



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

COMUNIDADE DE HIDROMEDUSAS EM UM GRADIENTE COSTEIRO-OCEÂNICO NA PLATAFORMA AMAZÔNICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

PATRÍCIA COUTINHO MÜLLER

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

Belém

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

COMUNIDADE DE HIDROMEDUSAS EM UM GRADIENTE COSTEIRO-OCEÂNICO NA PLATAFORMA AMAZÔNICA

Trabalho apresentado por:

PATRÍCIA COUTINHO MÜLLER

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

Belém

2018

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

C871c Coutinho Müller, Patrícia
Comunidade de hidromedusas em um gradiente costeiro-oceânico na Plataforma Amazônica /
Patrícia Coutinho Müller. — 2018
xv, 38 f. : il. color

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Oceanografia, Instituto de
Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
Orientação: Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho

1. Zooplâncton. 2. Cnidaria. 3. Pluma estuarina. I. Martinelli Filho, José Eduardo , *orient.* II. Título

CDD 578.77



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

**COMUNIDADE DE HIDROMEDUSAS EM UM GRADIENTE
OCEÂNICO NA PLATAFORMA AMAZÔNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:
PATRÍCIA COUTINHO MÜLLER

Como requisito parcial à obtenção do Grau de bacharel em OCEANOGRAFIA

Data de aprovação: 25/07/2018

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho – Orientador
Instituto de Geociências – UFPA
Doutor em Oceanografia – USP

Prof. Dra. Xiomara Franchesca Garcia Diaz – Membro
Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos – UFPA
Doutora em Oceanografia – UFPE

Dra. Leiliane Souza da Silva – Membro
Instituto de Ciências Biológicas – UFPA
Doutora em Ecologia Aquática e Pesca – UFPA

À minha família, que sempre me
incentivou e acreditou muito em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me abençoar todos os dias e guiar os meus passos.

Aos meus pais, Carlos e Zuila, e meu irmão Daniel, por serem meu porto seguro e por tanto amor e carinho que sempre tivemos uns com os outros.

A tia Lúcia, tio Eduardo, Érika, Isabel e Rafael que me acolheram em sua casa durante o período de aulas na UFPA, e ao Gustavo, que mesmo sem ter nascido ainda, já nos trouxe tanta alegria.

A minha tia Ivete que sempre me deu incentivo e muito amor.

Ao tio Pedro, tia Shirley, Daphne e Edmundo por todo o suporte dado, principalmente durante o Ensino Fundamental.

A tia Naná pelos ensinamentos e suporte dado desde sempre.

A TODA a minha família Coutinho e Müller, que é maravilhosa e tão grande que precisaria de várias páginas para agradecer cada um.

Aos amigos incríveis da turma de oceanografia 2014: Cássia, Felps, Lucas, Jacque, Artur, Marcos, Yago, Suicy, Léo, Matheus, JP, Alan, Ivson, Débora Souza, Herbert, Fabrício e Gabi por todas as viagens, passeios, brincadeiras e ensinamentos. Eu não poderia ter tido uma turma melhor.

Ao meu orientador, José Eduardo Martinelli Filho, pela orientação, confiança no meu potencial e pelas oportunidades dadas.

Ao professor Eduardo Tavares Paes, por permitir que eu trabalhasse com material do projeto INCT.

A Micaela, pela ajuda com os dados e por repassar o conhecimento e o material que tinha.

A professora Xiomara Garcia, pela ajuda com a identificação de algumas espécies de hidromedusas e pelas informações que contribuíram com o meu trabalho.

A incrível equipe do Laboratório de Oceanografia Biológica: Arnaldo, Barba, May, Paulinha, Rose, Simi, Stéfany, Denys, Thayane, Léo, Gabriel, Adrielle, Yago, Haresson, Thuareag, Vanessa, Dai e Ingrid pelas risadas e por tornarem o laboratório um lugar melhor.

Especialmente Diego e Alysson pelo incentivo e apoio dado a mim durante a execução deste trabalho.

A Duda, por toda diversão, conversas e apoio dado durante as minhas crises de ansiedade.

Ao Dan, por ser uma das melhores companhias, por se preocupar comigo e me ajudar de todas as formas possíveis. Não existem palavras o suficiente para descrever a importância que teve esse ano.

A Jady, Gustavo, Elyza, Cláudia, Alessandro, Alberto, Fernanda e Matheus, por toda diversão, conversa e momentos que compartilhamos juntos nesses últimos anos.

A Vanessa, pela companhia, por cuidar muito bem de mim, proporcionar sempre muita alegria e tornar o meu lar um lugar melhor.

Ao Gabriel, por ser um namorado incrível e não somente por confiar no meu potencial, mas por fazer com que eu também confie. Por todo amor, carinho e momentos maravilhosos que me proporcionou. E à sua família linda que me recebeu de braços abertos.

Obrigada a todos! Sem vocês nada disso seria possível!

