



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EXPORTAÇÃO OU RETENÇÃO? ESTUDO DA DENSIDADE LARVAL DE
CARANGUEJOS (BRACHYURA) NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO
AMAZONAS**

Trabalho apresentado por:

ALINY RICARDA FURTADO TAVARES

Orientadora: Profa. Dra. JUSSARA MORETTO MARTINELLI LEMOS
Instituto de Ciências Biológicas-UFPA
Coorientadora: MSc. FRANCIELLY ALCÂNTARA DE LIMA
Doutoranda PPG Ecologia Aquática e Pesca da UFPA

Belém-Pará
2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EXPORTAÇÃO OU RETENÇÃO? ESTUDO DA DENSIDADE LARVAL DE
CARANGUEJOS (BRACHYURA) NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO
AMAZONAS**

Trabalho apresentado por:

ALINY RICARDA FURTADO TAVARES

Orientadora: Profa. Dra. JUSSARA MORETTO MARTINELLI LEMOS

Instituto de Ciências Biológicas-UFPA

Coorientadora: MSc. FRANCIELLY ALCÂNTARA DE LIMA

Doutoranda PPG Ecologia Aquática e Pesca da UFPA

Belém-Pará
2018

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

- T231e Tavares, Aliny Ricarda Furtado.
Exportação ou retenção? Estudo da densidade larval de caranguejos (Brachyura) na Plataforma Continental do Amazonas / Aliny Ricarda Furtado Tavares. — 2018.
xii, 27 f. : il. color.
- Orientador(a): Profª. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos
Coorientador(a): Profª. MSc. Francielly Alcântara de Lima
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
1. Zoea. 2. Zooplâncton. 3. Amazônia . I. Título.

CDD 333.95556



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**EXPORTAÇÃO OU RETENÇÃO? ESTUDO DA DENSIDADE LARVAL DE
CARANGUEJOS (BRACHYURA) NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO
AMAZONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

ALINY RICARDA FURTADO TAVARES

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel em OCEANOGRAFIA

Data da aprovação: 14/12/2018

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos - Orientadora
Instituto de Ciências Biológicas-UFPA

Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho - Membro
Instituto de Geociências-UFPA

Prof. Dr. Marcelo Petracco - Membro
Instituto de Geociências-UFPA

Dedico à **Izabela Barbosa** (*In memoriam*) por ter partilhado comigo o seu breve espaço-tempo e ter sido uma amiga incrível.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por ter me permitido chegar até aqui e ter me presenteado com pessoas incríveis ao longo desses 22 anos.

À minha orientadora, **Jussara Moretto Martinelli-Lemos**, por ter me recebido tão bem em seu laboratório e por tudo o que eu aprendi enquanto estive lá.

À minha co-orientadora, **Francielly Alcântara de Lima**, por sempre compreender as minhas dificuldades, por toda a paciência e ensinamento ao longo desse processo. Tu és incrível, Fran!

Às “Gpecas”, **Ana Carolina, Danielle, Leilane, Priscila**, por me inspirarem quanto mulher na ciência.

À minha mãe, **América Furtado**, por ser minha base, meu amor, meu maior incentivo e confiança ao longo de cada conquista acrescida em minha vida. Eu te amo tanto que não cabe em mim. És minha maior inspiração.

Ao meu pai, **André Tavares**, por sempre tentar acalmar minhas crises e momentos de desespero com lanches e umas conversas bem aleatórias que me distraiam. Tens um coração enorme, pai. Eu te amo!

Ao meu irmão, **Anderson Furtado**, por ser sinônimo de luz e amor em minha vida. Obrigada por esse laço que construímos e por sempre respeitar os meus “Faz silêncio, Anderson!!!”. Sem ti, não sou.

À **minha família** por me permitir sonhar e me dar asas para buscar cada um desses sonhos. Em especial, às minhas avós, **Maria Rosete**, por cada café da tarde embalado por suas histórias, que só me mostram cada vez mais o quão forte és, e **Rita Bentes** por não medir esforços para que conquistássemos esse sonho, a senhora me ensinou o que é lutar. Eu amo vocês!

Às minhas amigas que Oceano me deu e levarei para a vida toda, **Ivana Damasceno** e **Mayara Cristina**. Vocês fizeram com que esses 4 anos passassem menos devagar e me ensinaram que há amor na UFPA. Sem vocês, seria muito mais difícil. Obrigada por todo carinho, “Desesperadas”. A gente, sempre!

À **Taynara Barros** e **Amanda Letícia**, meu amor e gratidão eterna, que mesmo de longe me incentivam e me acolhem tanto e nunca desistem de achar um dia na semana, no mês, no ano que dê para as três se encontrarem. Obrigada, Universo, pela “ATA”.

À minha irmã de alma, **Elissa Magalhães**, por todos os segredos, momentos e risos. Tu faz a vida parecer leve, Elissa, e eu te amo ainda mais por isso. Obrigada também por ser canal para que Iury e João Felipe entrassem na minha vida. Conta comigo, sempre!

À **Rayanne Cristine** pelos 16 anos de amizade, por confiar mais em mim do que eu mesmo, pela ajuda em cada trabalho e nos momentos de desespero nos fins de semestre sempre ter uma frase motivacional como “Tu vai acabar ficando doida, isso sim.” Obrigada por todos esses anos, Rayanne, tu és essencial. Eu te amo!

Ao meu pacotinho de amor, minha priminha, **Cecília Fernandes**, por ter trazido mais amor e alegria à nossa família e ter aquecido meu coração de uma forma que não se explica. Eu te amo muito. Para sempre tua “Aíne”.

“A natureza é grande nas coisas grandes e grandíssima nas pequenas”

(Saint- Pierre [1918], tradução nossa)

RESUMO

Em meio às comunidades zooplanctônicas os crustáceos destacam-se pela predominância, sendo as larvas meroplanctônicas da Infra-Ordem Brachyura (caranguejos e siris) muito abundantes em algumas regiões, apresentando importante papel na cadeia trófica aquática. O presente trabalho objetivou estimar a densidade larval de caranguejos e siris, e identificar quais fatores ambientais explicam a distribuição das larvas desses organismos na Plataforma Continental do Amazonas (PCA). As amostragens foram realizadas em seis (6) locais na área da PCA, em outubro/2013 (menor precipitação) e maio/2014 (maior precipitação), abrangendo quase 250 km de extensão de Plataforma. Foram registrados dados abióticos de cada local com um perfilador CTD e as amostras de meroplâncton foram obtidas com arrastos horizontais sub-superficiais (aproximadamente à 0,5m da superfície) com rede de plâncton de 300 µm de malha, totalizando ao final 12 amostras (2 expedições x 6 locais). Em laboratório, as amostras foram triadas e as larvas foram identificadas em nível de família. A densidade foi expressa em número de larvas por m³ (larvas/m³) em função do volume de água filtrado pela rede. Um total de 2751 larvas de Brachyura foram coletadas, pertencentes a 7 famílias e 11 espécies. *Panopeus lacustri* Desbonne, 1867 foi a espécie mais abundante, seguida por *Uca* sp. 2 e larvas da Família Portunidae (siris). A densidade larval média das famílias Grapsidae e Panopeidae apresentaram diferenças entre outubro e maio, indicando um padrão de reprodução no período de menor precipitação. Verificou-se que as larvas de Pinnotheridae e Sesarmidae ocorreram mais próximas à costa, indicando que não possuem grande dispersão, diferente de Ocypodidae e Portunidae que ocorreram nos locais mais distantes da costa. O levantamento de informações sobre a abundância de larvas de caranguejos braquiúros e suas relações com fatores físico-químicos constituem uma importante ferramenta para caracterização das comunidades zooplanctônicas, sobretudo na área da PCA, onde tais dados são inexistentes.

Palavras-chave: Zooplâncton. Zoa. Amazônia.

ABSTRACT

The aim of this study was to estimate the larval density of crabs, as well as to identify which environmental factors explain the larval distribution of these organisms in the Amazon Continental Platform. The samplings were performed in six (6) locations, about 250 km, in October/2013 (lower flow) and May/2014 (higher flow), performing about km. Abiotic data from each site were recorded with a CTD profiler and the meroplankton samples were obtained with sub-surface horizontal trawls (0.5m from the surface) with a plankton net of 300 μm mesh, at the end totaling 12 samples (2 expeditions x6 locations). In the laboratory, the samples were sorted and the larvae were identified at the family categories. The density was expressed as number of larvae per m^3 (larvae/ m^3) for the volume of water filtered by the net. 2,751 Brachyura larvae were collected, belonging to 7 families and 11 species. *Panopeus lacustris* Desbonne, 1867 was the most abundant species, followed by *Uca* sp. 2 and larvae of the Portunidae family. The mean density of Grapsidae and Panopeidae larval presented differences among October and May, indicating a reproduction pattern in the period of lower flow. Larvae of Pinnotheridae and Sesarmidae were found to be closer to the coast, indicating that they do not have great dispersion, unlike Ocypodidae and Portunidae that occur in the most distant places of the coast. Abundance of larvae of brachyuran crabs and their relationships with physicochemical factors constitute an important tool to characterize the zooplankton communities, especially in the area of PCA, where there is great diversity and richness of species that were no studied until now.

