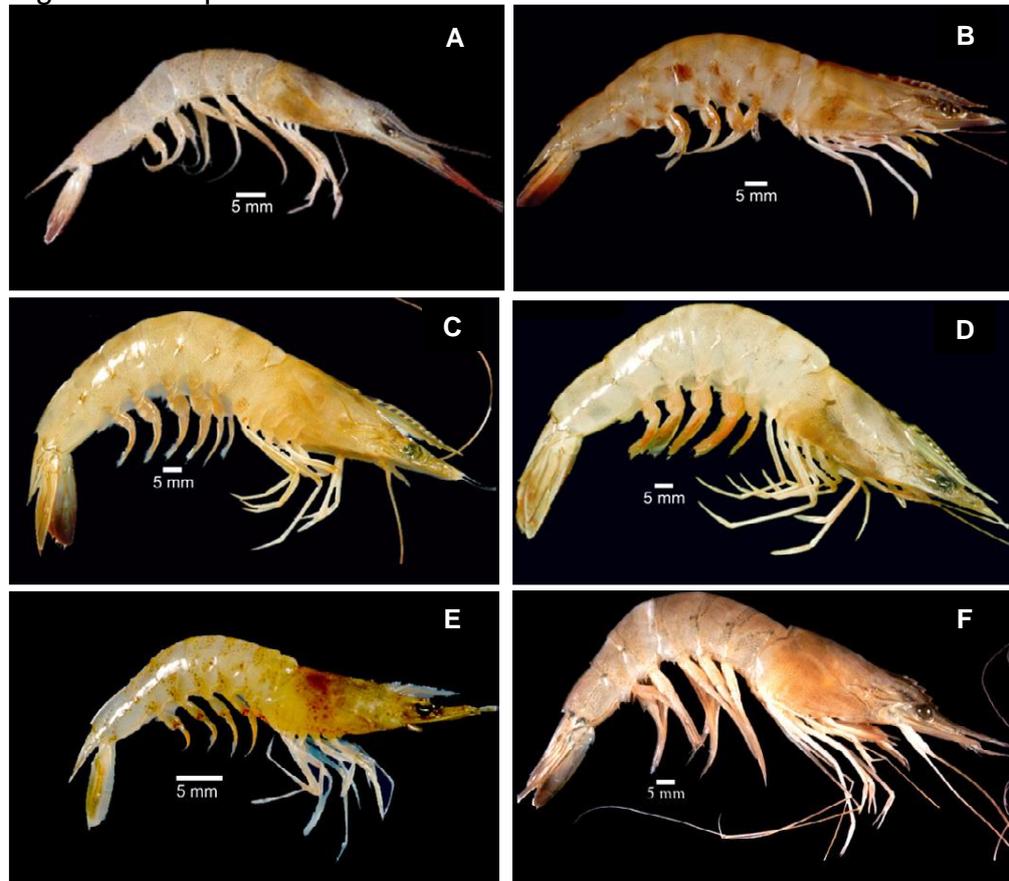
. Legenda: A: vista lateral, B e C: vista dorsal, D: vista ventral.

Conforme Boss e colaboradores (2016), os camarões da Família Penaeidae ocorrem em todos os oceanos do mundo. Assim as espécies que se distribuem no Atlântico Ocidental são (BOOS *et al*, 2016; TAVARES; GUZMÃO, 2016); CARVALHO-BATISTA *et al.*, 2019): *Artemesia longinaris* (Spence Bate, 1888); *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817); *Penaeus isabelae* (Tavares & Guzmão, 2016); *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967); *Penaeus notialis* (Pérez Farfante, 1967); *Penaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967); *Penaeus schmitti* (Burkenroad, 1936);

Rimapenaeus constrictus (Stimpson, 1871); *Rimapenaeus similis* (Smith, 1885), *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) e *Xiphopenaeus dincao* nov. sp. e *Xiphopenaeus baueri* nov. sp. Algumas dessas espécies estão representadas na Figura 2.

São espécies que se diferenciam quanto a preferência ao tipo de substrato, ciclo de vida, variação na distribuição batimétrica, idade da primeira maturação, e a heterogeneidade genética (BOOS *et al.*, 2016). Podem, também, apresentar características morfológicas diferentes, como superfície dorsal da carapaça, comprimento do rostró, e presença de télíco aberto ou fechado (DIAS NETO, 2011).

Figura 2 – Representantes da Família Penaeidae.



Fonte: Boos *et al.* (2016); COSTA *et al.* (2003).

Legenda: A: *Artemesia longinaris*; B: *Penaeus brasiliensis*; C: *Penaeus paulensis*; D: *Penaeus schmitti*; E: *Rimapenaeus constrictus*; F: *Xiphopenaeus kroyeri*.

Os camarões têm hábito onívoro, uma vez que podem se alimentar de material vegetal e de pequenos moluscos, poliquetas, anfípodos. Para além dessa performance, a matéria orgânica em deposição no sedimento também faz parte de sua dieta natural (MAIA, 1993).

O ciclo de vida desses animais é marcado pelos estágios larvais (náuplio, zoé, mysis, pós-larva, juvenil, adulto) e pelas migrações aquáticas. No geral, machos e fêmeas jovens estão em áreas costeiras e estuarinas, e quando adultos se deslocam ao oceano para reproduzir (DIAS-NETO, 2011). O ambiente estuarino reflete grande importância por ser berçário para diversas espécies de peneídeos (SANTOS, 2010).

Os camarões peneídeos habitam uma grande variedade de fundos, como lama, lama-arenosa, turfa, areia, rocha, fragmentos de conchas ou combinações desses materiais (BOOS *et al.*, 2016; PÉREZ FARFANTE, 1988).

Desta forma, pela relação com o substrato, os camarões fazem parte da megafauna bentônica. A característica do fundo não-consolidado que ocupa dependerá da profundidade, das características costeiras e do sistema hidrodinâmico local (SOARES-GOMES; PAIVA; SUMIDA, 2002).

Por fim, quando avaliados a sua conservação, é possível identificar que sofrem com a sobrepesca e a degradação dos habitats naturais (BOOS *et al.* 2016). Bem como a fauna nativa sofre com a invasão de espécies exóticas (LOPES *et al.* 2009; SILVA; SILVA; MAIA, 2023).

2.1.4 Bioinvasão

Espínola e Ferreira (2007) apresentam vários termos para definir espécie introduzida e que são utilizadas como sinônimos: não indígena ou não nativa, alienígena, estrangeira e exótica. Consideram também que uma espécie introduzida é potencialmente invasora, embora não signifique que toda espécie introduzida é invasora.

Vale esclarecer que espécies nativas são as que evoluíram no ambiente local. Já espécies exóticas são aquelas introduzidas num novo ambiente, transportadas, de modo intencional ou não por seres humanos de longe de seu alcance natural. Espécies invasoras são espécies exóticas que persistem no novo ambiente, se reproduzem e se distribuem longamente. Algumas delas, possuem impactos detectáveis e causam danos de interesses humanos (HAVEL *et al.*, 2015).

Ojaveer *et al.* (2018) consideram que algumas bioinvasões marinhas são de milênios e que as introduções se intensificaram e se diversificaram nas últimas décadas. Mostraram que a partir do século XX, a percepção sobre as introduções de

espécies marinhas invasoras se modificou, após grandes problemas ambientais, econômicos e públicos ocorridos.

A introdução de espécies não indígenas (ENI) vem ocorrendo em ritmo acelerado em escala global nos últimos 50 anos (BAILEY; BROWN; CAMPBELL *et al.*, 2020). No Brasil, já foram identificadas 138 espécies invasoras marinhas, deste modo o número de ENI no país aumentou 160% nos últimos 10 anos (TEXEIRA; CREED, 2020).

Texeira e Creed (2020) elencaram as ENI mais difundidas no país e são o camarão cinza do pacífico, *P. vannamei*, o siri bidu, *Charybdis hellerii* (EDWARDS, 1867), o copépode *Temora turbinata* (DANA, 1849), a ostra de bolsa *Isognomon bicolor* (ADAMS, 1845), o hidroide *Cordylophora caspia* (PALLAS, 1771), o coral floco de neve *Carijoa riisei* (DUCHASSAING e MICHELOTTI, 1860), o peixe dorminhoco *Butis koilomatodon* (BLEEKER, 1849), as cracas *Amphibalanus reticulatus* (UTINOMI, 1967) e *Megabalanus coccopoma* (DARWIN, 1854), e os corais sol *Tubastraea coccinea* (LESSON, 1830) e *Tubastraea tagusensis* (WELLS, 1982).

Cabe ressaltar que recentemente aconteceu o primeiro registro de peixe leão/lion fish, *Pterois* spp. na costa nordeste do Brasil com indivíduos ocupando desde estuários até áreas de corais (SOARES *et al.*, 2022a). Foi a primeira ocorrência mais rasa registrada em águas tropicais brasileiras e indicaram presença generalizada com progresso de invasão muito rápido, preocupante à biodiversidade costeira, segurança humana e pesca artesanal (SOARES *et al.*, 2022a).

Silva e Barros (2011) elaboraram um mapa brasileiro com as espécies bentônicas que foram introduzidas tanto em ambientes marinhos e dulcícolas. As classes Malacostraca e Bivalvia foram as que registraram o maior número de espécies invasoras. Cujas espécies com ocorrências expressivas, com 47% dos registros encontrados foram, o siri bidu, *Charybdis hellerii*, caramujo trombeta, *Melanoides tuberculatus* (MÜLLER, 1774), amêijoia asiática, *Corbiula fluminea* (MÜLLER, 1774), mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (DUNKER, 1857), craca, *Amphibalanus reticulatus*, craca, *Chirona amaryllis* (DARWIN, 1854), marisco, *Isognomon bicolor* (ADAMS, 1845) e camarão cinza, *P. vannamei*.

Leão e colaboradores (2011) listaram as espécies exóticas invasoras ou potencialmente invasoras da região nordeste do Brasil e no habitat marinho-costeiro, o camarão cinza, *P. vannamei* e o copépoda, *Pseudodiaptomus trihamatus* (WRIGHT, 1937) possuíam as maiores ocorrências.

Senske e colaboradores (2019) registraram crustáceos exóticos, *C. hellerii*, *M. rosebergii* e *P. vannamei*, e dois moluscos *L. fortunei* e *Pomacea difusa* (BLUME, 1957) no Complexo Baía-Estuário de Santos, São Vicente e Canal de Bertioga no estado de São Paulo – Brasil.

Os índices crescentes de ENI nos ambientes estuarinos e marinhos brasileiros, tem se tornado preocupante, pois estas espécies não se deparam com predadores naturais e parasitas associados, possibilitando que tenham crescimento instantâneo e praticamente se torna impossível a erradicação (SANTOS; PEREIRA; IVO, 2004; TAVARES, 2011).

A Convenção sobre Diversidade Biológica (1992), a Política Nacional de Biodiversidade (Decreto Nº 4.339/2002) e a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas (Resolução CONABIO Nº 05/2009) são normativas brasileiras que pontuam os fatores de risco ao meio ambiente, à saúde humana e economia referentes a espécies exóticas invasoras; delimitam o posicionamento governamental por meio das diretrizes e ações prioritárias. Mas no Brasil elas têm sido pouco efetivas e vêm enfrentando duras resistências na regulamentação e normalização, que em si não saíram do papel à prática (PRATES; FUMI, 2018).

Diante disso, Texeira e Creed (2020) consideram que implementar um banco de dados nacional de espécies invasoras marinhas seria o método mais adequado e econômico do Brasil avançar na atualização e manutenção das listas nacionais de espécies invasoras, como parte da Estratégia Nacional de Espécies Exóticas Invasoras.

E para além, o enfoque preventivo é especialmente importante, já que pode abolir a bioinvasão de ENI em novas áreas, pois mesmo que uma espécie não apresente comportamento invasor em certa região, mas possua histórico bioinvasivo em outros lugares, possui risco alto de iniciar seu estabelecimento (BRASIL, 2019).

As principais vias de dispersão e introdução de espécies nos ambientes aquáticos são: água de lastro, bioincrustação em embarcações e plataformas de petróleo marinho, aquicultura, aquarofilia e soltura com objetivo de pesca (BRASIL, 2020). Bailey, Brown, Campbell e colaboradores (2020) confirmam a água de lastro, bioincrustação e fuga da aquicultura como eventos principais na introdução de espécies.

A água de lastro se trata de um mecanismo fundamental à estabilidade e segurança na navegação marítima, porém pode transportar bactérias, micróbios

patogênicos e causar bioinvasões ao inserirem espécies em outros ambientes (VENDRAMIM; VANELLA, 2020).

Através dos processos de bioincrustação, organismos se aderem e crescem sobre estruturas, que podem ser naturais, artificiais, submersas ou parcialmente submersas, e por sua vez, estes organismos se incrustam em embarcações, sendo deslocados para diferentes regiões do globo, gerando bioinvasões (MACHADO; OLIVEIRA, ARAÚJO JÚNIOR, 2019).

No que se refere à aquicultura, algumas espécies marinhas exóticas cultiváveis foram extensamente introduzidas, e atualmente são muito importantes no comércio, como é o caso do *P. vannamei* e o camarão-tigre, *Penaeus monodon* (FABRICIUS, 1798) (GALI; OJAVEER; CARLTON, 2019; PETATÁN-RAMÍREZ *et al.*, 2020).

Vários autores registraram a presença de camarões não nativos na costa brasileira (LOPES *et al.* 2009; SILVA; SILVA; MAIA, 2023). Se trata de introduções intencionadas, como produto da carcinicultura, que se dispersaram após escape de indivíduos ao ambiente (FAUSTO-FILHO, 1987; BRASIL, 2019; TEXEIRA; CREED, 2020).

2.2 Material e métodos

2.2.1 Área de coleta

As coletas foram realizadas no estuário do rio Acaraú, situado na cidade de Acaraú que é distante 238 quilômetros de Fortaleza, capital do Ceará, e posicionada a noroeste do estado (ACARAÚ, 2020).

Para aumentar a área de amostragem, sete pontos de coleta foram distribuídos ao longo do gradiente ambiental horizontal do estuário do rio Acaraú (CARMO, 2018). Da foz em direção à região superior do estuário, até onde foi possível a navegabilidade, em torno de 6 km.

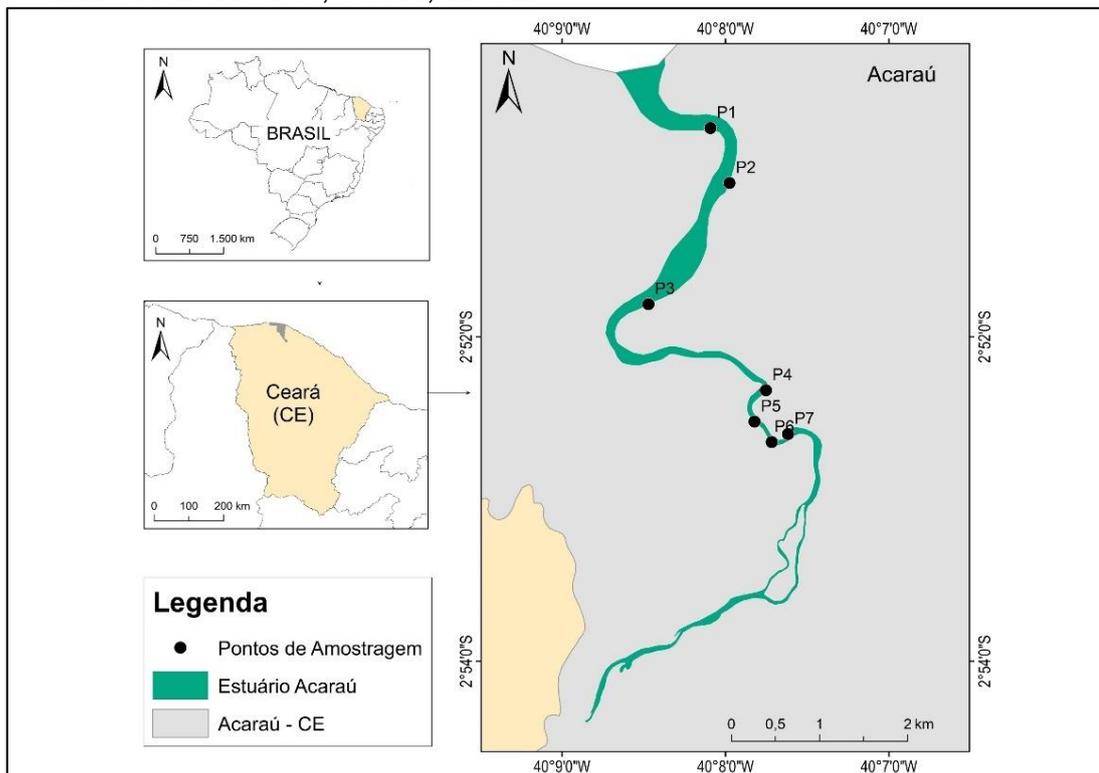
Semelhante ao que foi realizado no trabalho anterior de Silva (2018), no mesmo estuário, os pontos foram baseados em áreas comuns de pesca por pescadores locais. Todos os pontos incluídos nas amostragens mensais. As coordenadas e distâncias foram definidas (Tabela 1) e formaram o mapa de coleta (Figura 3).

