



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS
AQUÁTICOS TROPICAIS - PPGAQRAT

ADLER HENRIQUE RODRIGUES ALVES

MAPEAMENTO E ANÁLISE TEMPORAL DAS VARIÁVEIS FÍSICO-AMBIENTAIS QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DE CAMARÃO ROSA *Penaeus subtilis* NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZONICA

BELEM
2021

ADLER HENRIQUE RODRIGUES ALVES

MAPEAMENTO E ANÁLISE TEMPORAL DAS VARIÁVEIS FÍSICO-AMBIENTAIS QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DE CAMARÃO ROSA *Penaeus subtilis* NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZONICA

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais - PPGAqRAT da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como requisito para a obtenção do título de mestre.

Área de Concentração: Aquicultura e recursos aquáticos tropicais

Orientador: Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra

BELÉM

2021

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação (CIP) Bibliotecas da
Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A474m Alves, Adler Henrique Rodrigues
MAPEAMENTO E ANÁLISE TEMPORAL DAS VARIÁVEIS FÍSICO-
AMBIENTAIS QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DE CAMARÃO ROSA
Penaeus subtilis NA PLATAFORMA
CONTINENTAL AMAZONICA / Adler Henrique Rodrigues Alves. - 2021.
50 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra

1. Penaeus subtilis. 2. Sensoriamento Remoto. 3. Geoprocessamento. 4. Pesca de
arrasto de fundo. 5. Pesca industrial. I. Cintra, Israel Hidenburgo Aniceto, *orient.* II. Título

CDD 621.3678

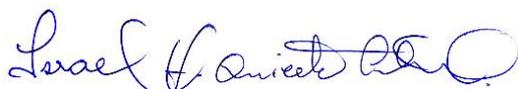
ADLER HENRIQUE RODRIGUES ALVES

MAPEAMENTO E ANÁLISE TEMPORAL DAS VARIÁVEIS FÍSICO-AMBIENTAIS QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DE CAMARÃO ROSA *Penaeus subtilis* NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZONICA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, para obtenção do título de mestre. Área de Concentração: Aquicultura e recursos aquáticos tropicais

27 de agosto de 2021
Data da Aprovação

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra - Orientador:
Universidade Federal Rural da Amazônia



Prof. Dr. Eduardo Tavares Paes - Membro 1
Universidade Federal Rural da Amazônia



Prof. Dr. Flávio de Almeida Alves Júnior - Membro 2
Centro Universitário Brasileiro



Prof. Dr. João Almiro Correa Soares - Membro 3
Universidade Federal Rural da Amazônia

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	12
2.1 Geral	12
2.2 Específicos	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 Ecologia e Ciclo de Vida do Camarão	13
3.2 Distribuição Espacial e Economia	14
3.3 Sensoriamento Remoto	18
3.4 Sistema de Informação Geográfica e Correlação Espacial	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Localização da Área de Estudo	23
4.2 Aquisição E Manipulação Dos Dados	23
4.2.1 Dados Da Pesca	23
4.2.2 Estatística Descritiva e Captura Por Unidade de Esforço	24
4.2.3 Dados Ambientais e Parâmetros Oceanográficos	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 Variabilidade Da Abundância Relativa Do Camarão Rosa	29
5.2 Variabilidade Espaço Temporal Da Captura Do Camarão Rosa E Relação Com Parâmetros Ambientais	31
5.2.1 Análise Temporal Da Climatologia Da Abundância Relativa Do Camarão Rosa	31
5.2.2 Distribuição Espacial Da Pesca Do Camarão Rosa	33
6. CONCLUSÃO	-
REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - VISTA LATERAL DO CAMARÃO ROSA PENAEUS SUBTILIS (PÉREZ FARFANTE, 1967) CAPTURADO NA COSTA NORTE DO BRASIL.	13
FIGURA 2 - MAPA APRESENTANDO A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PENAEUS SUBTILIS NA AMÉRICA CENTRAL E AMÉRICA DO SUL.	15
FIGURA 3 - MAPA APRESENTANDO A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE COLETA DE DADOS PARA O ESTUDO.	23
FIGURA 4 - CORRELAÇÃO DA CAPTURA PELO TEMPO DE ARRASTO DO CAMARÃO ROSA PENAEUS SUBTILIS (PÉREZ FARFANTE, 1967) NA COSTA NORTE DO BRASIL. DADOS COLETADOS NO INTERVALO TEMPORAL ENTRE OS ANOS DE 2000 A 2004.	29
FIGURA 5 - MÉDIA ANUAL DA CAPTURA POR UNIDADE DE ESFORÇO (CPUE) DO CAMARÃO ROSA PENAEUS SUBTILIS (PÉREZ FARFANTE, 1967) NA COSTA NORTE DO BRASIL. DADOS COLETADOS NO INTERVALO TEMPORAL ENTRE OS ANOS 2000 A 2004.	30
FIGURA 6 - CAPTURA POR UNIDADE DE ESFORÇO (CPUE-2) DO CAMARÃO ROSA PENAEUS SUBTILIS (PÉREZ FARFANTE, 1967) NA COSTA NORTE DO BRASIL. DADOS COLETADOS NO INTERVALO TEMPORAL ENTRE OS ANOS DE 2000 A 2004.	30
FIGURA 7 - CLIMATOLOGIA DO CAMARÃO ROSA PENAEUS SUBTILIS (PÉREZ FARFANTE, 1967) NA COSTA NORTE DO BRASIL (A) E VARIÁVEIS AMBIENTAIS COMO: VAZÃO DO RIO AMAZONAS, SALINIDADE E DENSIDADE DA ÁGUA A 35M. DADOS COLETADOS NO INTERVALO TEMPORAL ENTRE OS ANOS DE 2000 A 2004. FONTE: AUTOR.	32
FIGURA 8 - CLIMATOLOGIA DAS CORRENTES SOBRE A PLATAFORMA CONTINENTAL DO AMAZONAS A 35M DE PROFUNDIDADE. DADOS OBTIDOS DO SODA.	33
FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO DA CAPTURA POR QUILO (KG) DE CAMARÃO ROSA P. SUBTILIS (PÉREZ FARFANTE, 1967) NA PLATAFORMA CONTINENTAL NORTE DO BRASIL. DADOS COLETADOS NO INTERVALO TEMPORAL ENTRE OS ANOS 2000 A 2004.	34
FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO DA BATIMETRIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA. DADOS ESPACIALIZADOS DO ETOPO1.	35
FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO DO ASPECTO DA DECLIVIDADE NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA. DADOS DERIVADOS DO ETOPO1.	36
FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO DOS TIPOS DE FUNDO PRESENTE NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA.	37
FIGURA 13 - CLIMATOLOGIA DA SALINIDADE NA PROFUNDIDADE DE -35M DA PLATAFORMA CONTINENTAL ENTRE 2000 ATÉ 2004. DADOS ESPACIALIZADOS DO SODA.	38
FIGURA 14 - CLIMATOLOGIA DA TEMPERATURA DA PLATAFORMA CONTINENTAL A -35M ENTRE 2000 ATÉ 2004. DADOS ESPACIALIZADOS DO SODA.	39
FIGURA 15 - CLIMATOLOGIA DA VELOCIDADE DE CORRENTE (M.S-1) A 35M SOBRE A PLATAFORMA CONTINENTAL ENTRE 2000 ATÉ 2004. FONTE DOS DADOS SODA.	40

RESUMO

O *Penaeus subtilis*, conhecido vulgarmente como camarão rosa é uma espécie amplamente capturada na região norte do Brasil, e sua captura é destaque na frota industrial de arrasto de fundo. A área de captura do camarão rosa na costa norte vai da foz do rio Parnaíba (PI) até a fronteira do estado do Amapá com a Guina Francesa. Este estudo apresenta uma análise da série temporal, entre os anos 2000 até 2004, da abundância relativa do camarão rosa e suas relações ecológicas com o ambiente (físico e ambiental). No trabalho foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica. A partir da metodologia aplicada foi possível mapear a distribuição espacial e abundância do camarão rosa na plataforma continental amazônica. A base de dados forneceu observações de 8383,57 horas de arrasto, viagens com produção total de 39,991 toneladas e média de 5.683 kg/hora de arrasto. Os dados de abundância relativa do camarão rosa (relação peso/hora de arrasto) foram analisados com relação a parâmetros abióticos tais como, vazão do rio salinidade, temperatura e corrente a 35 m de profundidade e características geomorfológicas do substrato da plataforma continental do Amazonas. A série de abundância relativa da espécie apresenta variações interanuais significativas ($r^2 = 0,57$) e a climatologia dos dados demonstra um máximo na captura entre fevereiro e março e mínimo em outubro. Os resultados demonstram que estas flutuações sazonais da captura do camarão rosa acompanham as variações da pluma do Amazonas, mas também podem estar relacionadas com a variabilidade da corrente na região, que, por sua vez, varia em antifase em relação a série de Captura por Unidade de Esforço. A distribuição espacial dos parâmetros analisados e da abundância relativa do camarão rosa mostram que as zonas de maior captura se encontram a noroeste da plataforma, em frente à costa do Amapá, na faixa onde o substrato é de areia lamosa com declividade moderada na direção Nordeste. Essa zona principal de captura ocorre na borda do eixo de fluxo principal da Corrente Norte do Brasil e é máxima quando a pluma do Amazonas atinge a área.

Palavras chave: Pesca industrial, Pesca de arrasto de fundo, pluma do Amazonas, sensoriamento remoto.

ABSTRACT

The *Penaeus subtilis*, commonly known as pink shrimp is a species widely captured in the northern region of Brazil, and its capture is prominent in the industrial fleet of bottom trawling. The pink shrimp capture area on the north coast extends from the mouth of the Parnaíba River (PI) to the border between the state of Amapá and French Guiana. This study presents a time series analysis, between the years 2000 and 2004, of the relative abundance of pink shrimp and its ecological relationships with the environment (physical and environmental). In the work, remote sensing and Geographic Information System techniques were used. From the applied methodology it was possible to map the spatial distribution and the abundance of pink shrimp in the Amazon continental shelf. The database provided observations of 8383.57 hours of trawling, trips with a total production of 39.991 tons and an average of 5683 kg/hour of trawling. Pink shrimp relative abundance data (weight ratio/ hour of trawling) were analyzed with respect to abiotic parameters such as river flow, salinity, temperature and current at 35 m depth and geomorphological characteristics of the substrate of the Amazonas continental. The relative abundance series of the species presents significant interannual variations ($r^2 = 0.57$) and the data climatology demonstrates a maximum in the capture between February and March and a minimum in October. The results demonstrate that these seasonal fluctuations in the pink shrimp capture follow variations in the Amazon plume, but may also be related to the current variability in the region, which, in turn, varies in antiphase in relation to the Catch per Unit Effort series. The spatial distribution of the analyzed parameters and the relative abundance of pink shrimp show that the zones with the greatest capture are found to the northwest of the platform, in front of the Amapá coast, in the strip where the substrate is from muddy sand with moderate slope in the Northeast direction. This main capture zone occurs at the edge of the main flow axis of the North Brazil Current and it is maximum when the Amazon plume reaches the area.

Keywords: Industrial fishing, Bottom trawling, Amazon plume, Remote sensing.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Eduardo Tavares por toda troca de conhecimento e pelo acolhimento em seu laboratório.

Ao professor e Orientador Israel Cintra pela oportunidade de trabalhar em um ramo diferente e pela confiança colocada.

Em memória, ao amigo Rauli Terra pelas noites de bebidas, pelo conhecimento e pela amizade.

Aos amigos Antônio Neto e Iurick Costa pelo suporte e dicas na execução do trabalho, a ajuda de vocês foi fundamental.

Aos amigos que conheci no laboratório, cuja amizade perdura, troca de conhecimento e dias de bar, Taiana Amanda, Elton Correa, Jeandria Negreiro e Andrea Abreu.

Ao meu primo John Kennendy pelo apoio financeiro e por todo tipo de ajuda até hoje.

Ao meu amigo Julio Kawaii desu ne que deixou saudades.

A debora Sayumi por todos os momentos.

Aos meus amigos Júlio Araujo e Samara Sunny pelas tardes na UFRA.

Ao meu amigo Daniel Abud por não me permitir socar ninguém.

Ao dragão Ana Paula por ir no bar.

Ao Veríssimo chop e tell pelas piadas infames.

A Thayssa Cristina pelos furos de role.

A Annie Cristina pelo ótimo ano em 2021.

Ao Nilton Borges por não mandar mais mensagem.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os grupos de animais marinhos, podemos citar com grande relevância a família Penaeidae Rafinesque, 1815 que é destaque na captura mundial de camarões, apresentando espécies de alto valor comercial.

No Brasil esses camarões atingiram uma captura de 38.373 toneladas para o ano de 2010 (MPA, 2012). Essa predominância pode estar relacionada a fatores como diferentes áreas de pesca, estações do ano e condições ambientais de cada região (ISAAC; NETO; DAMASCENO, 1992; BENTES et al., 2010).

Os camarões, são crustáceos de fundamental importância para o sustento da pescaria em várias regiões tropicais e subtropicais pelo mundo todo. Na região da costa norte brasileira, as principais espécies comercializadas são pertencentes a família Penaeidae. As principais espécies capturadas pela frota industrial camaroneira, comercialmente denominadas camarão-rosa, são o *Penaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967) e *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817, com absoluta predominância da primeira (CINTRA; ARAGÃO; SILVA, 2004; ARAGÃO, 2012). Outras espécies como o camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), bem como grande diversidade de peixes e outros organismos aquáticos compõe a fauna acompanhante destas pescarias (CINTRA; ARAGÃO; SILVA, 2004). São registradas captura de camarão rosa desde a foz do rio Parnaíba (PI) até a foz do rio Orinoco na Venezuela (ARAGÃO, 2012).

O camarão rosa, possui distribuição geográfica entre o Mar do Caribe até a costa de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. O *P. subtilis* é associado a fundos de areia, areia lamosa, areia com cascalho e calcário, lama, lama arenosa (D'INCAO, 1995; GARCIA et al., 1996; VALENTINI, 1991; COSTA et al., 2004; SANTOS et al., 2008). Sendo encontrado em profundidades de até 190 m e estando mais abundante em isóbatas de 90 m (HOLTHUIS, 1980; D'INCAO, 1995).

O relatório do Departamento de Pesca e Aquicultura da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, mostrou que em 2016 a produção da aquicultura foi próxima de 171 milhões de toneladas, enquanto a produção do pescado foi de 90 milhões. Essa, estabilizada desde a década de 1980, nota-se também que 88%

do pescado foi utilizado para o consumo humano, seu consumo per capita ficou na faixa de 20,3 kg (FAO, 2018).

A renda proveniente da aquicultura e da pesca foi aproximadamente de 362 bilhões de dólares, 64% desse valor, um total 232 bilhões foram provenientes da aquicultura, e 130 bilhões da pesca. Entre 1961 e 2016 houve um aumento de 3,2% anual mundial do consumo de peixes, maior que a carne de animais terrestres consumidas, que obteve valor de 2,8% ao ano, no entanto, representando apenas uma fatia de 20% de todo consumo de proteína animal do mundo (FAO, 2016).

De acordo com Vasconcellos, Diegues e Kalikoski (2011) no Brasil, é possível identificar dois tipos diferentes de pescarias coexistindo, a industrial e a artesanal, a industrial sendo normalmente caracterizada como um tipo de pescaria com utilização de grandes embarcações pertencentes a poucas empresas, com enorme divisão técnica e produção voltada para o processamento, por outro lado, a pesca artesanal pode ser definida como aquela que dispõe de tempo parcial ou total na arte da pesca, utilização de mão de obra familiar ou comunitária, com boa parcela do consumo voltada para uso próprio.

Uma das mais importantes pescarias no norte do Brasil é a do camarão-rosa *Penaeus subtilis*, com concentração da área de pesca entre a foz do rio Parnaíba, localizado no estado do Piauí e na foz do rio Oiapoque, localizado em confronto com a Guiana Francesa e nas costas dos estados do Maranhão, Pará e Amapá com profundidade chegando até 80 m em alguns pontos.