Keywords: Zooplankton. Zoea. Amazonia.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Os cinco estágios de zoea pelágica e a megalopa bentônica de um caranguejo braquiúro (<i>Uca</i> sp.)	4
Figura 2 – Localização geográfica da área de estudo, no norte do Brasil, com indicações dos seis locais de coleta.	8
Figura 3 – 1) <i>Armases rubripes</i> , 2) Megalopa, 3) <i>Pachygrapsus gracilis</i> , 4) <i>Panopeus lacustris</i>	14
Figura 4 – 5) <i>Persephona</i> sp., 6) <i>Pinnixa gracilipes</i> , 7) <i>Portunidae</i> 1, 8) <i>Gelasiminae</i> 2.....	14
Figura 5 – Densidade das larvas de Brachyura em relação aos meses na Plataforma Continental do Amazonas	16
Figura 6 – Densidade das larvas de Brachyura em relação à distância da costa na Plataforma Continental do Amazonas	17
Figura 7 – Densidade larval (ind./100m ³) das famílias de Brachyura em relação à distância da costa na Plataforma Continental do Amazonas.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Localização geográfica das estações de coleta no continuum estuário-oceano na Plataforma Continental do Amazonas.....	9
Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis ambientais da Plataforma Continental do Amazonas em período de menor e maior vazão do Amazonas	12
Tabela 3 – Estágio larval e densidade (larvas/100m ³) das espécies de Brachyura na Plataforma Continental do Amazonas em períodos de menor e maior vazão do Rio	15

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	Erro! Indicador não definido.
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE	Erro! Indicador não definido.
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xi
LISTA DE TABELAS	xii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 A PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA.....	1
1.2 LARVAS DE <i>BRACHYURA</i>	2
1.3 INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS SOBRE AS LARVAS.....	4
2 OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GERAL.....	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 ÁREA DE ESTUDO	7
3.2 AMOSTRAGEM.....	8
3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS.....	9
3.4 ANÁLISES DOS DADOS	10
4 RESULTADOS	12
4.1 FATORES AMBIENTAIS.....	12
4.2 DENSIDADE LARVAL DE <i>BRACHYURA</i>	13
5 DISCUSSÃO	19
6 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

As águas costeiras, compostas por um mosaico de ecossistemas aquáticos de grande importância ambiental, recebem uma enorme quantidade de material continental por meio de rios e águas subterrâneas (Carvalho *et al.* 2017). A Plataforma continental Norte Brasileira e a região da pluma amazônica são capazes de proporcionar o estabelecimento e a distribuição de muitas espécies por intermédio de suas condições ambientais favoráveis e disponibilidade de nutrientes.

1.1 A PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA

A Plataforma Continental Norte Brasileira envolve os estados do Amapá, Pará e Maranhão. Em função de suas peculiaridades regionais, pode ser subdividida em: Plataforma Continental Pará-Maranhão (foz do Rio Pará até o Rio Parnaíba) e Plataforma Continental do Amazonas (PCA) (foz do Rio Pará até o cabo Orange, extremo norte do Amapá) (Jablonski 2006).

A Plataforma Continental do Amazonas, região de interesse para esse estudo, apresenta sua quebra externa em 90 e 100m de profundidade (Jablonski 2006). Nela o Rio Amazonas, um dos mais importantes do planeta, conhecido por sua riqueza de espécies assim como por ter a maior bacia de drenagem ($7 \times 10^6 \text{Km}^2$), que chega a descarregar cerca de 940×10^6 toneladas/ano de sedimentos (principalmente de frações de tamanho entre silte e argila) e $180 \times 10^3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (correspondendo a aproximadamente 18% da água doce mundial), o maior em volume de descarga de água doce para o Oceano Atlântico (Muller-Karger *et al.* 1988, Oltman 1968).

Esta grande entrada de água doce do rio é responsável pela alta dinâmica local, tornando a região a mais complexa área estuarina do mundo (Nittrouer *et al.* 1991). Como resultado desse aporte, forma-se uma pluma superficial com diferentes padrões de dispersão durante o ano.

Essa pluma é caracterizada por grande quantidade de materiais particulados dissolvidos, altas temperaturas ($27,5\text{-}29^\circ\text{C}$), baixos valores de salinidade (≤ 34), chegando ultrapassar 200 km oceano adentro e possuir espessura variando entre 3 e 10 m, variação esta causada pelos períodos de mínima e máxima descarga do rio, respectivamente (Geyer *et al.* 1996, Seidel *et*

al. 2015, Silva *et al.* 2005), influenciando fortemente o aporte de nutrientes na plataforma continental (Field 2007, Silva *et al.* 2007, Silva *et al.* 2007, Subramaniam *et al.* 2008).

O formato e a distribuição desta pluma estão relacionados às correntes superficiais da região, em especial a Corrente Norte Brasileira (CNB). Além do mais, o aumento sazonal da sua área ocorre devido ao período de alta descarga fluvial, a mudança na direção dos ventos de sudeste para nordeste e o aumento das taxas de transporte da CNB (Dagg *et al.* 2004, Silva *et al.* 2009, 2010).

A descarga sólida do Rio Amazonas contribui com importantes depósitos de sedimentos lamosos na Plataforma Continental Interna do Amazonas, gerando um ambiente bastante distinto de outras áreas costeiras do planeta, com um imenso mosaico de sedimentos de fundo, variando do tipo arenoso ao lamoso rico em matéria orgânica (Siqueira *et al.* 2012) e seus principais efeitos são observados na segunda metade do ano em função do aumento da Corrente Norte do Brasil e da Contra-Corrente Norte Equatorial (Field 2005, Muller-Karger *et al.* 1988, Muller-Karger *et al.* 1995).

A relação de diferentes massas d'água com gradientes hidrográficos transformam as plataformas continentais em importantes locais de aproveitamento biológico nas zonas eufóticas por produtores primários (Castro *et al.* 2006). Nesse contexto, a Plataforma Continental do Amazonas, de fato, é um ambiente singular, altamente complexo e dinâmico, com uma pluma capaz de garantir a distribuição e o estabelecimento de muitas espécies, por meio da disponibilidade de nutrientes e de suas condições ambientais favoráveis. Além disso, pode influenciar a distribuição das comunidades planctônicas, tais como as larvas de crustáceos decápodes, devido ao alto regime energético que modifica a distribuição da salinidade de superfície e a hidrodinâmica local (Calef *et al.* 1967).

1.2 LARVAS DE *BRACHYURA*

Entre os Decapoda, a Infra-Ordem Brachyura (caranguejos e siris), é um dos grupos mais abundantes, diversificados e estudados, com aproximadamente 93 famílias e 38 superfamílias descritas no mundo todo (Ng *et al.* 2008), com cerca de 1.270 gêneros e subgêneros e mais de 6.000 espécies e subespécies (Ahyong *et al.* 2011), destas, pelo menos 300 espécies e 170 gêneros e 24 famílias foram encontrados ao longo da costa brasileira, como aponta a mais recente revisão sobre sua biodiversidade (Melo 1996). Contudo, este número vem sofrendo alterações, haja vista que há registros de novas ocorrências bem como

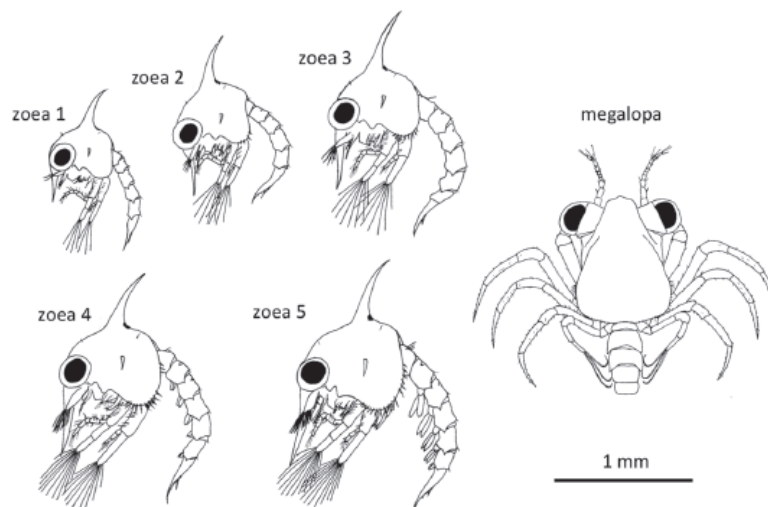
descrição de novas espécies (Almeida *et al.* 2014, Alves *et al.* 2006, Cobo *et al.* 2002, Martinelli & Isaac 2001, Melo *et al.*, 2000, Ramos-Porto *et al.* 2000, Targino *et al.* 2001, Tavares & Santana 2015).

Ao longo da história evolutiva, os representantes de Brachyura, inicialmente, eram exclusivos a habitats marinhos, mas gradativamente aproximaram-se da costa, penetraram os estuários e desenvolveram-se também nos ecossistemas dulcícolas e terrestres. Suas várias fases de zoea são típicas do zooplâncton, apresentam seu desenvolvimento no meio pelágico e realizam mudas sucessivas até atingirem o estágio de megalopa, onde se tornam hábeis ao assentamento (Boltovskoy 1981).