Tabela 1 – Coordenadas geográficas e distâncias dos pontos amostrados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.

PONTO	COORDENADA GEOGRÁFICA	DISTÂNCIA
P1	2° 50.71401' S 40° 8.09258' W	P1 → P2: 657 m
P2	2° 51.05269' S 40° 7.97585' W	P2 → P3: 1,686 m
P3	2° 51.79921' S 40° 8.4716' W	P3 → P4: 2,550 m
P4	2° 52.3298' S 40° 7.75246' W	P4 → P5: 460 m
P5	2° 52.5231' S 40° 7.82272' W	P5 → P6: 312 m
P6	2° 52.64923' S 40° 7.71698' W	P6 → P7: 251 m
P7	2° 52.59911' S 40° 7.61719' W	P1 → P7: 5.916 m

Fonte: Autora (2023).

Figura 3 – Mapa de coleta com as marcações dos pontos de amostragem no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

O rio Acaraú drena 28 municípios, possui 315 Km de extensão, com uma área próxima de 14.423,00 Km², correspondendo a 10% do território cearense (COGERH, 2018). Desta forma, o estuário do rio Acaraú corresponde a uma área de 80 Km², e abrange o município de Acaraú e parte do município de Cruz (ARAÚJO *et al.*, 2009).

A desembocadura é composta por vários canais penetrados pelas marés e que possuem um extenso manguezal (CLAUDINO-SALES; LIMA; DINIZ, 2020). Há quatro espécies de mangue compondo as feições do estuário do rio Acaraú: *Avicennia germinans* (LINNEAUS, 1764), *Avicennia shaueriana* (STAPF & LEECHMAN, 1939), *Rhizophora mangle* (LINNEAUS, 1764) e *Laguncularia racemosa* (LINNEAUS, 1764) (MAIA; COUTINHO, 2012).

No baixo curso da bacia Acaraú, os sedimentos são areno-argilosos em interflúvios tabulares de baixas altitudes, as precipitações entre janeiro e junho, alcançando temperaturas em torno de 23°C (CEARÁ, 2009). Os meses com maior concentração de chuvas, a quadra chuvosa, compreende fevereiro a maio (FUNCEME, 2020), ficando o restante do ano com precipitações pluviométricas escassas (FUNCEME, 2022).

Nesta mesma região da bacia existem grandes núcleos populacionais, desenvolvimento turístico, intensa especulação imobiliária, bem como a presença de fazendas de carcinicultura (CLAUDINO-SALES; LIMA; DINIZ, 2020).

Conforme a Rocha e Fernandes (2022), em Acaraú são 61 fazendas de carcinicultura ativas, representando a maior cidade produtora de camarão do litoral norte do Ceará.

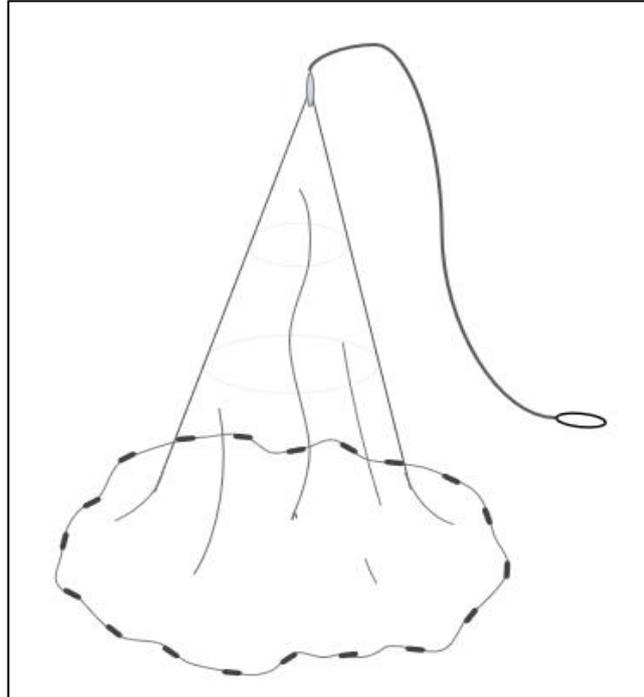
2.2.2 Artes de pesca

Várias artes de pesca podem ser usadas na captura de camarões estuarinos. No Nordeste, as artes de pesca comum são o arrastão de praia, puçá de arrasto, tresmalho, mangote, tarrafa, armadilhas fixas e rede de espera (DIAS-NETO, 2011).

Normalmente, na pesca de camarão na região de Acaraú, os pescadores fazem uso da tarrafa, rede de espera e rede de arrasto, similar ao puçá de arrasto (comunicação pessoal). Dessa forma, foram utilizadas neste trabalho a tarrafa e rede de arrasto.

A tarrafa (Figura 4) é uma arte que pode ser utilizada na pesca de camarão, com malha de até 24 mm (GAMBA, 1994; ARAGÃO; SILVA; CINTRA, 2015; MONTELES; FUNO; CASTRO, 2010; SILVA, 2018). Neste trabalho a rede utilizada tinha malha 13 mm, com 2,5 m de comprimento e 3 m de largura.

Figura 4 – Ilustração de uma tarrafa. Chumbos representados na parte inferior.



Fonte: Autora (2023).

Considerada como rede de lanço, a tarrafa quando é jogada (Figura 5), ao cair totalmente aberta, toca a água e a gravidade permite que o bordo externo desça rapidamente, assim os chumbos se unem e fecham a rede realizando capturas (GAMBA, 1994).

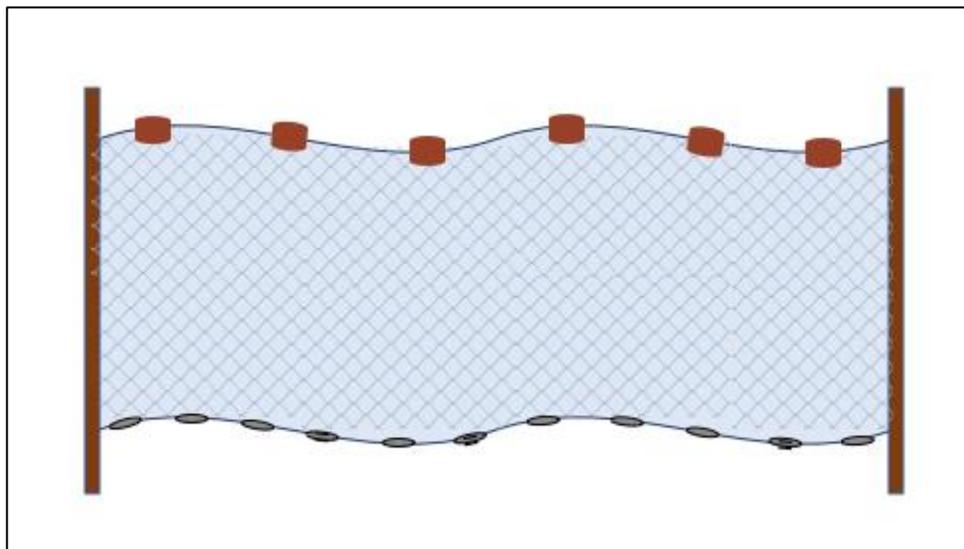
Figura 5 – Tarrafa sendo lançada no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

Muitos trabalhos reportam a utilização, versatilidade e eficiência do puçá/rede de arrasto (Figura 6) na pesca artesanal de camarão em estuários (ARAGÃO; SILVA; CINTRA, 2015; FONSECA; SOUZA, 2006; MONTELES; FUNO; CASTRO, 2010).

Figura 6 – Ilustração de uma rede de arrasto. Armadilha com madeira nas extremidades.



Fonte: Autora (2023).

Conforme os trabalhos de Nery (1995), Fonseca e Souza (2006), o puçá/rede de arrasto é manobrado por duas pessoas que seguram as pontas de hastes de madeira, caminham paralelamente com a armadilha, os camarões são capturados e retidos no fundo (Figura 7). A arte é sempre manejada nas margens dos pontos de coleta do estuário, com profundidade variando de 1m a 1,5 m e durante maré baixa.

A que foi utilizada nesta pesquisa tinha malha 10 mm, altura de 1,55 m e largura de 4,55 m.

Figura 7 – Rede de arrasto sendo manobrada no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

2.2.3 Coleta de camarões

Em decorrência da pandemia da COVID-19, as coletas iniciaram em junho de 2021, a fim de amostrar 12 meses, as amostragens se estenderam até abril de 2022. Deste modo, uma equipe de trabalho embarcada se deslocou aos pontos de coleta uma vez ao mês, nas manhãs de maré baixa e lua cheia.

Foram efetuados seis lances de tarrafa por ponto, em áreas centrais do estuário com profundidade média de 1,5 m, totalizando 42 lances por coleta. A rede

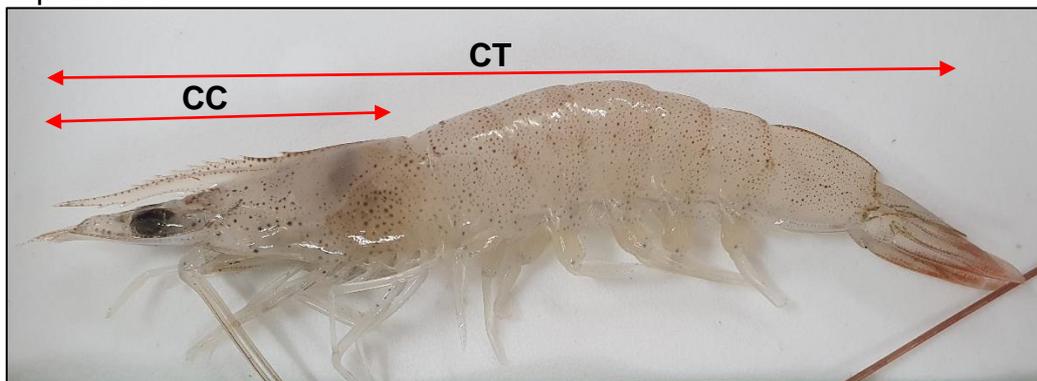
de arrasto foi operada nas áreas marginais do estuário na profundidade média de 1 m, quatro vezes por 100 m, em cada ponto, 28 arrastos no total por coleta.

Os indivíduos coletados em todas as armadilhas foram ensacados, etiquetados e armazenados em caixa térmica contendo gelo, e posteriormente destinados ao Laboratório de Ecologia de Manguezais – ECOMANGUE do IFCE/Acaraú, para identificação taxonômica e medições.

Os camarões eram identificados um dia após a coleta, assim mantidos no congelador por até 24 horas, sendo possível observar com frescor o cefalotórax e órgãos sexuais destes. A literatura consultada à identificação das espécies foi Pérez-Farfante (1988), Costa *et al.* (2003), Moraes *et al.* (2021), Teodoro *et al.* (2016), França *et al.* (2019). Os nomes científicos se estabeleceram de acordo com o Registro Mundial de Espécies Marinhas, a WoRMS Editorial Board (2023).

As medições foram: peso total – PT, com auxílio de uma balança analítica (AY 220, precisão 0,01g); comprimento total – CT (da base do rostro à borda superior do telson) e comprimento do cefalotórax – CC (da base do rostro à borda posterior da carapaça) (Figura 8), com auxílio de um paquímetro digital (precisão 0,01mm). Também foi realizada a identificação macroscópica do sexo (pela presença de petasma em machos e tético nas fêmeas), conforme visto em Coelho e Santos (1995).

Figura 8 – Marcações dos comprimentos medidos nos camarões capturados.



Fonte: Autora (2023).

Legenda: CT: Comprimento total e CC: Comprimento do cefalotórax.

2.2.4 Coleta de dados abióticos

Os parâmetros abióticos observados *in loco* (Figura 9) foram: potencial hidrogeniônico (pH) por meio de um pHmetro, a salinidade em PPM (partes por mil),

aferida por um refratômetro, a temperatura da água (°C) com um termohigômetro, e a transparência da água foi classificada com o disco de Secchi..

Figura 9 – Registros da aferição de salinidade (à esquerda) e transparência da água (à direita) no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

O solo, foi coletado por meio de um amostrador cilíndrico de PVC (Core) com diâmetro de 15 cm, submetido no sedimento a 10 cm de profundidade, e cada amostra foi depositada em sacos plásticos e etiquetadas com data e ponto da coleta, sendo depois levadas ao laboratório ECOMANGUE para análises.

Em laboratório foi averiguado teor de matéria orgânica e obtida por calcinação (BERNARDINO *et al.* 2015), bem como a granulometria por meio de procedimento padrão de peneiramento (SUGUIO, 1973).

2.2.5 Análises estatísticas

Para conhecer a estrutura da comunidade de camarões do Estuário do Rio Acaraú, foi averiguada a riqueza, a dominância por meio do índice de Simpson (D), a diversidade (H') através do índice de Shannon-Wiener e equidade (J'). E foi estudado a relação entre o número de espécies e o número de indivíduos, através da curva de rarefação, de acordo com Cardoso, Falkenhaus e Fernandes (2014).

A seguir fórmulas usadas para a determinação dos indicadores de diversidade:

$$\text{Índice de Simpson: } D = 1/\sum p_i^2$$

Onde: D = índice de Simpson, pi = abundância relativa

Índice de Shannon: $H' = \sum p_i \times \log_b p_i$

Onde: H' = índice de Shannon; p_i = abundância relativa; \log_b = logaritmo de base 2.

Equidade: $J' = H' / \log_2 S$

Onde: J' = equitabilidade; H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener; S = número de espécies na amostra.

A normalidade dos dados abióticos foi verificada utilizando o teste Shapiro-Wilk no valor de significância de 0,05. Após a determinação do comportamento dos dados, em não paramétricos, Kruskal-Wallis foi o teste correspondente calculado, e equivale à análise de variância.

Foi aplicada análise de agrupamento (Cluster) entre as espécies e meses utilizando o coeficiente de Bray-Curtis para averiguar o padrão de variação na estrutura da assembleia.

Quanto às medições corpóreas e sexo foram analisadas suas variações, por meio de médias e porcentagem, respectivamente.

Também foi realizada a análise Biotic-Environmental (*Bioenv*), através da correlação de Spearman que traçou a matriz ambiental que possuía a maior correlação entre as variáveis ambientais de água e solo e a abundância da comunidade.

Em relação ao ponto de coleta e às artes de pesca, os indivíduos capturados não foram separados e/ou comparados em estatística, pois neste trabalho não se objetivou a diferenciação, mas todos foram somados, de forma a maximizar a amostragem.

Todas essas análises se efetuaram no *software* livre R na versão 3.6.0., com exceção das tabelas e gráficos de tamanho que foram elaboradas no Microsoft Excel versão 11.

2.3 Resultados

2.3.1 Estrutura da comunidade de camarões no Estuário do Rio Acaraú

No total foram capturados 595 camarões da ordem Decapoda, cujas espécies estão listadas na Tabela 2 e dispostas na Figura 10. Foram: *Penaeus brasiliensis*, *Penaeus schmitti*, *Penaeus subtilis* e *Penaeus vannamei*

Dez indivíduos não foram caracterizados a nível de espécie uma vez que tinham partes do corpo amassadas ou quebradas, em decorrência das manobras com as redes de pesca, o que dificultou a identificação. Desses, onze pertenciam ao gênero *Penaeus sp*, e um à infraordem Caridea.

Tabela 2 – Lista taxonômica dos camarões identificados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.