A ecologia permite relacionar o ambiente inorgânico e orgânico com os seres vivos, com isso, a utilização do auxílio de técnicas de sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG) para correlacionar variáveis topográficas, temperatura da superfície do mar, anomalia da clorofila para estimar a abundância do camarão. SKOV et al. (2008) explica a correlação ecológica de espécimes de dois tipos diferentes de baleias com a topografia local, corrente e profundidade do ambiente reprodutivo.

O SIG é uma ferramenta poderosa, pois permite ao usuário liberdade para criar, desde um simples ponto em um mapa até uma visualização tridimensional de dados espaciais ou temporais, permitindo que o analista tenha acesso a dados que vão além das características geográficas, combinando várias características, manipulando dados e informações e utilizando funções estatísticas (CLARKE, 1998).

Observa-se que os seres vivos na natureza não possuem distribuição espacial de maneira aleatória, muito menos uniforme, no entanto, os mesmos possuem agregações em remendos e outros tipos de estruturas espaciais (LEGENDRE e FORTIN, 1989). Essas estruturas espaciais são de suma importância, devido ao fato de sua presença indica que há processos em andamento (LEGENDRE, 1998; FORTIN e DALE 2005). A variação das condições ambientais podem ser um dos fatores responsáveis pela distribuição espacial das espécies (WHITTAKER, 1956; BRAY e CURTIS, 1957). Assim, tornasse importante o estudo do camarão rosa, devido a pouco conhecimento do comportamento geoespacial do espécime na plataforma continental amazônica.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- ✓ Verificar as variabilidades espaciais do camarão rosa entre 2000 a 2004, e suas relações com variáveis geofísicas.

2.2 Específicos

- ✓ Mapear as zonas de ocorrência da pesca do camarão rosa no período entre 2000 a 2004.
- ✓ Mapear a distribuição do camarão rosa pela temperatura do fundo do mandar a -35m de profundidade da plataforma continental.
- ✓ Mapear a distribuição do camarão rosa pela salinidade do fundo do mandar a -35m de profundidade da plataforma continental.
- ✓ Mapear a distribuição do camarão rosa pelo fluxo da corrente oceanica do fundo do mandar a -35m de profundidade da plataforma continental.
- ✓ Mapear a distribuição do camarão rosa pela batimetria da plataforma continental.
- ✓ Mapear a distribuição do camarão rosa pelo aspecto topográfico da plataforma continental.
- ✓ Mapear por meio do algoritmo IDW- inverso da potência das distâncias, indicar as melhores áreas para pescaria do camarão rosa entre 2000 a 2004.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ecologia e Ciclo de Vida do Camarão

Grande parte dos camarões peneideos, no período do horário diurno, ficam enterrados embaixo da camada de sedimentos, e durante o período noturno emergem para alimentar-se (DALL et al., 1990). De fato, o ciclo cicardiano da luz controla a alimentação dos decapodas quando os mesmos não estão sobre o efeito da maré, no entanto, durante o período diurno, ainda assim, alguns ainda podem ingerir alimento para complementar com a alimentação noturna, conforme as necessidades metabólicas do indivíduo (REYMOND e LANGARDÈRE, 1990).

Embora, para boa parte dos organismos estudados, a preferência por alimentos vivos é maior que para detritos, no entanto, os estuários marinhos, são usados como viveiros para muitas espécies, como por exemplo, juvenis e pós larvas de camarões comercialmente viáveis, as pós larvas dos mesmos estão intimamente relacionados a abundância maior de alimentos nos estuários (ROBERTSON, 1991; ROBERSTON e BLABER, 1992). Alimentos como, microalgas, detritos de folhas do mangue e também e alguns zooplâncton, são os principais recursos alimentares disponíveis para pós larvas de decápodes nos mangues (BRIONES, 1988). Ou talvez, o problema seja a rápida digestão rápida de algas e detritos consumidos pelos decápodes (LEE et al., 1992).

O *Penaeus subtilis* (Perez Farfante, 1967), ilustrado na Figura 1, tem sua distribuição geográfica bem especializada, podendo chegar na sua maturidade com 13,6 meses, o macho alcança tamanho máximo de comprimento de 15,2 cm e a fêmea 20,5 cm. Seu hábito alimentar pode ser onívoro ou detritivo (HOLTHUIS, 1980).

Figura 1 - Vista Lateral Do Camarão Rosa *Penaeus Subtilis* (Pérez Farfante, 1967) Capturado Na Costa Norte Do Brasil.



Fonte: Cintra (2020).

Os camarões juvenis normalmente são encontrados em regiões estuarinas e marinhas ou até mesmo hipersalinos (HOLTHUIS, 1980), os camarões na fase adulta também podem ser encontrados em regiões salinas (SCHWAMBORN et al., 2002), possuem atividades diurnas (SILVA et al., 2012), mostrando preferência alimentar por proteína animal (SANTOS et al., 2016). Tem preferências por temperaturas entre a faixa de 23,4°C até 27,6°C média de 26,5°C (KASCHNER et al., 2016)

O *P. subtilis* pode ser encontrado de maneira comum associado a fundos em substrato de lama ou também, em algumas vezes misturados a lama e fragmentos de conchas (SANTOS e PORTO, 1996). No estado de Alagoas, os camarões também estão associados a fundos lamosos, o volume de água dos rios que desaguam no oceano também influencia sua abundância, no verão, os camarões estão mais próximos da costa, devido o menor volume de água e concentração dos nutrientes ficarem próximas ao continente, no inverno, os mesmos são encontrados mais distantes (SANTOS, 2010).

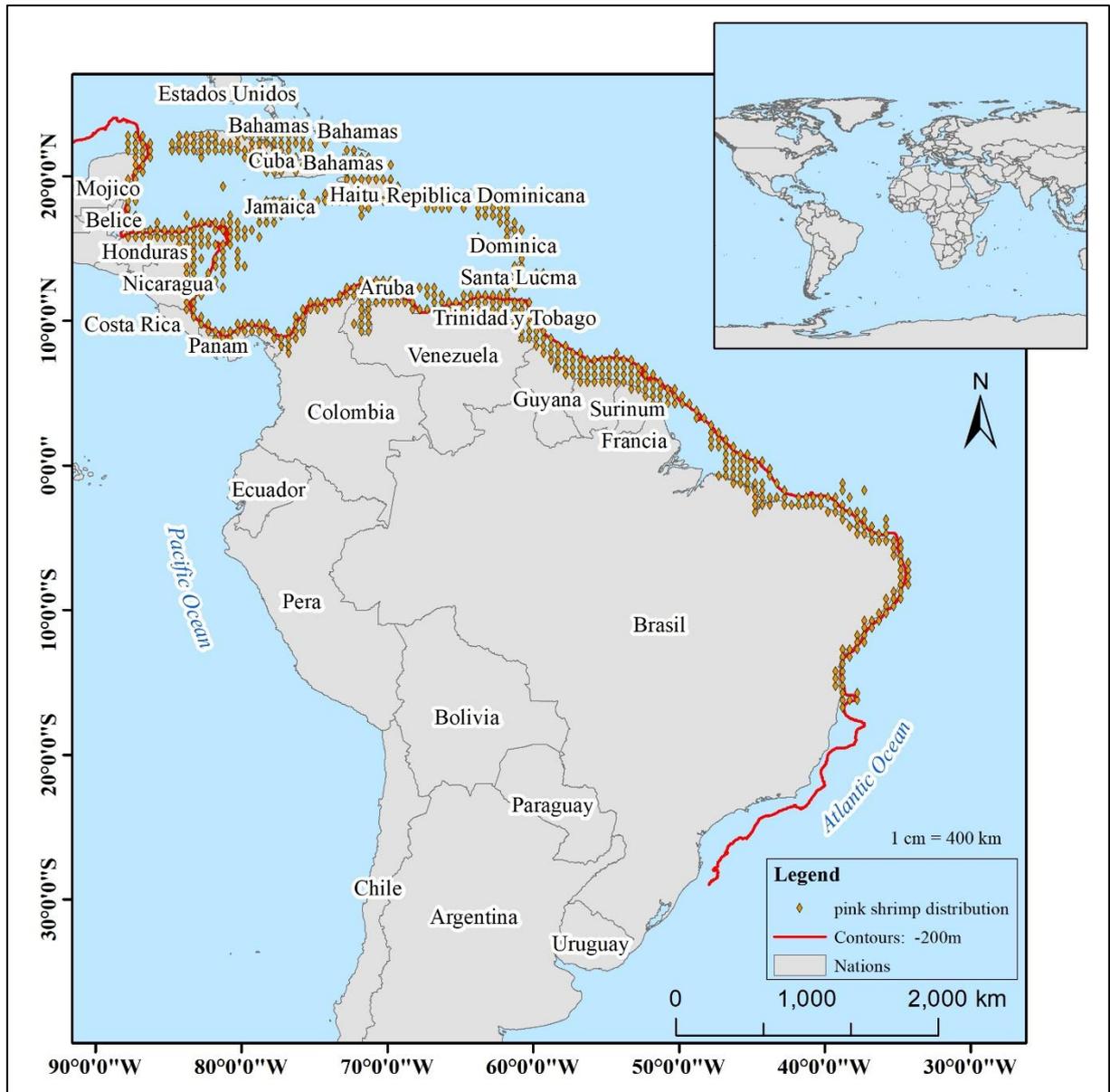
3.2 Distribuição Espacial e Economia

Os camarões *P. brasiliensis*, *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967), *P. subtilis* e *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 comumente são encontrados em baías costeiras no seu estágio juvenil, na plataforma continental encontra-se em seu estágio adulto (TAVARES, 2002; COSTA e FRANZOZO, 2004; KOLLING et al, 2008). Enquanto ao substrato onde as espécies são encontradas, (GARCIA et al., 1996; TAVARES, 2002; COSTA et al., 2004; VALENTINI, 1991; SANTOS e SILVA, 2008) afirmam que, *P. brasiliensis*, *P. paulensis*, *P. subtilis* e *P. schmitti* vivem em ambiente com areia, ou areia lamosa, área com cascalho e calcário, área biodentrítica, lama e lama arenosa.

Conforme expresso na Figura 2 a distribuição espacial do *P. subtilis* na América Central e do Sul. Pode ser identificado o padrão de distribuição da espécie no mundo, onde a mesma, começa a ocorrer na costa brasileira próxima ao estado do Rio de Janeiro e São Paulo, seguindo a norte por todo litoral brasileiro até chegar no estado do Amapá, no qual, tem uma grande área de exploração do recurso, sua distribuição geográfica também se estende fora do território brasileiro, onde ocorre em todo litoral norte da América do Sul, em países como Venezuela e Colômbia, além de, também ocorrer em

áreas da América Central como Honduras e Nicarágua; e finalizando sua distribuição próximo aos países de Cuba e Mojica.

Figura 2 - Mapa Apresentando A Distribuição Espacial Do *Penaeus Subtilis* Na América Central E América Do Sul.



Fonte: Autor; base: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Sea Life Base*.

Penaeus brasiliensis é encontrado em águas rasas chegando até 366 m, possui sua maior abundância na entre a faixa de 45m a 65m; já o *Penaeus subtilis* normalmente pode ser encontrado nas águas rasas e chegando à profundidade de 190 m, no entanto, possui sua maior abundância na região de até 75 m. (ARAGÃO et al., 2015) afirma que, no Brasil, especificamente na região do Maranhão se desenvolve pescaria na faixa de 20 m chegando até 40 m de profundidade.

A pesca, como atividade do homem é feita desde o início das civilizações para garantia da subsistência, podendo ser até mais antiga que a caça e a agricultura. Na Amazônia há uma diversidade de pescados e a pesca de camarão torna-se uma atividade rentável, o camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), camarão-branco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 e juvenis de camarão-rosa *Penaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967). Estas são os camarões pescados mais comuns na região, com atribuição de algumas espécies da fauna local. Os penaeidae apresentam mais de 200 espécies mapeadas, dentro destas, incluindo os camarões com maior captura na pesca e com estimado valor comercial (PERÉZ-FARFANTE e KENSLEY, 1997; TAVARES; 2002).

A pesca na plataforma continental amazônica ocorre desde a década de cinquenta, sendo essa a pesca industrial (DRAGOVICH, 1981). Outra informação importante é que na faixa costeira, a pescaria é feita nas águas rasas, nas áreas estuarinas e nas reentrâncias, essa pescaria é feita por embarcações artesanais de pequeno porte (ARAGÃO; CINTRA; SILVA e VIEIRA, 2001). O *Penaeus paulensis*, na região da lagoa dos patos, ao longo da plataforma continental, estado do rio de janeiro, encontra-se fêmeas maduras, em profundidade aproximada no intervalo de 46m a 60m de profundidade (D'INCAO 1991).

A pesca industrial do camarão rosa "*P. subtilis*" na plataforma continental amazônica brasileira é de grande relevância em nível regional e nacional, com a produção orientada principalmente ao mercado externo. É a segunda maior fonte de geração de divisas oriundas de recursos marinhos renováveis no país, secundada apenas pela pesca da lagosta. Belém, a capital do Estado do Pará, é o principal porto de desembarques e a base da indústria da pesca de camarões na região Norte. Algumas outras embarcações industriais chegaram a operar a partir de Macapá, capital do Estado do Amapá, e Fortaleza, capital do Estado do Ceará, onde há também plantas de processamento (ARAGÃO; CINTRA; SILVA, 2004, ARAGÃO et al., 2001). Denota-se uma importância do pescado de camarão rosa para a região norte, como fonte de pesquisa o Estado do Pará devido a exploração comercial do crustáceo.

O banco camaroeiro de penaeidae, na região da plataforma continental amazônica, entre o rio Parnaíba, próximo ao estado do Piauí, e a foz do Oiapoque, próximo da Guiana Francesa, possui extensão aproximada de 223.000 km². Com pescas de média e pequena escala, são efetuadas nas zonas costeira e na zona oceânica é encontrada a pesca industrial. Ou seja, a pesca estuarina e em águas rasas tem como objetivo a

captura de camarão branco “*L. Schmitti*”, camarão sete-barbas “*X. kroyeri*” e camarão rosa “*P. subtilis*” (ARAGÃO *et al.*, 2001).

Cerca de 3,4 milhões de toneladas de camarão selvagem são capturados anualmente no mundo, sendo um importante “commodity” no mercado internacional de pescado, cuja comercialização gera divisas da ordem de 10 bilhões de dólares aos países exportadores (GILLET, 2008). A maior parte das capturas mundiais é composta de espécies de águas quentes, representadas por oito gêneros principais da família Penaeidae Rafinesque, 1815: *Artemesia* Spence Bate, 1888, *Metapenaeopsis* Bouvier, 1905, *Metapenaeus* Wood-Mason, 1891 [in Wood-Mason & Alcock, 1891-1893], *Parapenaeopsis* Alcock, 1901, *Parapenaeus* Smith, 1885, *Penaeus* Fabricius, 1798, *Trachypenaeus* Alcock, 1901 e *Xiphopenaeus* Smith, 1869 (HOLTHUIS, 1980). Dessa forma, mesmo após décadas de anos é uma prática ativa. Atualmente é adequada de valor econômico e social. Assim, inúmeras pessoas sobrevivem dessa prática e movimentam uma economia local e regional devido esta, ser feita de forma autônoma ou contratual.

A exploração desse recurso se iniciou em 1959 na região pertencente as Guianas e no Brasil, na costa norte, com incremento significativo devido seu alto valor comercial, sendo pescados continuamente por pescadores artesanais, próximos as áreas costeiras de São Luiz e em regiões mais afastadas por embarcações motorizadas, associado as boas condições ambientais o potencial produtivo do camarão para este ano chegou a 10.000 toneladas para o estado do Maranhão (PORTO e SANTOS, 1996).

Ressaltando e complementando informações sobre a pescaria do *Penaeus subtilis* na plataforma continental, Holthuis (1980) e D’Inca (1995) dizem que, o camarão rosa é a principal espécie capturada pela pesca industrial, e o mesmo é encontrado desde a parte norte do litoral da nação Cubana, descendo até o estado do Rio de Janeiro, no Brasil. Encontrados em profundidade de até 190 m, o que pode se confirmado em grande parte pela linha batimétrica de – 200 m da, e o local aonde são encontrados normalmente possuem fundos com lama e areia, e podendo até ser associados com conchas.