“O que sabemos é uma gota;
O que ignoramos é um oceano. ”
- Isaac Newton

RESUMO

As hidromedusas são componentes importantes no ambiente pelágico e são conhecidas por sofrerem influência de variáveis abióticas como a salinidade e temperatura da água. Este estudo analisou a comunidade de hidromedusas da região da Plataforma Continental Amazônica (PCA) e sua variação espaço-temporal. A amostragem foi realizada ao longo de um transecto perpendicular à linha de costa com seis estações, partindo da Ilha de Marajó até a plataforma, onde ocorreram coletas trimestrais desde o mês de abril de 2013 até janeiro de 2015, totalizando oito campanhas realizadas através do projeto INCT AmbTropic. O zooplâncton foi coletado através de arrastos oblíquos com uma rede plâncton de 200 μ m e um fluxômetro acoplado e as variáveis abióticas temperatura ($^{\circ}$ C), salinidade, concentração de clorofila-*a* (μ g/L) e pH foram medidas com uma sonda CTD. As hidromedusas foram contadas e identificadas ao menor nível taxonômico com o auxílio de um estereomicroscópio e literatura adequada. Foi determinada a densidade total (org/m³), densidade relativa (%), frequência de ocorrência (%), riqueza, diversidade específica, dominância e equitabilidade dos indivíduos. Para evidenciar padrões, foi realizada uma análise de agrupamento hierárquico. Para verificar relações entre as variáveis ambientais, sazonalidade e os táxons foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (ACC). No total, foram identificados 34 táxons de hidromedusas e *Liriope tetraphylla* representou 91,76% da comunidade na região da PCA. Foi possível observar que a distribuição dos organismos com maiores frequências de ocorrência está relacionada principalmente a pluma estuarina e ao gradiente costa-oceano formado, seguindo um padrão de maiores densidades de indivíduos e riqueza de espécies nas estações mais próximas a costa, com uma diminuição em direção ao oceano. Como a temperatura não apresentou grandes variações no gradiente costeiro-oceano, a salinidade foi a principal variável que condicionou a ocorrência distribuição da maioria dos indivíduos. A sazonalidade não apresentou grande influência sobre a comunidade de hidromedusas, apesar de que o período chuvoso apresentou valores de densidade levemente maiores que o período seco.

Palavras-chave: Zooplâncton. Cnidaria. Pluma estuarina.

ABSTRACT

Hydromedusae are important components in the pelagic environment, which are influenced by abiotic variables such as salinity and water temperature. This study analyzed the hydromedusae community from the Amazonian Continental Shelf (ACS) region and its spatial and temporal variation. Sampling was carried out along a perpendicular transect to the coastline with six stations, where quarterly samplings occurred from April 2013 to January 2015, totalizing eight campaigns carried out through the INCT AmbTropic project.. Zooplankton was collected in oblique trawls with a 200 μ m net and a flowmeter coupled and the abiotic variables temperature ($^{\circ}$ C), salinity, chlorophyll-*a* concentration (μ g/L) and pH were measured with a CTD probe. The hydromedusae were counted and identified at the lowest taxonomic level with the aid of a stereomicroscope and adequate literature. Total density (org/m³), relative density (%), frequency of occurrence (%), richness, specific diversity, dominance and equitability of individuals were determined. A hierarchical grouping analysis was performed to evidence patterns. A Canonical Correspondence Analysis (CCA) was performed to verify the relationship between environmental variables, seasonality and taxa. In total, there were 34 taxa of hydromedusae identified. *Liriopse tetraphylla* accounted for 91.76% of the community in the ACS region. The coast-ocean gradient influenced the hydromedusae community, which followed the pattern of higher individual densities and species richness in the stations closest to the coast, presenting a decrease toward the ocean. As the temperature did not show large variations in the coast-ocean gradient, salinity was the main variable that conditioned most individuals' distribution. Seasonality did not presented considerable influence in the hydromedusae community, although the rainy season presented slightly higher values of density than the dry season.

Keywords: Zooplankton. Cnidaria. Estuarine plume.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1- Mapa de províncias bioecográficas da América do Sul pertencentes ao sistema de Ecorregiões Marinhas do Mundo evidenciando a Plataforma Norte Brasileira (retângulo preto)..... 3
- Figura 2 - Localização da área de estudo. Oceano Atlântico, costa Norte do Brasil. Estações de coleta: E1= estação 1; E2: estação 2; E3: estação 3; E4: estação 4; E5: estação 5; E6: estação 6. 9
- Figura 3 - Média da densidade de hidromedusas, temperatura, Salinidade, concentração de Clorofila-a nas estações seis estações de coleta amostradas na Plataforma Continental Amazônica. 15
- Figura 4 -Frequência de ocorrência dos táxons de hidromedusas mais frequentes (>10%) na Plataforma Continental Amazônica..... 18
- Figura 5 - Gráficos das médias de riqueza (A); Dominância de Simpson (B); Diversidade de Shannon (C); e Equitabilidade de Pielou (D) referentes à comunidade de hidromedusas em cada cruzeiro realizado na Plataforma Continental Amazônica. 20
- Figura 6 - Gráfico da curva de rarefação de espécies, com um esforço amostral de 100 amostras). S: riqueza média estimada de espécies. S ICL sup: limite superior com intervalo de confiança de 5%; S ICL inf: limite superior com intervalo de confiança de 5%. 21
- Figura 7 - Gráfico de estimadores de riqueza para o número de amostras do presente estudo, com comparação entre quatro estimadores de riqueza: Chao 1, Chao 2, Jacknife 1 e Jacknife 2. 21
- Figura 8 - Dendrograma da análise hierárquica aglomerativa (cluster) no modo R com base na densidade (org/m³) dos táxons de hidromedusas encontrados na região da Plataforma Continental Amazônica..... 22