FILO ARTHROPODA

Classe Malacostraca

Subclasse Crustacea

Ordem Decapoda

Infraordem Caridea

Caridea sp1

Infraordem Penaeidea

Família Penaeidae Rafinesque, 1815

Gênero *Penaeus* Fabricius, 1798

Penaeus brasiliensis (Latreille, 1817)

Penaeus schmitti (Burkenroad, 1936)

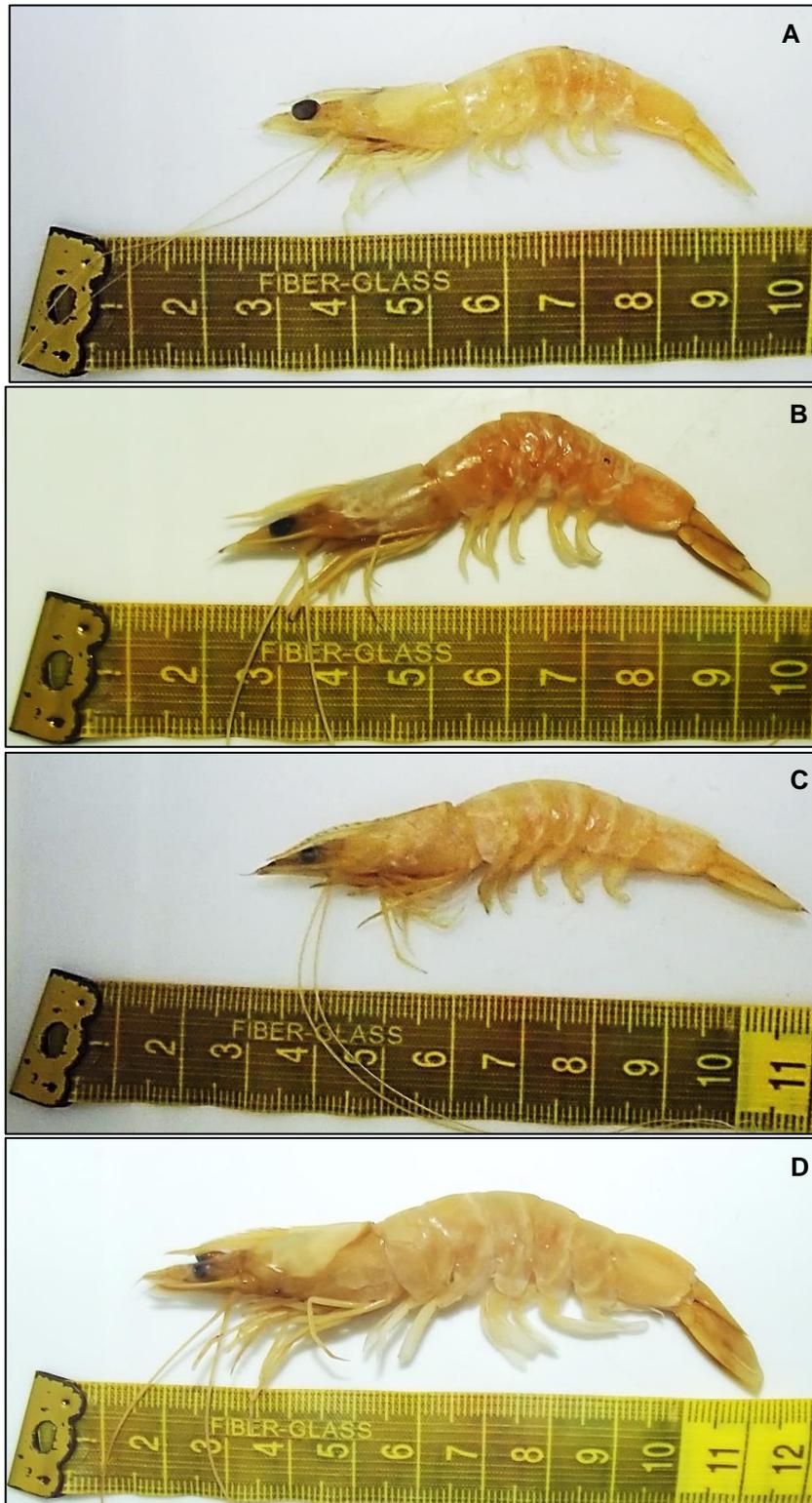
Penaeus subtilis (Pérez Farfante, 1967)

Penaeus vannamei (Boone, 1931)

Penaeus sp1

Fonte: Autora (2023).

Figura 10 – Vista lateral de espécies de camarões peneídeos capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.

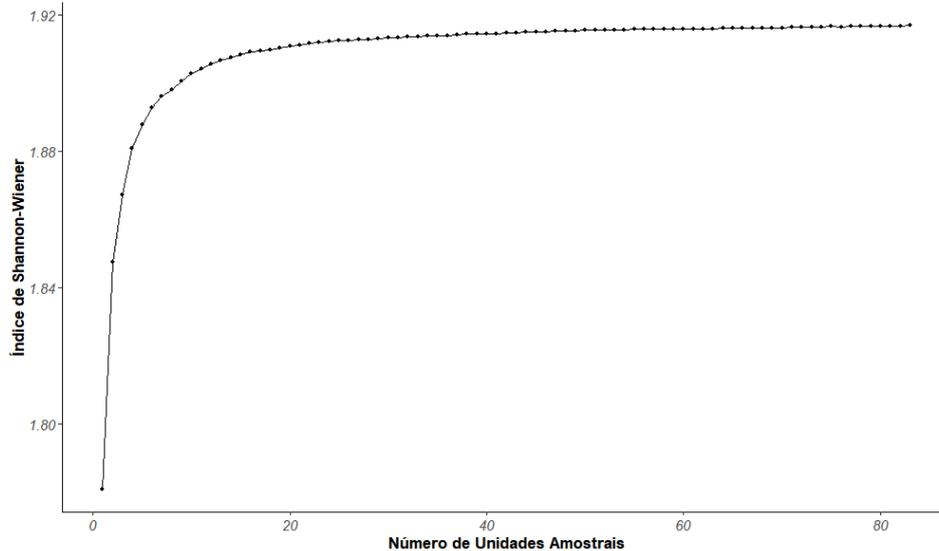


Fonte: Autora (2023).

Legenda: Espécies - A: *Penaeus brasiliensis*; B: *Penaeus schmitti*; C: *Penaeus subtilis*; D: *Penaeus vannamei*.

Dada à curva de rarefação, a partir do esforço amostral mensal, o gráfico demonstra que a riqueza de camarões alcançou estabilização da curva, representando a possibilidade da captura de todas as espécies do local (Figura 11).

Figura 11 – Curva de rarefação a partir dos camarões coletados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

2. 3. 1. 1 Descritores ecológicos de camarões do estuário do rio Acaraú

Este trabalho demonstrou que a riqueza, diversidade, dominância e equabilidade não apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os meses amostrados (Tabela 3).

Em relação a riqueza, com o total de cinco, o mês de maior riqueza foi março/2022, seguido de abril/2022 e maio/2022 que apresentaram cinco, quatro, quatro, respectivamente. Houve meses em que apenas uma espécie foi amostrada (*P. subtilis*), setembro/2021 e novembro/2021, além dos meses em que nenhuma espécie foi amostrada, outubro/2021 e dezembro/2021, assim riqueza zero (Tabela 3).

Os maiores valores de diversidade estão para os meses de 2022, especialmente abril/2022 com 0,99, porém foi de julho/2021 o maior índice – 1,1. Os valores de diversidade zeraram em setembro/2021 a dezembro/2021 (Tabela 3).

A dominância para este estudo, revelou os maiores valores em julho/2021 e abril/2022 com 0,67 e 0,58, respectivamente. Os valores de dominância zeraram de setembro/2021 a dezembro/2021 (Tabela 3).

Por fim, os valores de equabilidade foram altos, acima de 0,05 em todos os meses amostrados, com exceção do menor valor de equabilidade em março/2022 – 0,38.

Tabela 3 – Valores dos índices ecológicos durante o período amostral no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.

	Riqueza	Shanon-Wiener Diversidade	Simpson Dominância	Pielou Equabilidade
Jun/21	2	0,45	0,28	0,65
Jul/21	3	1,1	0,67	1
Ago/21	2	0,56	0,38	0,81
Set/21	1	0	0	0
Out/21	0	0	0	0
Nov/21	1	0	0	0
Dez/21	0	0	0	0
Jan/22	2	0,69	0,5	1
Fev/22	2	0,69	0,5	1
Mar/22	5	0,68	0,32	0,38
Abr/22	4	0,99	0,58	0,72
Mai/22	4	0,87	0,49	0,62
P value	0,134	0,331	0,425	0,209

Fonte: Autora (2023).

Legenda: *P value*: Valor P, a partir do teste de Kruskal-Wallis.

2. 3. 1. 2 Ocorrência e frequência das espécies de camarões no estuário do rio Acaraú

Durante o estudo foram capturados 60 indivíduos de *P. brasiliensis*, numa frequência de 10,1%. Outra espécie, *P. schmitti*, foram capturados 19 indivíduos, com frequência de 3,2%. Enquanto *P. subtilis* foram capturados 404 indivíduos, apresentando a maior frequência do estudo, 67,9%. Acerca da espécie *P. vannamei* foram 100 indivíduos capturados, e obteve frequência de 16,8% no estudo.

Assim, na ordem de maior abundância e frequência relativa das espécies capturadas houve: *P. subtilis*, *P. vannamei*, *P. brasiliensis* e *P. schmitti*. A relação do

número de abundância (ou ocorrência) de cada espécie e respectivamente a frequência relativa está disposta na Tabela 4.

Tabela 4 – Abundância e Frequência relativa das espécies de camarões por amostragem no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.

	N	F	N	F	N	F	N	F
	<i>Penaeus brasiliensis</i>		<i>Penaeus schmitti</i>		<i>Penaeus subtilis</i>		<i>Penaeus vannamei</i>	
Jun/21	2	16,7%	0	0,0%	10	83,3%	0	0,0%
Jul/21	1	33,3%	0	0,0%	1	33,3%	1	33,3%
Ago/21	3	75%	0	0,0%	1	25%	0	0,0%
Set/21	0	0,0%	0	0,0%	1	100%	0	0,0%
Out/21	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Nov/21	0	0,0%	0	0,0%	1	100%	0	0,0%
Dez/21	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Jan/22	0	0,0%	0	0,0%	1	50%	1	50%
Fev/22	0	0,0%	0	0,0%	2	50%	2	50%
Mar/22	42	11,8%	9	2,5%	285	80,3%	12	3,4%
Abr/22	11	9,5%	2	1,7%	39	33,6%	62	53,4%
Mai/22	1	1,0%	8	4,1%	63	64,9%	22	22,7%
Total	60	10,1%	19	3,2%	404	67,9%	100	16,8%

Fonte: Autora (2023).

Legenda: N: Número de indivíduos; F: Frequência relativa.

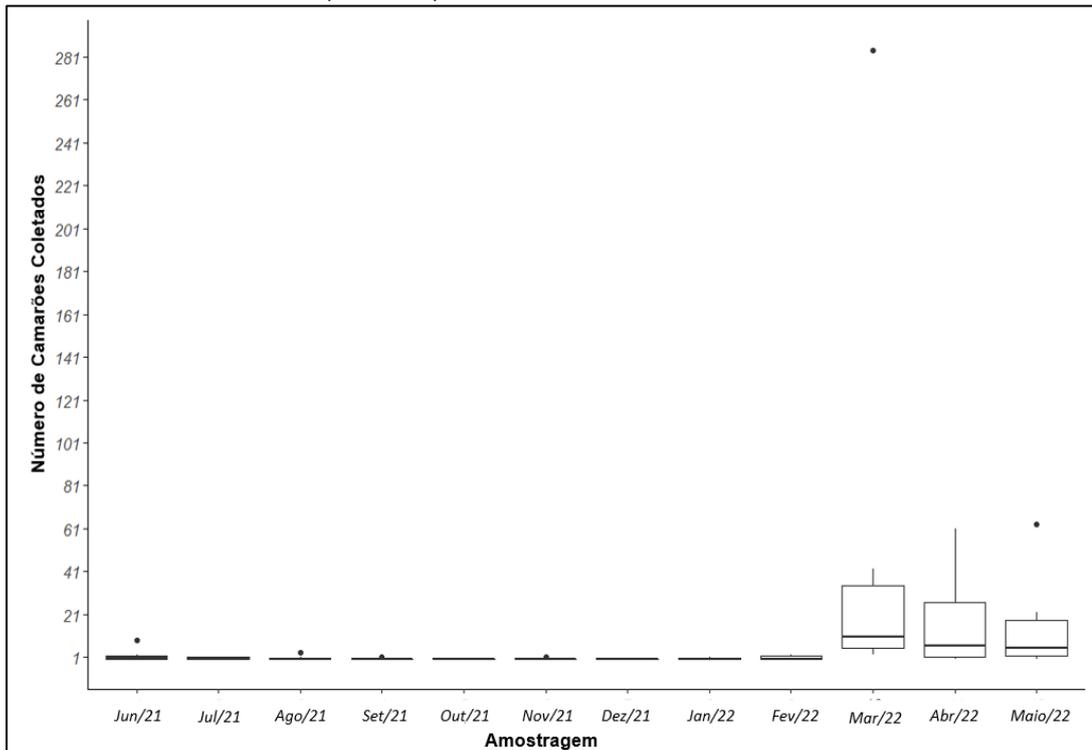
2.3.2 Distribuição temporal da comunidade de camarões no estuário do rio Acaraú

Durante os 12 meses de amostragem, que iniciou em junho de 2021 e encerrou em maio de 2022, o mês com maior número de camarões foi março/2022, com 356 indivíduos, seguido de abril/2022 e maio/2022, 116 e 97 indivíduos, respectivamente (Figura 12).

Os meses de setembro/2021 e novembro/2021 obtiveram apenas um camarão cada. Enquanto outubro/2021 e dezembro/2021 nenhum camarão foi registrado. Na estatística aplicada foi observado, de fato, variação significativa no número de camarões por meses ($p 0,049 < 0,05$).

O valor discrepante (*outlier*) foi principalmente em março/2022, considerando que fugiu do conjunto dado pelo limite inferior e superior. Assim não observado nos demais meses.

Figura 12 – Gráfico *boxplot* do número de camarões por amostragem no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.

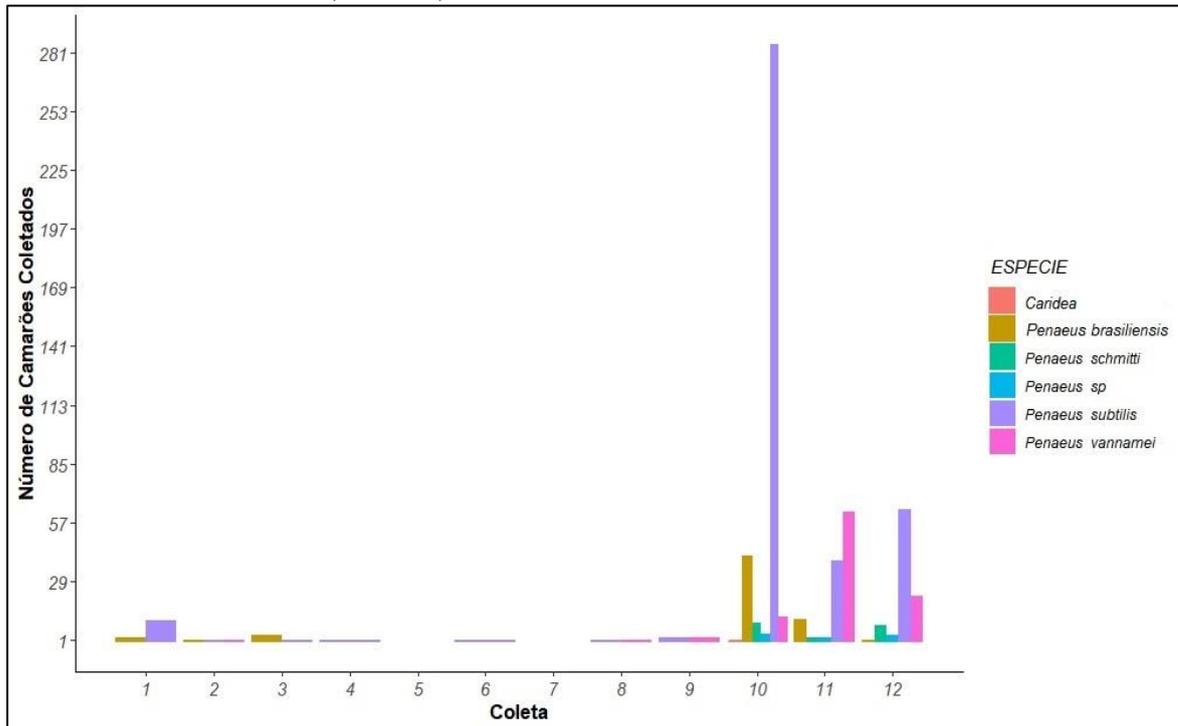


Fonte: Autora (2023).

Em março/2022, a maior abundância foi de *P. subtilis* (285), seguido de *P. brasiliensis* (42). Para abril/2022, *P. vannamei* foi a mais abundante (62), em seguida *P. subtilis* (39). Em maio/2022, *P. subtilis* voltou a ter a maior abundância (63), e na sequência foi *P. vannamei* (22). A Figura 13 traz esses números e os das demais espécies.

De modo particular, março/2022 foi o mês que registrou todas as espécies do estudo, *P. brasiliensis*, *P. schmitti*, *P. subtilis* e *P. vannamei*, além de um indivíduo *Caridea* (Figura 13). Os meses de abril/2022 e maio/2022 seguiram registrando as mesmas espécies, porém sem representantes de *Caridea*.