3.3 Sensoriamento Remoto

Para Souza (2009) sensoriamento remoto “S.R” com enfoque na oceanografia e áreas afins, tem por finalidade o estudo das variáveis físicas que correlacionam e controlam o clima, tempo marinho, ou até variáveis biológicas, tais como, os fitoplâncton da superfície do mar, processos atmosféricos, correntes marinhas e podendo também auxiliar no controle ambiental com monitoramento de derramamento de hidrocarbonetos no mar.

Sensoriamento remoto pode ser dividido entre duas categorias, óptico e radar. No qual, refere-se a faixa do espectro magnético, ressaltando que cada comprimento de onda tem interação diferente com cada tipo de material, ou seja, tipos diferentes de informações sobre a superfície da terra, além de, também serem divididos entre ativos e passivos. O primeiro por utiliza a interação da radiação proveniente dos raios solares para adquirir informações sobre a superfície terrestre, ou seja, não tem capacidade de enviar de adquirir informações a partir de energia enviada pelo mesmo, já o no segundo caso, o sensor tem capacidade de emitir e capturar energia de retorno da superfície física da terra.

Sensoriamento remoto é uma técnica qual admite aquisição de dados da superfície da terra e transcreve-las em imagens. A partir de sensores multiespectrais que capturam a radiação refletida, desse modo, por meio das diferentes interações é possível identificar diferentes categorias, tais como vegetação, solo, corpo d’água entre outros, onde esses fatores estão ligados a variabilidade da faixa do espectro eletromagnético ocupado pelo sensor (MORAES, 2002).

Estudos no campo da ecologia aplicando sensoriamento remoto gerou importantes e variadas e notórias medições ecológicas, desde o detalhamento do habitat, como a classificação de uso e ocupação do solo, ou até mesmo as propriedades biosféricas, além das mudanças ocasionadas pela ação antrópica. O sensoriamento remoto possibilitou o reconhecimento das características fisiográficas do ambiente de estudo, geralmente derivado de técnicas estatísticas. (KERR e OSTROVSKY, 2003).

O S.R aplicado a análise da paisagem, especificamente no mapeamento da temperatura da superfície a partir da utilização das bandas do infravermelho termal “TIR”, o valor da temperatura da superfície varia dependendo da qualidade climática do céu, quando o mesmo está mais limpo, os dados tem maior fidelidade com a

temperatura real, a correlação (R^2) dos dados de S.R com medido *in situ* chegou até 0,97 para imagens derivadas dos sensores TM e GOES (QUATTROCHI e LUVALL, 1999). O uso das bandas TIR foi possível no uso da gestão de água na irrigação (NELLIS, 1982), o uso para monitoramento da temperatura de geleiras (KALMA et al., 1986), também foi possível utilizar para monitoramento da temperatura de áreas propensas a frio na florida (CHEN et al., 1979).

Medições da temperatura da superfície do mar “SST” por S.R é a maneira mais eficiente para seus parâmetros gráficos (ROBINSON, 1985), os quais fornecem visões positivas das características térmicas do oceano (DEACON, 1982). Os dados são facilmente acessíveis e disponíveis por longas series históricas em escala temporal de uma semana (dependendo do sensor) a cobertura da nuvem é o principal limitante para os usuários de imagens de satélites óticas (MCCLAIN; PICHEL e WALTON, 1985).

O estudo da SST em ampla escala é valioso devido ser possível monitoramento de muitas espécies marinhas, podendo ser citado o estudo das baleias e dos pinguins, animais que percorrem grandes espaços durante migrações (HINDELL e MCMAHON, 2000; DAVIS; HARCOURT e BRADSHAW, 2001). A interpretação dos dados oceanográficos de satélites em ampla escala temporal é fundamental, devido tornar possível o conhecimento entre os dados físicos e biológicos, também evita a falta de dados devido a cobertura de nuvens (ATKINSON e CURRAN, 1997).

A utilização da topografia também é muito frequente nos estudos de espécimes marinhas, para o conhecimento do seu habitat o uso das variáveis topográficas foi feito para correlacionar as estruturas do fundo do mar e a abundância de cetáceos (BAUMGARTNER et al., 2001; WILLIAMS et al., 2006). O estudo das variáveis topográficas foi importante pois foi possível determinar o habitat e características importantes para alimentação de algumas baleias, a partir do perfil vertical da profundidade é possível identificar a preferência alimentar (DOWER e BRODEUR, 2004)

Nos estudos sobre a região amazônica e na pluma do rio Amazonas, é recomendável o estudo por sensoriamento remoto, visto sua enorme dimensão, sua bacia hidrográfica chega a $6.1 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ e o rio Amazonas desagua uma carga aproximada de $172 \times 10^3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ no oceano atlântico equatorial, uma quantidade que representa 16% da água doce de todo mundo, além de, 115×10^7 toneladas por ano de

sedimentos, sendo 90% composto por silte e argila. Vários produtos oriundos do sensoriamento remoto disponíveis no *ocean color* estão sendo utilizados para mapear o padrão e a extensão da pluma do Amazonas (Yuan et al., 2005). Um produto significativo na dissolução de sedimentos do rio Amazonas é a salinidade da superfície do mar “SSS” (HU et al., 2004; VECCHIO e SUBRAMANIAM, 2004).

Outros estudos a partir de produtos oriundos do *ocean color*, é o mapeamento da clorofila “A” (Chlor_a). Qual influência na cor dos oceanos, devido ao pigmento fotossintético primário no fitoplâncton, o qual absorve as radiações de cor azul e vermelha do que a cor verde. Mudando o retro espalhamento das cores, ou seja, trocando a cor dos oceanos conforme o aumento do fitoplâncton, deixando em uma cor mais verde (YENTSCH e MENZEL, 1963).

Algoritmos empíricos foram implementados no mapeamento da clorofila desde os sensores mais antigos, como o algoritmo OC4v4 para o sensor SeaWiFS e OC3M para o sensor MODIS (O'REILLY et al., 2000). Esses modelos foram base para os produtos da clorofila “A” do *ocean color*, esses algoritmos comumente são baseados nas estatísticas derivadas, onde as relações da clorofila e também a razão das radiações emitidas por duas ou mais bandas espectrais, os algoritmos são calibrados *in situ*, utilizados para produzir mapas de clorofila em escala global (MOORE; CAMPBELL e DOWELL, 2009). E o valor encontrado para clorofila em campo com relação ao medido por sensores chega com acurácia próxima de $\pm 35\%$ (HOOKER *et al.*, 1992; BAILEY e WERDELL, 2006).

Ao Norte do Pacífico, nas coordenadas entre 25°N e 45°N, e 140°E e 180°E, uma região de enorme interesse econômico e grande produtividade da pesca do atum, dinamizadas pelas correntes oceânicas Kuroshio e Oyashio, além de na região entre 32°N a 42°N possuem outras frentes oceanográficas notáveis. Sendo, respectivamente, frente subtropical e frente subártica e redemoinhos (RODEN, 1991). Essas dinâmicas oceanográficas de certa forma são essenciais para construir um ambiente produtivo e com várias espécies ecológicas de ambiente pelágico e de interesse comercial, como, por exemplo, o atum que migra para se alimentar (POLOVINA et al., 2001)

Outros estudos oceanográficos aplicados a produtividade de espécies valiosas economicamente relacionam a correlação do parâmetro de distribuição espacial de outras variáveis, tais quais, temperatura da superfície do mar e também a anomalia de

altura da superfície do mar, como parâmetros importantes para abundância do atum, ou seja, a abundância de espécies está associada a variabilidade do ambiente (LEHODEY et al., 1997).

3.4 Sistema de Informação Geográfica e Correlação Espacial

Para Koenig (1999) os fenômenos ecológicos variam no espaço e tempo, sua densidade populacional varia anualmente, e bem divergentes de um local para o outro. As variações climáticas temporais anualmente influenciam as populações. Dormann et al (2007, 2012) explica que dados da distribuição ou traços deixados por espécimes que são baseados na extensão da ocorrência de atlas “coleção de mapas”, de certo modo exibem correlações espaciais, onde, locais mais relacionados exibem valores semelhantes de lugares mais afastados.

De acordo com Kearney et al (2009) a finalidade de um modelo de correlação é identificar ou formular hipóteses de fatores ambientais, os quais limitam a distribuição de determinada espécie, auxiliando também na gestão dos recursos naturais. E Perry & Millington (2008) afirmam, os modelos de distribuição de espécie podem ser diversificados para vários tipos de análises, as quais podem ser categorizadas como a busca para compreender ou prever a sua distribuição espacial.

De modo que, seja possível entender os limites, distribuição e a abundância do espécime estudado, é o clássico da ecologia e evolução, também, para sua conservação e biossegurança, como em determinados caso é possível afirmar que é entendida sua distribuição espacial (DOAK e MORRIS, 2010).

A maior parte dos dados correlacionados são obtidos sem ir a campo, ou seja, sensoriamento remoto, tais quais como topografia, salinidade, temperatura, precipitação, direção do vento e outros, essenciais para correlacionar ambiente físico e biológico necessário para desenvolvimento dos animais. E através de sistemas de informações geográficas é possível transpor esses dados em camadas “layers” ou por algoritmos capazes de expor informações essenciais para entender a dinâmica reprodutiva, alimentar, distributiva dos animais.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) podem ser definidos como tecnologias e métodos de análise de fenômenos georreferenciados, e a partir do SIG, é possível compreender seus padrões e tendências quando ocorrem na superfície do

planeta em variadas escalas, sendo uma ferramenta multidisciplinar importante para análise de dados geográficos (BAKER e WHITE, 2003). Ressaltando, qualquer evento ocorre em algum lugar do espaço, e seus padrões podem ser analisados, afim de mapeamento puro (saber onde ele ocorre), ou até, tentando prever acontecimentos futuros do mesmo evento.

constituem uma tecnologia e método para analisar diversas variáveis ambientais de caráter espacial. Através da análise dos fenômenos, o SIG auxilia na compreensão de padrões, relações e tendências que ocorrem na superfície do planeta em diversas escalas espaciais. A sua utilização como ferramenta de ensino em diferentes localidades tem apresentado, entre outros, uma melhoria na atitude dos estudantes frente à tecnologia e na análise de dados geográficos (BAKER e WHITE, 2003)

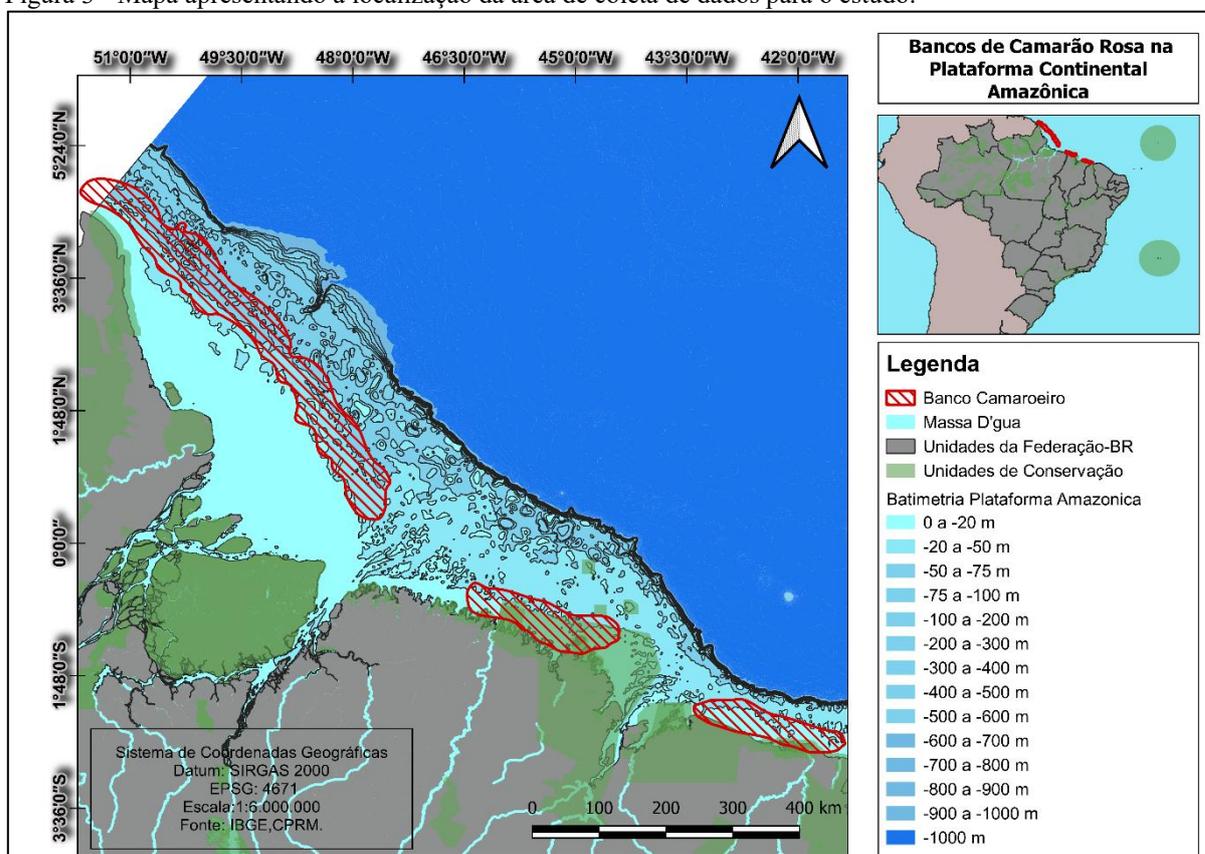
Embora tratemos o sistema de informação geográfica (GIS) como uma tecnologia totalmente contemporânea, suas raízes conceituais são bem mais antigas. Um GIS registra e realiza sobreposição de diferentes distribuições espaciais de dados com o objetivo de encontrar pontos que se interrelacionem. O local onde crimes ou atividades ocorrem e a relação desses lugares com outro local e com outras informações são fatores importantes na análise. (DANNA, 2011)

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização da Área de Estudo

A área de pesca de camarão-rosa fica localizada na costa norte do Brasil, especificamente a área de pesca percorre faixas dos estados do Amapá, Pará e Maranhão. Nas regiões (1) e (2) variando entre as latitudes 4°3' a norte e 2°50' a sul e suas longitudes variam entre 41°00' e 53°30' a oeste de Greenwich, ressaltando os principais centros de desembarque da espécie, na cidade Belém, localizada no Pará. Esse sendo principal ponto, mas também ocorre nas cidades de Fortaleza, estado do Ceará e na cidade Macapá, estado do Amapá, próximo ao ponto (1) como expresso na Figura 3.

Figura 3 - Mapa apresentando a localização da área de coleta de dados para o estudo.



Fonte: o autor

4.2 Aquisição e Manipulação dos Dados

4.2.1 Dados da Pesca

Os dados utilizados foram fornecidos pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Norte (CEPNOR), Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), em formato de planilha de texto, contendo informações da espécie alvo, quantidade total desembarcada (todas as espécies), quantidade total de

camarão desembarcada, tipo de embarcação, data do início do arrasto, data do fim do arrasto, latitude e longitude inicial, latitude e longitude final, tempo de arrasto, Pesqueiro e profundidade do arrasto. Referentes ao camarão rosa pescado nas áreas (1) e (2) da Figura 3.

Os dados fornecidos pelo CEPNOR possuem um intervalo temporal entre os anos 2000 a 2004 e serão utilizados para delimitar área de estudo e ocorrência do *P. subtilis*, onde os mesmos foram filtrados devido a ocorrência demasiada de dados repetidos, ressaltando que apenas os dados do CEPNOR continham repetição nas suas linhas, onde inicialmente a planilha continha 237.346 linhas, após a filtragem restaram 2200 linhas (lances de pescas) e também foi corrigido os erros topológicos referentes as latitudes e longitudes da planilha, para que os mesmos tenham mesmas características topológicas, assim sendo possível adicionar em um ambiente SIG.