Diversas espécies de decápodes apresentam mecanismo de exportação larval, que envolve o desenvolvimento dos primeiros estádios em ambientes mais afastados da costa, com posterior retorno da pós-larva ou juvenil ao habitat do adulto (McConaughy 1988). Em ambientes mais afastados, especialmente águas de plataforma e oceânicas, observa-se maior estabilidade térmica e salina, além de menor pressão de predação (Morgan 1987). Também existem espécies que obtêm vantagens ao manter suas larvas nas proximidades dos habitats dos adultos, adotando o mecanismo de retenção larval (Anger 2001). Larvas destas espécies apresentam adaptações às flutuações diárias, especialmente de salinidade, e à maior pressão de predação. O mecanismo de retenção é visto em diversas espécies com habitats muito específicos, onde a dispersão de longa distância poderia comprometer o assentamento.

A fase planctônica de dispersão consiste em um número variável de estágios de zoea, geralmente dois como em *Pyromaia tuberculata* (Lockington, 1877) a oito em *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), por exemplo, seguido por um estágio de decapodito, denominado de megalopa (figura 1). As megalopas passam por um transporte horizontal até os locais de assentamento, onde sofrem metamorfose para o primeiro estágio juvenil. Tantos os estágios de zoea quanto de megalopa chegam a ser dominantes nas amostras de plâncton (Fernandes *et al.* 2002, Koettker *et al.* 2006, Schwamborn *et al.* 2001).

Figura 1 – Os cinco estágios de zoea pelágica e a megalopa bentônica de um caranguejo braquiúro (*Uca* sp.)



Fonte: Rodriguez & Jones (1993).

1.3 INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS SOBRE AS LARVAS

Os padrões de distribuição, crescimento, reprodução, fisiologia e a sobrevivência de larvas planctônicas geralmente são influenciadas por variáveis ambientais como temperatura, salinidade, atuando de forma interdependente, além de luz, pressão e gravidade (Saint-Brisson 1999), em conjunto com características biológicas e meteorológicas. Dentre esses fatores, salinidade e temperatura tem sido os mais estudados (Lopes 1994, Rios-Jara 1998).

A temperatura média da água constitui-se um fator controlador para a vida e para os processos químicos que se realizam no ambiente aquático, afetando o metabolismo e conseqüentemente todos os processos biológicos dependentes.

Pode-se citar a sua influência no período reprodutivo dos decápodes, como exemplo de sua atuação, por controlar a maturação dos ovócitos nas fêmeas (Hamasaki 2003, Ismael & Moreira 1997, Jackson *et al.* 2014), diminuindo o processo em temperaturas baixas ou acelerando-o em temperaturas elevadas, ocasionando a redução do período larval de caranguejos (Anger 1991, Hamasaki *et al.* 2009, Lárez *et al.* 2000).

Outro fator a que a temperatura pode exercer influência é na taxa de sobrevivência, na qual durante os meses mais quentes de verão poderá ser máxima, e reduzida em menores temperaturas. Sendo responsável, ainda, pela determinação dos padrões de distribuição dos recursos vivos da região.

A salinidade, por sua vez, possui maior amplitude de variação na região equatorial, e provavelmente é o mais importante estruturador das comunidades estuarinas (O'Connor *et al.*

1985), sendo considerado o parâmetro ambiental “chave”. Este parâmetro pode afetar o crescimento, a sobrevivência, o desenvolvimento larval, a fisiologia e a ecologia dos organismos (Anger *et al.* 1990, Anger 1996, Anger *et al.* 2000, Anger 2003, Costlow *et al.* 1960, Lárez *et al.* 2000, Luppi *et al.* 2003).

O estresse salino pode provocar em larvas de crustáceos decápodes fortes pressões de seleção, induzir as espécies a criarem estratégias de adaptação (Anger 2003, Costlow *et al.* 1960, Giménez *et al.* 2001), regular a sua distribuição nos ambientes (Anger 2003, Ehlinger *et al.* 2004). Além disso, influencia as taxas de alimentação e acumulação de carbono, além de selecionar o tipo de estratégia reprodutiva adotada pelas espécies como a “exportação” larval, por exemplo, que consiste na dispersão das larvas para regiões onde as condições de salinidade são relativamente mais favoráveis à sobrevivência e ao completo desenvolvimento larval (Anger *et al.* 1994, Christy 1982, Forward *et al.* 1982).

Outro fator que merece destaque é a produtividade primária, expressa indiretamente por meio da clorofila-*a*. Humborg (1997) relatou que na Plataforma Continental do Amazonas o aumento da produtividade primária é pontual, e ocorre onde a concentração de nutrientes e a penetração de luz proporcionam condições favoráveis ao desenvolvimento fitoplanctônico. Isso influencia a comunidade zooplanctônica, uma vez que altera a densidade de consumidores primários.

Nesse contexto, estudos sobre distribuição espaço-temporal são importantes para o entendimento da dinâmica dentro das comunidades marinhas (Wisnher *et al.* 1988). Portanto, investigar a distribuição espacial da densidade larval de *Brachyura* na Plataforma Continental do Amazonas (PCA) é fundamental para conhecer a diversidade local de espécies, compreender os processos de dispersão larval em situações distintas (meses de maior e menor precipitação do Amazonas), facilitar o entendimento da ecologia, além de identificar quais fatores ambientais influenciam significativamente a distribuição das larvas ao longo da Plataforma.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a distribuição espacial da densidade larval da Infra-Ordem Brachyura na Plataforma Continental do Amazonas em dois períodos (maior e menor vazão do Rio), bem como identificar quais fatores ambientais explicam a distribuição das larvas desse grupo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e estimar a densidade larval de caranguejos e siris (Brachyura) na Plataforma Continental do Amazonas ao longo de um transecto de 233 km;
- Analisar se há variação significativa na densidade larval de caranguejos e siris em relação aos fatores abióticos, aos locais distribuídos ao longo de 250 km na PCA e aos meses de maior e menor precipitação do Rio Amazonas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Plataforma Continental do Amazonas, entre a Foz do Rio Amazonas e a Foz do Rio Pará (figura 2), onde a variabilidade espacial e temporal dos fatores abióticos é única devido à enorme quantidade de material (água, soluções e sedimento) despejado pelo Rio Amazonas e a intensa energia das marés, correntes, ventos e ondas. Como consequência, inúmeros processos oceanográficos interdependentes e complexos ocorrem, exercendo forte influência sobre a distribuição dos organismos na região (Nittrouer *et al.* 1996).

A PCA tem o mínimo de aproximadamente 100 km de largura à noroeste (próximo a cabo Cassipore), 150 km à sudeste do Rio Pará e máximo de 250 km perto da desembocadura dos rios Amazonas e Pará. A região costeira à sudeste do Rio Pará apresenta-se extremamente irregular, com um grande número de baías, diferente da costa ao nordeste da desembocadura do Amazonas, que é mais lisa e uniforme (Gabioux *et al.* 2005).

Nittrouer *et al.* (1986) subdividiram a PCA em: interna, onde a isóbata de 20 m marca uma série de reentrâncias ao longo de quase todo o sistema estuarino, incluindo os rios Amazonas e Pará; média, que representa a porção mais inclinada, marcada por feições erosivas, ao longo da isóbata de 40 m; e, por fim, a externa, onde a isóbata de 80 m se comporta como uma linha sinuosa.

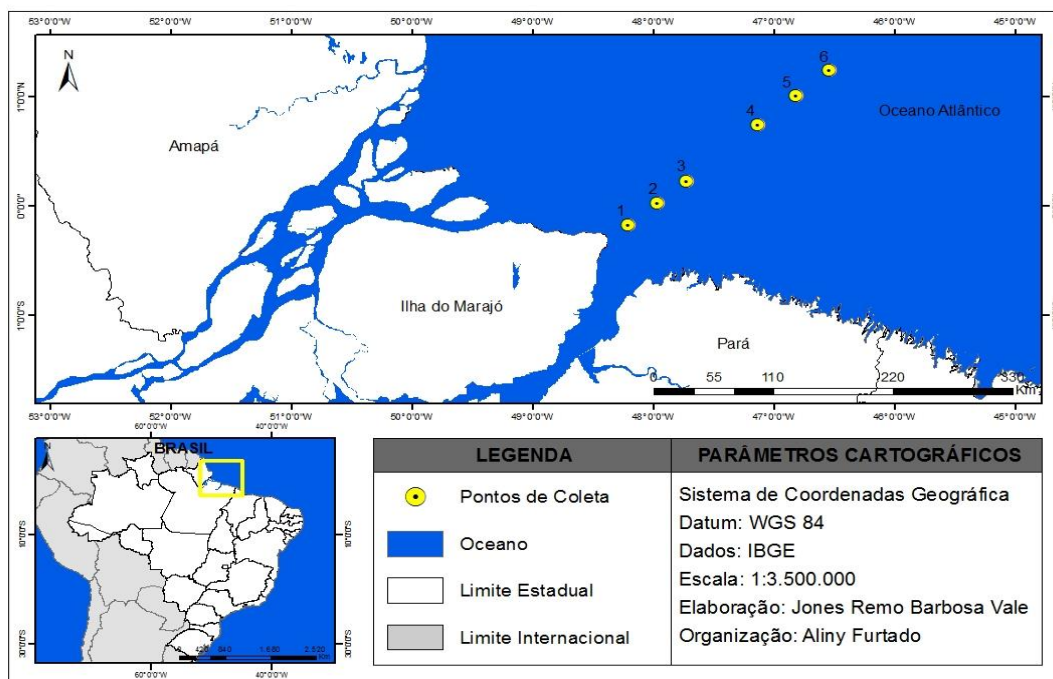
Na PCA, o Rio Amazonas tem um papel crucial na circulação oceânica do litoral norte do Brasil. A sua descarga de água atinge aproximadamente a ordem de um trilhão de $\text{m}^3 \cdot \text{y}^{-1}$, sendo responsável pela alta hidrodinâmica, além de influenciar a salinidade de superfície (Nittrouer *et al.* 1991).