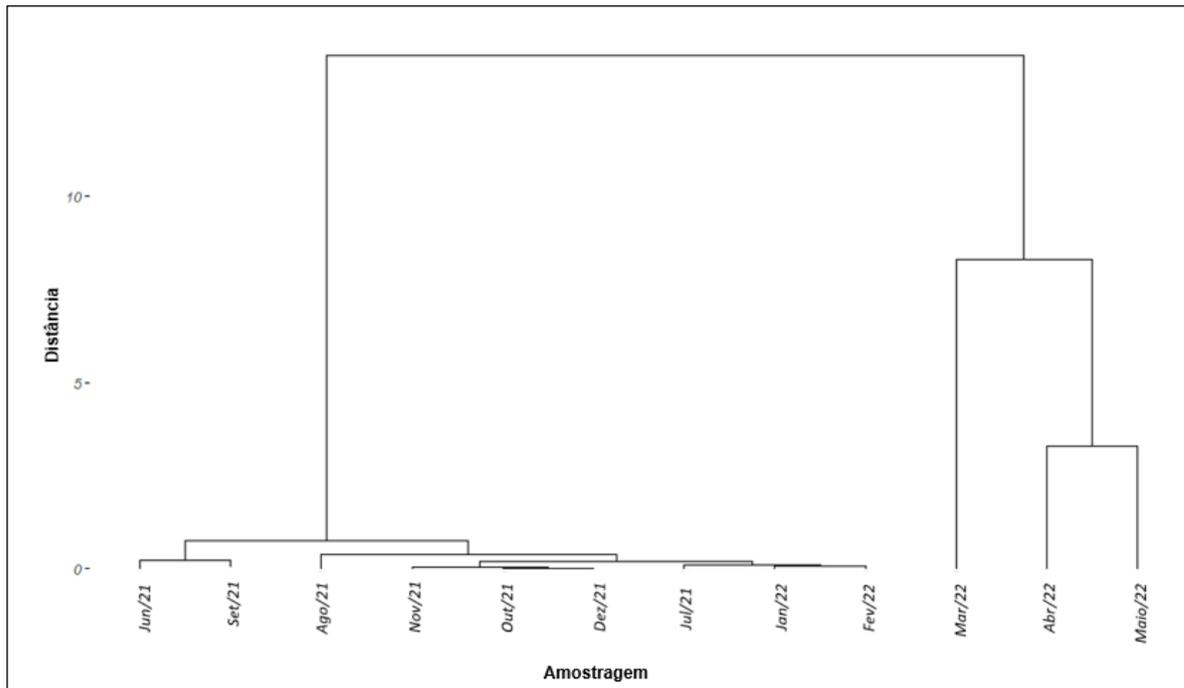
Figura 13 – Gráfico da abundância de espécies de camarões por amostragem no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

A análise de agrupamento demonstrou que a estrutura da comunidade entre os meses foi diferente com a formação de dois grupos distintos (Figura 17). O primeiro grupo formado pelos meses de junho/2021 até fevereiro/2022 e o segundo por março/2022 a abril/2022. Esses agrupamentos marcaram os meses de menores capturas (junho de 2021 a fevereiro de 2022) e maiores capturas (março de 2022 a abril de 2022).

Figura 14 – Dendrograma dos meses amostrados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

2.3.3 Estrutura de tamanho, peso e proporção sexual da comunidade de camarões do estuário do rio Acaraú

Do total capturado (595), houve uma maior predominância de fêmeas, foram estimadas 325 fêmeas (55%), 263 machos (44%) e sete não identificados.

Sobre as medidas corpóreas dos camarões, ao longo dos meses amostrados não houve variação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para CT (comprimento total), CC (comprimento do cefalotórax) e P (peso) de ambas as espécies encontradas no estuário do rio Acaraú (Tabela 5).

Tabela 5 – Relação da média e desvio padrão das medidas corpóreas e peso das espécies de camarões no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.

	CT (mm)	CC (mm)	P (g)
<i>Penaeus brasiliensis</i>	55,07±10,07	20,18±4	1,47±0,85
P value	0,475	0,756	0,525
<i>Penaeus schmitti</i>	71,97±15,10	26,43±5,72	3,15±1,93
P value	0,944	0,454	0,563
<i>Penaeus subtilis</i>	63,74±10,9	23,84±4,5	2,2±0,92
P value	0,709	0,312	0,193
<i>Penaeus vannamei</i>	89,2±26,2	32,51±9,97	7,14±6,03
P value	0,214	0,402	0,452

Fonte: Autora (2023).

Legenda: CT: Comprimento Total; CC: Comprimento do Cefatotórax; P: Peso; mm: milímetros; g: gramas; *P value*: Valor P, a partir do teste de Kruskal-Wallis.

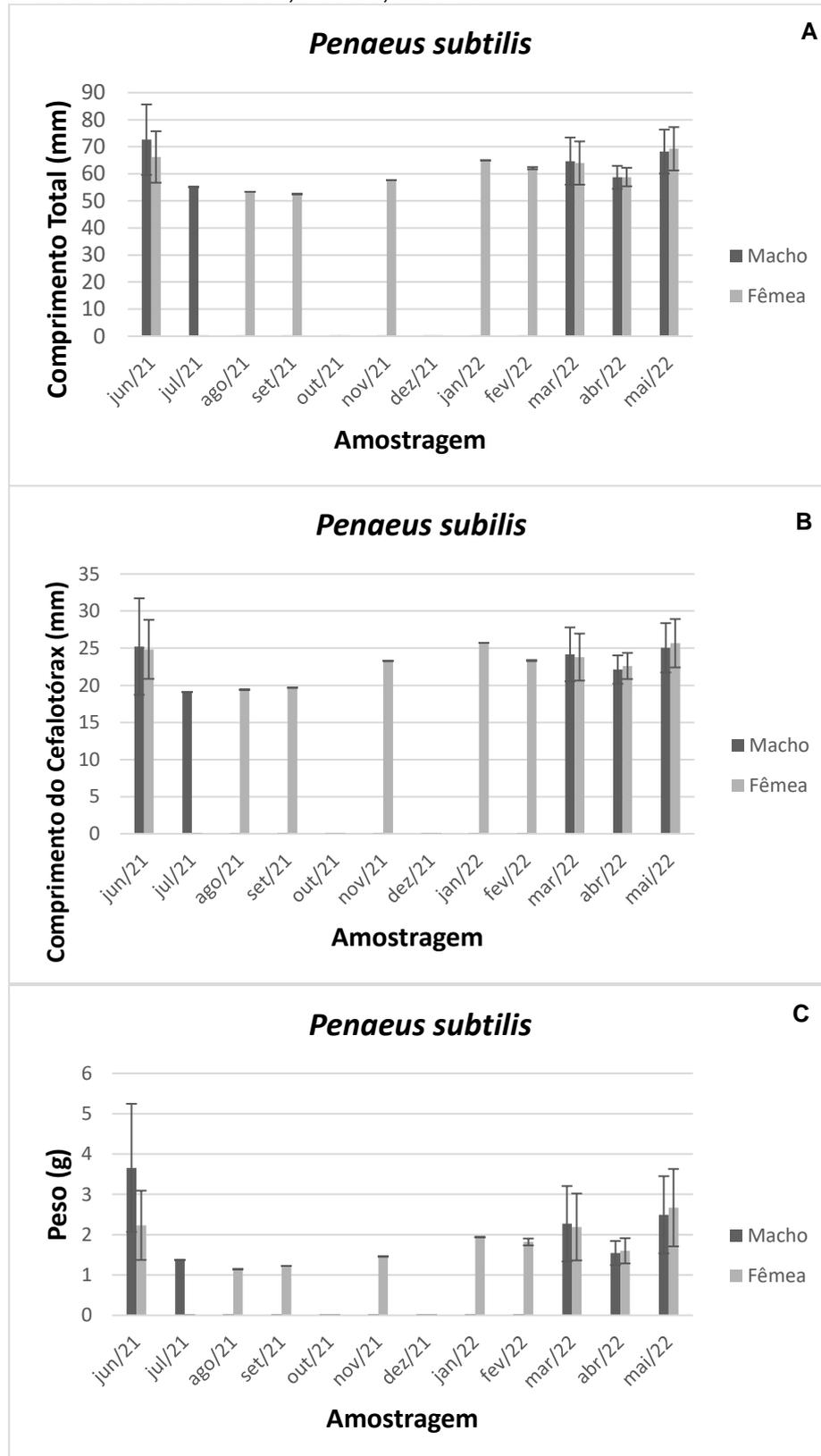
As três espécies mais abundantes, *P. subtilis*, *P. vannamei* e *P. brasiliensis* passaram por análises de tamanho e peso ao decorrer dos meses de amostragem, com média e desvio padrão (Figura 15, Figura 16, Figura 17).

A amplitude de variação do CT de *P. subtilis* para machos foi de 42,1 mm – 91,17 mm; CC foi de 14,68 mm – 35,53 mm; ao peso de 0,59 g – 5,94 g. A média foi de 64,36 mm para CT; 24,17 mm para CC; e 2,23 g para peso. As menores medidas de CT, CC e peso foram encontradas em julho/2021, enquanto as maiores em junho/2021 e maio/2022. Especialmente nos meses de junho/2021 e maio/2022 apresentou picos de maior comprimento para CC (Figura 15).

Para as fêmeas da espécie, a amplitude de variação do CT foi de 40,23 mm – 86,61 mm; CC de 14,45 mm – 32,69 mm; e peso de 0,52 g – 4,91 g. A média foi de 64,46 para CT; 24,01 para CT; e 2,22 g para peso. As menores medidas de CT, CC e peso foram encontradas em agosto/2021 e setembro/2021, enquanto as maiores em maio/2022. Também foi observado ao mês de junho/2021, janeiro/2022 e maio/2022 picos de tamanhos maiores para CC (Figura 15).

Ainda assim, a maioria, 282 indivíduos de *P. subtilis* eram juvenis e todos imaturos.

Figura 15 – Medidas corpóreas de *P. subtilis* capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

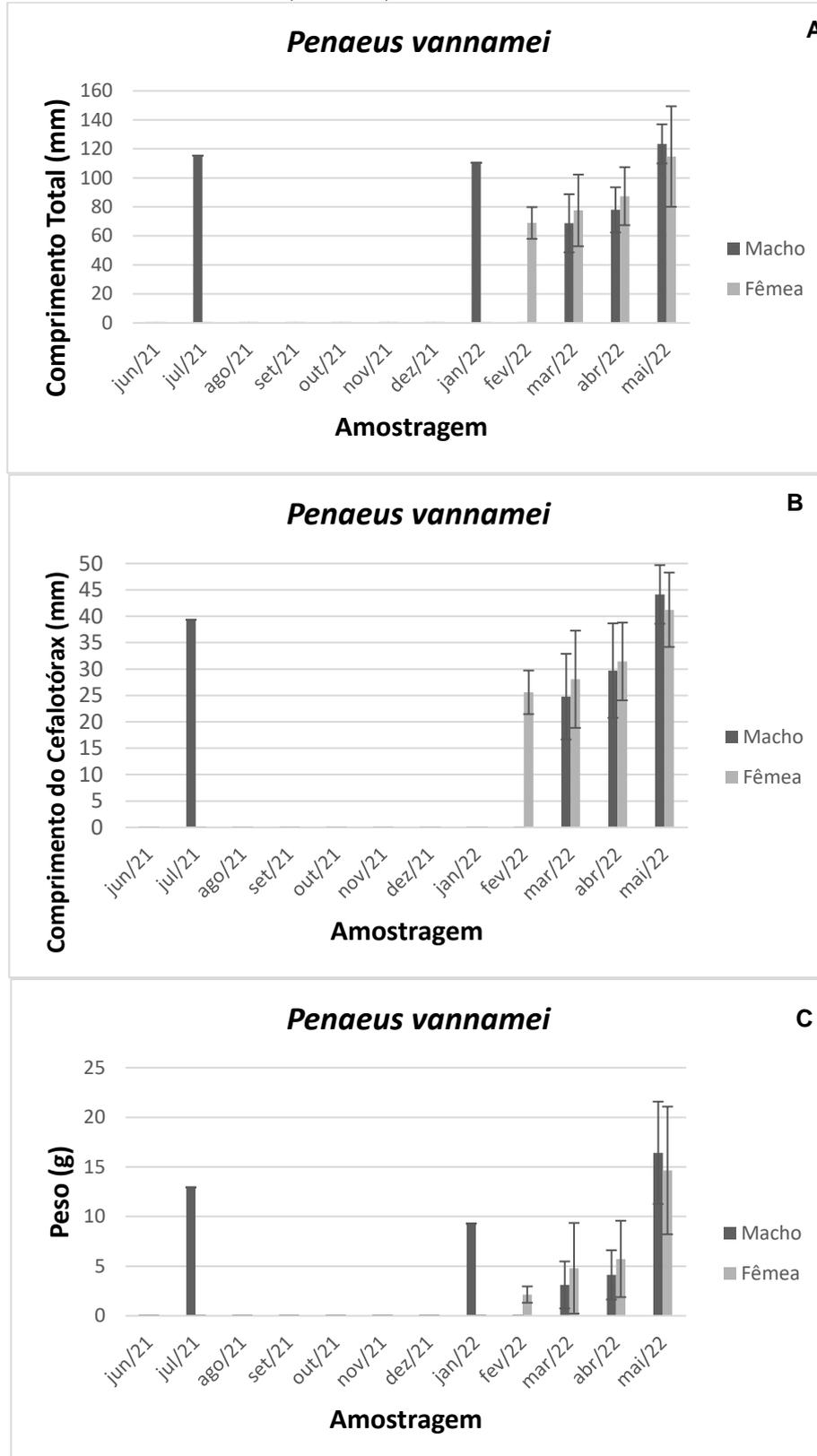
Legenda: A – Variação mensal do comprimento total, B – Variação mensal do comprimento do cefalotórax, C – Variação mensal do peso.

A amplitude de variação do CT de *P. vannamei* para machos foi de 47,64 mm – 136,71 mm; CC foi de 16,16 mm – 63,64 mm; ao peso de 0,95 g – 21,97 g. A média foi de 87,23 mm para CT; 32,17 mm para CC; e 6,61 g para peso. As menores medidas de CT, CC e peso foram encontradas em abril/2022, enquanto as maiores em maio/2022 (Figura 16).

Para as fêmeas da espécie, a amplitude de variação do CT foi de 48,87 mm – 135,08 mm; CC de 16,2 mm – 49,74 mm; e peso de 0,85 g – 23,03 g. A média foi de 91,83 para CT; 33,21 para CC; e 7,74 g para peso. As menores medidas de CT, CC e peso foram encontradas em fevereiro/2022, enquanto as maiores em maio/2022 (Figura 16).

Estes indivíduos de *P. vannamei* eram juvenis pois não foram encontrados animais maturados, logo adultos.

Figura 16 – Medidas corpóreas de *P. vannamei* capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

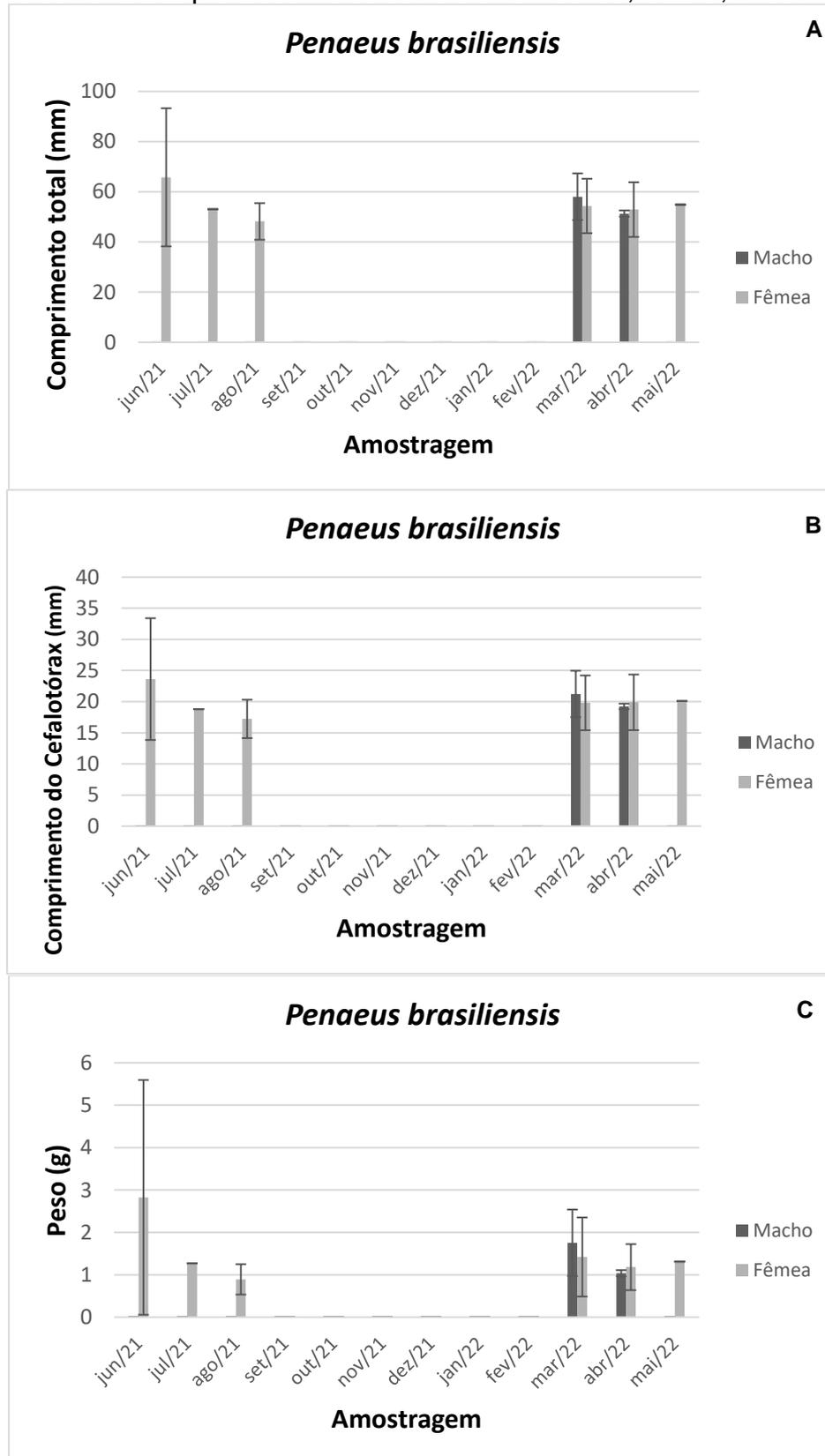
Legenda: A – Variação mensal do comprimento total, B – Variação mensal do comprimento do cefalotórax, C – Variação mensal do peso.