Após serem adicionados no ambiente SIG, a partir da exportação de coordenadas por texto delimitado, os dados apresentaram características pontuais, os mesmos, são sobre quando a embarcação começou a captura o espécime alvo, para delimitar a área de captura do espécime foi feito um buffer para cada ponto referente a captura, onde a distância partiu do pressuposto que as embarcações viajam a 2 nós (aproximadamente 3.7km/h) quando estão pescando. Então, a distância do buffer foi estimada a partir da média das horas de pescaria vezes a velocidade de viagem do barco, partindo também do pressuposto que a embarcação teoricamente poderia ir para qualquer direção, as horas médias de duração da pescaria foram de 4.7 horas, depois do buffer, foi modelada a forma final da área de ocorrência a partir do editor de arquivos vetoriais para dá continuidade as feições que saíram pouco uniforme ou descontinuas.

4.2.2 Estatística Descritiva e Captura Por Unidade de Esforço

Os dados foram organizados e interpretados através do conjunto de técnicas estatísticas chamadas análises descritivas ou exploratórias. Para descrever a dinâmica da pesca do camarão rosa na plataforma continental e obter as informações sobre o desenvolvimento da produção e o esforço pesqueiro.

Buscando compreender o rendimento pesqueiro, utilizou-se A Captura por Unidade de Esforço (CPUE) como o índice de produtividade dos recursos; onde a CPUE é a razão entre o somatório das capturas pelo somatório dos esforços.

$$CPUE\ 2 = \text{Soma C} / \text{Soma F}$$

Afim de verificar a ocorrência de diferenças significativas entre as CPUEs médias dos períodos, os dados foram testados para normalidade e homocedasticidade das variâncias por mês, sendo estas as premissas para a utilização da Anova, utilizou-se a Análise de Variâncias (Anova) unifatorial ($\alpha = 0,05$). Quando a Anova indicou diferenças significativas, aplicou-se o teste a posteriori de Tukey para indicar em quais períodos ocorreram essas diferenças significativas (Callegari-Jacques, 2004). As análises estatísticas foram realizadas através do programa Past (Hammer et al., 2001).

4.2.3 Dados Ambientais e Parâmetros Oceanográficos

Batimetria e Aspecto Topográfico

No próximo passo, foi gerado os produtos oriundos de imagens orbitais para mapear os detalhes da área de estudo. Começando pela batimetria da região de interesse, Os dados de batimetria do mar serão obtidos a partir do modelo digital de elevação “MDE” ETOPO1, disponível pela agência *National Oceanic and Atmospheric Administration* “NOAA”, no site <<https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/>>, ETOPO1 é MDE que integra batimetria e topografia, possui um arco de minuto no tamanho do seu pixel. Ou seja, o tamanho aproximado do seu pixel é 1.8 quilômetros.

Para os dados de topografia, foi feito o aspecto, a partir da aplicação de um algoritmo dentro do software de SIG, verificando a taxa de mudança de um pixel central de uma matriz 3x3, o valor do aspecto será calculado a partir da formula (1), onde “Cell” é o valor de orientação da célula, para saber qual direção o pixel vai.

(1)

$$Cell = 90.0 - Aspecto$$

Exemplificando,

A	B	C
D	E	F
G	H	I

O aspecto faz varredura e verifica o valor de cada célula vizinha nos eixos “X” e “Y” a partir do valor central “E”, como mostrado na tabela. Para calcular a taxa da mudança da direção de “E” em “X” usa a seguinte equação (2).

$$(2) \quad [Dist.ZX] = ((C + 2.F + I) - (A + 2.D + G))/8$$

E para calcular a mudança da direção “E” em “Y”, usa a equação (3).

$$(3) \quad [Dist.ZY] = ((A + 2.B + C) - (G + 2.F + I))/8$$

Onde, o aspecto é equação (4):

$$(4) \quad Aspecto = 57.29578 * Atan2(Dist.ZX, Dist.ZY)$$

Para converter aspecto em valor de direção em graus variando de 0° até 359,9°, usa a equação (5).

$$(5) \quad D.Aspecto = 90 - Aspecto$$

Onde; -1 é plano, 375.5 até 22.5 é a norte, de 22.5 até 67.5 é nordeste, 67.5 até 112.5 é leste, 112.5 até 157.5 é sudoeste, 157.5 até 202.5 é sul, 202.5 até 247.5 é sudoeste, 247.5 até 259.5 é oeste, 259.5 até 337.5 é noroeste.

Após gerar o produto, a imagem de direção dos aspectos foi reclassificada para outros valores, onde os intervalos representativos para cada direção valerão apenas um único valor, exemplificando, quando aspecto tiver orientado a nordeste poderá possuir qualquer valor no intervalo de 22.5 até 67.5, com a reclassificação todos os valores que forem a nordeste terão um número único, diferente para outros direções.

E o raster com valores reclassificados foi convertido para polígono. Assim, dentro do ambiente SIG, os dados pontuais referentes a planilha do CEPNOR foram contados pelo algoritmo de “contagem pontos no polígono”. Ou seja, o algoritmo quantificou quantos pontos foram encontrados para cada direção, assim podendo chegar nas análises estatísticas.

Em seguida, foi utilizado o algoritmo *point sampling tool*. Este algoritmo tem por finalidade adquirir o valor do atributo de um raster e adicionar na tabela de atributos de um vetor, sendo assim, a partir do modelo digital de elevação foi adicionada a batimetria dos pontos de captura do camarão rosa e também a partir dos dados reclassificados da direção do relevo (aspecto) foi possível adquirir a informação pontual, o mesmo foi feito para os dados de temperatura do mar, salinidade e intensidade da corrente.

Parâmetros Oceanográficos

Os dados do *Data from Simple Ocean Data Assimilation* ou SODA é um conjunto de dados que são reanálises dos oceanos, com objetivo de reconstrução da superfície físico-biogeoquímica do planeta, além da reconstrução do espaço tridimensional da temperatura do mar, salinidade e direção das correntes nos eixos (X e Y) e na extensão *Network Common Data Form* ou NetCDF, ou seja, além de reestimar os parâmetros o SODA estima os valores por extrato de profundidade dos oceanos.

O mesmo foi usado devido ao mesmo recobrir a faixa temporal dos dados entre 2000 a 2004, foi escolhida a profundidade de 35m de profundidade devido a maior parte dos dados ficarem próxima a essa faixa, feita a climatologia mês a mês temperatura da superfície do mar e verificar suas relações espaciais com a distribuição do camarão rosa. É comum o estudo espacial da distribuição de espécimes para entender migrações, abundância entre outros, Hunt et al., (1992) verificou que a partir de imagens orbitais foi possível identificar que a distribuição de alguns espécimes de aves a mudança da temperatura foi fundamental para sua distribuição, enquanto para outras a mudança da temperatura não alterou sua abundância.

A partir das componentes u e v da correntes, foi feita o cálculo da intensidade da corrente, equação (5). Onde o raster resultante indica a direção da corrente e sua escala é em ms-1.

$$(5) \quad \text{Intesidade} = \sqrt{(u)^2 + (v)^2}$$

Depois do pré-processamento, foi utilizado um código de programação onde o mesmo relacionava a data o mês/ano de captura dos dados do camarão rosa com o mês/ano dos dados reamostrados do SODA (Temperatura, Salinidade e Intensidade da corrente), adicionados a planilha do CEPNOR filtrada para os cálculos estatísticos. A confecção dos mapas foi feita no software de geoprocessamento QGIS 3.16 e ArcGIS 10.2.

A partir da área de influência dos dados do camarão, foi feito o processamento para quantificar as classes dentro da área, primeiramente foi foram pegos os dados de mínimo e dado de cada classe (salinidade, temperatura e intensidade da corrente). Calculada a amplitude de cada uma delas considerando o valor mínimo de todos os meses e o valor máximo de todos os meses, para que os dados apresentem a mesma

escala visual, após isso, foi corte da área do intervalo igual e logo após, os resultados foram reclassificados mês a mês, afim de transformar de os arquivos em área calculável.

Logo após, sucedeu uma interpolação dos dados pelo índice inverso da potência das distâncias-IDW, para indicar as áreas com maior volume de captura do espécime no intervalo de 2000 a 2004, o *shapefile* da área de estudo foi o que delimitou a região de interesse do índice, ressaltando que esse tipo de índice tem por finalidade a reconstrução automática de superfícies a partir de coordenadas X e Y. Para Bartier e Keller (1996) essa metodologia permite o cientista um grau de ajuste da superfície pelo cruzamento de um polígono a partir dos eixos X e Y.

O eixo Z é o ponto a ser estimado, neste caso, a produtividade do camarão, considerado o raio ou número de pontos como influência para a superfície mapeada, foi escolhido 12 pontos como área de influência para o índice. A técnica utilizada foi univariada, assumindo que a superfície é contínua. Sendo assim, a mesma não permite variações abruptas na superfície de estudo. Ou seja, um único peso contra a superfície, neste caso o eixo Z (produção de camarão).

Vazão Rio Amazonas

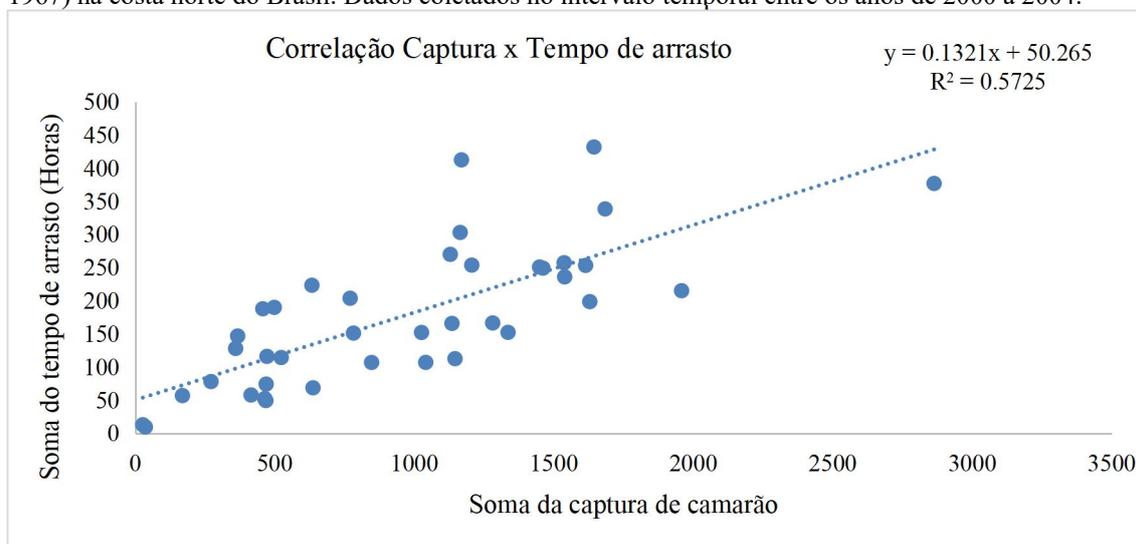
Os dados hidrologicos da vazão do rio Amazonas foram adquiridos da base da Agência Nacional de Águas (ANA), disponiveis em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. A organização dos dados ficaram sistematizada mensalmente, onde a descarga do rio foi monitorada na estação hidrologica de Óbidos-Linigrafo, no municipio de Óbidos, no estado do Pará. O periodo temporal de dados adquiridos foram entre Janeiro de 2000 até dezembro de 2004, combrindo a série temporal dos dados do CEPNOR. A partir destes dados, foram calculadas as climatologias mês a mês da vazão e elaborado os graficos comparativos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variabilidade da Abundância Relativa do Camarão Rosa

A partir das análises adquiridas entre os meses de janeiro de 2000 à dezembro de 2004, fora observado os seguintes resultados; 8383,57 horas de arrasto, viagens com produção total de 39,991 toneladas, com média 5.683 kg/hora de arrasto (DP=2,416). Para medir a relação entre a captura e o esforço realizou-se a correlação de Pearson. A captura apresentou correlação significativa com o tempo de arrasto (r^2 0,57), conforme a Figura 4.

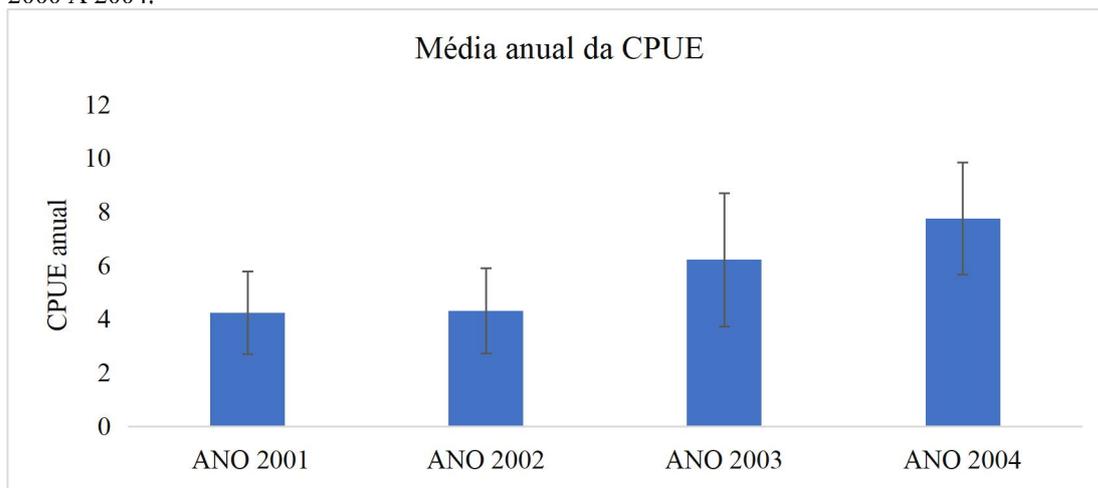
Figura 4 - Correlação da captura pelo tempo de arrasto do camarão rosa *Penaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967) na costa norte do Brasil. Dados coletados no intervalo temporal entre os anos de 2000 a 2004.



Fonte: Autor.

A normalidade dos dados de CPUE foi indicada pelo teste de Shapiro-wilk ($W = 0,942$; $p < 0,05$) e apresentou pela análise de variância (anova) diferenças significativas ($p=0,05$) dentre os 4 anos avaliados, e para complemento dessa análise, utilizou-se o Teste de Tukey (Diferença Honestamente Significativa - DHS), o qual indicou em quais períodos houve diferenças significativas ($p < 0,05$), constatou-se que a CPUE média do ano de 2004 ($7,74 \pm 2,08$ kg/h) foi diferente estatisticamente dos anos de 2001 ($4,23 \pm 1,53$ kg/h arrasto) e 2002 ($4,30 \pm 1,59$ kg/h arrasto), conforme a figura (5).

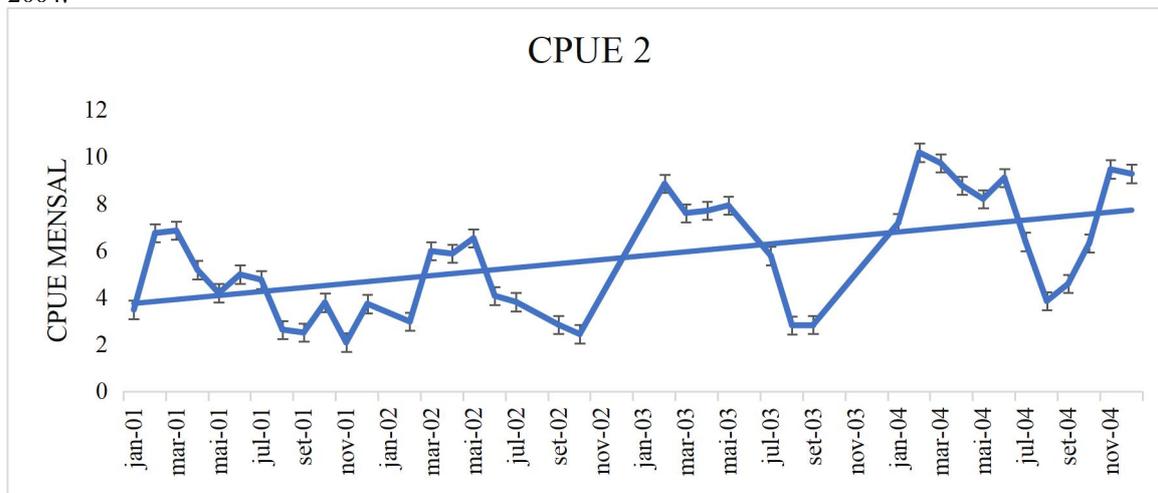
Figura 5 - Média Anual Da Captura Por Unidade De Esforço (CPUE) Do Camarão Rosa *Penaeus Subtilis* (Pérez Farfante, 1967) Na Costa Norte Do Brasil. Dados Coletados No Intervalo Temporal Entre Os Anos 2000 A 2004.