- Figura 9 - Dendrograma da análise hierárquica aglomerativa (cluster) no modo Q com base na densidade (org/m³) dos táxons de hidromedusas das amostras coletadas na região da Plataforma Continental Amazônica.23
- Figura 10 - Diagrama de ordenação da ACC com base na densidade (org. /m³) dos táxons de hidromedusas e as variáveis ambientais. T: temperatura; S: salinidade; Cla: clorofila-a. Os triângulos em vermelho representam o período seco e os quadrados pretos representam o período chuvoso.24

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Localização das seis estações de coleta do transecto no Oceano Atlântico. DC: Distância da Costa. 10
- Tabela 2 - Variáveis ambientais dos cruzeiros realizados na Plataforma Continental Amazônica no período seco. T: temperatura; Sal: salinidade; Cl-a: clorofila-a; Méd: média; Máx: máximo; Mín: mínimo; \pm indica o desvio padrão... 15
- Tabela 3 - Variáveis ambientais dos cruzeiros realizados na Plataforma Continental Amazônica no período chuvoso. T: temperatura; Sal: salinidade; Cl-a: clorofila-a; Méd: média; Máx: máximo; Mín: mínimo; \pm indica o desvio padrão. 16
- Tabela 4 - Valores do coeficiente de correlação de Sperman da variáveis paramétricas e não-paramétricas. T: temperatura; D: densidade; Cl-a: clorofila-a. Os valores em negrito indicam uma correlação significativa 16
- Tabela 5 - Densidade (D) dos organismos nos oito cruzeiros realizados Mín: mínimo; Máx: máximo; Méd: média; DP: desvio padrão. 18

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTOS	vi
EPÍGRAFE	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1 PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA.....	3
2.2 ECOLOGIA DOS CNIDÁRIOS PLANCTÔNICOS.....	4
3 OBJETIVOS	7
3.1 OBJETIVO GERAL.....	7
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
4 MATERIAL E MÉTODOS	8
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	8
4.2 AMOSTRAGEM.....	10
4.3 ANÁLISES LABORATORIAIS.....	11
4.4 ANÁLISE DE DADOS.....	11
5 RESULTADOS	14
5.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	14
5.2 COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE HIDROMEDUSAS.....	16
5.3 DENSIDADE (org/m ³).....	17
5.4 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%).....	18
5.5 ÍNDICES DESCRITORES ECOLÓGICOS.....	19
5.6 RIQUEZA ESTIMADA.....	20
5.7 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO.....	22
5.8 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA.....	23
6 DISCUSSÃO	25

7 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICES.....	36
APÊNDICE A - DADOS REFERENTES À COLETA DAS AMOSTRAS.....	37
APÊNDICE B - TÁXONS DE HIDROMEDUSAS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA ENTRE ABRIL DE 2013 E JANEIRO DE 2015.....	38

1 INTRODUÇÃO

Os cnidários são bastante comuns em águas costeiras e oceânicas do mundo todo e constituem um dos principais grupos do plâncton gelatinoso, cujos representantes pertencem às classes Scyphozoa, Cubozoa e Hydrozoa (Schuchert 1998), entre as quais a última é considerada mais diversificada. Na América do Sul, foram reportadas 905 espécies representantes da classe Hydrozoa, de modo que 207 pertencem à ordem Anthoathecata, 495 à Leptothecata, 95 à Siphonophorae, 11 à Limnomedusae, 27 à Narcomedusae e 27 à Trachymedusae (Oliveira *et al.* 2016). Os hidrozoários são o grupo de organismos planctônicos de maior diversidade dentre os cnidários, com cerca de 230 espécies registradas para a costa brasileira (Migotto *et al.* 2002), sendo que destas, 131 são medusas.

As hidromedusas são componentes importantes no ambiente pelágico. A maioria das espécies é predadora do zooplâncton e ictioplâncton, portanto, são consumidores potenciais dos estágios iniciais de espécies comerciais, competindo também com os peixes que se alimentam do zooplâncton (Purcell *et al.* 2007). Estudos demonstram que bactérias e protistas também representam importantes fontes nutricionais para pequenas hidromedusas, principalmente nos seus estágios iniciais da vida (Colin *et al.* 2005, Costello & Colin 2002).

As medusas são conhecidas por sofrerem influência de variáveis abióticas, tais como temperatura e salinidade da água (Arai 1992, Matsakis 1993), estas variáveis podem provocar efeitos variados na reprodução e na morfologia geral. (Purcell 2005). Apesar disso, os estudos sobre as respostas mais específicas de hidromedusas às mudanças ambientais ainda são muito escassos (Nagata *et al.* 2014).