Por fim, a amplitude de variação do CT de *P. brasiliensis* para machos foi de 34,13 mm – 77,09 mm; CC foi de 11,9 mm – 27,95 mm; ao peso de 0,3 g – 3,81 g. A média foi de 57,26 mm para CT; 21 mm para CC; e 1,67 g para peso. As menores medidas de CT, CC e peso foram encontradas em agosto/2021, enquanto as maiores em março/2022 (Figura 17).

Para as fêmeas da espécie, a amplitude de variação do CT foi de 30,9 mm – 85,24 mm; CC de 11,31 mm – 30,54 mm; e peso de 0,27 g – 4,78 g. A média foi de 54,04 para CT; 19,78 para CC; e 1,4 g para peso. As menores medidas de CT, CC e peso foram encontradas em fevereiro/2022, enquanto as maiores em junho/2022 (Figura 17).

Assim, *Penaeus brasiliensis* apresentou 54 indivíduos juvenis e imaturos, representando a maior parte.

Figura 17 – Médias e desvio padrão das medidas corpóreas de *P. brasiliensis* capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

Legenda: A – Variação mensal do comprimento total, B – Variação mensal do comprimento do cefalotórax, C – Variação mensal do peso.

2.3.4 Caracterização ambiental e relação dos fatores abióticos com a fauna de camarões no estuário do rio Acaraú

Em relação aos parâmetros abióticos, de água e sedimento, houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) para água ao decorrer dos meses amostrados. A média dos valores, desvio padrão e *P value* de cada amostragem está descrita na Tabela 6.

Tabela 6 – Média e desvio padrão dos parâmetros abióticos obtidos no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.

	SAL.	TEM.	PH	TRA.	MO	CAS.	ARE.	PLU.
jun/21	26,5± 11,8	35,05± 2,1	7,3±0,2	38,6± 15,5	7,3±5	1,5±1,8	98,5± 1,8	70
jul/21	34,3± 17,7	37,7± 5,1	7,4±0,1	103,1± 20,1	9,5± 4,4	3,5±7,8	96,5± 7,8	21
ago/21	41,4± 7,4	29,3± 14,3	7,6±0,1	101,7± 32,05	11,1± 5,3	2,2±3,2	97,8± 3,3	0
set/21	45± 3,5	28,9± 1,2	7,9±0,2	81,7± 12,7	11,4± 5,08	2,4±5,5	97,6± 5,5	1
out/21	35,7± 2,5	30± 1,1	7,9±0,2	91,1± 12,7	14,6± 7,1	0,4±0,4	99,6± 0,4	1
nov/21	32,4± 1,6	31,1± 0,8	7,8±0,1	86,8± 22,8	13,07± 4,7	1,8±3,1	98,2± 3,09	2,2
dez/21	44,1± 2,03	33,01± 3,7	7,9±0,1	94± 15,6	9,7± 3,1	1,2±1,8	98,8± 1,8	15,7
jan/22	18,4± 14,3	30,5± 11,5	8,1±0,5	80,3± 10,9	10,5± 4,2	1,1±0,6	98,9± 0,6	81,2
fev/22	28± 9,05	31,5± 0,6	8,3±0,3	92,9± 16,3	8,5± 4,3	5,7±7,6	94,3± 7,6	67
mar/22	1,3± 1,7	29,2± 0,4	7,8±0,1	31,7± 3,4	9,2± 4,2	0,5±0,7	99,5± 0,8	441
abr/22	0±0	30,04± 0,5	8,5±0,4	28± 7,9	8,09± 3,3	3,5±4,5	96,5± 4,5	351
maio/22	6,4± 8,5	29,7± 0,8	8,6±0,4	33,4± 6,4	8,9± 4,4	2,6±3,3	97,4± 3,3	286
P Value	0,001*	0,005*	0,001*	0,001*	0,446	0,204	0,229	x

Fonte: Autora (2023).

Legenda: SALI.: Salinidade (PPT), TEMP.: Temperatura (°C), PH: Potencial Hidrogeniônico e TRAN.: Transparência (cm) da água; MO: Matéria Orgânica (%), CASC: Cascalho (%) e AREIA (%) do sedimento; PLUV.: Pluviosidade; *P Value*: Valor P, a partir do teste de Kruskal-Wallis; * para resultados estatisticamente significativos; x: não foi realizado pois os valores de pluviosidade eram absolutos.

Especificamente aos resultados de granulometria do solo, em média ambos os pontos de coleta e durante todo o período amostral os teores de areia estavam para mais de 90% (Tabela 6), variando de areia fina a média, por tanto classificados como arenosos.

E para tratar da relação dos dados abióticos com os bióticos, neste trabalho, o resultado da análise *Bioenv* demonstrou como se estabeleceu a dependência dos parâmetros na abundância total dos camarões (Tabela 7).

O modelo com maior correlação ($p = 0,5352$) foi transparência e pH juntos. Assim, se entende que estes provavelmente mais influenciaram na estruturação da comunidade de camarões no estuário do rio Acaraú.

Tabela 7 – Análise *Bioenv*, a partir de correlação de Pearson entre as variáveis ambientais e camarões capturados no estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil.

TAMANHO DO MODELO	MODELO	CORRELAÇÃO
1	Transparência	0,4445
2	Transparência + pH	0,5352
3	Salinidade + Transparência + pH	0,5113
4	MO + Salinidade + Transparência + pH	0,4747
5	MO + Salinidade + Transparência + pH + Pluviosidade	0,4304
6	MO + Salinidade + Transparência + pH + Temp. água + Pluviosidade	0,3498
7	MO + Cascalho + Salinidade + Transparência + pH + Temp. água + Pluviosidade	0,2696
8	MO + Cascalho + Areia + Salinidade + Transparência + pH + Temp. água + Pluviosidade	0,171

Fonte: Autora (2023).

Legenda: Em negrito e itálico o maior valor do coeficiente de correlação de Pearson.

2.4 Discussão

Os dados obtidos no presente estudo demonstraram que amostragem alcançou a assíntona da curva de rarefação, indicando suficiência amostral (COLWELL; CODDINGTON, 1994).

Indicaram, também, a presença de quatro espécies de camarões peneídeos no estuário do rio Acaraú, Ceará. Esses resultados não corroboram com os observados em outros estuários da costa semiárida brasileira.

Souza *et al* (2011), por exemplo, indicam a presença de 11 espécies nas zonas estuarinas em torno das ilhas oceânicas – Atol das Rocas, Arquipélago de Fernando de Noronha, e Arquipélago de São Pedro e São Paulo. No complexo lagunar-estuarino Guaraíras, no Rio Grande do Norte foram 3 espécies (DUARTE, 2006). O mesmo número, 3 espécies, foi encontrado na plataforma continental de Sergipe, com influência dos estuários dos rios Sergipe e Vaza-Barris (SANTOS *et al.*, 2017).

Neste estudo, a equitabilidade se mostrou elevada, em boa parte da amostragem. Se as espécies possuírem distribuição de abundância mais similares, formarão, portanto, uma comunidade mais equitativa, que também é mais diversa (PERONI; HERNÁNDEZ, 2011).

Ao índice de equitabilidade, os valores acima de 0,5 indicam que as espécies estão distribuídas uniformemente (ARAÚJO *et al.*, 2017). Estes valores foram observados no estuário do rio Acaraú, Ceará, e no estudo de Araújo *et al.* (2017) no estuário do rio Japarutuba, Sergipe, reforçando esta característica em regiões estuarinas.

Porém ao tratar do menor valor de equitabilidade deste estudo, 0,64, em março/2022, pode ser relacionado pela alta abundância e frequência de *P. subtilis*, revelando-a como espécie dominante. Logo, quando a dominância é maior a equitabilidade é menor, pois estes índices possuem padrões opostos (PERONI; HERNÁNDEZ, 2011).

No geral os valores de dominância neste estudo foram <1 . É similar ao do estuário do rio Japarutuba, com valores <1 , que se considerou uma baixa dominância, e foi associado ao aumento dos níveis de estresse ambiental da área (ARAÚJO *et al.* 2017). O estuário do rio Acaraú é um ambiente que também sofre com impactos

ambientais, devido aos diferentes usos e ocupações (PESSOA *et al.*, 2019), podendo assim também justificar a dominância encontrada no estudo.

Relembrando os meses de diversidade alta, julho/2021, abril/2022 e maio/2022, decorreram da conformidade do conjunto de espécies. O mês que apresentou a maior diversidade neste estudo, em julho/2021 se deu pois os três indivíduos contabilizados eram de espécies diferentes. Assim, significa que quando há uma distribuição semelhante de espécies, a área é mais diversa (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Portanto, a diversidade deste trabalho foi alta. Embora nos estuários por conta da flutuação da salinidade, a diversidade de espécies tende a ser baixa (VIANA, *et al.*, 2021).

Das espécies capturadas, com exceção de *P. vannamei*, todas são comumente encontradas nos estuários brasileiros (SANTOS, SILVA, CINTRA, 2016; SOUZA *et al.* 2012). Os camarões *P. brasiliensis*, *P. subtilis* e *P. schmitti* ocorrem em estuários e baías costeiras em sua fase juvenil e migram à plataforma continental quando adultos (BOOS *et al.*, 2016).

Categoricamente, *P. subtilis* apresentou maior abundância em relação as demais espécies. Carvalho *et al.* (2015) também revelaram resultado similar, no estuário de Curucá, Pará. No trabalho deles, março foi um dos picos de maior abundância e associaram a um provável período de desova mais intensa da espécie. Este mesmo resultado também foi observado neste estudo, podendo associar março/2022 a um período de recrutamento biológico para a espécie no estuário do rio Acaraú, Ceará.

Penaeus schmitti apresentou baixa abundância. O mesmo ocorreu na região da foz dos rios Sergipe e Vaza-Barris, Sergipe (SANTOS *et al.*, 2017). Além disso não é incomum que *P. schmitti* tenha mais de um pico de recrutamento (CARVALHO *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2017).

No estudo, *P. brasiliensis* também apresentou baixa abundância. Há uma notável diminuição do estoque de *P. brasiliensis* no Brasil (TEODORO, 2014; LOPES, 2012), como resultado de esforço pesqueiro acentuado (FERNANDES, 2013; LOPES, 2012).

Todas as espécies nativas são intensamente capturadas na pesca artesanal de camarão do Nordeste, logo o esforço de pesca nos estratos juvenil e adulto afeta o fechamento do ciclo e prejudica de tal modo que a abundância decai

(BOOS *et al.*, 2016; BARROS *et al.*, 2021). É provável que este seja, particularmente o problema de *P. brasiliensis* e *P. schmitti* no estuário do rio Acaraú.

Sobre o percentual total de machos e fêmeas, Santos *et al.* (2020), em Sergipe, encontraram valores semelhantes a este trabalho com 58,3% para fêmeas e 41,7% para machos. Bem como Craveiro *et al.* (2019), em Lucena, Paraíba, coletaram 56,49% de fêmeas e 43,51% de machos; Carvalho *et al.* (2021) encontraram uma representação de 57% para fêmeas e 43% para machos, no Delta do Parnaíba, Maranhão.

Este percentual elevado de fêmeas na população se trata de uma tendência natural de concentração de fêmeas nos estuários (SANTOS; PEREIRA; IVO, 2006). Portanto se relaciona ao estuário do rio Acaraú.

Quanto às relações biométricas das espécies, para Costa *et al.* (2008) indivíduos peneídeos que possuem comprimento de carapaça inferior a 25 mm são considerados juvenis. Quando se toma base da distribuição de frequências de comprimentos das espécies é possível determinar seus parâmetros de crescimento (SPARRE; VENENA, 1997).

E neste trabalho, com base nas médias mensais desse comprimento, foi evidenciado um maior número de juvenis, semelhante ao trabalho de Santos e Freitas (2007), em Pernambuco, Santos *et al.* (2017) em Sergipe e no trabalho de Perroca *et al.* (2022), em São Paulo. Entendendo que em áreas costeiras rasas predomina as espécies juvenis e imaturas (SANTOS *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2020).

Para *P. vannamei*, a diferenciação dos indivíduos pós-larvais dos juvenis é sutilmente estabelecido anatomicamente e fisiologicamente. E serão somente considerados adultos quando os animais estiverem com seus órgãos sexuais maturados (BARBIERI JÚNIOR, 2001). Logo no estuário do rio Acaraú foram identificadas formas juvenis.

Se observou que *P. subtilis* apresentou três picos acima de 25 mm de CC durante a amostragem, especialmente em maio/2022, com aproximadamente 26 mm. Aragão *et al.* (2021) demonstram que essas misturas de tamanhos são comuns no estuário, devido à reprodução continuada das espécies.

Já a presença de espécies juvenis representa o assentamento dos recrutas (BRANCO; VERANI, 1998). Estes dados reforçam que o estuário é tipicamente área de recrutamento para muitas espécies, como a de camarões (SANTOS, BRANCO; BARBIRERI, 2013). E se constituindo como uma importante área de migração de pós-

larvas e, conseqüentemente, essencial na manutenção dos estoques dessas espécies (CARVALHO *et al.* 2016).

No trabalho de Braga (2000), na área costeira de Fortaleza, Ceará, o período de recrutamento de *Penaeus* spp definido foi de setembro a fevereiro. Porém para este trabalho, na área costeira e estuarina de Acaraú, Ceará, o recrutamento mais provável vai de março a junho, pois onde houve o maior percentual de indivíduos jovens.

E o recrutamento parece ser indiretamente controlado pelo início da estação chuvosa, o aporte de nutrientes nas águas costeiras tende a ser maior, conforme Barros *et al.* (2022). Nesta possível relação, os dois agrupamentos distintos no dendrograma do presente estudo, teve um marcado pela elevada abundância de camarões, correspondendo assim à intensificação da pluviosidade.

Sobre o comportamento de variação dos parâmetros abióticos, se entende que por se tratar de uma região semiárida, a mesma é vulnerável a estas variações que respondem aos padrões de chuva da área (SOUZA *et al.*, 2019). Nos dados de Santos *et al.* (2017), em um estuário da costa semiárida, verificou-se diferença significativa nos parâmetros ambientais, do mesmo modo para este trabalho.

Dada a particularidade que transparência e pH traçaram sobre a vida dos camarões no estuário do rio Acaraú, pois melhor responderam estatisticamente a abundância desses, foi visto como atuando conjuntamente com a pluviosidade. Pois nos estuários, a pluviosidade dita a dinâmica desses e dos demais parâmetros abióticos (CIDREIRA-NETO *et al.*, 2022).

Assim a quantidade de material em suspensão e nutrientes nas águas estuarinas, estabelece os valores de transparência (GREGO *et al.*, 2004), que por sua vez, tem relação direta com o desenvolvimento dos organismos, já que influencia de forma direta a produção primária por organismos fotossintetizantes (VIANA *et al.*, 2021).

E as mudanças de pH, principalmente quando mais ácidos, causam distúrbios osmóticos e são impactantes na sobrevivência de animais estuarinos e marinhos, como os camarões (BOYD, 1979; VIANA *et al.*, 2021).

Lembrando que nem sempre as variáveis ambientais respondem totalmente os comportamentos dos camarões, pois perpassa para mecanismos intrínsecos (DI BENEDITTO; FERNANDES; PESTANA, 2022).

Como já visto, o sedimento do estuário do rio Acaraú foi tipicamente arenoso. Santos (2016) e Santos *et al.* (2017) encontraram resultados similares para áreas estuarinas do Sergipe. Porém das três espécies estudadas (*X. kroyeri*, *P. subilis* e *P. schmitti*), *P. subilis* foi a única espécie que não apresentou uma abundância maior nas regiões em que o tamanho dos grãos foram menores (areia fina e areia muito fina) (SANTOS, 2016). Embora o presente trabalho tenha observado grande abundância de *P. subilis* nesse tipo de sedimento no estuário do rio Acaraú.

Peneídeos preferem substratos com granulometrias finas, sendo um indicativo do bem-estar animal, pois influenciam na disponibilidade de alimento, mecanismos relacionados à escavação e aspectos associados à respiração quando enterrados (SANTOS; FREIRE; PONTES, 2013).

De maneira geral, a forma como as espécies se organizaram espaço-temporalmente no estuário do rio Acaraú, pode estar associada às interações biológicas, não apenas de camarões, mas às demais espécies existentes, a gerar padrões de exclusão competitiva, ocupação de habitat, compartimentalização de nicho entre outras condições (WOLF, 2014).

Da distribuição geográfica das espécies, *P. brasiliensis* é uma espécie que ocorre no Cabo Haterras até Florida Keys, e por Tortugas, também alcança as Bermudas pelas Bahamas e Antilhas e ao longo da costa atlântica da América do Sul até Rio Grande – Brasil (PEREZ FARFANTE, 1969).

Outra espécie, a *P. schmitti*, tem sua distribuição em Cuba, Belize, Honduras Britânica, Caribe e em toda a costa atlântica da América do Sul até a cidade de Laguna, litoral sul do Brasil (PEREZ FARFANTE, 1969).