O clima predominante da região é equatorial amazônico do tipo “Am”, segundo a classificação de Koppen, com temperatura do ar média anual superior a 26°C , com baixa variação térmica anual (Alvares *et al.* 2013). A taxa de precipitação anual é alta e constante ($> 1.500 \text{ mm/ano}$) com elevada nebulosidade (Nittrouer *et al.* 1995).

Têm-se registros de apenas uma estação chuvosa, de dezembro a maio, período de cheia do Rio Amazonas e outra estação menos chuvosa, de julho a novembro, período de seca (Rao *et al.* 1990). A vazão do Rio Amazonas varia sazonalmente com um máximo de

aproximadamente $220.000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ em maio (período de cheia), e mínimo em torno de $100.000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ em novembro (período de seca) (Geyer *et al.* 1996, Moller *et al.* 2010, Silva *et al.* 2009).

Figura 2– Localização geográfica da área de estudo, no norte do Brasil, com indicações dos seis locais de coleta.



Fonte: Vale(2017).

3.2 AMOSTRAGEM

A coleta foi realizada em seis (6) locais em outubro/2013, período de menor precipitação do Rio Amazonas, e em maio/2014, período de maior precipitação, desde a zona costeira da Ilha do Marajó (local 1) até proximidades do talude (local 6), abrangendo um raio de aproximadamente 250 km (tabela 1; figura 2), em área sob influência da pluma do Rio Amazonas.

Tabela 1 – Localização geográfica das estações de coleta no continuum estuário-oceano na Plataforma Continental do Amazonas

Coordenadas Geográficas				
Estações	Latitude	Longitude	Profundidade (metros)	Distância em relação ao continente (km)
1	0° 10' 28" S	48° 12' 13" W	10	23
2	0° 01' 39" N	47° 57' 44" W	22	53
3	0° 13' 46" N	47° 43' 23" W	32	83
4	0° 44' 30" N	47° 07' 40" W	42	158
5	1° 00' 27" N	46° 48' 59" W	57	198
6	1° 14' 38" N	46° 32' 08" W	80	233

As amostras foram obtidas através de arrastos horizontais próximos à superfície da coluna d'água (aproximadamente à 0,5m), durante um período de cinco (5) minutos, e velocidade de aproximadamente 2 nós (≈ 4 km/h). Para isto, foi utilizada uma rede de plâncton cônico-cilíndrica (com dimensões de 2,45 m de comprimento, 60 cm de diâmetro de abertura e malha de 300 μ m), com fluxômetro acoplado na abertura da rede.

Em cada local de coleta, os dados abióticos foram coletados simultaneamente à amostragem de zooplâncton, com um perfilador CTD (Hydrolab DS 5), onde foram registrados os dados de temperatura ($^{\circ}$ C), salinidade e clorofila-*a* (μ g/L).

Ao final, obtiveram-se 12 amostras (2 expedições x 6 locais), as quais ao término de cada arrasto foram retiradas do copo coletor e acondicionadas em frascos de polietileno com capacidade de 500 mL devidamente etiquetados e preservados a bordo com formaldeído 4% previamente neutralizado com tetraborato de sódio.

3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

No Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos da UFPA, as amostras coletadas em campo foram fracionadas em alíquotas com um subamostrador do tipo

Folsom, segundo a metodologia proposta por Boltovskoy (1981). Posteriormente, passaram por uma triagem inicial com um estereomicroscópio óptico para separação de grandes grupos de crustáceos. As larvas de Brachyura foram identificadas por dissecação no microscópio óptico binocular, com auxílio de agulhas e solução de glicerol sobre as lâminas.

Foram utilizadas chaves de identificação específicas para o reconhecimento do menor grupo taxonômico possível (Fransozo *et al.* 1998, Rodrigues *et al.* 1989, Souza *et al.* 2013). Diversas características morfológicas foram observadas como, por exemplo, a presença de espinhos no telson, o número de cerdas da antena e a relação do comprimento dos espinhos da carapaça (dorsal, rostral e laterais). Os estágios larvais foram determinados por meio da contagem de cerdas plumosas no primeiro maxilípede (Pohle *et al.* 1999).

A abundância foi expressa em valores de densidade em número de larvas por m³ (larvas/m³). A densidade larval foi calculada com base na equação a seguir:

$$Do = \frac{n}{V} \quad (1)$$

O “Do” representa a densidade expressa em números de indivíduos por m³, “n” é o número total de indivíduos contados em uma amostra, estimada em função do volume de água filtrado, calculado a partir do número de rotações do fluxômetro acoplado na abertura da rede de plâncton e aferido antes (valor inicial) e depois (valor final) de cada arrasto, segundo a fórmula:

$$V = A \times R \times C \quad (2)$$

Onde o volume de água filtrado (V) é dado em m³, A = área da abertura da rede (A=πr²), R = número de rotações do fluxômetro durante o arrasto (final – inicial) e C= Fator de aferição depois da calibração do fluxômetro.

3.4 ANÁLISES DOS DADOS

A densidade das larvas não apresentou normalidade e homocesticidade, assim para comparar as diferenças entre a densidade das larvas em relação aos meses e aos locais foi utilizada o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (KW-H). A correlação de Spearman foi utilizada para verificar a possível correlação entre a densidade larval

média e as variáveis abióticas (salinidade, temperatura e clorofila-*a*), dependendo se os dados atenderam aos pressupostos de cada teste. As análises foram baseadas em Zar (1996) e realizadas com o Programa Statistica® 10, sendo adotado o nível de confiança de 95% em todos os testes.

4 RESULTADOS

4.1 FATORES AMBIENTAIS

Um resumo descritivo das variáveis ambientais temperatura, salinidade e clorofila-*a*, em outubro/13 e maio/14 foi apresentado na tabela 2.

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis ambientais da Plataforma Continental do Amazonas em período de menor e maior vazão do Amazonas

		OUTUBRO	MAIO
Temperatura (°C)	Mínimo	27,64	28,01
	Máximo	29,17	29,01
	Média ± dp	28,28 ± 0,50	28,41 ± 0,21
Salinidade	Mínimo	19,97	2,54
	Máximo	37,57	34,08
	Média ± dp	34,01 ± 5,64	16,59 ± 11,22
Clorofila-<i>a</i> (µg/L)	Mínimo	1,62	4,37
	Máximo	38,87	19,85
	Média ± dp	10,50 ± 9,54	11,31 ± 4,67

Fonte: Autoria própria, 2018.

A distribuição superficial da temperatura média da água na PCA foi de 28,28°C (± 0,50 dp) com mínima de 27,64°C, registrada mais à offshore (198 km), e máxima de 29,17°C, mais próximo à costa (53 km), ambas aferidas em outubro/13, mantendo-se constante em quase toda a extensão da plataforma.

A salinidade variou de 2,54 (53 km) a 37,57 (83 km). Os menores valores foram registrados em maio (média de 16,59 ± 11,22 de desvio padrão), coincidindo com o período de maior precipitação do Rio Amazonas, onde a pluma de baixa salinidade apresentou maior extensão, ultrapassando os 200 km de distância na PCA e os maiores valores foram observados em outubro (34,01 ± 5,64), período de menor precipitação, onde a pluma teve menor extensão, atingindo até 60 km, aproximadamente. Em relação à distância da costa-

oceano, os menores valores foram registrados nas estações mais próximas ao continente e aumentando à medida que se afastava do mesmo.

Os valores de concentração clorofila-*a* variaram de 1,62 a 38,87µg/L, ambos em Outubro/13, onde o maior valor observado foi a 53 km e o menor a 158 km. De modo geral, apresentaram variações em relação à distância costa-oceano, visto que os maiores valores foram registrados em locais mais costeiros e sob influência da pluma diminuindo à medida que se aproximavam da região oceânica. Em relação aos meses, em maio/14 a dispersão da clorofila-*a* apresentou uma maior extensão quando comparado a outubro/13, onde os valores mantiveram-se em maior concentração mais próximos à costa.

De modo geral, os fatores ambientais aqui apresentados não pareceram influenciar de maneira significativa na distribuição dos organismos estudados.

4.2 DENSIDADE LARVAL DE BRACHYURA

Foram contabilizadas 2751 larvas de Brachyura, pertencentes a 7 famílias e 11 espécies (tabela 3; figuras 3 e 4). *Panopeus lacustris* Desbonne in Desbonne e Schramm, 1867, foi a espécie mais abundante, contribuindo com 53,6% do total das larvas, seguida por *Uca* sp. 2 com 17,7% e larvas da família Portunidae com 11,2%. Por outro lado, as de menor ocorrência foram *Armases rubripes* (Rathbun, 1897) e *Persephona* sp. Leach, 1817.

A maioria das espécies estava presente em vários estágios larvais de desenvolvimento. Apenas *P. gracilis*, *Persephona* sp., *Gelasiminae* 1, *Gelasiminae* 2 e *Gelasiminae* 3 foram encontradas somente no estágio *zoea* I. Além disso, foi observado um número significativo de larvas de *Panopeus lacustris* em estágio de megalopa (962) no local 6 (tabela 3; figura 3).