O conhecimento sobre a diversidade, ciclo de vida, estrutura populacional, biomassa, taxas de crescimento e reprodução das hidromedusas torna-se crucial para a compreensão dos sistemas pelágicos. Tais aspectos ecológicos e biológicos também são informações importantes para identificar os fatores ambientais que estimulam a variabilidade populacional e ocorrências de explosões populacionais (blooms) (Condon *et al.* 2013). Também é importante mencionar que o conhecimento mais aprofundado da fauna de hidromedusas é bastante útil para a compreensão sobre as massas d'água de cada

região, uma vez que são organismos considerados excelentes indicadores da origem e deslocamento das massas d'água (Boltovskoy 1981, Vannucci 1957).

A compreensão de cnidários pelágicos na complexa região da plataforma amazônica é bastante limitada. A região é moldada pela influência do rio Amazonas, que despeja um grande volume de água doce no oceano Atlântico, o qual corresponde a 18% da água doce mundial (Molleri *et al.* 2010) além de grande quantidade de sedimento (Mikhailov 2010). Dessa forma, um complexo sistema hidrodinâmico é formado na região da Plataforma Continental Amazônica (PCA), assim como uma pluma estuarina com espessura variável de até 10 m e variação de aproximadamente 200 km oceano adentro (Lentz & Limeburner 1995).

O resultado das interações entre a descarga do sistema amazônico e a atuação dos ventos alísios e correntes oceânicas superficiais existentes controla os processos pelágicos na Costa Norte do Brasil (Dagg *et al.* 2004, Santos *et al.* 2008) influenciando os padrões físico-químicos, assim como a distribuição e biomassa planctônica na Plataforma Continental Amazônica (Conroy *et al.* 2016, Molleri *et al.* 2010). Apesar da importância da região, poucos trabalhos sobre hidromedusas abrangeram áreas extensas da Plataforma Continental Brasileira (Nagata *et al.* 2014, Oliveira *et al.* 2016, Tronolone 2007) e somente três estudaram a ecologia das hidromedusas no litoral norte do Brasil (Costa *et al.* 2008, Melo 2004, Mesquita *et al.* 2006), além do registro pontual da espécie *Solmundella bitentaculata* (Banha *et al.* 2018).

As populações de cnidários pelágicos estão aumentando na maioria dos mares e ecossistemas costeiros ao redor do mundo (Brotz *et al.* 2012). Relações entre clima e o tamanho das populações têm sido gradualmente reconhecidas (Purcell 2005), especialmente por análises de tendências de longo prazo (8 a 100 anos). Muitos casos de flutuações interanuais nas populações têm sido documentados à medida que a influência do homem nos oceanos tem se tornado cada vez mais aparente (Brotz *et al.* 2012, Mills 2001).

Tendo em vista a importância das hidromedusas para a dinâmica do plâncton e seu potencial como bioindicadoras, o presente estudo descreve a composição de hidromedusas e sua variação espacial e temporal na plataforma continental adjacente ao litoral paraense durante o período de abril de 2013 a janeiro de 2015.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA

A Plataforma Continental Amazônica Brasileira (PCA) é um sistema sedimentar complexo que abrange uma série de reentrâncias ao longo dos estuários. Spalding *et al.* (2007) criaram um sistema de divisões biogeográficas que classifica a PCA como uma ecorregião inserida na província Plataforma Continental Norte Brasileira (Figura 1). Neste sistema, ecorregiões são unidades de pequena escala na qual a composição de espécies é relativamente homogênea e a presença de forçantes biogeográficas dominantes, como ressurgência e entrada de água doce, pode variar de um local para o outro.