Enquanto *P. subilis* é uma espécie que se distribui em Cuba pelas Antilhas e de Honduras por toda a costa caribenha e na costa atlântica da América do Sul até São Paulo, sudeste do Brasil (PEREZ FARFANTE, 1969; TEODORO *et al.*, 2016).

Acerca da espécie *P. vannamei*, se trata de uma espécie cuja distribuição se limita ao Pacífico Oriental, por Sonora, no México, do sul ao norte do Peru (HOLTHUIS, 1980). Assim se detectou uma espécie não nativa no estuário do rio Acaraú, e durante o ano amostral, embora não tenha sido possível confirmar a hipótese deste trabalho, como uma espécie estabelecida no estuário do rio Acaraú.

Penaeus vannamei possui o status de espécie estabelecida no Brasil, conforme Casares, Creed e Oigman-Pszczol (2022), mas a nível local não existem informações suficientes para considerá-la estabelecida no estuário do rio Acaraú.

Mesmo diante da recorrência dos registros no estuário do rio Acaraú no período amostral estudado, e partindo do registro de Silva (2018), onde surgiu a primeira detecção. O indicativo de aumento populacional, identificando fechamento do ciclo de vida ao longo do tempo precisa de um melhor embasamento.

Este tema carece de atenção e alerta, pois o aparecimento da espécie em águas brasileiras já denota de alguns outros registros, como: o primeiro, Santos e Coelho (2002) registraram 22 indivíduos ao largo da baía Formosa, Rio Grande do Norte e 21 indivíduos no complexo lagunar Papari/Guaraíras, também no Rio Grande do Norte; Pereira e Neto (2007), no sistema estuarino de Laguna, Santa Catarina, encontraram onze espécimes entre 2004-2005; Loebmann, Mai e Lee (2010), no Delta do Parnaíba, registraram quatro espécimes adultos foram registradas entre abril e maio de 2009; Barbieri, Coa e Rezende (2016) em São Paulo, no complexo estuarino lagunar de Cananeia, Iguape e Ilha Comprida, encontraram 42 indivíduos da espécie em dois anos de pesquisa (2005-2007).

Santos, Silva e Cintra (2016) encontraram 34 espécimes na foz do rio São Francisco, entre janeiro e dezembro de 2011; Silva (2018) encontrou 12 indivíduos, também no estuário do rio Acaraú, entretanto o período amostral foi menor (três amostragens) comparado a este estudo; e novamente em São Paulo, por Senske *et al.* (2019), porém no complexo baía-estuário de Santos, São Vicente e Bertioga, onde encontram três espécimes de *P. vannamei* em outubro de 2010.

Para essas ocorrências, *P. vannamei* apresentou pequenas populações frente às espécies nativas, mas demonstra como vem se disseminando no Brasil. Assim, é provável que populações autossustentáveis se expandam na região atlântica costeira (MORAES, 2022).

Em suma, é presumível que *P. vannamei* esteja iniciando uma série bioinvasiva embora não visível no estuário do rio Acaraú, o que exige a atenção de todos. Já que dentro da Estratégia Nacional para espécies exóticas invasoras, os objetivos do Brasil caminham para controle rápido da invasão potencial de uma espécie, com sistemas de monitoramento para reduzir ou melhor gerenciar os riscos (BRASIL, 2020).

Assim, conforme Soares *et al.* (2022b), o número de espécies introduzidas na costa semiárida brasileira é provavelmente subestimado, e que se torna essencial avaliações regulares dos táxons e habitats.

No Ceará, 29,3% das fazendas têm os estuários como principal fonte de captação de água, enquanto no município de Acaraú fica em torno de 95% (ROCHA; FERNANDES, 2022). Com essa afirmativa, fica claro como o estuário do rio Acaraú é um ambiente susceptíveis a receber eminentes escapes. Loebman, Mai e Lee (2010) associaram as ocorrências de *P. vannamei* no Delta do Parnaíba a escapes do ambiente cultivo às áreas costeiras naturais, devido a proximidade.

Mantém-se questionável a rotina de manejo que as fazendas e larviculturas vêm adotando, sua rigidez e eficácia para deter esses escapes. Uma das recomendações da ABCC (2012), é que as comportas de drenagem devem possuir abertura de malha compatível com o período de cultivo, durante o ciclo para evitar fugas. Embora seja uma medida positiva, não foi pensada contra a introdução de espécies não nativas no ambiente natural, mas primeiramente para não perder o que estava sendo cultivado (ABCC, 2012).

Desta forma é importante que estes empreendimentos ajam ativamente na resolução dessa problemática, uma vez que os aspectos de produção, gerenciamento e gestão ambiental se atrelam na geração de carciniculturas eficientemente rentáveis (ARAÚJO *et al.*, 2018). As formas produtivas devem ser melhoradas e sustentáveis, ditadas pelos consumidores, que se preocupam cada vez mais com a procedência e os modos de produção (VIDAL, 2022).

Por tanto, as carciniculturas nacionais devem repensar as práticas de manejo nos seus empreendimentos de modo a contornar a imagem negativa de degradação socioambiental (RIBEIRO *et al.*, 2014) e assim para uma melhor contenção das espécies exóticas produzidas.

Dentre as ações de controle efetivas que podem ser tomadas na gestão de espécies marinhas invasoras, a de “educação e conscientização pública” tem alta aplicabilidade e pode ser priorizada (GIAKOUM *et al.*, 2019).

Ela acontece com engajamento entre as partes interessadas, além do público em geral, almejando prevenção e controle da espécie exótica, com uma resposta rápida que independe de informações específicas da espécie (GIAKOUM *et al.*, 2019).

3 CONCLUSÕES

O estuário do rio Acaraú, Ceará, Brasil abriga as formas juvenis de *P. brasiliensis*, *P. schmitti* e *P. subtilis*. A espécie mais abundante e frequente durante o estudo foi *P. subtilis*. E se sugere a quadra chuvosa como período de recrutamento das espécies nativas.

A recorrente presença da não nativa *P. vannamei* durante o período amostrado e as formas juvenis marcaram a introdução dessa espécie no estuário do rio Acaraú.

Dada a escassez de dados pretéritos, e de estudos com enfoque ecológico não é possível considerar *P. vannamei* como estabelecida, nem bioinvasora. Se faz necessário um acompanhamento contínuo de sua população no estuário do rio Acaraú a fim de averiguar seu comportamento frente às demais espécies nativas.

E a associação da presença de *P. vannamei* decorrente de escapes das fazendas de carcinicultura em Acaraú requererá um estudo mais acurado, mas é uma possibilidade forte, visto como se concentram em torno do estuário.

O monitoramento da espécie introduzida e a gestão via educação ambiental foram sugeridas, com base na literatura, sendo pertinente também uma maior rigidez na legislação e estudos genéticos futuros que desvendem a origem real da espécie no estuário. Assim, a introdução dessa espécie não nativa deverá ser observada por suas interferências reais nas populações nativas.

REFERÊNCIAS

- ABCC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÕES. **A carcinicultura causa impactos negativos em suas áreas de implementação e adjacentes?** 2017. Disponível em: <https://bityli.com/oHz1T>. Acesso em: 18 jun 2021.
- ABCC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÕES. **Procedimentos de boas práticas de manejo e medidas de biossegurança para a carcinicultura brasileira.** 49 p. Natal: 2012. Disponível em: <https://bityli.com/XUJDo>. Acesso em: 18 dez 2022.
- ACARAÚ. Secretária municipal de Acaraú. **Dados do município/localização.** Acaraú, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/eWLTj>. Acesso em: 29 out 2020.
- ARAGÃO, J. A. N.; SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. Situação da pesca de camarões na plataforma continental amazônica. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, [s.l.], v. 3, n. 2, p. 61-76, 2015. Disponível em: <https://bityli.com/1ueBR>. Acesso em: 15 fev 2021
- ARAÚJO, A. R. R.; SOUZA, J.M.S.; LIMA, R.C.D.; ABREU, E.F.S.A.; VIRGENS, F. F.; BARBOSA, J. M. Diversidade da fauna aquática do estuário do rio Jaguaribe, estado de Sergipe, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 33-41, 2017. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/5380>. Acesso em: 10 ago 2021.
- ARAÚJO, J. A.; NORÕES, A. K. M.; MONTEIRO, J. V.; ARAÚJO, R. C. P.; SILVA, F. P. Eficiência Produtiva das Fazendas de Carcinicultura no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, São Paulo, v. 56, n.1, p.35-50, 2018. Disponível em: <https://bityli.com/DQHua>. Acesso em: 09 fev 2021
- ARAÚJO, M. V.; FREIRE, G. S. S; COSTA, S. S.; PORTELA, J. P. Análise geoambiental da área estuarina do rio Acaraú, município de Acaraú – Ceará – Brasil, usando técnicas de sensoriamento remoto. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, **Anais...** Natal, Brasil: p. 4561-4568, 2009. Disponível em: <https://bityli.com/3I9RW>. Acesso em: 19 abr 2021.
- BAILEY, S. A.; BROWN, L.; CAMPBELL, M. L.; CANNING-CLODE, J.; CARLTON, J. T.; CASTRO N.; CHAINHO, P.; CHAN, F. T.; CREED, J. C.; CURD, A.; DARLING, J.; FOFONOFF, P.; GALIL, B. S.; HEWITT, C. L.; INGLIS, G. J.; KEITH, I.; MANDRAK, N. E.; MARCHINI, A.; MCKENZIE, C. H.; OCCHIPINTI-AMBROGI, A.; OJAVEER, H.; PIRES-TEXEIRA, L. M.; ROBINSON, T. B.; RUIZ, G. M.; SEAWARD, K.; SCHWINDT, E.; SON, M. O.; THERRIault, T. W. ZHAN, A. Trends in the detection of aquatic non-indigenous species across global marine, estuarine and freshwater ecosystems: A 50-year perspective. **Diversity and Distributions**, [s.l.], v. 26, p.1780-1797, 2020. Disponível em: <https://bityli.com/J3yvS>. Acesso em: 04 mai 2021.
- BARBIERI, E.; COA, F.; REZENDE, K. F. O. The exotic species *Litopenaeus vannamei* (boone, 1931) occurrence in Cananeia, Iguape and Ilha Comprida lagoon

estuary complex. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, n.42, v.2, p. 479-485, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/2yi3xBF>. Acesso em: 28 set. 2018.

BARROS, M. S. F.; OLIVEIRA, C. D. L.; PINTO, T. K.; MATA-OLIVEIRA, I.; FABRÉ, N. N.; BATISTA, V. S. Assessment of the stock status of two penaeid shrimps in the Northeastern Brazil Marine: Ecoregion and implications for their management. **Regional Studies in Marine Science**, [s.l.], v. 48, 2021. DOI: 10.1016/j.rsma.2021.102046

BARROS, M. S. F.; OLIVEIRA, C. D. L.; PINTO, T. K.; MATA-OLIVEIRA, I.; FABRÉ, N. N.; BATISTA, V. S. Seasonal rainfall influences reproduction and recruitment of tropical penaeid shrimps: Implications to fisheries management. **Fisheries Oceanography**, [s.l.], v. 31, n. 2, p. 191-204, 2022.

BARROS, F.; COSTA, P. C.; MARIANO, D. L. S.; MIRANDA, R. J. Habitats bentônicos na Baía de Todos os Santos. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 5, p. 551-565, 2012. Disponível em: <https://bityli.com/a4nTH>. Acesso em: 22 abr 2021.

BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Variação espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros abióticos, no Estuário do rio Uma (Pernambuco-Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 1, p. 1–18, 2005. Disponível em: <https://bityli.com/3nF48>. Acesso em: 19 jan 2021.

BERNARDINO, A. F.; BARROS, F.; PEREZ, L. F.; NETTO, S. A.; COLLING, L. A.; PAGLIOSA, P. R.; LANA, P. C.; MAIA, R. C.; CRISTOFOLETTI, R. A.; FILHO, J. S. R.; COSTA, T. M. **Monitoramento de ecossistemas bentônicos estuarinos**. In: TURRA, A.; DENADAI, M. R., orgs. Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, p. 134-154. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/x49kz>. Acesso em: 12 jan 2021.

BIRNALE, P; RATHOD, J. L.; DURGEKAR, R. Impact of shrimp aquaculture on hydro biological parameters of Kali estuary, Karwar, West Coast of India. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, [s.l.], v. 5, n. 4, p.228-233, 2017. Disponível em: <https://bityli.com/Q0B72>. Acesso em: 09 fev 2021

BOOS, H.; COSTA, R.C.; SANTOS, R.A.F.; DIAS-NETO, J.; SEVERINO-RODRIGUES, E.; RODRIGUES, L.F.; D'INCAO, F.; IVO, C. T. C.; COELHO, P. A. Avaliação dos Camarões Peneídeos (Decapoda: Penaeidae). In: PINHEIRO, M.; BOOS, H. (Org.). **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 2016, cap. 23, p. 300-317. Disponível em: <https://bit.ly/2Ea6utk>. Acesso em: 09 fev. 2018.

BOYD, C. E. Water quality management for pond fish culture. **Research and Development Series**, [s.l.], n. 22, 1979, 318p. Disponível em: <https://bityli.com/Cp3vB>. Acesso em: 09 jan. 2023

BRAGA, M. S. C. **A pesca de arrasto de camarões na zona costeira do município de Fortaleza, Estado do Ceará**. Dissertação (Mestre em Engenharia de

Pesca), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 152f, 2000. Disponível em: <https://bitly.com/2nBcN>. Acesso em: 29 nov. 2022.

BRANCO, J. O.; VERANI, J. R. Estudo populacional do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante (Natatia, Penaeidae) na Lagoa da Conceição, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, [s.l.], n. 15, v.2, p. 353-364, 1998.

BRASIL. **Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais**. ICMBio, Brasília, 136f, 2019. Disponível em: <https://bitly.com/BrjIT>. Acesso em: 04 fev 2021

BRASIL. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies Exóticas Invasoras**. Disponível em: <https://bitly.com/1R34O>. Acesso em: 28 dez 2020.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBIO, 2018. Disponível em: <https://bitly.com/EOi9o>. Acesso em: 06 jun 2021.

CARDOSO, I. A.; FALKENHAUG, T.; FERNANDES, L. F. L. Comparison between the shrimp species richness (Caridea and Dendobranchiata, Decapoda, Crustacea) of the South and North Mid Atlantic Rigde. **Brazilian Journal of Oceanography**, [s.l.], v. 66, n. 1, p.47-56, 2014.

CARMO, E. L. **A influência de gradientes ambientais na diversidade de tereidídeos em um manguezal estuarino**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 91f. 2018.

CARVALHO, A. S. S.; MARTINELLI-LEMO, J. M.; NEVIS, A. B.; ISAAC, V. Populational biology of three penaeidae shrimps (Decapoda) in the Curuçá estuary on the Northern Coast of Brazil. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v.41, n.4, p.975-986, 2015.

CARVALHO, A. S.; SILVA, A. P. C.; DINIZ, A. L.; NASCIMENTO, I. R. M. A.; SOUZA, J. P.; ALMEIDA, Z. S. Biologia reprodutiva do camarão-branco, *Penaeus schmitti* (Decapoda, Penaeidae), na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba-MA. **Research Society and Development**, [s.l.], v.10, n.10, p. 1-19, 2021.

CARVALHO-BATISTA, A.; TEROSSI, M.; ZARA, F.J.; MANTELATTO, F. L.; COSTA, R. G. A multigene and morphological analysis expands the diversity of the seabod shrimp *Xiphopenaeus* Smith, 1869 (Decapoda: Penaeidae), with descriptions of two new species. **Scientific Reports**, [s.l.], v.9, n. 15281, 2019, p. 1-19. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51484-3>

CARVALHO FILHO, J. Editorial. *Panorama da Aquicultura*, v. 8, n. 49, 1998. Disponível em: <https://bitly.com/QRPZM>. Acesso em: 09 fev 2021

CASARES, F. A.; CREED, J. C.; OIGMAN-PSZCZOL, S. S. Plataforma Brasileira de Bioinvasão - Bioinvasão Brasil, Instituto Brasileiro de Biodiversidade, Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: www.bioinvasaobrasil.org.br. Acesso em: 09 out 2022

CEARÁ. **Caderno Regional da Bacia do Acaraú**. Fortaleza: INESP, 2009. 128p. Disponível em: <https://bityli.com/TLV7c>. Acesso em: 07 abr 2021

CIDREIRA-NETO, I. R. G.; GUILHERME, B. C.; RODRIGUES, G. G.; CANDEIAS, A. L. B. Qualidade da água no estuário do rio Goiana, Nordeste do Brasil: subsídios para a conservação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s.l.], v. 15, n. 5, p.2340-2353, 2022.

CLAUDINO-SALES, V.; LIMA, E. C.; DINIZ, S. F. Análise geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Geonorte, Amazonas**, v. 11, n. 38, p.90-109, 2020. Disponível em: <https://bityli.com/QswHa>. Acesso em: 07 abr 2021.

COELHO, P. A.; SANTOS, M. C. F. Época da reprodução dos camarões *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 e *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), na região da foz do rio São Francisco. **Boletim Técnico Científico da CEPENE**, Tamandaré, n. 3, v. 1, p. 121-140, 1995. Disponível em: <https://bityli.com/BoZ0T>. Acesso em: 08 fev 2023.