Fonte: Autor.

Observa-se ao longo da série temporal uma flutuação nos valores da captura pelo tempo de arrasto, os dados demonstraram períodos de pico, com maior captura no primeiro semestre do ano, sendo os meses de fevereiro e março de 2004, os que apresentaram maiores valores, respectivamente 10,17 kg/h e 09,71 kg/h, enquanto em novembro de 2001 e outubro de 2002 apresentaram os menores valores respectivos de 2,07 kg/h e 2,43 kg/h (figura 6). A CPUE 2 submetida ao teste de Mann-kendall ($p=0,0077$) apresentou uma tendência de aumento estatisticamente significativa. Observado valor crescente na CPUE anual indo de 4,23 kg/h (2001) para 7,74 kg/h no último ano.

Figura 6 - Captura Por Unidade De Esforço (Cpue-2) Do Camarão Rosa *Penaeus Subtilis* (Pérez Farfante, 1967) Na Costa Norte Do Brasil. Dados Coletados No Intervalo Temporal Entre Os Anos De 2000 A 2004.



Fonte: Autor.

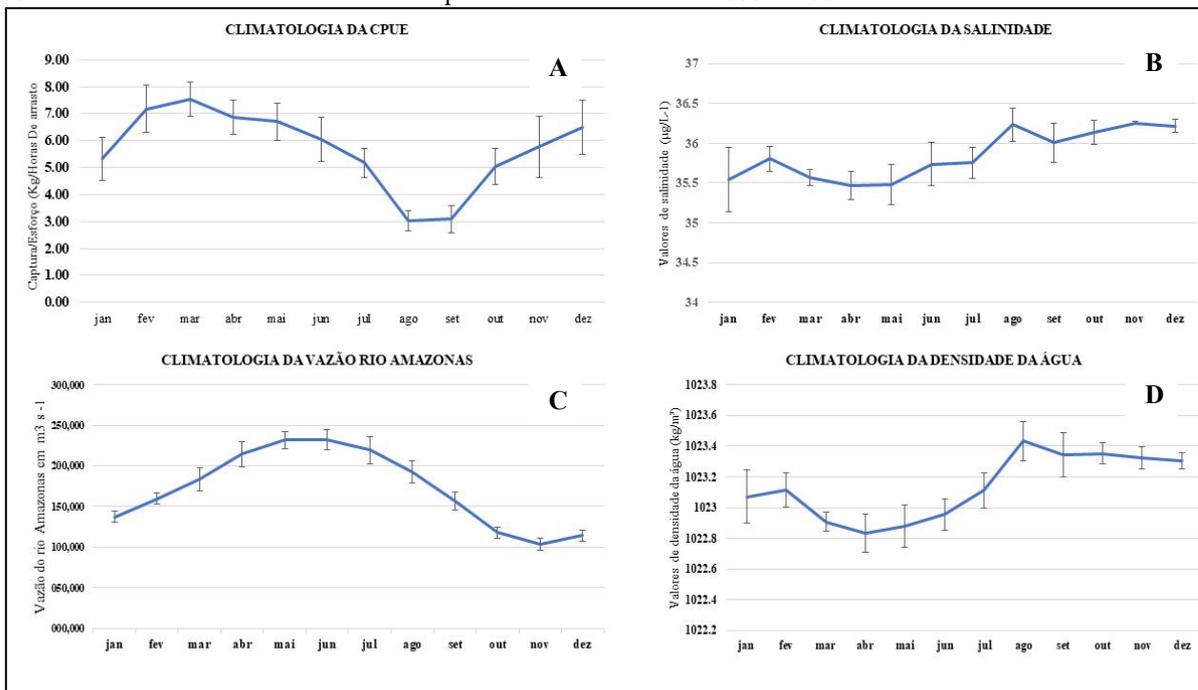
5.2 Variabilidade Espaço Temporal da Captura do Camarão Rosa e Relação com Parâmetros Ambientais

5.2.1 Análise Temporal da Climatologia da Abundância Relativa do Camarão Rosa

Segundo Rao e Hada (1990); Silva (2017) a região de estudo apresenta uma estação chuvosa que compreende dois períodos, uma estação chuvosa que vai de dezembro a maio, sendo este o período de cheia do rio Amazonas, e uma estação menos chuvosa que se estende de junho a novembro. A figura 7 apresenta a série climatológica mensal dos dados de abundância relativa do Camarão rosa na área de estudo, assim como da vazão do rio Amazonas, salinidade e densidade da água a 35m de profundidade, observada em cada ponto de cálculo da CPUE.

A nível de caracterização A partir da Figura 7a e 7c observa-se que os maiores valores de captura ocorrem em torno de 2 meses antes do pico de maior vazão do rio Amazonas, enquanto os menores valores ocorrem alguns meses antes do período seco (mínima vazão do rio), demonstrando uma sazonalidade na pescaria. A sazonalidade da vazão do rio Amazonas determina a presença de uma pluma de baixa salinidade que se estende oceano adentro sobre a plataforma e na coluna d'água, atingindo distâncias em torno de 300km da costa e profundidade acima de 20m (GEYER et al., 1996, RICHEY et al., 1986; NOGUEIRA NETO E SILVA, 2014).

Figura 7 - Climatologia Do Camarão Rosa *Penaeus Subtilis* (Pérez Farfante, 1967) Na Costa Norte Do Brasil (A) E Variáveis Ambientais Como: Vazão Do Rio Amazonas, Salinidade E Densidade Da Água A 35m. Dados Coletados No Intervalo Temporal Entre Os Anos De 2000 A 2004.

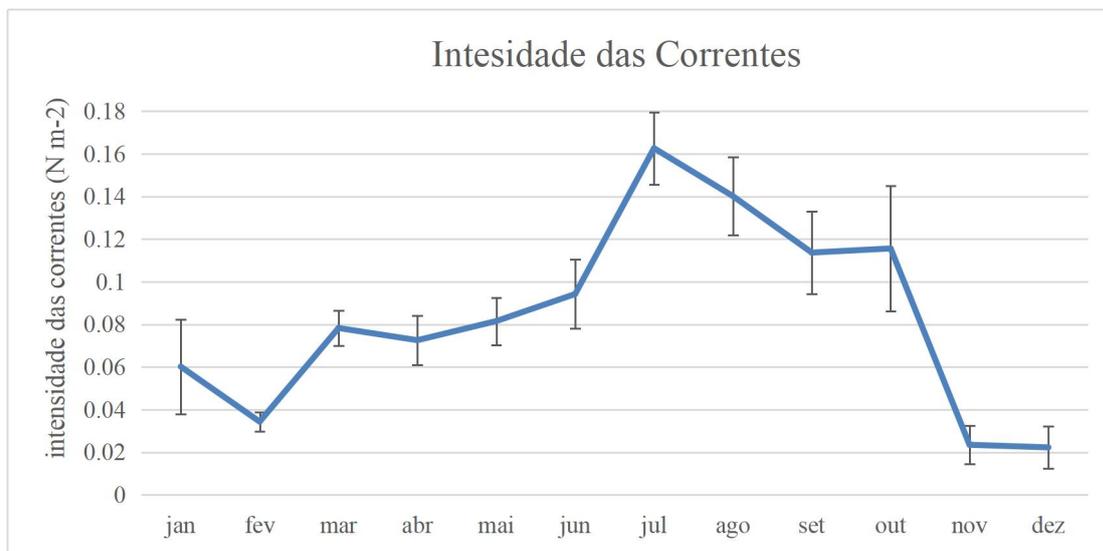


Fonte: Autor.

As figuras 7b e 7d mostram que a série climatológica de salinidade e, conseqüente, densidade obtida a partir do SODA, reproduzem bem a variabilidade e o impacto da pluma do rio Amazonas a 35m de profundidade. Baixos valores de salinidade e densidade a 35m ocorrem durante o período de aumento da vazão do rio Amazonas (março a junho) e coincidem com o aumento médio sazonal da produtividade de camarão rosa observada para a região. Assim, verifica-se que a sazonalidade da abundância relativa do camarão rosa pode está fortemente ligada a presença da pluma do Amazonas próximo a 35m de profundidade na Plataforma continental do Amazonas.

Como o deslocamento e da pluma do Amazonas depende também do fluxo da corrente sobre e na borda da plataforma continental, a climatologia da intensidade de corrente obtidas a partir do SODA a cada ponto de observação do camarão rosa, também foi analisada neste estudo (Figura 8). O resultado mostra um ciclo semianual, com um pico de maior intensidade mais longo entre maio e julho, e outro mais intenso e curto em outubro. Essa configuração está de acordo com observações de Jonhs et al 1998 para a corrente Norte do Brasil (CNB). Desse modo o aumento da intensidade da corrente está relacionado com aumento da salinidade a 35m e, portanto, com a baixa na abundância relativa do camarão rosa sobre a área de pesca.

Figura 8 - Climatologia Das Correntes Sobre A Plataforma Continental Do Amazonas A 35m De Profundidade. Dados Obtidos Do SODA.



Fonte: Autor.

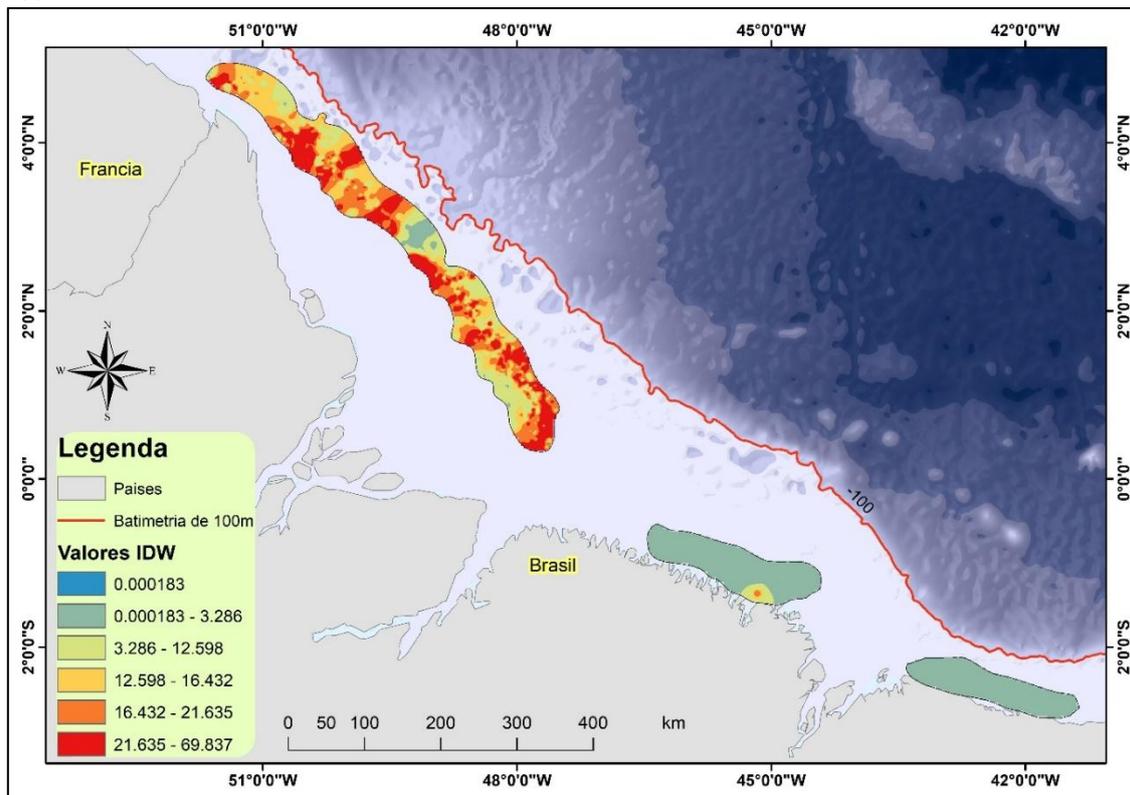
5.2.2 Distribuição Espacial da Pesca do Camarão Rosa

Mapeamento da Distribuição da Captura por Quilo pelo Índice IDW

A Figura 9 apresenta a distribuição dos bancos camaroeiros, em kg/tempo de arrasto (h), observados da plataforma continental do Amazonas entre 2000 e 2004. É importante ressaltar que a maior concentração de dados fica disposto no banco entre o estado do Amapá e Pará, região que representa aproximadamente 97% de todos os dados disponíveis, além de concentrar as maiores taxas de captura. Neste banco, é possível observar a presença de bolsões com alta taxa de captura, variando de 16 a 70 kg/h de camarão. No centro do encontra-se a menor taxa de captura, onde a disposição de dados foi menor e a área evitada pelos pescadores, devido sua instabilidade geológica.

As áreas dispostas próxima as costas dos estados do Pará e Maranhão apresentaram pequenas taxas de abundância relativa na área. Existe grande possibilidade dos baixos valores de produtividade nessa região estarem relacionados a menor quantidade dados na região. Apenas 3% do total. No entanto, uma pequena região demonstrou um hotspot com taxas de captura entre média e alta, variando entre 12 a 21 kg/h.

Figura 9 - Distribuição da Captura por Quilo (kg) de Camarão Rosa *P. subtilis* (Pérez Farfante, 1967) na Plataforma Continental Norte do Brasil. Dados Coletados no Intervalo Temporal Entre os Anos 2000 a 2004.

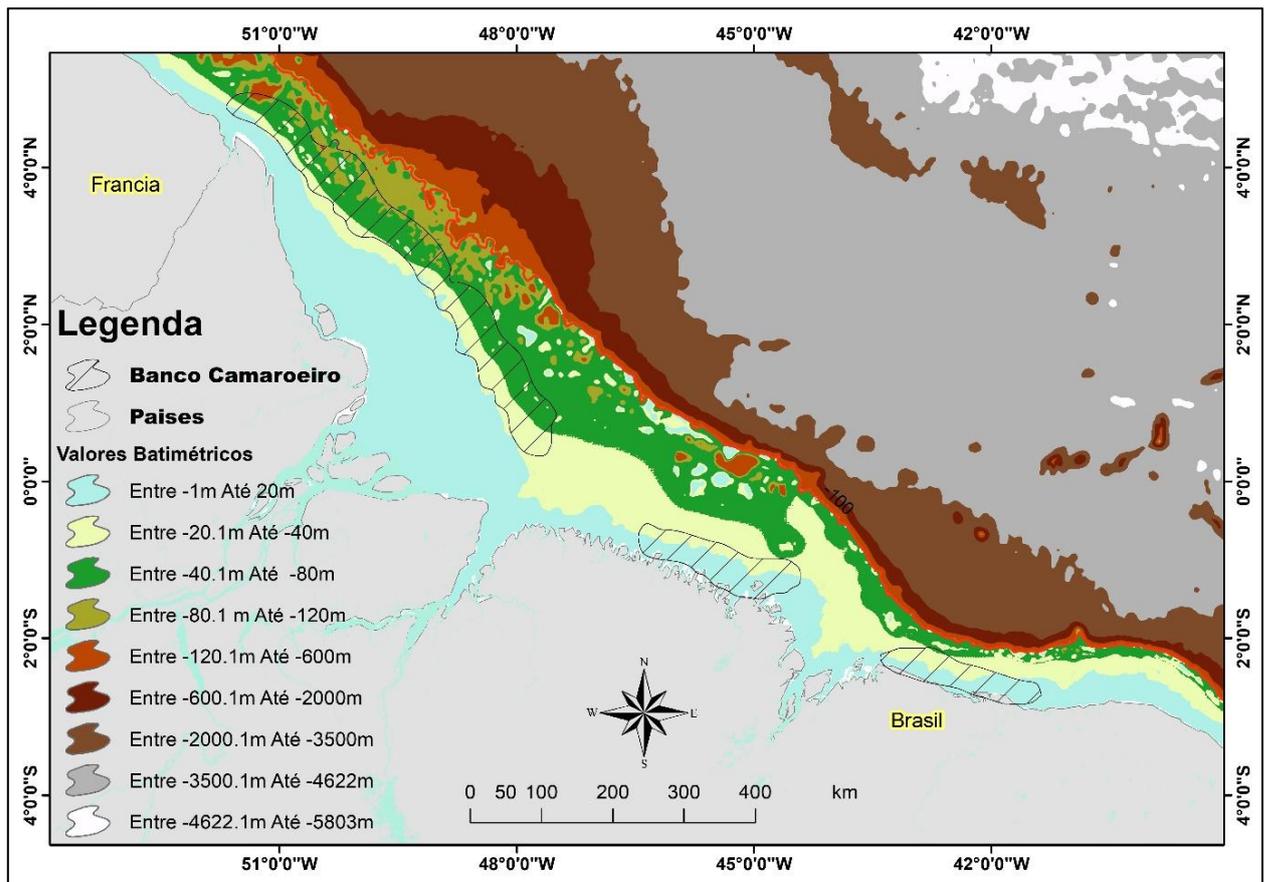


Fonte: Autor.