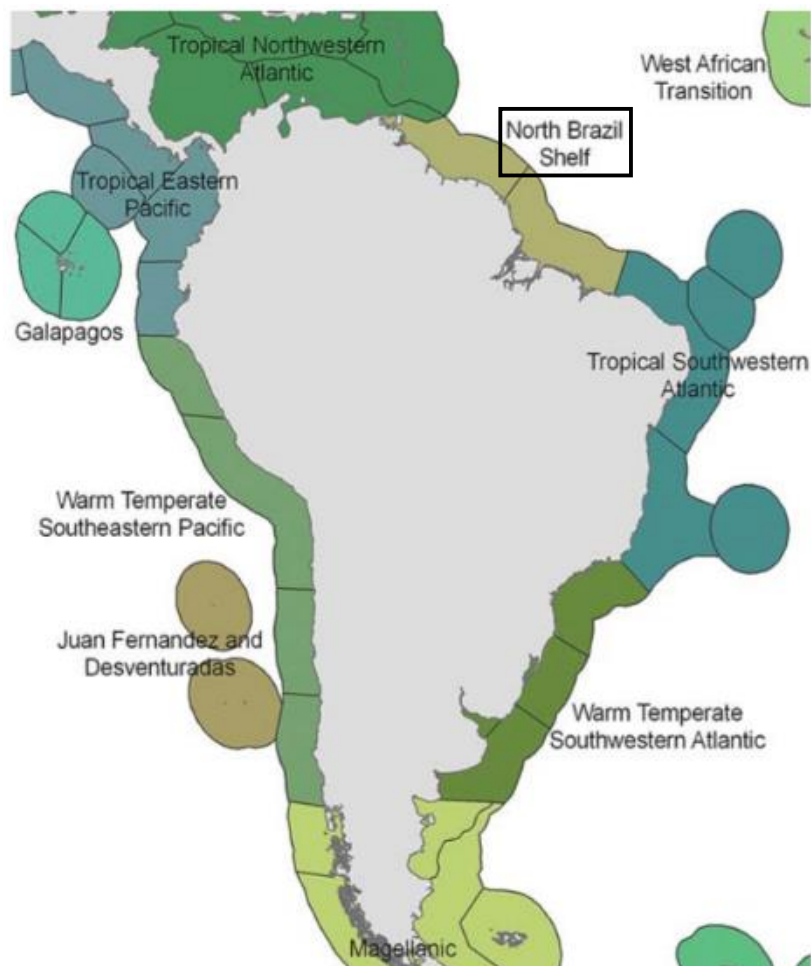


Figura 1- Mapa de províncias biogeográficas da América do Sul pertencentes ao sistema de Ecorregiões Marinhas do Mundo evidenciando a Plataforma Norte Brasileira (retângulo preto). Fonte: Spalding *et al.* 2007.

A largura da PCA varia consideravelmente ao longo de sua extensão, possui 320 km próximo à foz do Amazonas e diminui para cerca de 100 km próximo ao noroeste do

Amapá e também ao sudeste do Maranhão (Jablonski *et al.* 2006). Além disso, apresenta uma quebra externa entre 90 e 100 m de profundidade (Nittrouer *et al.* 1986).

A PCA e regiões adjacentes são moldadas por forçantes oceanográficas e hidrológicas, recebendo o lançamento de águas continentais oriundas da bacia hidrográfica do Amazonas, a qual despeja em torno de $180.000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ de água doce no oceano Atlântico (Silva *et al.* 2005), além de 900 milhões de toneladas de sedimento por ano (Mikhailov 2010). Um complexo sistema hidrodinâmico é formado na região da PCA, assim como uma pluma estuarina, que possui importância no transporte e transformação no material terrígeno da região costeira (Dagg *et al.* 2004). A grande dinâmica, também presente em estuários, é a principal característica das plumas estuarinas, o que dificulta a identificação de seus limites. Além disso, a alta produtividade biológica e o gradiente de salinidade significativo, em relação às águas da plataforma, também são características que devem ser mencionadas (Boicourt *et al.* 1987, Morris *et al.* 1995).

A pluma do Amazonas possui espessura de até 10 m e variação de aproximadamente 200 km oceano adentro (Lentz & Limeburner 1995). É caracterizada por altas temperaturas que variam de 27,5 a 29°C e baixos valores de salinidade (Geyer *et al.* 1996). O formato e os padrões de dispersão da pluma estão relacionados as correntes superficiais da região, especialmente a Corrente Norte Brasileira (CNB) (Molleri *et al.* 2010). Além disso, o aumento sazonal da área da pluma 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.

2.2 ECOLOGIA DOS CNIDÁRIOS PLANCTÔNICOS

O filo Cnidaria é representado por invertebrados aquáticos, que apresentam distribuição predominante no ambiente marinho, onde ocupam desde a zona entremarés até a abissal, em comunidades planctônicas e bentônicas (Mills *et al.* 2007). São representados, em sua maioria, por organismos como anêmonas, corais, hidróides, medusas e sifonóforos (Daly *et al.* 2007). Uma das principais características desse filo é a exclusiva presença de cnidócitos, células urticantes que contêm uma organela eversível que atua como defesa do organismo (Barnes 1984).

Os cnidários pelágicos são, em sua maioria, filtradores ou carnívoros e apresentam altas taxas de alimentação, por isso, desempenham um papel significativo como

consumidores secundários nas cadeias tróficas de ambientes pelágicos. Possuem uma dieta ampla que inclui desde diatomáceas a larvas de peixes e até mesmo grande parte dos grupos zooplancctônicos (Purcell & Arai 2001). O recrutamento de espécies comerciais pode ser comprometido devido à predação direta de larvas e juvenis de peixes pelos cnidários e também pela competição por alimento (Mills 1995, Purcell & Arai 2001). Desse modo, quantificá-los precisamente é essencial para uma compreensão detalhada dos processos ecológicos e do fluxo de energia na coluna d'água (Nogueira-Júnior *et al.* 2015).

Algumas espécies de medusas formam densas agregações que podem afetar negativamente as populações de outros organismos, incluindo alguns de valor comercial (Mills 1995). Dessa forma, é possível assumir que esses organismos são relevantes para a dinâmica e estrutura das comunidades de ecossistemas marinhos (Nogueira-Júnior 2012).