COLWELL R. K, CODDINGTON J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.**, [s.l.], v. 345, 1994, p.101–118. doi:10.1098/rstb.1994.0091

COOK, E. J.; ASHTON, G.; CAMPBELL, M.; COUTTS, A.; GOLLASCH, S.; HEWITT, C.; LIU, H.; MINCHIN, D.; RUIZ, G.; SHUCKSMITH, R. Chapter 5: Non-Native Aquaculture Species Releases: Implications for Aquatic Ecosystems. In: HOLMER *et al.* (eds.), **Aquaculture in the Ecosystem**, [s.l.], p. 155-184, 2008. Disponível em: <https://bityli.com/dZyPa>. Acesso em: 19 dez 2020.

COOK, E. J.; PAYNE R. D.; MACLEOD, A. K.; BROWN, S. F. Review: Marine biosecurity: protecting indigenous marine species. **Research and Reports in Biodiversity Studies**, [s.l.], v. 5, p. 1-14, 2016. Disponível em: <https://bityli.com/yk8BA>. Acesso em: 16 fev 2020.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; MELO, G. A. S.; FREIRE, F. A. M. Chave ilustrada para identificação dos camarões Dendrobranchiata do Litoral Norte do estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, [s.l.], v. 3, n. 1, p. 1-12, 2003. Disponível em: <https://bityli.com/soUTm>. Acesso em: 18 fev 2021.

COSTA, R.C.; LOPES, M.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A.; SIMÕES, S. M. Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus* spp. In a mangrove estuary and adjacent bay on the northern shore of São Paulo State, southern Brazil. **Invertebr. Reprod. Dev.**, [s.l.], 52, p. 51–58, 2008.

COSTELLO, M. J. HARRIS, P. T.; PEARCE, B.; FIORENTINO, A. BOURILLET, J-F.; HAMYLTON, S. M. A Glossary of Terminology Used in Marine Biology, Ecology, and

Geology. **Encyclopedia of the World's Biomes**. Elsevier, p. 1-9, 2019. Disponível em: <https://bitly.com/D9dTv>. Acesso em: 09 fev 2021

CRAVEIRO, C.; PEIXOTO, S.; SILVA, E. F.; EDUARDO, L. N.; LIRA, A. S.; CASTRO-NETO, H.; FRÉDOU, F. L.; SOARES, R. Reproductive dynamics of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad 1936) in a beach seine fishery in northeastern Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, [s.l.], v.63, n.2, p. 111-121, 2019.

DIAS NETO, J. Proposta de plano Nacional de gestão para o uso sustentável de Camarões Marinhos do Brasil. IBAMA, 1. ed. Brasília, 243f, 2011. Disponível em: <https://bitly.com/vTPWV>. Acesso em: 08 fev 2021.

DI BENEDETTO, A. P. M.; FERNANDES, L. P.; PESTANA, I. A. Influences of environmental variables on the weight-length relationship of the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri*: Do variations occur along time?. **An. Acad. Bras. Cien.**, n.94, v.1, p.1-14, 2022. DOI 10.1590/0001-3765202220201050

DUARTE, A. K. A. Abundância e distribuição sazonal de espécies autóctones de camarões peneídeos no canal de abastecimento do sistema Primar de aquicultura orgânica (Laguna de Guaraíras, Tibau do Sul, Rio Grande do Norte, Brasil). Dissertação (Bioecologia Aquática), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 37f, 2006.

ELLIOTT, M.; MCLUSKY, D. S. The Need for Definitions in Understanding Estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [s.l.], v. 55, n. 6, p. 815-827, 2002. Disponível em: <https://bitly.com/iJcsS>. Acesso em: 28 dez 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Notícias. Aquicultura brasileira cresce 123% em dez anos. 2016. Disponível em: <https://bitly.com/N57LC>. Acesso em: 20 mar 2021

ESPÍNOLA, L. A.; FERREIRA J. H. Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos. **Interciencia**, Caracas, Venezuela, v. 32, n. 9, p. 580-585, 2007. Disponível em: <https://bitly.com/kWlzJ>. Acesso em: 18 fev 2021.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals**. Rome. 2018, 227 p. Disponível em: <https://bitly.com/fioqd>. Acesso em: 29 out 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 - Sustainability in action**. Rome. 2020, 224 p. Disponível em: <https://bitly.com/fioqd>. Acesso em: 29 out 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO Yearbook. Fishery statistics: aquaculture production 2002. **FAO Fisheries Series**, Rome, v. 94, nº 2, 2004. 193p. Disponível em: <https://bitly.com/tmXAT>. Acesso em: 07 mar 2021.

FAUSTO-FILHO, J. Registro da captura de *Penaeus monodon* Fabricius, no litoral do estado do Maranhão, Brasil (Crustacea:Penaeidae). **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 26, p. 81-82, 1987. Disponível em: <https://bityli.com/uzmA4>. Acesso em: 07 mar 2021.

FERNANDES, R. T. V.; OLIVEIRA, J. F.; OLIVEIRA, J. C. D.; FERNANDES, R. T. V.; NASCIMENTO, L.; PINTO, A. R. M.; NOVAES, J. L. C. Impacto da carcinicultura no manguezal do rio das Conchas, Porto do Mangue, Rio Grande do Norte. **Sociedade & Natureza**, Rio Grande do Norte, v. 30, n. 3, p. 64-84, 2018. Disponível em: <https://bityli.com/5t8Xg>. Acesso em: 11 fev 2021.

FONSECA, A. F.; SOUZA, R. A. L. Caracterização ecológica de algumas espécies da fauna acompanhante do camarão capturado com puçá de arrasto na zona estuarina do rio Taperaçu (Bragança-PA-Brasil). **Boletim técnico-científico do CEPNOR**, Belém, v. 6, n. 1, p. 33-47, 2006. Disponível em: <https://bityli.com/OxDvq>. Acesso em: 12 fev 2021.

FRANÇA, N. F. C.; MORAES, A. B.; CARVALHO-BATISTA, A.; MELO, M. C. R, B.; LÓPEZ-GRECO, L.; MANTELATTO, F. L.; FREIRE, F. A. M. *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) and *F. brasiliensis* (Latreille, 1817) (Decapoda, Penaeidae): Ontogenetic comparison using the combined analysis of secondary sexual characters and molecular markers. **Fisheries Research**, [s.l.], v. 216, p.89-95, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/tEwxI>. Acesso em: 03 jan 2022

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. 2020. METEOROLOGIA. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=8476>. Acesso em: 20 ago 2022

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. 2022. METEOROLOGIA. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=10977>. Acesso em: 20 ago 2022

GALIL, B. S.; OJAVEER, H.; CARLTON, J. T. Marine Bioinvasions. In: Encyclopedia of Ocean Sciences (Thrid Edition), **Elsevier**, [s.l.], v.6, p.336-341, 2019.

GAMBA, M. R. **Guia Prático de Tecnologia de Pesca**. 1. ed. Itajaí: CEPSUL, 1994, 94 p. Disponível em: <https://bit.ly/2Dg5Qcw>. Acesso em: 01 dez 2020.

GARRISON, T. **Fundamentos de Oceanografia**. Cengage Learning, São Paulo, 2010. 426p.

GERLING, C.; RANIERI, C.; FERNANDES, L.; GOUVEIA, M. T. J.; ROCHA, V (org). **Manual de ecossistemas: marinhos e costeiros para educadores**. Editora Comunicar. Santos. 2016. 35p. Disponível em: <https://bit.ly/1Mx3YpR>. Acesso em: 10 dez 2020.

GREGO, C. K. S; FEITOSA, F. A. N; HONORATO DA SILVA, M; FLORES MONTES, M. J. Distribuição especial e sazonal da clorofila A fitoplanctônica e

hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista-PE). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 32, n. 2, p. 181-199, 2004.

GIAKOUMI, S.; KATSANEVAKIS, S.; ALBANO, P. G.; AZZURRO, E.; CARDOSO, A. C.; CEBRIAN, E.; DEIDUN, A.; EDELIST, D.; FRANCOUR, P.; JIMENEZ, C.; MACIC, V.; OCCHIPINTI-AMBROGI, A.; RILOV, G.; SGHAIER, Y. R. Management priorities for marine invasive species. **Science of the Total Environment**, [s.l.], n. 688, v.1, p. 976-982, 2019.

HAVEL, J. E.; KOVALENKO, K. E.; THOMAZ, S. M.; AMALFITANO, S.; KATS, L. B. Aquatic invasive species: challenges for the future. **Hydrobiologia**, [s.l.], v.750, p.147-170, 2015. Disponível em: <https://bityli.com/SDMe9>. Acesso em: 18 julho 2020.

HOLTHUIS. L.B. FAO species catalogue. Vol. 1 - Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. **FAO Fish. Syn.**, Roma, n. 125, p. 1-261, 1980.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Pecuária Municipal 2019, v. 47, p.1-8, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/C6PN5>. Acesso em: 22 mar 2021.

IPPOLITI, R. MMA divulga municípios da zona costeira. 2018. Disponível em: <https://bityli.com/CF8aE>. Acesso em: 18 mar 2020.

JAYANTHI, M.; THIRUMURTHY, S.; MURALIDHAR, M.; RAVICHANDRAN, P. Impact of shrimp aquaculture development on important ecosystems in India. **Global Environmental Change**, [s.l.], v.52, n, p.10-21, 2018. Disponível em: <https://bityli.com/5NigY>. Acesso em: 11 fev 2021.

KASSUGA, A. D.; COSTA, T. M. M.; MATOS, M. C. O.; SILVA-FERREIRA, T. C. G.; MONTEIRO, J. C. **Capítulo 10: Cirripédios e decápodes (Arthropoda: Crustacea)**. In: BATISTA, D.; COSTA, L.V. G.; COUTINHO, R. (Edt). Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo: Histórico, Ecologia e Conservação. 407 p. Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Rio de Janeiro, 2020.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M. S.; DECHOUM, M. S.; ZILLER S. R. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil**. Recife: Capan, 2011, 99 p. Disponível em: <https://bit.ly/2CQW2EU>. Acesso em: 24 jul. 2018.

LOEBMANN, D.; MAI, A. C. G.; LEE, J. T. The invasion of five alien species in the Delta do Parnaíba Everionmental Protection Area, Northeastern Brazil. **Rev. Biol. Trop.**, [s.l.], v. 58, n.3, p.909-923, 2010. Disponível em: <https://bityli.com/HhFC3>. Acesso em: 09 out. 2018.

LOPES, M. **Distribuição e dinâmica populacional dos camarões-rosa, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) e do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda: Dendrobranchiata: Penaeidae) no complexo baía-estuário de**

Santos - São Vicente, São Paulo, Brasil: subsídios científicos para a averiguação do período ideal de defeso. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2012, 163 f.

LOPES, R. M. (Editor). Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: MMA, 2009. 440 p. Disponível em: <https://bit.ly/2bhhapD>. Acesso em: 09 out. 2018.

MACHADO, C.; OLIVEIRA, L. P. S.; ARAÚJO JÚNIOR, L. R. S. A judicialização da bioinvasão por água de lastro e por bioincrustação no Brasil: uma resposta sustentável ao combate da bioinvasão? **Revista Argumentum**, São Paulo, v. 20, n. 3, p.1.143-1.159, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/JQvUo>. Acesso em: 31 mai 2021.

MAIA, E. P. Hábito alimentar do camarão indica formulação ideal de dieta. 1983. Disponível em: <https://bityli.com/wOZwa>. Acesso em: 20 mar 2021.

MAIA, R. C. **Manguezais do Ceará**. Recife: Imprima, 2016. 55 p.

MAIA, R. C.; COUTINHO, R. Structural characteristics of mangrove forests in Brazilian estuaries: A comparative study. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, [s.l.], v. 47, n.1, p. 87-98, 2012.

MIKOLAJEWICZ, N.; KOMAROVAM S. V. Meta-Analytic Methodology for Basic Research: A Practical Guide. **Frontiers in Physiology**, [s.l.], v.10, n. 203, p.1-20, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/4P3M8>. Acesso em: 04 jan 2021.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002, 414 p.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Gerenciamento Costeiro no Brasil. 2018. Disponível em: <https://bityli.com/62Unf>. Acesso em: 02 out 2020.

MOLES, P.; BUNGE, J. Shrimp Farming in Brazil: Na Industry Overview. Programa in Shrimp Farming na the Environment. FAO, Roma, 26p., 2002. Disponível em: <https://bityli.com/VZEAG>. Acesso em: 10 fev 2021

MONTELES, J. S.; FUNO, I. C. A.; CASTRO, A. C. L. Caracterização da pesca artesanal nos municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz – Maranhão. **Boletim Do Laboratório De Hidrobiologia**, [s.l.], v. 23, p. 65-74, 2010. Disponível em: <https://bityli.com/QDXzs>. Acesso em: 11 fev 2021.

MORAES, A. B.; MORAES, D. C. S.; ALENCAR, C. E. R. D.; FREIRE, F. A. M. Native and non-native species of *Litopenaeus* Pérez-Farfante, 1969 (Crustacea:Penaeidae) from the East Atlantic: Geometric morphometrics as a tool taxonomic discrimination. **Anais...** Academia Brasileira de Ciências, n. 93, v. 3, p1-11, 2021. DOI 10.1590/0001-3765202120200107

MORAES, A. B. Potencial de invasibilidade de *Penaeus vannamei* Boone, 1931 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na costa atlântica das Américas. 2022. 204 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 206f, 2022.

MORO, M. F.; MACEDO, MARIANA B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F. C.; COSTA, R. C. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 66, n.3, p.717-743, 2015. Disponível em: <https://bityli.com/sLw8v>. Acesso em: 13 jan 2021.

NATORI, M. M.; SUSSESI, F. R.; SANTOS, E. C. B.; PREVIERO, T. C.; VIEGAS, E. M. M.; GAMEIRO, A. H. Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 41, n. 2, p.61-73. Disponível em: <https://bityli.com/3ZzXD>. Acesso em: 10 fev 2021

NASCIMENTO, G. C. C.; CÓRDULA, E. B. L.; BENÍCIO, D. A.; OLIVEIRA, P. A.; SILVA, M. C. B. C. Recursos Pesqueiros no Brasil: Apropriação Tecnológica para o desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 735-743, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236117018122>

NERY, A. C.; Traços da tecnologia pesqueira de uma área de pesca tradicional da Amazônia – Zona do Salgado – Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, PA, v. 11, n. 2, p. 199-293, 1995. Disponível em: <https://bityli.com/qa1FX>. Acesso em: 12 fev 2021

NETO DIAS, J. (org.) **Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de Camarões marinhos do Brasil**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, p 242, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/2GMmByX>. Acesso em: 12 fev. 2018.

OJAVEER, H.; GALIL, B. S.; CARLTON, J. T.; ALLEWAY, H.; GOULLETQUER, P.; LEHTINIEMI, M.; MARCHINI, A.; MILLER, W.; OCCHIPINTI-AMBROGI, A.; PEHARDA, M.; RUIZ, G. M.; WILLIAMS, S. L.; ZAIKO, A. Historical baselines in marine bioinvasions: Implications for policy and management. **PLoS ONE**, [s.l.], v.13, n.8, 48p., 2018.

OLIVEIRA, J. SOUZA, R. M.; SOBRAL I. S. A carcinicultura marinha e seus impactos no manguezal do Vaza-Barris em São Cristóvão-SE. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v.11, n.1, p.30-45, 2017. Disponível em: <https://bityli.com/Dg0Ln>. Acesso em: 11 fev 2021.

OLIVEIRA, R. C. B.; MARTINS, R. V. Dinâmica de metais-traço em solo e ambiente sedimentar estuarino como um fator determinante no aporte desses contaminantes para o ambiente aquático: revisão. **Revista Virtual de Química**, [s.l.], v. 3, n. 2, p. 88-102, 2011. Disponível em: <https://bityli.com/nOLqe>. Acesso em: 22 abr 2021.

PANTALEÃO, J. A. F. **Comparação da estrutura da assembleia de camarões marinhos (Penaeoidea e Caridea) em duas localidades do sudeste brasileiro**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas), Universidade

Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. Botucatu, 2013, 87f.
Disponível em: <https://bityli.com/NRanT>. Acesso em: 20 abr 2021.

PASQUAUD, S.; VASCONCELOS, R. P.; FRANÇA, S.; HENRIQUES, S.; COSTA, M. J.; CABRAL, H. Worldwide patterns of fish biodiversity in estuaries: effect of global vs. local factors. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [s.l.], v.154, p.122-128, 2015. Disponível em: <https://bityli.com/KL0t5>. Acesso em: 08 fev 2021.

PEREIRA, T. J.; NETO, S. A. Ocorrência do camarão exótico *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no sistema estuarino de Laguna, SC. **BIOCIÊNCIAS**, Porto Alegre, v.15, n.1, p. 157-159, 2007.