Figura 3 – 1) *Armases rubripes*, 2) *Megalopa*, 3) *Pachygrapsus gracilis*, 4) *Panopeus lacustris*

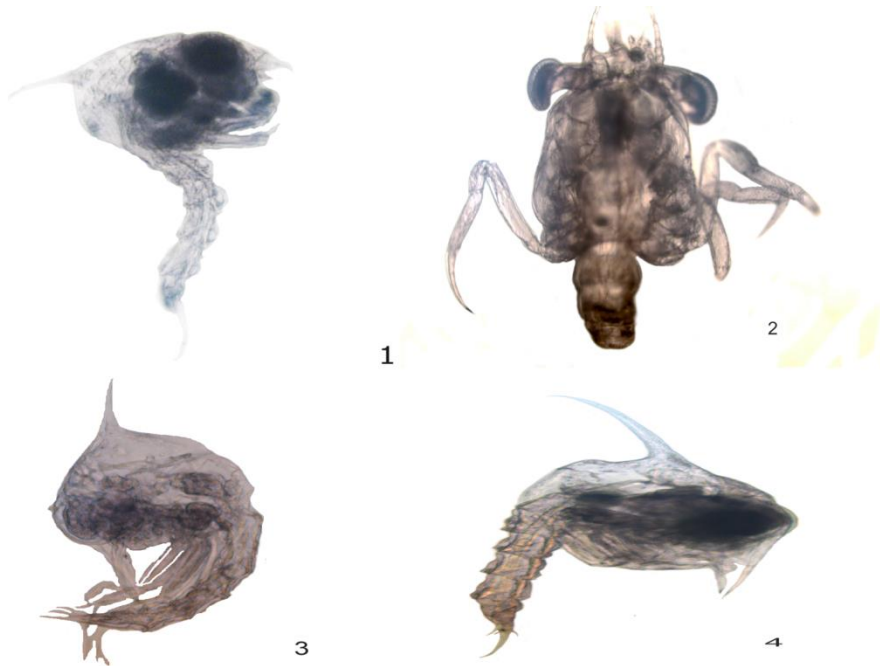


Figura 4 – 5) *Persephonasp.*, 6) *Pinnixa gracilipes*, 7) *Portunidae*1, 8) *Gelasiminae*2

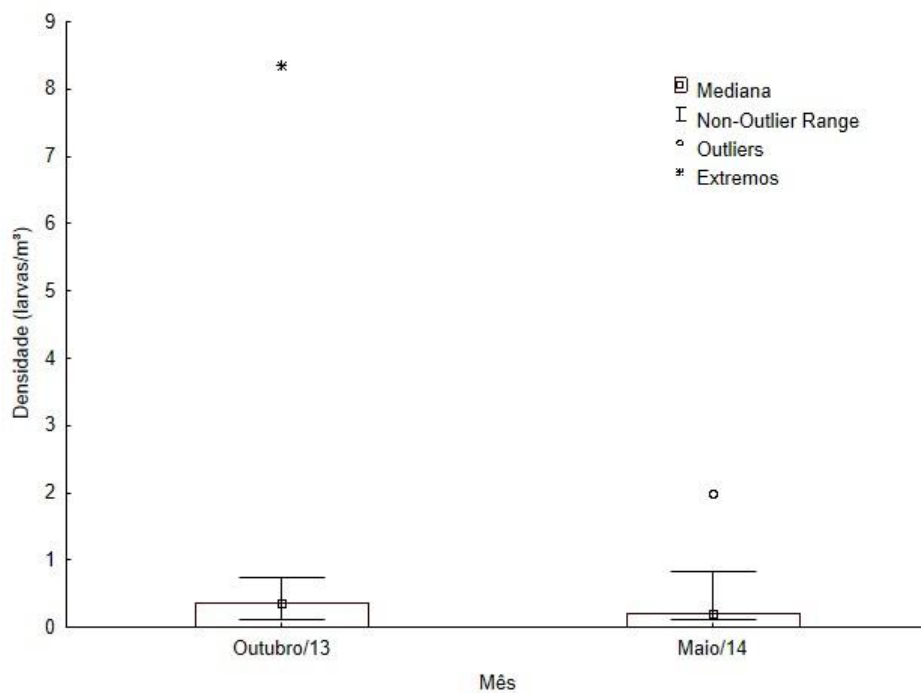
Tabela 3 – Estágio larval e densidade (larvas/100m³) das espécies de Brachyura na Plataforma Continental do Amazonas em períodos de menor e maior vazão do Rio

Táxon	Estágio	Densidade (larvas/100m ³)	
		Outubro	Maior
Família Grapsidae			
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	ZI	15,53	0
Família Leucosiidae			
<i>Persephona</i> sp.	ZI	0,21	0
Família Ocypodidae			
Gelasiminae1	ZI	2,03	25,12
Gelasiminae2	ZI	17,69	148,21
Gelasiminae3	ZI	0	6,02
<i>Minuca burgersi</i>	ZI	0	0,40
	ZII	0	0,55
	ZIII	0	1,65
	ZIV	0	0,55
	ZV	0	13,18
Família Panopeidae			
<i>Panopeus lacustris</i>	ZI	96,89	0
	ZII	2,25	0
	ZIII	1,57	0
	Megalopa	837,55	0
Família Pinnotheridae			
<i>Pinnixa gracilipes</i>	ZI	3,04	0
	ZII	4,69	0
Família Portunidae			
Portunidae1	ZI	0,25	89,70
	ZII	0	14,55
Família Sesarmidae			
<i>Armases rubripes</i>	ZI	15,22	22,96
	ZII	3,30	5,75
	ZIII	0,76	1,65

<i>Armases</i> sp.	ZI	3,17	15,95
	ZII	0,25	1,49
	ZIII	0	1,45

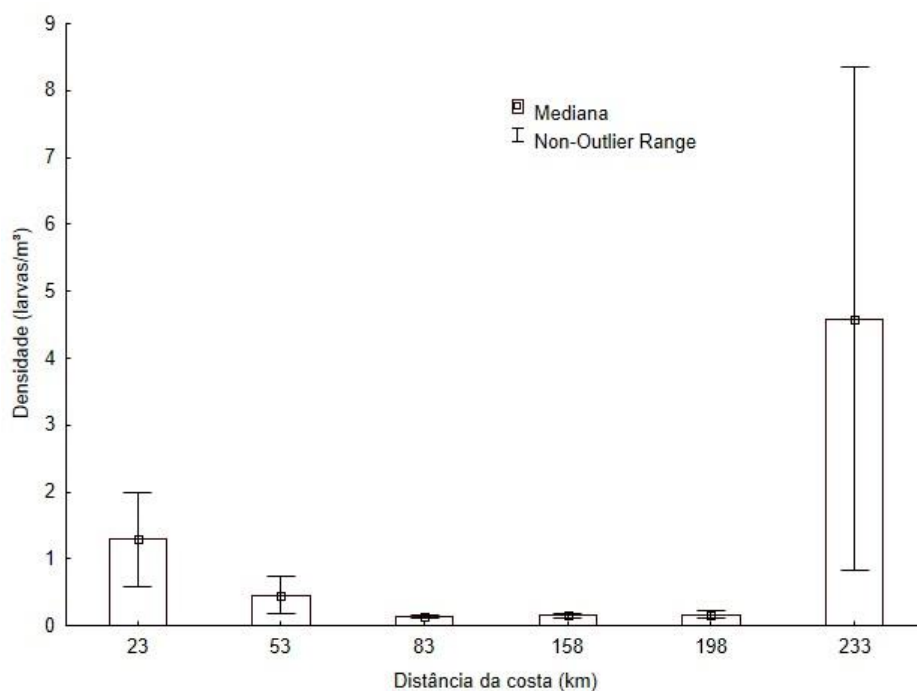
Para a densidade total de larvas, não houve diferença significativa em relação às medianas entre os meses de maior (maio) e menor (outubro) precipitação (KW = 0,1026; $p=0,7488$) (figura 5). No entanto, quando testada a densidade larval para cada espécie em relação aos meses, foi verificado que *P. gracilis* (KW= 7,1739; $p=0,0074$) e de *P. lacustris* (KW= 9,4661; $p=0,0021$) apresentaram diferenças entre outubro e maio.

Figura 5 – Densidade das larvas de Brachyura em relação aos meses na Plataforma Continental do Amazonas



Não foi possível observar uma relação entre densidade e distância da costa, pois não houve diferenças na densidade geral entre os locais amostrados (KW=8,4615 e $p= 0,1326$) (figura 6), nem entre a densidade das famílias.

Figura 6—Densidade das larvas de Brachyura em relação à distância da costa na Plataforma Continental do Amazonas



Fonte: Autoria própria, 2018.