Apesar de ser o grupo mais diversificado do zooplâncton gelatinoso, as hidromedusas são comumente negligenciadas como um dos principais componentes do zooplâncton. Isso ocorre devido ao seu complexo ciclo de vida, ocorrência sazonal (Boero *et al.* 2008) e porque comumente são danificadas quando capturadas em redes de arrasto (Hay 2006). Ainda, em algumas amostragens, são propositalmente utilizados métodos de exclusão de gelatinosos (Dovel 1964, Heinle 1965).

Um amplo conhecimento a respeito da ecologia, distribuição, morfologia e taxonomia dos cnidários é de extrema relevância, principalmente porque auxilia na compreensão de aspectos oceanográficos de importância e como são as respostas destes organismos às alterações antropogênicas dos ambientes marinhos e costeiros, como a eutrofização, sobrepesca e aquicultura (Brodeur *et al.* 2008). Estudos revelaram que algumas espécies podem se beneficiar dessa pressão antropogênica no meio ambiente (Arai 2001, Mills 2001, Purcell *et al.* 2007).

Alguns dos parâmetros fisiológicos dos cnidários são afetados por variações na temperatura e salinidade das águas em que habitam (Beaugrand 2005), de modo a restringir algumas espécies a uma determinada amplitude de temperatura e salinidade, ideais para o ótimo funcionamento de seus metabolismos (Purcell 2005). Consequentemente pode ser criada a associação entre determinada massa d'água e uma

espécie, ou um conjunto de espécies, o que é bastante útil para a melhor compreensão da composição e deslocamento das massas d'água do oceano.

Além disso, por possuírem um ciclo de vida relativamente curto, exceto espécies de águas profundas, e apresentarem respostas rápidas às mudanças das condições físicas do meio em que vivem, algumas espécies do plâncton gelatinoso são excelentes indicadores da qualidade de água e podem revelar mudanças relacionadas com as variáveis que afetam estoques pesqueiros (Lynam *et al.* 2005).

Ainda, os cnidários pelágicos participam de diversos processos no sistema pelagial ainda pouco conhecidos, como a participação na alça microbiana, produção de muco e sua incorporação em neve marinha e, conseqüentemente, o acoplamento bento-pelágico (Purcell 2012).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a composição e variabilidade espaço-temporal da comunidade de medusas da classe Hydrozoa em um gradiente costeiro-oceânico na região da Plataforma Continental Amazônica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar e identificar as espécies de hidromedusas coletadas na região da PCA;
- Descrever a distribuição espacial e temporal das hidromedusas;
- Verificar a influência de variáveis físico-químicas e ambientais sobre a variabilidade espaço-temporal da comunidade de hidromedusas na área de estudo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A Plataforma Continental Norte Brasileira está localizada ao norte da América do Sul, abrangendo os países Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Brasil, de modo que somente os estados brasileiros do Amapá, Pará e Maranhão estão inseridos nesta plataforma (Spalding *et al.* 2007). É subdividida em Plataforma Continental Amazônica e Plataforma Continental Guianense (Spalding *et al.* 2007). A área de estudo encontra-se na região da PCA (Figura 2), que se estende do Cabo Orange até o delta do rio Parnaíba. Possui a extensão de aproximadamente 1.300 km e uma ampla plataforma continental que atinge até 330 km de largura (Coutinho 1996).

O clima predominante da região é equatorial amazônico do tipo “Am”, segundo a classificação de Köppen, 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 mm/ano) com elevada nebulosidade (Nittrouer *et al.* 1995).

Os ventos predominantes são os alísios de sudeste, com velocidade entre 9m/s e 14 m/s (Jablonski *et al.* 2006). As quatro estações do ano não são definidas, a distribuição das chuvas ao longo dos meses que define dois períodos distintos: um bastante chuvoso (dezembro a maio), onde as precipitações são muito intensas, e o outro de chuvas bastante reduzidas (período seco) de junho a novembro, quando ocorre um déficit hídrico (Moraes *et al.* 1998).

A PCA apresenta sua quebra externa entre 90 e 100 m de profundidade. Nittrouer *et al.* (1986) subdividiu a PCA em: interna – onde a isóbata de 20m marca uma série de reentrâncias, ao largo de quase todos os sistemas estuarinos, incluindo os rios Amazonas e Pará; média – com um gradiente de 1:3.000, representa a porção mais inclinada, marcada por feições erosivas, ao longo da isóbata de 40 m; e externa – com gradiente de 1:2.000 onde a isóbata de 80 m se comporta como uma linha sinuosa, marcando importantes indentações perpendiculares a linha de costa.