PÉREZ FARFANTE, I. **Illustrated Key to Penaeoid Shrimps of Commerce in the Americas**. NOAA Technical Report NMFS 64, 1988, 38 p. Disponível em: <http://aquaticcommons.org/2757/>. Acesso em: 15 mai 2021

PERILLO, G. M. E.; PICCOLO, M. C.; QUIVERA, M. P. What Do We Know About the Geomorphology and Physical Oceanography of South American Estuaries? *In*: Estuaries of South America, **Environmental Science**. Springer, Berlin p 1-19, 1999. Disponível em: <https://bityli.com/isuDi>. Acesso em: 09 fev 2021

PERÓNI, N.; HERNANDÉZ, M. I. M. (orgs). **Ecologia de populações e comunidades**. CCB/EAD/UFSC, Florianópolis, 2011, 123 p. Disponível em: <https://bityli.com/tD8xK>. Acesso em: 12 jan 2023

PERROCA, J. F.; RODRIGUES FILHO, J. L.; FRANSOZO, A.; COSTA, R. C. Variations in pink-shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis* juvenile abundance: clarifying ecological patterns and providing subsidies to management in shallow marine ecosystems. **Fisheries Research**, [s.l.], 256, p. 1-15, 2022.

PESSOA, P. R. S.; PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J. O.; ALVES, A. B. Processo de uso e ocupação no estuário do rio Acaraú – Ceará e áreas adjacentes, uma análise multitemporal das formas de uso. *In*: Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. **Dinâmica e Gestão de Zonas Costeiras**, [s.l.], v.1, p. 2819-2829, 2017. Disponível em: <https://bityli.com/7ghvV>. Acesso em: 09 fev 2021

PESSOA, P. R.; PINHEIRO, L. S.; ALVES, A. B.; MORAIS, J. O. Uso da terra e evolução das paisagens associadas ao estuário do rio Acaraú-CE. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 21, n.2, p. 1277-1288, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/02gah>. Acesso em: 03 set 2022

PETATÁN- RÁMIREZ, D, HERNÁNDEZ, L, BACERRIL-GARCÍA, E.E, BERÚMEN-SOLÓRZANO, P, AULIZ-ORTIZ, D e REYES-BONILLA, H, 2020. Potential distribution of the tiger shrimp *Penaeus monodon* (Decapoda: Penaeidae), an invasive species in the Atlantic Ocean. **Revista de Biologia Tropical**, [s.l.], v. 68, n. 1, p. 156-166. Disponível em: <https://bityli.com/Ltn8J>. Acesso em: 21 mar 2021

PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Crise nas Águas: Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda da**

qualidade das águas. Belo Horizonte: Recóleo, 2015. 162 p. Disponível em: <https://bitly.com/yF9jX>. Acesso em: 29 out 2020

PRATES, A. P. L.; FUMI, M. **Carcinicultura.** In: Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, p. 66-68, 2018. Disponível em: <https://bitly.com/jolwx>. Acesso em: 29 nov 2020.

RIBEIRO, L. F.; SOUZA, M. C. M. B, N.; BARROS, F.; HATJE, V. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista Gestão Costeira Integrada**, [s.l.], n. 14, v. 3, p. 365-383, 2014. Disponível em: <https://bitly.com/w0cYv>. Acesso em: 28 ago 2021.

ROCHA, R. M. D.; VIEIRA L. M.; MIGOTTO, A. E.; AMARAL, A. C. Z.; VENTURA, C. R. R., SEREJO, C. S; PITOMBO, F. B.; SANTOS, K. C.; LOPES, R. M.; PINHEIRO, U.; MARQUES, A. C. The need of more rigorous assessments of marine species introductions: A counter example from the Brazilian coast. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], n. 67, p. 241-243, 2013. Disponível em: <https://bitly.com/Gfobh>. Acesso em: 25 out 2020.

ROCHA, I. P; FERNANDES, B. R. S. (Org). **Censo da carcinicultura dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte.** ABCC, Natal: Deza's, 2022. 205p. Disponível em: <https://bitly.com/Qvzdc>. Acesso em: 30 nov 2022.

ROCHA, R. O.; ROCHA, M. B. Levantamento de Espécies Exóticas em Unidades de Conservação: o Caso do Estado do Rio de Janeiro. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 8, n. 10, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://bitly.com/rv578>. Acesso em: 02 jun 2021.

RODRIGUES, A. A. S. **O patrimônio geológico do sistema praia - Plataforma da Costa Negra - Litoral Oeste do Ceará.** Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://bitly.com/guMZf>. Acesso em: 30 set 2020.

SAMPAIO, F. G.; SILVA, C. M.; MIGNANI, L. PACKER, A. P.; MANZATTO, C. V. **Monitoramento ambiental da aquicultura em águas da União: subsídios para a proposição de um plano nacional.** Brasília: Embrapa, 2019. 98 p. Disponível em: <https://bitly.com/BnF5v>. Acesso em: 20 abr 2021

SANTOS, A. D. O.; NUNES, A. B. A. Carcinicultura, arcabouço legal e impactos ambientais. In: **Anais... X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://bitly.com/Ry25l>. Acesso em: 26 out. 2022

SANTOS, D. B.; FREIRE, F. A.; PONTES, C. S. Comportamento do camarão em diferentes substratos nas fases clara e escura do dia. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 48, n. 8, p.841-848, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000800005.

SANTOS, M. C. F.; BRANCO, J. O.; BARBIERI, E. Biologia e pesca do camarão sete-barbas nos estados nordestinos brasileiros onde não há regulamentação do

período de defeso. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v.39, n.3, p. 217-235, 2013.

SANTOS, M. C. F. Ordenamento da Pesca de Camarões no Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico da CEPENE**, Tamandaré, v. 18, n.1, p. 91-98, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/2QLYswM>. Acesso em: 20 mar. 2018.

SANTOS, M. C. F.; COELHO, P. A. Espécies exóticas de camarões peneídeos (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798 e *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) nos ambientes estuarino e marinho do Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico da CEPENE**, Tamandaré, v. 10, n. 1, p. 207-222, 2002. Disponível em: <https://bityli.com/aVtAQ>. Acesso em: 20 dez 2020.

SANTOS, M. C. F.; FREITAS, A. E. T. S. Avaliação biológica de camarões peneídeos capturados no município de São José da Croa Grande (Pernambuco-Brasil). **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, Tamandaré, v. 15, n.1, p. 1-17, 2007. Disponível em: <https://bityli.com/L2ysE>. Acesso em: 01 ago 2022.

SANTOS, M. C. F.; PEREIRA, J. A.; IVO, C. T. C. Sinopse de informações sobre a biologia e pesca do camarão-branco, *Litopenaeus schimitti* (Burkenroad, 1936) (Crustácea, Decapoda, Penaeidae), no nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, Tamandaré, v.12, n.1, p.149-185, 2004. Disponível em: <https://bit.ly/2EEQpMB>. Acesso em: 22 fev. 2018.

SANTOS, R. C. **Distribuição espaço-temporal de camarões peneídeos (Crustacea;decapoda:dendrobranchiata) na plataforma continental de Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016, 79 f.

SANTOS, R. C.; SILVA, S. L. R.; COSTA, R. C.; DAVANSO, T. M., HIROSE, G. L. Evaluation of the management plan for penaeid shrimps in the continental shelf of Sergipe, Brazil. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, n.43, v. 3, p. 308-321, 2017. Doi: 10.20950/1678-2305.2017v43n3p308

SANTOS, R. C.; PERROCA, J. F.; COSTA, R. C.; HIROSE, G. L. Population dynamics of *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) and *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda: Penaeidae) and evidence of habitat partitioning in the northeast of Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, [s.l.], v. 35, p. 1-15, 2020. DOI: 10.1016/j.rsma.2020.101218

SANTOS, M. C. F.; SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A. Carcinofauna acompanhante da pesca artesanal do camarão-sete-barbas ao largo da foz do rio São Francisco (Alagoas e Sergipe, Brasil). **Acta. Fish. Aquat. Res.**, [s.l.], v.4, p.1-10, 2016. DOI 10.2312/ActaFish/2016.4.1.1-10

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Criação de camarão: cartilha básica**. 40p., 2018. Disponível em: <https://bityli.com/qzvs7>. Acesso em: 10 fev 2021.

SENSKE, W. F. K.; REIGADA, A. L. D.; CARLI, B. P.; RAMIRES, M.; ROTUNDO, M. M. Registro de invertebrados bioinvasores no complexo baía-estuário de Santos, São Vicente e Canal de Bertioga, SP, Brasil. **Anais... Encontro Nacional de Pós-Graduação – VII ENPG**, v.3, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/6oXZC>. Acesso em: 19 ago 2020.

SILVA, C. M.; SAMPAIO, F. G. **Planos de monitoramento ambiental a aquicultura. In: Monitoramento ambiental da aquicultura em águas da União: subsídios para a proposição de um plano nacional**. EMBRAPA, Brasília, p. 57-59, 2020. Disponível em: <https://bityli.com/t7WMw>. Acesso em: 26 abr 2021.

SILVA, E. C.; BARROS, F. Macrofauna bentônica introduzida no Brasil: Lista de espécies marinhas e dulcícolas e distribuição atual. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.326-344, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/2V3CZxJ> Acesso em: 21 mar. 2018.

SILVA, G. D. V. **Caracterização da fauna de camarões peneídeos ao longo do estuário do rio Acaraú-Ceará**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas), Instituto Federal do Ceará – IFCE, campus Acaraú, 2018, 63f. Disponível em: <https://bityli.com/ogudF>. Acesso em: 15 fev. 2020.

SILVA, G. D. V.; SILVA, G. A. V.; MAIA, R. C. Primeiro registro documentado do camarão-tigre-gigante, *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798), no Litoral do Ceará, Nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Labomar, Fortaleza, v.55, n. 2., p1-6, 2022. <https://doi.org/10.32360/acmar.v55i2.71034>

SOARES-GOMES, A.; PAIVA, P. C.; SUMIDA, P. Y. G. Bentos de sedimentos não consolidados. In: PEREIRA, C. R.; SOARES-GOMES, A (orgs). **Biologia Marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2002, cap.7, p. 127-145.

SOARES, M. O.; FEITOSA, C. V.; GARCIA, T. M.; COTTENS, K. F.; VINICIUS, B.; PAIVA, S. V.; DUARTE, O. S.; GURJÃO, L. M.; SILVA, G. D. V.; MAIA, R. C.; PREVIATTO, D. M.; CARNEIRO, P. B. M.; CUNHA, E.; AMÂNCIO, A. C.; SAMPAIO, C. L. S.; FERREIRA, C. E. L.; PEREIRA, P. H. C.; ROCHA, L. A.; TAVARES, T. C. L.; GIARRIZZO, T. Lionfish on the Loose: *Pterois* invade shallow habitats in the tropical southwestern Atlantic. **Frontiers in Marine Science**, [s.l.], n. 9, v. 956848, p. 1-10, 2022a.

SOARES, M. O.; XAVIER, F. R. L.; DIAS N. M.; SILVA, M. Q. M.; LIMA, J. P.; BARROSO, C. X.; VIEIRA, L. M.; PAIVA, S. V.; MATTHEWS-CASCON, H.; BEZERRA, L. H. A.; OLIVEIRA-FILHO, R. R.; SALANI, S.; BANDEIRA, E. V. P. Alien hotspot: Benthic marine species introduced in the Brazilian semiarid coast. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], 274, p. 1-7, 2022b.

SOUZA, J. A. F.; SCHWAMBORN, R.; BARRETO, A. V.; FARIAS, I. D.; FERNANDES, L. M. G.; COELHO, P. A. Marine and estuarine shrimps (Dendrobranchiata, Stenopodidea, and Caridea), of Pernambuco state (Brazil) and northeastern Brazilian oceanic islands. **Atlântica**, [s.l.], v. 33, n. 1, p. 33-63, 2011. <http://dx.doi.org/10.5088/atl.2011.33.1.33>.

SOUZA, S. O. NOBRE, A. C. O.; LIMA, G. R. R.; ALENCAR, F. K. M.; SILVA, F. J. A. Variação temporal de índices de aridez na área de reservatório do trópico semiárido. In: X Congresso brasileiro de gestão ambiental, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/L6EKX>. Acesso em: 12 out 2022.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte I: Manual. **FAO Documento Técnico sobre as Pescas**, Roma, n.306/1, v.2, 1997. 404p. Disponível em: <https://bityli.com/liK89>. Acesso em: 29 dez 2022.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1973. p. 317.

TAHIM, E. F. DAMACENO, M. N.; ARAÚJO, I. F. Trajetória Tecnológica e Sustentabilidade Ambiental na Cadeia de Produção da Carcinicultura no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, São Paulo, v. 57, n. 1, p. 93-108, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/MI8JY>. Acesso em: 09 fev 2021

TAVARES, M. Alien Decapod Crustaceans in the Southwestern Atlantic Ocean. In: Galil, B.; Clark, P.; Carlton, J. (eds), In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts, Invading Nature, **Springer Series in Invasion Ecology**, [s.l.], v. 6, p. 251-268, 2011. Disponível em: <https://bityli.com/gTdZQ>. Acesso em: 26 nov 2020.

TAVARES, C.; GUSMÃO, J. Description of a new Penaeidae (Decapoda: Dendrobranchiata) species, *Farfantepenaeus isabelae* sp. nov. **Zootaxa**, [s.l.], v. 4171, n.3, p. 505-516, 2016. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4171.3.6>

TEODORO, S. S. A.; TEROSSI, M.; MANTELATTO, F. L.; COSTA, R. C. Discordance in the identification of juvenile pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*: Family Penaeidae): Na integrative approach using morphology, morphometry and barcoding. **Fisheries Research**, [s.l.], v. 183, p. 244-253, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/161880>. Acesso em: 02 jan 2022.

TEXEIRA, L. M. P; CREED, J. C. A decade on: an updated assessment of the status of marine non-indigenous species in Brazil. **Aquatic Invasions**, [s.l.], v. 15, n 1, p. 30-43, 2020. Disponível em: <https://bityli.com/FS00z>. Acesso em: 18 nov 2020.

TEXEIRA, R. M.; BARBOSA, J. S. P.; LÓPEZ, M. S.; FERREIRA-SILVA, M. A. G.; COUTINHO, R.; VILLAÇA, R. C. Bioinvasão marinha: os bivalves exóticos de substrato consolidado e suas interações com a comunidade receptora. **Oecologia Australis**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 381-402, 2010. Disponível em: <https://bityli.com/pRGm7>. Acesso em: 25 mar 2021

THIERS, P. R. L.; MEIRELES, A. J. A.; SANTOS, J. O. **Manguezais na costa oeste cearense: preservação permeada de meias verdades**. Fortaleza, Imprensa Universitária, 2016, 126p. Disponível em: <https://bityli.com/O9tth>. Acesso em: 04 abr 2021

TORRES, D.; VIANA, P. O alto preço da produção do camarão em Sergipe. O joio e o trigo, 2021. Disponível em: [Disponível em: https://bityli.com/SeTHJ](https://bityli.com/SeTHJ). Acesso em: 10 nov 2022.

UNIÃO EUROPEIA. Documento de orientação. Orientações para a aplicação das directivas aves e habitats em estuários e zonas costeiras. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2011, 52p. Disponível em: <https://bityli.com/Ueblx>. Acesso em: 10 jan 2021.

VALÉRY, L.; FRITZ, H.; LEFEUVRE, J-C.; SIMBERLOFF, D. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. **Biological Invasions**, n. 1 v. 10, p. 1345-1351, 2008 Disponível em: <https://bityli.com/lwfU1>. Acesso em: 04 fev 2021.

VENDRAMIM, J. L.; ALMEIDA, A. **Os perigos ocultos na água de lastro à fauna**. Fauna News, 2020. Disponível em: <https://faunanews.com.br/2020/10/29/os-perigos-ocultos-na-agua-de-lastro-a-fauna/>. Acesso em: 20 jan 2022

VENÂNCIO, M. A. **A cadeia produtiva do camarão em Acaraú e sua relação socioeconômica e comercial com o polo turístico de Jericoacoara**. Dissertação (Gestão de Negócios Turísticos), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 153f, 2017. Disponível em: <https://bityli.com/yQCpD>. Acesso em: 02 fev 2021.

VIANA, D. L. *et al.* (edt.). Ciências do mar: dos oceanos do mundo ao nordeste do Brasil: bioecologia, pesca e aquicultura: volume 2. 1. ed. -- Olinda, PE: Via Design Publicações, 2021.

VILAS, F.; RUBIO, B.; REY, D.; BERNABEU, M. **Estuary**. In: Encyclopedia of Planetary Landforms. Springer Science and Business Media, New York, p.1-7 2014. Disponível em: <https://bityli.com/HEzW8>. Acesso: 12 set 2020

WETZ, M. S.; YOSKOWITZ, D. W. An 'extreme' future for estuaries? Effects of extreme climatic events on estuarine water quality and ecology. **Marine Pollution Bulletin**, v. 69, p 7-18, 2013. Disponível em: <https://bityli.com/Ohzs8>. Acesso em: 09 fev 2021

WHITFIELD, A. K.; ELLIOTT, M.; BASSET, A.; BLABER, S. J. M.; WEST, R. J. Paradigms in estuarine ecology – A review Of the Remane diagram with a suggested revised model for estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.97, p.78-80, 2012. Disponível em: <https://bityli.com/JmmCB>. Acesso em: 09 mai 2021.

WoRMS Editorial Board (2023). Registro Mundial de Espécies Marinhas. Disponível em <https://www.marinespecies.org> em VLIZ. Acesso em 16 fev 2023. doi:10.14284/170