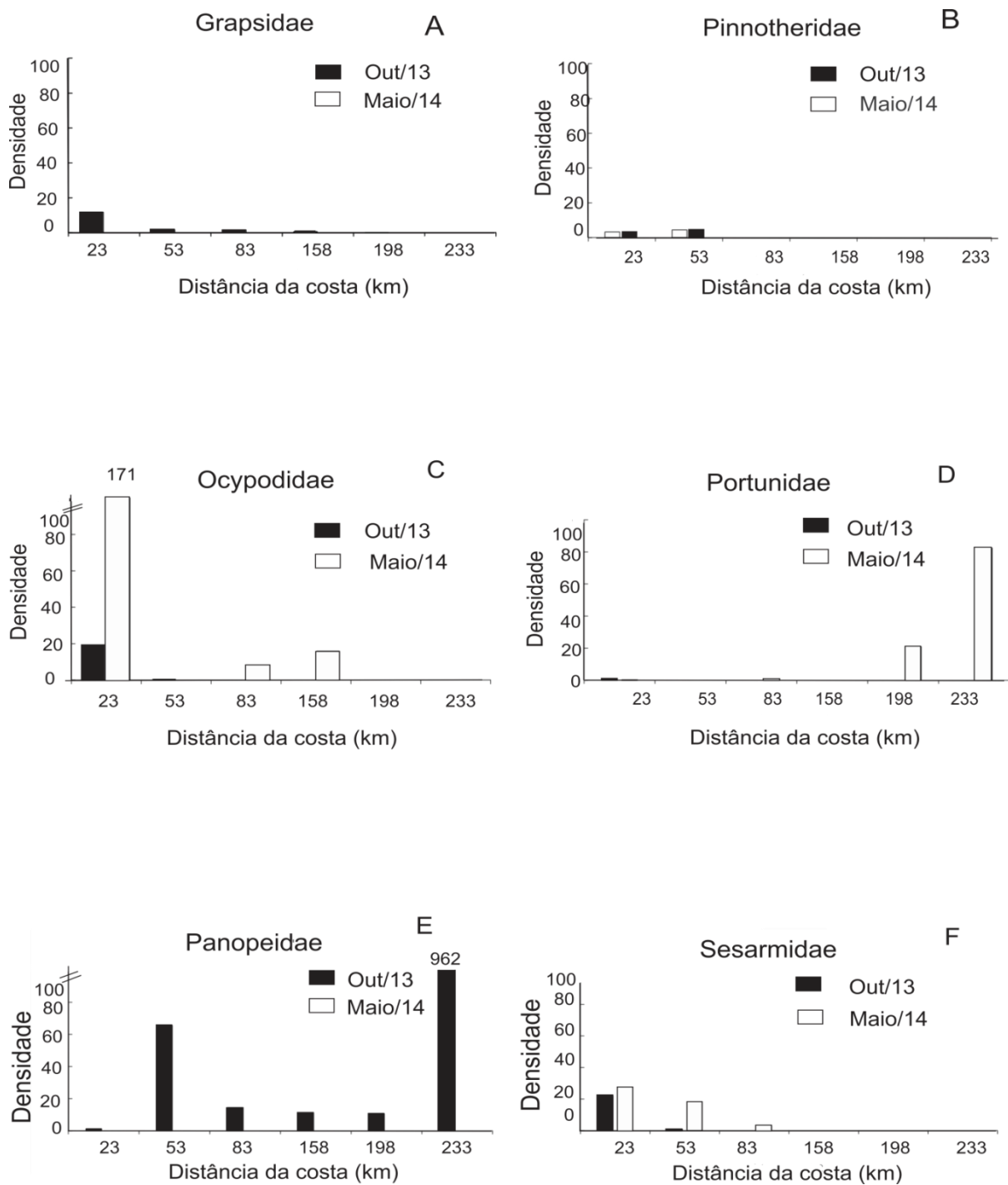
No entanto, quando feita uma análise para cada família separadamente foi possível observar padrões de distribuição ao longo da costa, onde Pinnotheridae (figura 7B) e Sesarmidae (figura 7F) não apresentaram grande dispersão, ficando sempre até 83 km (ponto 3).

Por outro lado, Grapsidae (figura 7A) e Ocypodidae (figura 7C) tiveram uma maior dispersão, ocorrendo até 158 km (ponto 4).

A família Portunidae (figura 7D), ocorreu exclusivamente em locais mais afastados da costa, tendo grande ocorrência em 198 (ponto 5) e 233 km (ponto 6) da costa, baixa ocorrência em 23 (ponto 1) e 83 km, não sendo encontrada em 53 e 158 km.

A família Panopeidae (figura 7E), por sua vez, ocorreu em todos os locais de coleta, sugerindo estratégia de reprodução contínua, porém apresentando maior densidade nos locais mais afastados da costa. Em 233 km da costa foi encontrado um número muito relevante de megalopa.

Figura 7 – Densidade larval (ind./100m³) das famílias de Brachyura em relação à distância da costa na Plataforma Continental do Amazonas.



5 DISCUSSÃO

Na PCA, a temperatura segue o padrão encontrado em regiões tropicais, apresentando variações mínimas ao longo dos meses analisados e, portanto, pareceu não influenciar na distribuição espacial da densidade larval das espécies.

Já em relação a clorofila-*a*, os maiores valores apresentaram-se mais próximos à costa e os menores na região oceânica, o que já foi reportado por Neumann-Leitão *et al.* (2018), formando uma gradiente costeiro-oceânico. Isso ocorre possivelmente pela influência da descarga do Rio Amazonas, a água despejada na PCA possui temperaturas relativamente altas, características de uma pluma estuarina (Geyer *et al.* 1996), e muito material em suspensão (Nittrouer *et al.* 1986), gerando um crescimento da população de fitoplâncton devido a carga de nutrientes existente, por consequência, aumentando a concentração de clorofila-*a*.

Em direção ao oceano, a descarga possui cada vez menos influência nas águas, diminuindo, portanto, a concentração de clorofila-*a*. Sendo assim, ao longo da PCA, a concentração de clorofila-*a* é atenuada por meio do processo de diluição do aporte de água doce pelas águas oceânicas, que são salinas e muito pobres em nutrientes.

A densidade total de larvas não diferiu entre os meses de maior (outubro) e menor (maio) salinidade e nem apresentou diferenças quanto à distância da costa. Já em relação às famílias, Grapsidae e Panopeidae mostraram um padrão de reprodução no período de menor precipitação (outubro) e não ocorreram no período de maior precipitação (maio), o que sugere que estas larvas estão mais aptas a ambientes com alta salinidade, visto que possuem uma boa osmorregulação (Forward 1982), além de se metamorfosear mais rapidamente em águas estuarinas de baixa salinidade (Fitzgerald *et al.* 1998).

No que se refere a densidade larval, o agrupamento de várias espécies pode mascarar a relação destas com os meses analisados, visto que as famílias apresentam comportamentos diferentes. Apesar de não apresentarem diferenças entre os locais, foi possível observar padrões de distribuição desses grupos ao longo da Plataforma Continental.

Verificou-se que larvas de Pinnotheridae ocorreram somente até o ponto 2 e Sesarmidae até o ponto 3, visto que esse último apresenta uma tendência de invadir ambientes de água salobra, água doce e semi terrestre, são eurialinos com forte características osmorreguladoras

(Charmantier *et al.* 2002) e possuem diferentes graus de dependência a águas costeiras, o que mostra que essas espécies não dispersam suas larvas por grandes distâncias.

Diferente da família Ocypodidae que ocorreu até o ponto 4, e Portunidae que apresentou maior densidade de larvas nos pontos 5 e 6, indicando que sua densidade está relacionada a salinidade mais elevada para completar seu desenvolvimento, sendo exportadas para as águas oceânicas, onde encontram condições favoráveis, ocorrendo até mais de 250 km da costa.

Todas as espécies encontradas apresentaram estágio de Zoea I, indicando que a reprodução ocorre dentro da Plataforma, e a ausência de zoea posteriores a esta, sugere um comportamento migratório. A presença de outros estágios zoea posteriores de *Panopeus lacustris*, *Pinnixia gracilipes* e *Armases* sp., por exemplo, indica que larvas dessas espécies são retidas no ambiente e se desenvolvem no próprio sistema.

Algumas espécies que foram encontradas apenas no estágio de zoea I, como é o caso de *Pachygrapsus gracilis* e *Persephona* sp., por exemplo, podem possivelmente realizar retenção larval, que consiste na não migração para as águas costeiras ou marinhas e completam seu desenvolvimento dentro do próprio estuário, e seus outros estágios de desenvolvimento podem não terem sido capturados devido à migração vertical na coluna d'água, haja vista que a amostragem ocorreu na maré vazante, e que durante essa fase algumas larvas podem migrar para águas profundas.

Dessa forma, nota-se que a composição, o comportamento e a densidade das larvas de Brachyura na PCA são diversificados, com espécies adotando diversos tipos de comportamento para melhor adaptação e evolução em um ambiente de grande energia. Os fatores ambientais aqui analisados assim como a distância da costa são de extrema importância para entender a distribuição desses organismos e como se portam frente a essas variáveis.

6 CONCLUSÃO

Percebe-se que o padrão de dispersão das larvas de *Brachyura* é bastante diversificado, o que indica grande maleabilidade de mecanismos de adaptação frente a um ambiente tão inconstante.

Devido à não correlação das variáveis estudadas com a densidade total de larvas, fez-se necessário analisar cada família, o que demonstrou ser mais eficaz, haja vista que Grapsidae e Panopeidae apresentaram correlação significativa.

Este estudo contribuiu para o conhecimento da dispersão, da estrutura e do desenvolvimento larval, assim como quais variáveis ambientais influenciaram mais fortemente a distribuição das espécies na Plataforma Continental do Amazonas, que fatores são de grande relevância para a melhor compreensão da dinâmica e do ciclo de vida destes crustáceos na região. Desse modo, todos os objetivos propostos inicialmente foram alcançados.