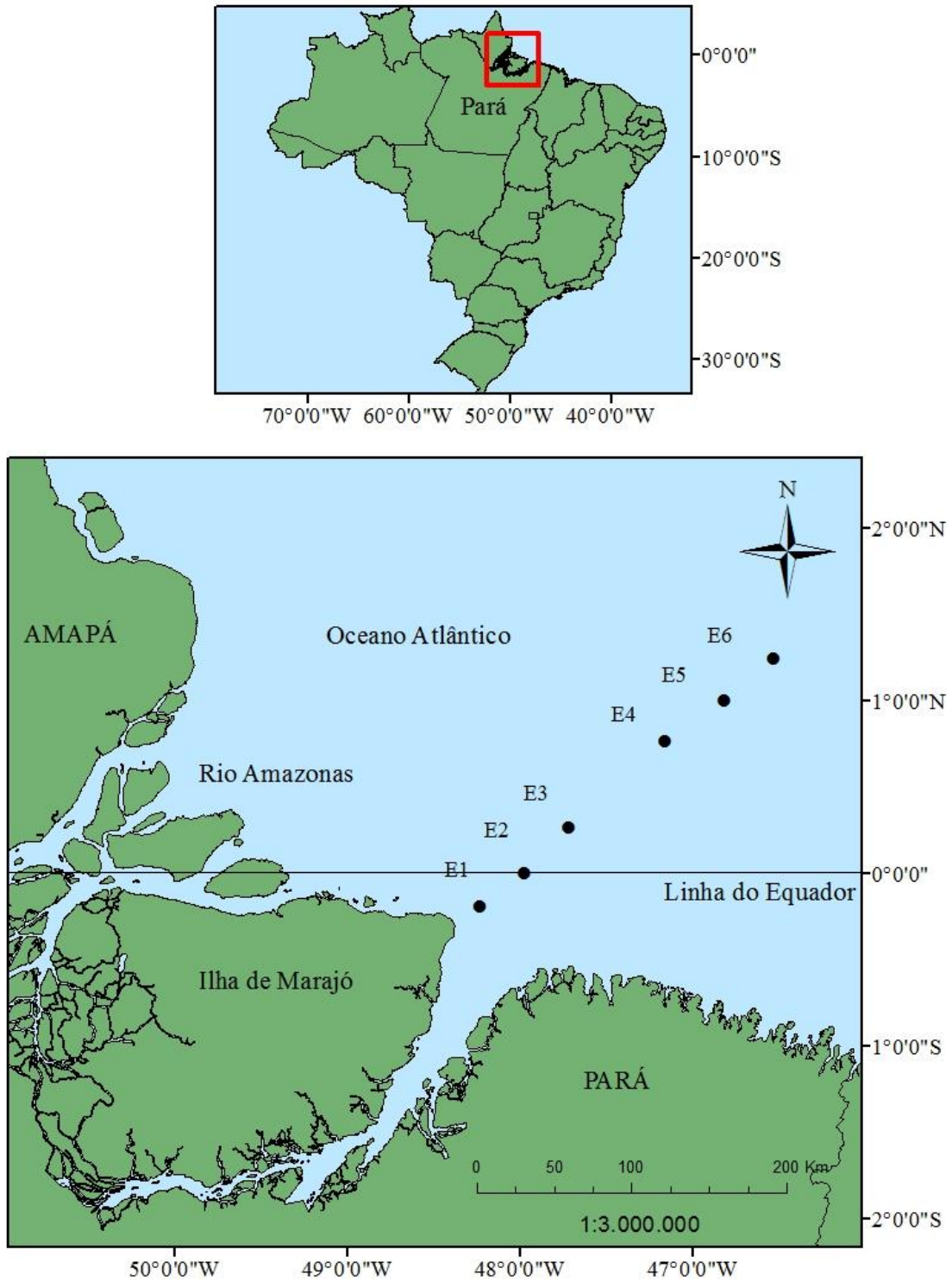


Figura 2 - Localização da área de estudo. Oceano Atlântico, costa Norte do Brasil. Estações de coleta: E1= estação 1; E2: estação 2; E3: estação 3; E4: estação 4; E5: estação 5; E6: estação 6.

4.2 AMOSTRAGEM

A amostragem foi realizada ao longo de um transecto perpendicular à linha de costa, onde ocorreram coletas trimestrais desde o mês de abril de 2013 até janeiro de 2015, abrangendo os períodos chuvoso e seco. O zooplâncton foi coletado ao longo de seis estações do transecto, partindo-se da linha de costa, próximo à ponta do Maguari (ilha do Marajó), até os 250 km de distância, no início do talude. As campanhas fizeram parte do projeto “INCT-Ambientes Marinhos Tropicais, grupo 2.2: Variabilidade Espaço-Temporal da Diversidade e Estrutura Trófica do Ambiente Pelágico na Plataforma Continental ao Largo do Norte e Nordeste do Brasil”. As coordenadas referentes às estações de coleta encontram-se especificadas na tabela 1.

Tabela 1 - Localização das seis estações de coleta do transecto no Oceano Atlântico. DC: Distância da Costa.

Estações	Latitude	Longitude	DC (Km)
1	00°11'048"S	048°13'058"O	23
2	00°00'358"N	047°58'543"O	53
3	00°15'089"N	047°42'380"O	83
4	00°45'006"N	047°09'307"O	158
5	00°58'871"N	046°49'434"O	198
6	01°14'168"N	046°31'127"O	233

A coleta das amostras de zooplâncton foi realizada por meio de arrastos oblíquos ao longo da coluna d'água, com profundidades variáveis (entre 15- 70 m) até a superfície, com auxílio de uma rede de plâncton cilíndrico-cônica de malha de 200 µm com um fluxômetro acoplado na abertura da rede para o cálculo do volume de água filtrada. A velocidade do barco durante os arrastos esteve em torno de dois nós, com a embarcação à deriva, durante três minutos. O conteúdo dos arrastos foi acondicionado em potes de 500 mL e preservados com solução de formaldeído neutralizado com tetraborato de sódio, com concentração final equivalente a 4%.