Mapeamento da Batimetria da Plataforma Continental Amazônica e Suas Relações com Camarão Rosa

A Figura 10 mostra a distribuição espacial do camarão rosa pela topografia da plataforma continental amazônica, a partir da análise dos dados topográficos extraídos pelo modelo digital de elevação batimétrico. Foram encontradas captura de camarões em profundidade mínima de treze metros da plataforma amazônica, nos bancos camaroeiros entre as divisas do estado do Pará até o Maranhão, chegando até o Piauí. No banco observado entre o estado do Amapá e Pará os valores médios da topografia encontrados foram de 39m de profundidade. Ainda nessa região a profundidade máxima onde foram capturados camarões rosa esteve em torno da profundidade de 94m.

Figura 10 - Distribuição Da Batimetria Da Plataforma Continental Amazônica. Dados Especializados Do ETOPO1.



Fonte: Autor.

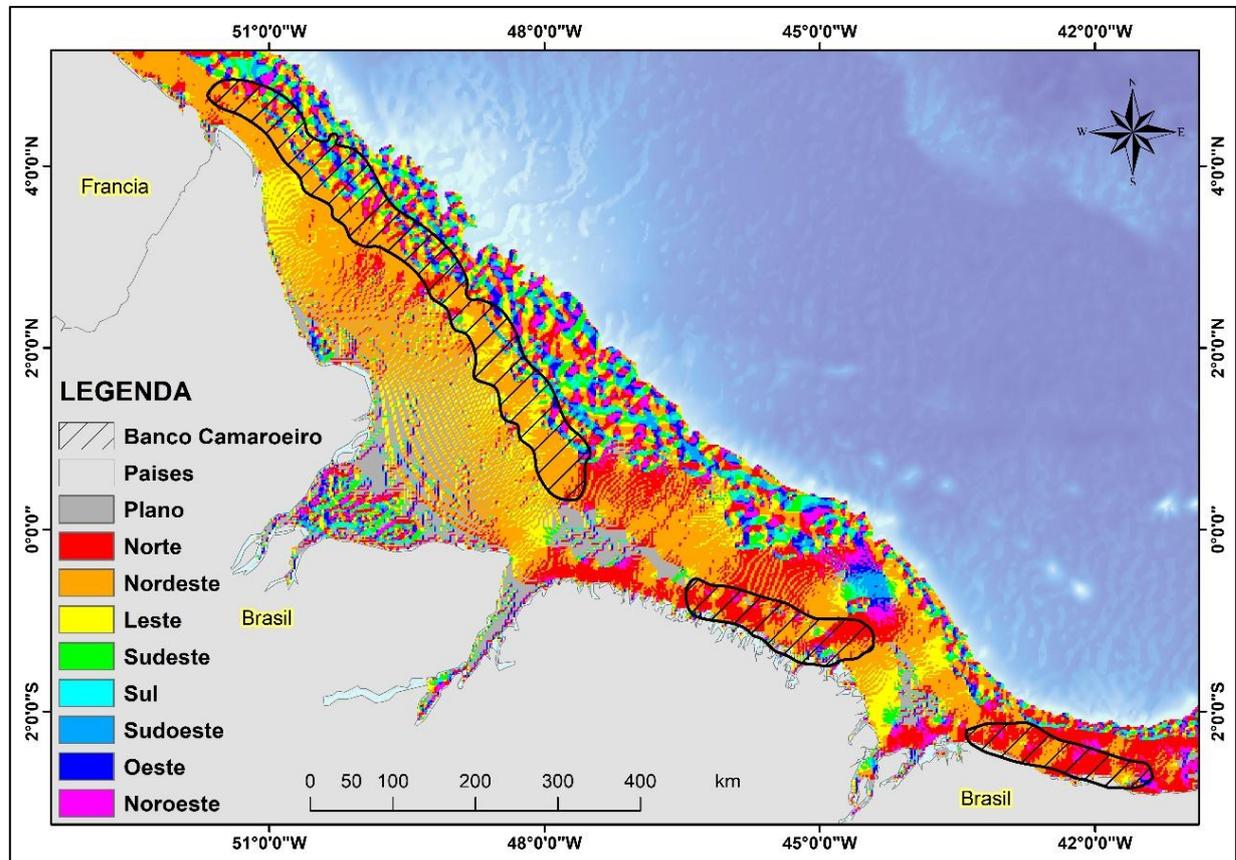
Mapeamento do Aspecto do Relevo da Plataforma Continental Amazônica e Suas Relações com Camarão Rosa

Conforme observado a **Figura 11**, a distribuição do camarão rosa em relação ao aspecto da declividade da plataforma continental extraído do modelo digital de elevação. De maneira geral, foi possível identificar a predominância geral da direção do relevo orientado a nordeste da plataforma continental, e nos bancos camaroeiros foram encontrados em números, uma taxa de 45,95% da área tem predominância deste relevo, aproximadamente 2,5 milhões hectares de um total aproximado de 5 milhões e logo em seguida, o relevo orientado ao norte foi de aproximadamente 23,82% com 1,3 milhões de hectares.

Destaca-se presença de relevo orientado ao norte e nordeste nos dois bancos próximo ao estado do Maranhão, no banco camaroeiro entre Amapá e Para o relevo predominante foi orientado ao nordeste, mas também foram encontrados a presença de outros tipos de relevo, em relação aos lances de pesca, 55% (1266 lances de pesca) estão dispostos ao relevo orientado para o nordeste, com um total de captura de

aproximadamente 22 mil e 600 quilos, equivalente a 56,5% do volume total pescado na série, seguido pela orientação a leste com 321 lances e um total de 6 mil quilos pescado (15,3% do total).

Figura 11 - Distribuição Do Aspecto Da Declividade Na Plataforma Continental Amazônica. Dados Derivados Do ETOPO1.



Fonte: Autor.

Mapeamento da Distribuição dos Tipos de Fundo da Plataforma Continental Amazônica e Suas Relações com Camarão Rosa

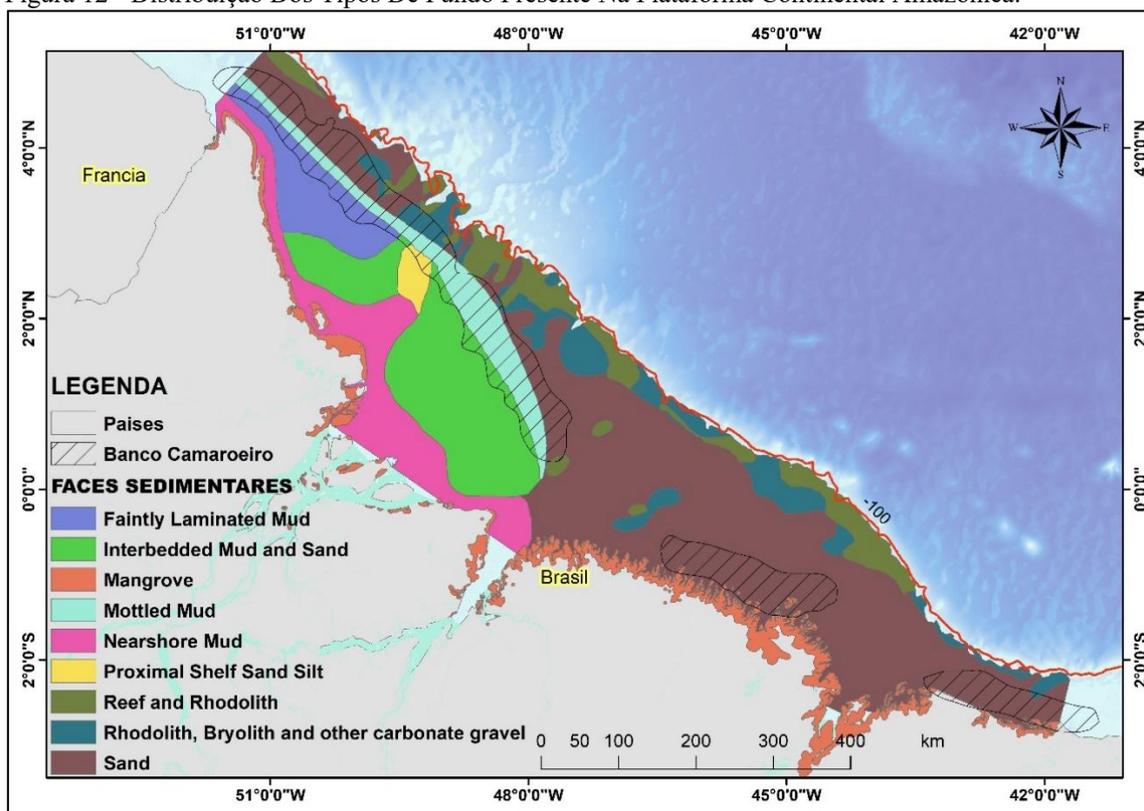
De acordo com a **Figura 12** observa-se que o banco camaroeiro mais produtivo entre os estados do Amapá e Pará ocorre, de maneira geral, sobre substrato arenolamoso que marca a transição de substrato mais lamoso (silte e areia) localizado mais próximo a costa, e faixas de substrato de sedimento predominantemente carbonático e arenoso, na borda da plataforma. Portanto, pode-se afirmar a produtividade mais elevada do camarão rosa no período dos dados ficou associada a solos com areia e lama.

No fundo com predominância com areia e lama foram extraídos 22.500 kg do pescado, em torno de 56,2% do valor total pescado e 1260 lances de pesca, 56,7% dos

lances de pesca. Aa segunda região com grande destaque foi a face sedimentar de área, com cerca de 13.700 kg de camarão pescados, o qual fica em torno de 34,1% do total, com 800 lances (36,1% do total de lances).

Vale ressaltar que os bancos camaroeiros que tem presença majoritária destes dois tipos de sedimentos, a areia teve uma faixa de 2,9 milhões de hectares, cerca de 53,4% da área e areia e lama portou uma quantia de 1,4 milhões de hectares, por volta de 26,4% da do banco camaroeiro.

Figura 12 - Distribuição Dos Tipos De Fundo Presente Na Plataforma Continental Amazônica.



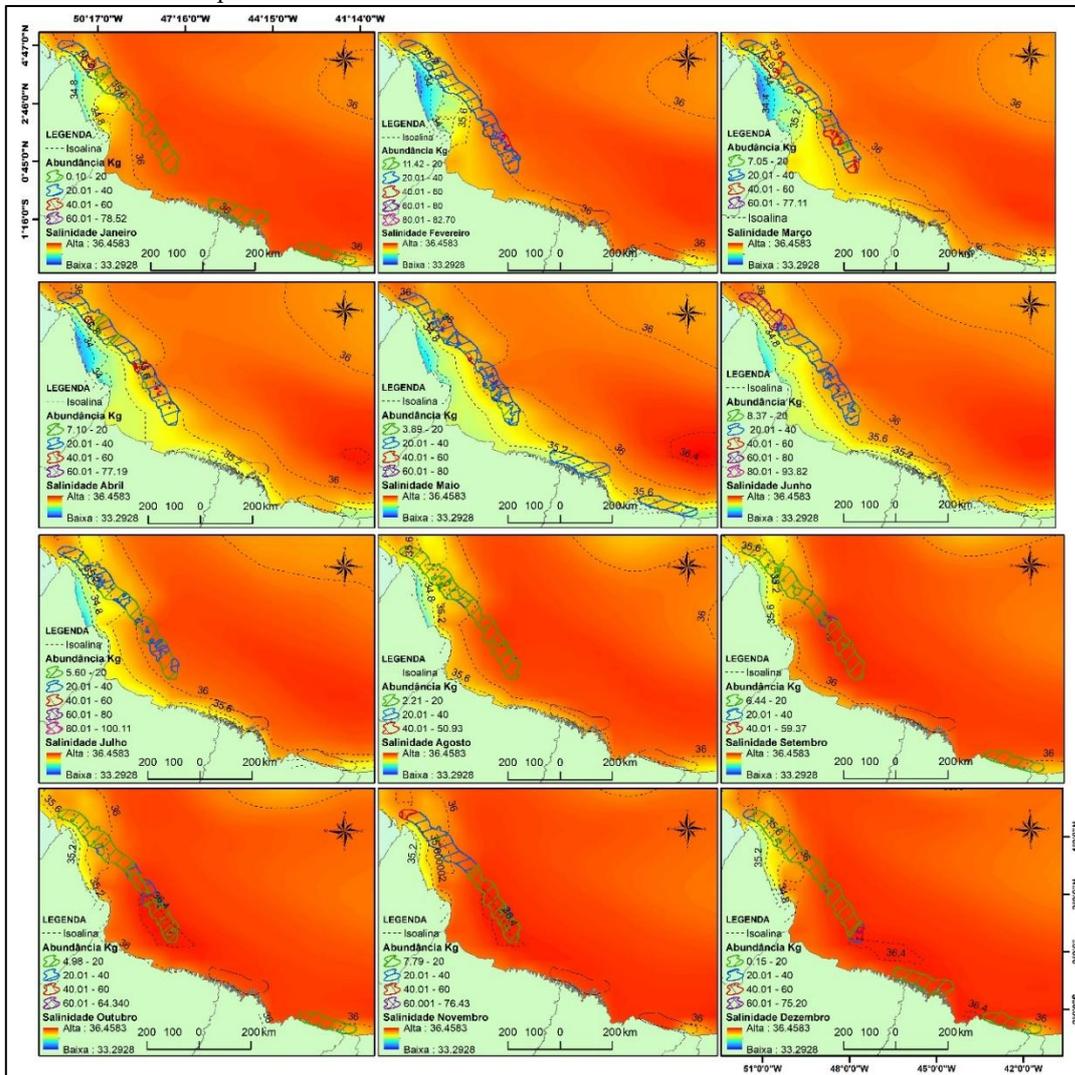
Fonte: Autor.

Mapeamento da Climatologia da Salinidade da Plataforma Continental Amazônica e Suas Relações com o Camarão Rosa.

De acordo com a figura 13, a distribuição da salinidade pela plataforma continental a -35m de profundidade foi entre 33.25 e máxima de 36.45, tendo pouca variação durante os meses na maior parte da área. No entanto, como observado na figura 13, ocorre uma zona de baixa salinidade nos primeiros seis meses do ano, próximo a zona costeira, que demonstra a área de influência da pluma do rio Amazonas. As águas ricas em nutrientes associadas a pluma atingem a zona de captura do *subtilis* (Figura 9). Na Figura 13, esta zona de baixa salinidade é observada a partir de fevereiro e obteve seus menores índices entre março e junho, posteriormente começando a aumentar até

fim do ano. Vale ressaltar que para esta zona de pesca do camarão foram encontrados valores mínimos próximo a 33.67 e máximos chegando a 36.97.

Figura 13 - Climatologia Da Salinidade Na Profundidade De -35m Da Plataforma Continental Entre 2000 Até 2004. Dados Espacializados Do SODA.