REFERÊNCIAS.

- Ahyong S. T., Alonso M., Bamber R. N., Boxshall G. A., Castro P., Lowry J. K., Meland K. 2011. Subphylum crustacea brünnich, 1772. *Zootaxa*, **3148**: 165-191.
- Almeida A. O., Anker A., Mantelatto F. L. M. 2014. A new snapping species of the shrimp genus *Typton* Costa, 1844 (Decapoda: Palaemonidae) from the coast of São Paulo, southeastern Brazil. *Zootaxa*, v. 3835, n. 1, p. 110-120.
- Alvares C. A., Goncalves J. L. M.; Sentelhas P. C.; Stape J. L. 2013. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, **113**(3-4): 407-427, Aug.
- Alves D. F. R., Cobo V. J., Melo G. A. S. 2006. Extension of the geographical distribution of some brachyuran and porcellanid decapods (Crustacea) to the coast of the State of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 4, p. 280-283.
- Anger K. 1991. Effects of temperature and salinity on the larval development of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (Decapoda: Grapsidae). *Marine Ecology Progress Series*, **72**: 103-110.
- Anger K. 2003. Salinity as a key parameter in the larval biology of decapod crustaceans. *Invertebrate Reproduction and Development*, **43**(1):29-45,
- Anger K. 1996. Salinity tolerance of the larvae and first juveniles of a semi terrestrial grapsid crab, *Armases miersii* (Rathbun). *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, **202** : 205-223.
- Anger K. 2001. *The biology of decapod crustacean larvae*. Lisse, Balkema.
- Anger K., Bakker C., Fernandes L. L. M.; Montú M. 1990. Larval development of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Decapoda: Ocypodidae) reared in the laboratory. *Meeresforschung*, v. 32, p. 276-294.
- Anger K., Püschel C., Riesebeck K. 2000. Effects of salinity on larval and early juvenile growth of an extremely euryhaline crab species, *Armases miersii* (Decapoda: Grapsidae). *Hydrobiologia*, 426 (1) :159-166.
- Anger K., Bas C., Ismael D., Luppi T., Spivak E. 1994. Hatching rhythms and dispersion of decapod crustacean larvae in a brackish coastal lagoon in Argentina. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, **48**: 445-466.
- Anger K., Bas C., Ismael D., Luppi T., Spivak E. 2008. Larval salinity tolerance of the South American salt-marsh crab, *Neohelice* (*Chasmagnathus*) *granulata*: physiological constraints to estuarine retention, export and reimmigration. *Helgol. Mar. Res.*, [s.l.], v. 62, p. 93-102,
- Badylak S., Philips E. J. 2008. Spatial and temporal distributions of zooplankton in Tampa Bay, Florida, including observations during a HAB event. *Journal of Plankton Research*, [s.l.], v. 30, n. 4, p. 449-465.
- Boltovsko Y D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y metodos de trabajos com el zooplancton mariño*. Mar del Plata, INIDEP, p. 936.

- Brandão M. C., Freire A. S., Macedo-Soares L. C. P., Stumpf L. 2011. Spatial and temporal distribution of brachyuran crab larvae in Ibiraquera Lagoon, southern Brazil. **Panamjas**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 16-27.
- Calef G. W., Grice G. D. 1967. Influence of the Amazon River outflow on the ecology of the western Tropical Atlantic. II. Zooplankton abundance, copepod distribution, with remarks on the fauna of the low-salinity areas. **Journal of Marine Research**, [s.l.], v. 25, n. 1, p. 84-94.
- Carvalho A. C. O., Cavalcante M. S., Dias F. J. S., Eschrique S.A., Lefèvre N., Marins R. V., Rezende C. E. 2017. Air-sea CO₂ fluxes for the Brazilian northeast continental shelf in a climatic transition region. **Journal of Marine Systems**, [s.l.], v. 173, p. 70–80.
- Castro B. M., Lorenzetti J. A., Miranda L. B., Silveira I. C. A. 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: Rossi-Wongtschowski C. L. D. B., & Madureira L. S. P. *O Ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil*, São Paulo, EDUSP. p. 11-120.
- Charmantier G., Anger K., Charmantier-Daures M., Giménez M. 2002. Ontogeny of osmoregulation, physiological plasticity and larval export strategy in the grapsid crab *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Decapoda). **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 229, p. 185-194.
- Christy J.H. 1982. Adaptive significance of semi lunar cycles of larval release in fiddler crabs (genus *Uca*): Test of a hypothesis. **Biological Bulletin**, [s.l.], v. 163, p. 251-263.
- Cieluch U., Anger K., Aujoulat F., Buchholz F., Charmantier-Daures M., Charmantier G. 2004. Ontogeny of osmoregulatory structures and functions in the green crab *Carcinus maenas* (Crustacea, Decapoda). **Journal of Experimental Biology**, [s.l.], v. 207, p. 325-336.
- Cobo V. J., Freire F. A. M., Martins I. A., Pinheiro A. P. 2002. Range extension of the geographic distribution of lobsters (Palinuroidea) and crabs (Xanthoidea) in Brazilian coast. **Nauplius**, [s.l.], v. 10, n. 2, p. 155-158.
- Costlow J. D., Bookhout C. G., Monroe R. 1960. The Effect of salinity and temperature on larval development of *Sesarma cinereum* (Bosc) reared in the laboratory. **The Biological Bulletin**, [s.l.], v. 118, n. 2, p. 183-202.
- Dagg M., Benner R., Lawrence D., Lohrenz S. 2004. Transformation of dissolved and particulate materials on continental shelves influenced by large rivers: plume processes. **Continental Shelf Research**, [s.l.], v. 24, p. 833-858.
- Dittel A. I., Epifanio C. E. 1990. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in a tropical mangrove system, Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, [s.l.], v. 65, p. 25-34.
- Ehlinger G. S., Tankersley R. A. 2004. Survival and development of horseshoe crab (*Limulus polyphemus*) embryos and larvae in hypersaline conditions. **Biol. Bull.**, [s.l.], v. 206, p. 87-94.
- Fernandes L. D. A., Bonecker S. L. C., Valentin J. L. 2002. Dynamic of decapod crustacean larvae on the entrance of Guanabara Bay. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s.l.], v. 45, p. 491-498.

- Ffield A. 2007. Amazon and Orinoco River plumes and NBC Rings: Bystanders or participants in Hurricane events?. **Journal of Climate**, [s.l.], v. 20, p. 316-333.
- Ffield A. 2005. North Brazil current rings viewed by TRMM Microwave Imager SST and the influence of the Amazon Plume. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, [s.l.], v. 52, p. 137-160.
- Fitzgerald T. P., Forward R. B., Tankersley R. A. 1998. Metamorphosis of the estuarine crab *Rhithropanopeus harrisi*: effect of water type and adult odor. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], n. 165, p. 217-223.
- Forward R. B., Cronin T. W., Lohmann K. 1982. Rhythms in larval release by an estuarine crab (*Rhithropanopeus harrisi*). **Biological Bulletin**, [s.l.], v. 163, p. 287-300,
- Fransozo A., Cuesta J. A., Negreiros-Fransozo M. L. 1998. The first zoeal stage of two species of Grapsidae (Decapoda Brachyura) and a key to such larvae from the Brazilian coast. **Crustaceana**, [s.l.], v. 71, p. 331-343.
- Gabioux M., Paiva A. M., Vinzon S. B. 2005. Tidal propagation over fluid mud layers on the Amazon shelf. **Continental Shelf Research**, [s.l.], v. 25, p. 113-125.
- Geyer W. R., Beardsley R. C., Candela J., Castro B., Johns W. E., Lentz S. J., Limeburner R., M., Soares I. D. 1996. Physical oceanography of the Amazon shelf. **Continental Shelf Research**, [s.l.], v. 16, p. 575-616.
- Giménez L., Anger K. 2001. Relationships among salinity, egg size, embryonic development, and larval biomass in the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, [s.l.], v. 260, p. 241-257.
- Hamasaki K., Dan S., Kitada S., Sugizaki M. 2009. Effect of temperature on survival and developmental period of coconut crab (*Birgus latro*) larvae reared in the laboratory. **Aquaculture**, [s.l.], v. 292, p. 259-263
- Hsueh P. W. 1991. Seasonal occurrence and abundance of brachyuran larvae in a coastal embayment of Central California. **J. Crust. Biol.**, [s.l.], v. 11, n. 4, p. 546-552.
- Humborg C. 1997. Primary productivity regime and nutrient removal in the Danube estuary. **Estuarine and Coastal Marine Science**, [s.l.], v. 45, p. 579-589.
- Ismael D., Moreira G. S. 1997. Effect of temperature and salinity on respiratory rate and development of early larval stages of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, [s.l.], v. 118-A, n. 3, p. 871-876.
- Jackson T. D., Giménez L., Torres G. 2014. Survival and development of larvae of two decapod crustaceans under limited access to prey across a thermal range. **Journal of Plankton Research**, [s.l.], p. 1-12.
- Lárez M. B., Bolaños C. J., Palazón-Fernández J. L. 2000. The effect of salinity and temperature on the larval development of *Mithrax caribbaeus* Rathbun, 1920 (Brachyura, Majidae) reared in the laboratory. **J. Plankton Res.**, [s.l.], v. 22, n. 10, p. 1855-1869.

- Lopes R. M. 1994. Zooplankton distribution in the Guaraú River estuary (South Eastern Brazil). **Estuarine Coastal Shelf Science**, [s.l.], v. 39, p. 287–302.
- Luppi T. A., Bas C. C., Spivak E. D. 2003. The effects of temperature and salinity on larval development of *Armases rubripes* Rathbun, 1897 (Brachyura, Grapsoidea, Sesarmidae), and the southern limit of its geographical distribution. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [s.l.], v. 58, n. 3, p. 575-585.
- Martinelli J. M., Isaac V. J. 2001. A report on the marine crab *Planes cyaneus* Dana (Brachyura, Grapsidae) in Caeté Bay, Bragança, Pará, Brazil. **Nauplius**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 69-70.
- McConaughy J.R. 1988. Export and reinvasion of larvae as regulators of estuarine decapod populations. In: 3^o American Fisheries Society Symposium. **The biodiversity crisis and crustacean**, p. 90-103.
- Melo G. A. S. 1996. **Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro**. São Paulo: Plêiade.
- Melo G. A. S., Bertini G., Fransozo A. 2000. Occurrence of the pacific species *Pilumnoides perlstus* (Poeppig, 1836) in the southeastern Brazilian coast. **Nauplius**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 89-91,
- Moller G. S. F., Kampel M., Novo E. M. L. M. 2010. Space-time variability of the Amazon River plume based on satellite ocean color. **Continental Shelf Research**, [s.l.], v. 30, p. 342-352.
- Morgan S.G. 1987. Adaptive significance of hatching rhythms and dispersal patterns of estuarine crab larvae: avoidance of physiological stress by larval export? **J. Experimental Marine Biology and Ecology**.
- Müller-Karger F. E., McClain C. R., Richardson P. 1988. The dispersal of Amazon's water. **Nature**, [s.l.], v. 333, p. 56-59.
- Müller-Karger, F. E., McClain, C. R., Richardson, P. 1988. The dispersal of Amazon's water. **Nature**, [s.l.], v. 333, p. 56-59.
- Müller-Karger F. E., McGillicuddy D., Richardson P. L. 1995. On the offshore dispersal of the Amazon's Plume in the North Atlantic: Comments on the paper by A. Longhurst, "Seasonal cooling and blooming in tropical oceans". **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, [s.l.], v. 42, n. 11-12, p. 2127-2131.
- Ng P. K. L., Davie P. J. F., Guinot D. 2008. Systema Brachyurorum. Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **Raffles Bulletin of Zoology**, [s.l.], v. 17, p. 1-286.
- Nittrouer C. A., Demaster D. J. and Kowsmann R. O., Kuehl S. A. 1986. The Deltaic nature of Amazon shelf sedimentation. **Geological Society of America Bulletin**, [s.l.], v. 97, p. 444-458.
- Nittrouer C. A., Demaster D. J. 1996. The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. **Continental Shelf Research**, [s.l.], v. 16, p. 553-557.

Nittrouer C. A., Demaster D. J., Figueiredo A. G., Rine, J. M. 1991. Amassed: An Interdisciplinary Investigation of a Complex Coastal Environment. **Oceanography**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 3-7.

Nittrouer C. A., Faria L. E. C., Figueiredo A. G., Kuehl S.A., Sternberg R. W. 1995. An introduction to the geological significance of sediment transport and accumulation on the Amazon continental shelf. **Marine Geology**, [s.l.], v. 125, p. 177-192.

O'Connor N. J., Epifanio C. E. 1985. The effect of salinity on the dispersal and recruitment of fiddler crab larvae. **Journal of Crustacean Biology**, [s.l.], v. 5, n.1, p. 137-145.

Oltman R. E. 1968. *Reconnaissance investigations of the discharge and water quality of the Amazon river*. Washington U.S., p. 1-16. (Geological Survey, 552).

Pohle G. W., Fransozo A., Mantellato F. L. M., Negreiros-Fransozo M. L. 1999. Larval Decapoda (Brachyura). In: Boltovskoy D. (Ed.). *South Atlantic Zooplankton*. Leiden, Backhuys, v. 2, p. 1281-1351.

Ramos-Porto M., Acioli F. D., Cabral E., Santos M. C. F., Torres M. F. A., Viana G. F. S. 2000. Registers of two species of Crustacea Decapoda Brachyura in Brazilian waters. **Nauplius**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 169-171.

Rao V. B., Hada K. 1990. Characteristics of rainfall over Brazil: Annual variations and connections with the Southern Oscillation. **Theoretical and Applied Climatology**, [s.l.], v. 42, p. 81-91.

Rios-Jara E. 1998. Spatial and temporal variations in the zooplankton community of Phosphorescent Bay, Puerto Rico. **Estuarine Coastal Shelf Science**, [s.l.], v. 46, p. 797-809.

Rodrigues M. D., Hebling, N. J. 1989. *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. **Revista Brasileira de Zoologia**, [s.l.], v. 6, p. 147-166.

Rodriguez A., Jones D. A. 1993. Larval development of *Uca tangeri* (Eydoux, 1835) (Decapoda: Ocypodidae) reared in the laboratory. **Journal of Crustacean Biology**, [s.l.], v. 13, p. 309-321.

Saint Pierre Bernadin de. 2018. A natureza é grande nas coisas grandes, e grandíssima nas pequeninas. *Quem disse*. Disponível em: <https://quemdisse.com.br/frase/a-natureza-e-grande-nas-coisas-grandes-e-grandissima-nas-pequeninas/14292/>. Acesso em: 5 nov. 2018.

Saint-Brisson S. C. 1999. Noções de biologia e ecologia dos camarões peneídeos. In: Saint-Brisson S. C. *Cultivo de camarões marinhos*. Rio de Janeiro, Ed. illustration info & graph, p. 5-46.

Schwamborn R., Ekau W., Silva A. P., Silva T. A., Neumann-Leitão S., Saint-Paul U. 2001. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá estuarine system, Brazil. **Tropical Oceanography**, [s.l.], v. 29, n. 1, p. 1-17.

Seidel M., Carpenter E. J., Dittmar T., Gomes H. R., Krusche A. V., Medeiros P. M., Richey J. E., Yager P. L.; Ward N. D. 2015. Molecular-level changes of dissolved organic matter along the Amazon River-to-ocean continuum. **Marine Chemistry**, [s.l.], v. 177, p. 218-231.

Silva A. C., Araújo M., Bourlès B. 2007. Seasonal variability of the Amazon River plume during REVIZEE Program. **Tropical Oceanography**, [s.l.], v. 1, p. 1-22.

Silva A. C., Araújo M., Bourlès B. 2005. Variabilidade sazonal da estrutura de massas de água na Plataforma Continental do Amazonas. *Revista Brasileira de Geofísica*, **23** (2) : 145-157.

Silva A. C., Araújo M., Pinheiro L. S. 2007. Caracterização Hidrográfica da Plataforma Continental do Maranhão a partir de Dados Oceanográficos Medidos, Remotos e Modelados. **Revista Brasileira de Geofísica**, [s.l.], v. 25, n. 3, p. 281-294.

Silva A. C., Araújo M. C., Bourlès B., Santos M. L. S. 2009. Observações hidrológicas e resultados de modelagem no espalhamento sazonal e espacial da pluma de água Amazônica. **Acta Amaz.**, [s.l.], v. 39, p. 361-370.

Silva E., Calazans N., Peixoto S., Soares M., Soares R., 2010. Effect of salinity on survival, growth, food consumption and haemolymph osmolality of the pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967). **Aquaculture**, [s.l.], v. 306, p. 352-356.

Siqueira G. W. & Aprile F. M. 2012. Distribuição de mercúrio total em sedimentos da Plataforma Continental Amazônica-Brasil. *Acta Amazonica*, **42** (2): 259-268.

Souza A. S., Abrunhosa F. A., Costa R. M. 2013. Comparative morphology of the first zoea of twelve brachyuran species (Crustacea: Decapoda) from the Amazon region. **Zoologia**, [s.l.], v. 30, n. 3, 273-290.

Subramaniam A., Björkman K., Capone D. G., Carpenter E. J., Cooley S., Kustka A., Mahaffey C., Montoya J. P., Sañudo-Wilhelmy S. A., Shipe R., Yager P. L. 2008. Amazon River enhances diazotrophy and carbon sequestration in the tropical North Atlantic Ocean. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s.l.], v. 105, p. 10460-10465.

Targino S. G., Campos C. E. C., Cedca M., Macedo G. D., Silva M. B. 2001. First Record of the mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Brachyura: Grapsidae) in Atol das Rocas, Brazil. **Nauplius**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 169-170.

Tavares M. & Santana W. 2015. A new genus and two new species of hymenosomatid crabs (Crustacea: Brachyura: Hymenosomatidae) from the southwestern Atlantic and eastern Australia. *Zootaxa*, **3905** (1): 91-106.

Vale Jones. [Mapas]. Destinatário: Aliny Tavares. Belém, 12 set. 2017. 1 e-mail.

Wisner K. F., Gelfman C., Gowing M. M. 1998. Mesozooplankton biomass in the upper 1000m in the Arabian Sea: Overall seasonal and geographic patterns, and relationship to oxygen gradients. **Deep-Sea Research**, [s.l.], v. 2, n. 45, p. 2405-2432.

Zar J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3. ed. New Jersey, Prentice Hall.