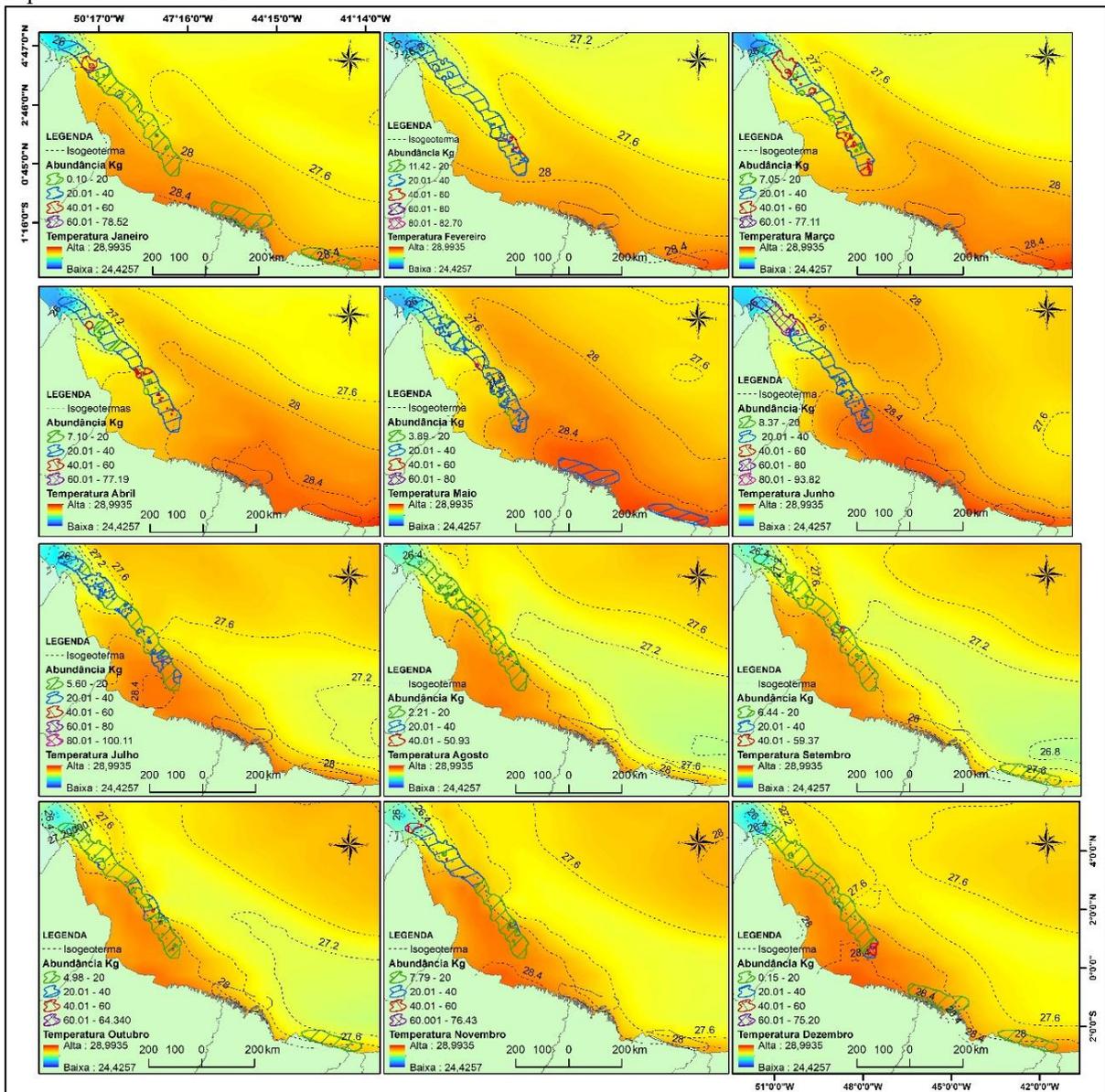
Fonte: Autor.

Mapeamento da Climatologia da Temperatura do Fundo da Plataforma Continental Amazônica e Suas Relações com o Camarão Rosa.

De acordo com a Figura 14, a distribuição da temperatura do mar na profundidade de 35m apresentou valores mínimos de 24.4257 °C no mês de março na região costeira divisa entre o estado do Amapá e a Guiana Francesa, seu ponto máximo em julho com valores chegando a 28.9935 °C. A partir da zona batimétrica de 200m observa-se no segundo semestre do ano (julho a dezembro), uma queda da temperatura na zona oceânica, enquanto na zona estuarina observa-se um grau de constância na temperatura, na zona camaroeira. A variação da Temperatura ocorreu com mínima de

24.95 °C e máxima de 28.73°C. Da temperatura mais baixa até aproximadamente 26 °C foi observado deslocamento da frota camaroeira próximo ao amapá. A partir desta temperatura, a pescaria organizou-se distribuída por toda região pesqueira. Para Martins (2011) a temperatura da superfície do mar encontrada com alta taxa de captura da espécie ficou entre 28.76 °C a 29.54 °C, considerando a temperatura da superfície do mar inversamente proporcional a captura. No entanto, para profundidade de 35m a maiores taxas de captura ficaram entre a zona de temperatura entre 25.78 °C e 28.69 °C.

Figura 14 - Climatologia da temperatura da plataforma continental a -35m entre 2000 até 2004. Dados Especializados do SODA.

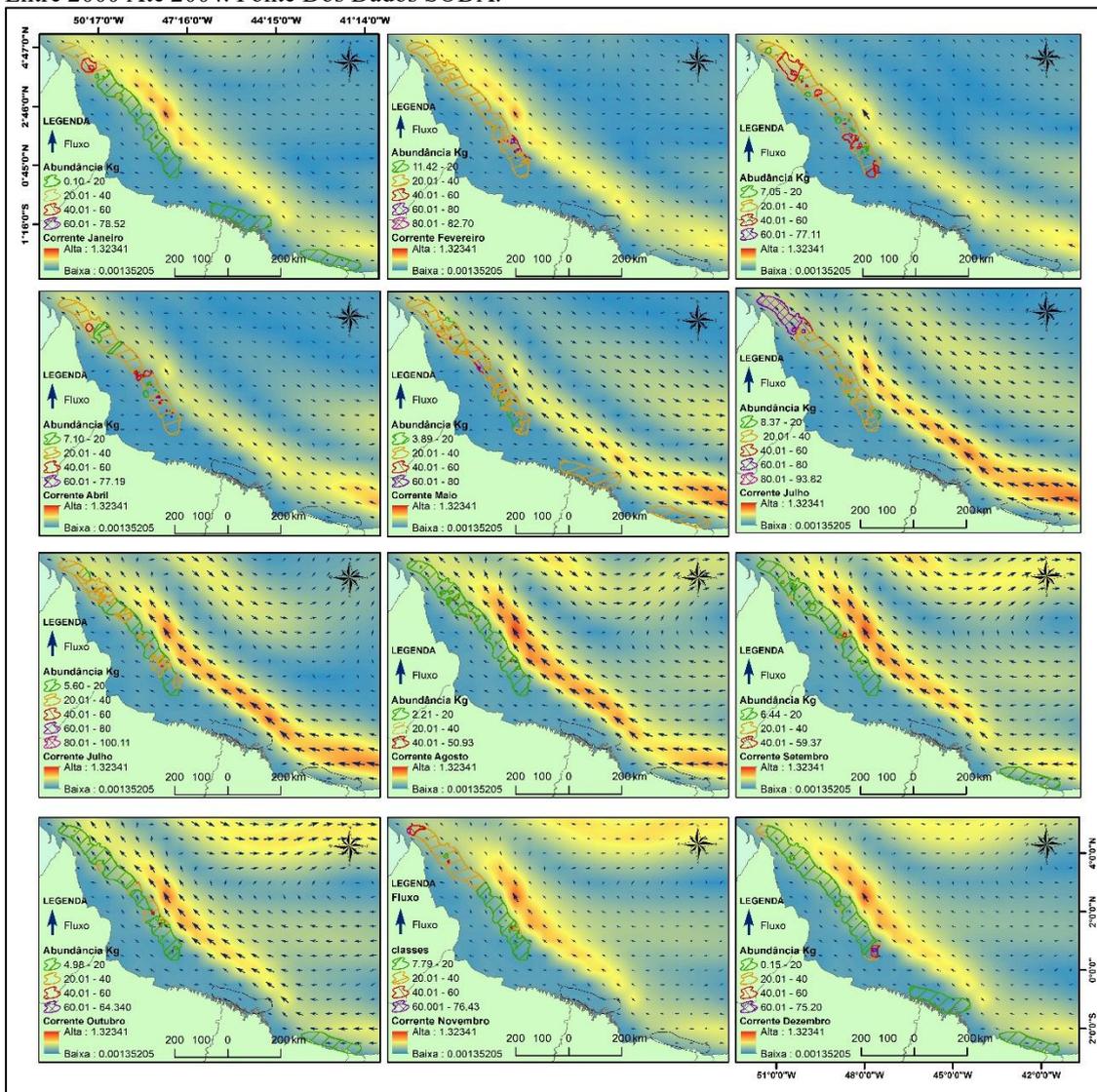


Fonte: Autor.

Mapejamento da Climatologia da Corrente do Fundo da Plataforma Continental Amazônica e Suas Relações com o Camarão Rosa

Conforme a Figura 15 é notável o fluxo para noroeste da corrente norte do Brasil “CNB” que apresenta seu núcleo próximo a borda da Plataforma durante todos os meses, orientando-se do Maranhão ao Amapá. A velocidade máxima foi no mês de julho, com valores chegando a 1.013 m.s^{-1} e velocidades mínimas chegando a 0.239 m.s^{-1} no mês de março. A área de maior captura do camarão rosa ocorre nas bordas do eixo principal da corrente nos primeiros meses do ano. Porém, é válido ressaltar que a influência da corrente nos meses em que ela é mais intensa pode estabelecer condições favoráveis para a população de camarão para o ano seguinte na região em frente ao estado do Amapá.

Figura 15 - Climatologia Da Velocidade De Corrente (M.S-1) A 35m Sobre A Plataforma Continental Entre 2000 Até 2004. Fonte Dos Dados SODA.



Fonte: Autor.

6. CONCLUSÃO

A partir das metodologias aplicadas foi possível entender o comportamento estatístico e espacial da distribuição do camarão rosa na plataforma continental amazônica no período de 2000 a 2004, a captura por unidade de esforço apresentou correlação significativa com o tempo de arrasto, seu valor foi de (r^2 0,57), as médias mensais de captura encontradas foram no primeiro semestre do ano, sendo os meses de fevereiro e março de 2004, os que apresentaram maiores valores, respectivamente 10,17 kg/h e 09,71 kg/h, enquanto em novembro de 2001 e outubro de 2002 apresentaram os menores valores respectivos de 2,07 kg/h e 2,43 kg/h. E foi perceptível que o pico de captura do camarão ocorre aproximadamente em torno de dois meses antes do pico de maior vazão do rio Amazonas.

Sobre a distribuição do banco camaroeiro entre 2000 a 2004, é importante ressaltar que o banco que fica entre o estado do Amapá e Pará concentrou 97% dos dados disponíveis neste período, e suas taxas máximas de captura por hora de arrasto apresentaram valores variando entre 16 a 70 kg/h. Nesse banco também foi observado que a profundidade média de captura foi de 39m e sua máxima chegou em 94m. A predominância do aspecto do relevo neste banco foi para o norte e nordeste, e a produtividade também teve associada a fundos de areia e lama.

Outro fato observado foi que ocorre uma zona de baixa salinidade nos primeiros seis meses do ano, assim, demonstrando a zona de influência da pluma do Amazonas que acaba por cobrir a zona de pesca do camarão, essa pluma cheia de nutrientes beneficia e garante abundância do camarão, a partir do mapa de temperatura foi possível entender que as maiores taxas de captura ficaram entre a zona de temperatura entre 25.78 °C e 28.69 °C. Foi notável que as menores velocidades da CNB foram nos meses iniciais do ano, onde tem as maiores taxas de captura, A velocidade máxima foi no mês de julho, com valores chegando a 1.013 m.s⁻¹ e velocidades mínimas chegando a 0.239 m.s⁻¹ no mês de março.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, J. A. N. **Dinâmica populacional e avaliação do estoque do camarão rosa (*Farfantepenaeus subtilis* Pérez-Farfante 1967) na plataforma continental amazônica brasileira**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- ARAGÃO, J. A. N.; CINTRA, I. H. A.; SILVA, K. C. A. Revisão dos dados de esforço de pesca e captura das pescarias industriais de camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) (Crustácea, Decapoda, Penaeidae) na região norte do Brasil. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, Belém, v. 4, n. 1, p. 31-44, 2004.
- ARAGÃO, J. A. N.; CINTRA, I. H. A.; SILVA, K. C. A. Pesca industrial do camarão-rosa na plataforma continental amazônica: aspectos da dinâmica da população, avaliação do estoque e influência dos parâmetros ambientais. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, n. 1, p. 77-90, 2015.
- ARAGÃO, José Augusto N.; SILVA, Kátia Cristina de A.; CINTRA, Israel Hidenburgo A. Situação da pesca de camarões na plataforma continental amazônica. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, n. 2, p. 61-76, 2015.
- ARAGÃO, J. A. N.; CINTRA, I. H. A.; SILVA, K. C. A.; VIEIRA, I. J. A. A exploração camaroeira na costa norte do Brasil. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, Belém, v. 1, n. 1, p. 7-40, 2001.
- ATKINSON, P. M.; CURRAN, P. J. Choosing an appropriate spatial resolution for remote sensing investigations. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, v. 63, n. 12, p. 1345-1351, 1997.
- BAILEY, S. W.; WERDELL, P. J. A multi-sensor approach for the on-orbit validation of ocean color satellite data products. **Remote Sensing of Environment**, v. 102, n. 1-2, p. 12-23, 2006.
- BAKER, T.; WHITE, S. The effects of GIS on students attitudes, self efficacy, and achievement in middle school science classrooms. **Journal of Geography**. v. 102, n. 6, p. 243-254, 2003.
- BARTIER, P. M.; KELLER, C. P. Multivariate interpolation to incorporate thematic surface data using inverse distance weighting (IDW). **Computers & Geosciences**, v. 22, n. 7, p. 795-799, 1996.
- BAUMGARTNER, M. F. *et al.* Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, v. 99, n. 2, p. 219-219, 2001.
- BENTES, B. S.; ISAAC, V. J.; ESPÍRITO-SANTO, R. V.; ALMEIDA, M. C.; PINAYA, W. D. **An interdisciplinary evaluation of industrial marine shrimps production system in Pará state – North Brazil**. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 3., 2010, Rio Grande. Anais... Rio Grande: FURG, 2010.
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. **Ecological monographs**, v. 27, n. 4, p. 325-349, 1957.
- BRIONES, E. E. Variación en la dieta de postlarvas y juveniles de camarón em observación de campo. **Acuavision (Fondepesca, Mex)**, v. 3, n. 14, p. 27-28, 1988.

- CHEN, E.; BARTHOLIC, J. F.; BILL, R. G.; SUTHERLAND, R. A.; ALLEN, L. H. Satellite-sensed winter nocturnal temperature patterns of the Everglades agricultural area. **Journal of Applied Meteorology**, v. 18, n. 8, p. 992-1002, 1979.
- CINTRA, I. H. A.; ARAGÃO, J. A. N.; SILVA, K. C. A. Maturação gonadal do camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967), na região norte do Brasil. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, Belém, v. 4, n. 1, p. 21-29, 2004.
- CLARKE, Keith C.; GAYDOS, Leonard J. Loose-coupling a cellular automaton model and GIS: long-term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore. **International journal of geographical information science**, v. 12, n. 7, p. 699-714, 1998.
- COSTA, R. C. D.; FRANSOZO, A. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 24, n. 2, p. 274-281, 2004.
- DALL, W.; HILL, B. J.; ROTH LISBERG, P. C.; STAPLES, D. J. The biology of the penaeidae. **Advances in Marine Biology**. Academic Press, London. 489 pp, 1990.
- DANNA, L. F. F. **Proposta de Aplicação do Geoprocessamento na Segurança Pública: Mapeamento Geocriminal em Arapongas–Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Geografia. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2011.
- DAVIS, L. S.; HARCOURT, R. G.; BRADSHAW, C. J. The winter migration of Adelie penguins breeding in the Ross Sea sector of Antarctica. **Polar Biology**, v. 24, n. 8, p. 593-597, 2001.
- DEACON, G. E. R. Physical and biological zonation in the Southern Ocean. **Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers**, v. 29, n. 1, p. 1-15, 1982.
- DIEGUES, A. C. **Marine protected areas and artisanal fisheries in Brazil**. Chennai: ICSF, 2006.
- DIEGUES, A. C.; VASCONCELLOS, M.; KALIKOSKI, D. C. **Artisanal fisheries in Brazil**. Chennai: ICSF, 2006.
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; HAWKINS, B. A. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. **Global Ecology & Biogeography**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.
- D'INCAO, F. 1995. Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea, Decapoda) Do Brasil e Atlântico Ocidental. Tese de Doutorado, **Pós Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia, Universidade Federal do Paraná**.
- DOAK, D. F.; MORRIS, W. F. Demographic compensation and tipping points in climate-induced range shifts. **Nature**, v. 467, n. 7318, p. 959-962, 2010.
- DORMANN, C. F.; SCHYMANSKI, S. J.; CABRAL, J.; CHUINE, I.; GRAHAM, C.; HARTIG, F.; KEARNEY, M.; MORIN, X.; RÖMERMANN, C.; SCHRÖDER, B.; SINGER, A. Correlation and process in species distribution models: bridging a dichotomy. **Journal of Biogeography**, [s.l.], v. 39, n. 12, p. 2119-2131, 2012.
- DORMANN, C. F.; McPHERSON, J. M.; ARAÚJO, M. B.; BIVAND, R.; BOLLIGER, J.; CARL, G.; DAVIES, R. G.; HIRZEL, A.; JETZ, W.; KISSLING, W. D.; KUHN, I.;

- OHLEMU"LLER, R.; PERES-NETO, P. R.; REINEKING, B.; SCHRO"DER, B.; SCHURR, F. M.; WILSON, R. Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. **Ecography**, v. 30, n. 5, p. 609-628, 2007,
- DRAGOVICH, A. Guianas-Brazil shrimp fishery and related U. S. research activity. **Marine Fisheries Review**, v. 43, n. 2, p. 9-18, 1981.
- DRAY, S. et al. Community ecology in the age of multivariate multiscale spatial analysis. **Ecological Monographs**, Washington, DC, v. 82, n. 3, ago. 2012, p. 257-275.
- D'INCAO, F. **Taxonomia, padr"es distribucionais e ecol"gicos dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do Brasil e Atl"ntico Ocidental**. Curitiba: Universidade Federal do Paran" , 1995.
- DOWER, J. F.; BRODEUR, R. D. The role of biophysical coupling in concentrating marine organisms around shallow topographies. **Journal of Marine Systems**, v. 50, p. 1-2, 2004.
- GARCIA, Alexandre Miranda et al. Abund"ncia e diversidade da assembl"cia de crust"ceos dec"podes dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia maritima* L., no estu"rio da Lagoa dos Patos (RS-Brasil). 1996.
- GEYER, W. Rockwell; KINEKE, Gail C. Observations of currents and water properties in the Amazon frontal zone. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 100, n. C2, p. 2321-2339, 1995.
- GILLETT, R. **Global study of shrimp fisheries. FAO Fisheries Technical Paper**. Rome, FAO. n.475, 2008. 331p.
- GRIFFITH, D. A.; PERES-NETO, P. R. Spatial modeling in ecology: The flexibility of eigenfunctional spatial analysis. **Ecology**, Washington, DC, v. 87, n. 10, p. 2603-2613, 2006.
- FRANSOZO, Adilson et al. Crust"ceos dec"podes capturados na pesca do camar"o-sete-barbas no sublitoral n"o consolidado do litoral norte do estado de S"o Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 2, p. 369-386, 2016.
- HOLTHUIS, L. B. FAO species catalogue; shrimps and prawns of the world. Annotated catalogue of species of interest to fisheries. **Rome FAO**, v.1, 1980. 271p.
- HOOKER, Stanford Baird. Sea WiFS technical report series: An overview of Sea WiFS and ocean color. **National Aeronautics and Space Administration**, 1992.
- HU, Chuanmin *et al.* The dispersal of the Amazon and Orinoco River water in the tropical Atlantic and Caribbean Sea: Observation from space and S-PALACE floats. Deep Sea Research Part II: **Topical Studies in Oceanography**, v. 51, n. 10-11, p. 1151-1171, 2004.
- HINDELL, M. A.; MCMAHON, C. R. Long distance movement of a southern elephant seal (*Mirounga leonina*) from Macquarie Island to Peter 1 "y. **Marine Mammal Science**, v. 16, n. 2, p. 504-507, 2000.
- HUNT, G. L. *et al.* Changes in seabird species abundance near South Georgia during a period of rapid change in sea surface temperature. **Antarctic Science**, v. 4, n. 1, p. 15-22, 1992.

- ISAAC, V. J.; DIAS NETO, J.; DAMASCENO, F. G. **Camarão-rosa da costa norte: biologia, dinâmica e administração pesqueira**. Brasília: IBAMA, 1992.
- JABLONSKI, S. Mar-Oceanografia/ Biologia Pesqueira. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 3., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília, CGEE, 2006.
- JOHNS, William E. et al. Annual cycle and variability of the North Brazil Current. **Journal of Physical Oceanography**, v. 28, n. 1, p. 103-128, 1998.
- KALMA, J. D. *et al.* Minimum temperature surveys based on near-surface air temperature measurements and airborne thermal scanner data. **Journal of climatology**, v. 6, n. 4, p. 413-430, 1986.
- KASCHNER, K.; KESNER-REYES, K.; GARILAO, C.; RIUS-BARILE, J.; REES, T.; FROESE, R. AquaMaps: **predicted range maps for aquatic species**. World wide web electronic publication, www.aquamaps.org, Version 08/2016, 2016.
- KERR, J. T.; OSTROVSKY, M. From space to species: ecological applications for remote sensing. **Trends in ecology & evolution**, v. 18, n. 6, p. 299-305, 2003.
- KEARNEY, M. R.; PORTER, W. P.; WILLIAMS, C.; RITCHIE, S.; HOFFMANN, A. A. Integrating biophysical models and evolutionary theory to predict climatic impacts on species' ranges: the dengue mosquito *Aedes aegypti* in Australia. **Functional Ecology**, 23, 528–538, 2009a.
- KING, Ryan S. *et al.* Spatial considerations for linking watershed land cover to ecological indicators in streams. **Ecological Applications**, Washington, DC, v. 15, n. 1, fev. 2005, p. 137-153.
- KOENIG, W. D. Spatial autocorrelation of ecological phenomena. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 14, n. 1, p. 22-26, 1999.
- KOLLING, Juliana Almeida et al. A utilização do ambiente marinho e de seus recursos vivos pela frota pesqueira paulista: o ambiente demersal. **Sér. Relat. Téc.**, v. 32, p. 1-62, 2008.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016: Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma: **FAO**, 2016.
- LEE, W. Y.; OMORI, M.; PECK, R. W. Growth, reproduction and feeding behavior of the planktonic shrimp, *Lucifer faxoni* Borradaile, off the Texas coast. **Journal of Plankton Research**, v. 14, n. 1, p. 61-69, 1992.
- LEGENDRE, Pierre. *et al.* Partitioning beta diversity in a subtropical broad-leaved forest of China. **Ecology**, Washington, DC, v. 90, n. 3, p. 663-674, 2009.
- LEGENDRE, P.; FORTIN, M. J. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio**, v. 80, n. 2, p. 107-138, 1989.
- LEHODEY, Patrick *et al.* El Niño Southern Oscillation and tuna in the western Pacific. **Nature**, v. 389, n. 6652, p. 715-718, 1997.
- MARTINS, D. H. G. Dinâmica espaço-temporal da pesca industrial de camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* na plataforma continental do Amazonas. **Belém (PA): Universidade Federal do Pará**, 2011.

MCCLAIN, E. P.; PICHEL, W. G.; WALTON, C. C. Comparative performance of AVHRR-based multichannel sea surface temperatures. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 90, n. C6, p. 11587-11601, 1985.

MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília, 2012. 128 p

MOORE, T. S.; CAMPBELL, J. W.; DOWELL, M. D. A class-based approach to characterizing and mapping the uncertainty of the MODIS ocean chlorophyll product. **Remote Sensing of Environment**, v. 113, n. 11, p. 2424-2430, 2009.

MORAES, Elisabeth Caria. Capítulo 1: Fundamentos de Sensoriamento Remoto . *In*: MORAES, Elisabete Caria; AVILA, João. (Org.). **Curso de Uso de Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente**. 6. ed. São José dos Campos: INPE, 2002.

NELLIS, M. D. Application of thermal infrared imagery to canal leakage detection. **Remote sensing of environment**, v. 12, n. 3, p. 229-234, 1982.

NETO, Antonio Vasconcelos Nogueira; DA SILVA, Alex Costa. Seawater temperature changes associated with the North Brazil current dynamics. **Ocean Dynamics**, v. 64, n. 1, p. 13-27, 2014.

O'REILLY, John E. *et al.* Ocean color chlorophyll a algorithms for SeaWiFS, OC2, and OC4: Version 4. **SeaWiFS postlaunch calibration and validation analyses**, Part, v. 3, p. 9-23, 2000.

PEREZ FARFANTE, ISABEL; KENSLEY, Brian. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. **Keys and diagnoses for the families and genera. Editions du Muséum National d'Histoire Naturelle**, 1997.

PERRY, G. L. W.; MILLINGTON, J. D. A. Spatial modelling of succession-disturbance dynamics in forest ecosystems: Concepts and examples. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, n. 3-4, p. 191-210, 2008.

PORTO, H. L. R.; SANTOS, A. B. L. Contribuição ao conhecimento da ecologia e biologia do camarão vermelho, *Penaeus (Farfantepenaeus) subtilis* PEREZ-FARFANTE, 1967 na ilha de São Luís, estado do Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 9, n. 1, 1996.

POLOVINA, Jeffrey J. *et al.* The transition zone chlorophyll front, a dynamic global feature defining migration and forage habitat for marine resources. **Progress in oceanography**, v. 49, n. 1-4, p. 469-483, 2001.

QUATTROCHI, D. A.; LUVALL, J. C. Thermal infrared remote sensing for analysis of landscape ecological processes: methods and applications. **Landscape ecology**, v. 14, n. 6, p. 577-598, 1999.

RAO, V. B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: Annual variations and connections with the Southern Oscillation. **Theoretical and applied climatology**, v. 42, n. 2, p. 81-91, 1990.

RICHEY, J. E. *et al.* Water discharge and suspended sediment concentrations in the Amazon River: 1982–1984. **Water Resources Research**, v. 22, n. 5, p. 756-764, 1986.

ROBERTSON, A. I. Plant-animal interactions and the structure and function of mangrove forest ecosystems. **Australian Journal of Ecology**, v. 16, n. 4, p. 433-443, 1991.

- ROBERTSON A. I.; BLABER, S. J. M. Plankton, epibenthos, and fish communities. In: ROBERTSON A.I.; ALONGI D. M (eds) Tropical mangrove ecosystems. **American Geophysical Union**, New York, p 173–224, 1992.
- RODEN, G. I. Subarctic-subtropical transition zone of the North Pacific: large-scale aspects and mesoscale structure. **NOAA Technical Report NMFS**, v. 105, p. 1-38, 1991.
- ROBINSON, I. S. Satellite oceanography; an introduction for oceanographers and remote-sensing scientists. 1985.
- SANTOS, Maria do Carmo Ferrão; SILVA, C. G. M. Aspectos biológicos do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862)(Crustacea, Decapoda, Penaeidae), no município de Caravelas (Bahia–Brasil). **Bol. Tec. Cient. CEPENE**, v. 16, n. 1, p. 85-97, 2008.
- SANTOS, M. C. F. Informações biológicas e pesqueiras sobre o camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) e o camarão rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) capturados no município de Coruripe (Alagoas-Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, v. 18, n. 1, p. 17-30, 2010.
- SANTOS, F. M. S.; RIBEIRO, K.; FREITAS JÚNIOR, A. C. V.; CARVALHO JÚNIOR, L. B.; VALENTI, W. C.; BEZERRA, R. S. Digestive proteases from wild and farmed male morphotypes of the Amazon river prawn (*Macrobrachium amazonicum*). **Journal of Crustacean Biology**, v. 34, n. 2, p. 189-198, 2016.
- DE SOUZA, Ronald Buss (Ed.). **Oceanografia por satélites**. Oficina de Textos, 2009.
- SCHWAMBORN, Ralf *et al.* How important are mangroves as a carbon source for decapod crustacean larvae in a tropical estuary? **Marine Ecology Progress Series**, v. 229, p. 195-205, 2002.
- SILVA, Leiliane Souza da. **Composição e distribuição espaço-temporal de camarões no plâncton (Decapoda: Dendrobranchiata) na plataforma continental do Amazonas**. 2017. Tese (Doutorado em Ecologia Aquática e Pesca) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.
- SILVA, P. F. *et al.* A study of feeding in the shrimp *Farfantepenaeus subtilis* indicates the value of species level behavioral data for optimizing culture management. **Marine and Freshwater Behaviour and Physiology**, v. 45, n. 2, p. 121-134, 2012.
- SILVA, T. S. O uso dos sistemas de informação geográfica para o ensino em recursos pesqueiros. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, 2005.
- SKOV, H. *et al.* Small-scale spatial variability of sperm and sei whales in relation to oceanographic and topographic features along the Mid-Atlantic Ridge. **Deep Sea Research II: Topical Studies in Oceanography**, London, v. 55, n. 1-2, p. 254-268, 2008.
- SILVA, Bianca Bentes da *et al.* Uma avaliação interdisciplinar dos sistemas de produção pesqueira do estado do Pará, Brasil. **Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil: caracterização e análise da sustentabilidade**, 2011.
- TAVARES, M. 2002. Shrimps. In: Carpenter, K. E. (ed.). **The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic: Vol. 1: introduction, mollusks, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras**. Roma: FAO, 2002.

- VALENTINI, H. et al. Análise da pesca do camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) nas regiões sudeste e sul do Brasil. **Atlântica**, v. 13, n. 1, p. 143-157, 1991.
- VASCONCELLOS, M.; DIEGUES, A. C.; KALIKOSKI, D. C. **Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean**, v. 544, 2011.
- VECCHIO, R.; SUBRAMANIAM, A. Influence of the Amazon River on the surface optical properties of the western tropical North Atlantic Ocean. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 109, n. C11, 2004.
- WAGNER, Helene H.; FORTIN, Marie-Josée. Spatial analysis of landscapes: concepts and statistics. **Ecology**, v. 86, n. 8, p. 1975-1987, 2005.
- WHITTAKER, R. H. Vegetation of the great smoky mountains. **Ecological Monographs**, v. 26, n. 1, p. 1-80, 1956.
- WILLIAMS, R.; HEDLEY, S. L.; HAMMOND, P. S. Modeling distribution and abundance of Antarctic baleen whales using ships of opportunity. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, 2006.
- YAMAKURA, T., *et al.* Topography of a Large-Scale Research Plot Established within a Tropical Rain Forest at Lambir, Sarawak. **Tropics**, Tsukuba, v. 5, n. 1-2, p. 41-56, 1995.
- YAO, Jie, *et al.* Variation in compositional and structural components of community assemblage and its determinants. **Journal of Vegetation Science**, [s.l.], v. 30, n. 2, mar. 2019, p. 257-268.
- YENTSCH, C. S.; MENZEL, D. W. A method for the determination of phytoplankton, chlorophyll, and phaeophytin by fluorescence, **Deep Sea Res.**, v. 10, p. 221-231, 1963.
- YUAN, Jinchun; DAGG, Michael J.; DEL CASTILLO, Carlos E. In-pixel variations of chl a fluorescence in the Northern Gulf of Mexico and their implications for calibrating remotely sensed chl a and other products. **Continental Shelf Research**, v. 25, n. 15, p. 1894-1904, 2005.