Dados de pH, temperatura (°C), clorofila-*a* (µg/L) e salinidade foram obtidos simultaneamente com o auxílio de uma sonda CTD (*Current, Temperature and Depth profiler*).

4.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

Devido a problemas logísticos nas amostragens do ano de 2013 (Cruzeiros I, II e III) e do mês de outubro de 2015 (Cruzeiro VII), algumas estações de coleta não foram amostradas, sendo apresentada no Apêndice A uma tabela com informações referentes a todas as estações amostradas nos oito cruzeiros. Em laboratório, 39 amostras foram analisadas, os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível com auxílio de um estereomicroscópio óptico e literatura adequada (Vannucci 1957, Boltovskoy 1981, 1999, entre outros). Quando não foi possível a identificação de alguns indivíduos, os que apresentavam grande semelhança foram agrupados em morfotipos ou foram adicionados ao grupo “sem identificação” quando estavam muito danificados.

Também é importante mencionar que devido a problemas durante as amostragens, não foi possível obter os dados de pH dos cruzeiros IV, V, V e VIII. Portanto, os dados de pH podem ser pouco representativos.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

Com base no número de indivíduos contabilizados, foi realizado o cálculo da densidade dos organismos utilizando a equação a seguir:

$$Do = \frac{n}{V}$$

Onde “Do” é a densidade expressa em número de organismos por m³ (org/m³); “n” é o número total de indivíduos contados em uma amostra e “V” o volume de água filtrado pela rede (m³). Estes dados foram organizados em uma matriz para análises posteriores. Para calcular o volume de água filtrado pelas redes durante a coleta, foi utilizada a seguinte equação:

$$V = A \times R \times C$$

Onde o volume de água filtrado (V) é expresso em m³; “A” corresponde à área da abertura da rede em m²; “R” corresponde ao número de rotações do fluxômetro (obtido a partir da diferença entre o valor final e inicial em cada amostra) e “C” corresponde ao fator de aferição obtido após a calibração do fluxômetro, em metros por rotação. A densidade relativa (Dr) foi obtida a partir do seguinte cálculo:

$$Dr = \frac{Dt}{Di} \times 100$$

O resultado é dado em porcentagem, “Dt” representa a densidade total de determinado táxon e “Di” representa a densidade total dos indivíduos. A frequência de ocorrência (FO) de cada táxon foi calculada pela equação:

$$FO = \frac{To}{Ta} \times 100$$

Onde “FO” é dada em porcentagem, “Ta” representa o número total de amostras triadas; “To” é o número de amostras nas quais determinado táxon ocorre.

A partir dos dados de densidade (org/m³) obtidos, foi utilizado o *software* Past para calcular os índices ecológicos descritores da comunidade, como dominância de Simpson (D), riqueza de espécies (S), diversidade de Shannon (H') e a equitabilidade de Pielou (J). Os gráficos foram elaborados no *software* SigmaPlot® 11.0.

Uma análise de estimativa de riqueza de espécies foi realizada no *software* EstimateS 9.1.0. A partir dos dados de riqueza e número de amostras, foi elaborada uma curva de rarefação de espécies, através do estimador S. Com base nos dados de densidade, também foi elaborado um gráfico com os estimadores de riqueza Chao 1, Chao 2, Jackknife 1 e Jackknife 2 para verificar a diferença entre a riqueza observada e a estimada.

A Análise Canônica de Correspondência (ACC) foi realizada para verificar a relação entre as variáveis ambientais, a sazonalidade e os táxons de hidromedusas. Foram realizadas correlações prévias entre as variáveis, retirando co-variáveis ou variáveis significativamente correlacionadas e remoção das espécies raras. Os dados foram previamente padronizados através da fórmula:

$$Padronização = \frac{(V - M)}{DP}$$

Onde “V” é o valor da variável, “M” a média da variável e “DP” o desvio padrão.

Os dados de densidade e das variáveis abióticas foram testados quanto à normalidade através do teste de *Shapiro-Wilk* e quanto à homocedasticidade através do teste de *Levene*. Somente as variáveis temperatura e pH cumpriram os requisitos de normalidade e homocedasticidade, portanto, foi utilizado o teste *t* para comparar os grupos: período seco x chuvoso e estações costeiras x oceânicas. Para a densidade, salinidade e concentração de clorofila- *a*, foi utilizado o teste não paramétrico de *Mann-Whitney* para comparar os grupos. Os valores de *p* foram obtidos para cada teste de

variância, considerando o grau de liberdade $\alpha = 5\%$. Além disso, também foi realizada a correlação de Spearman para avaliar a relação monotônica entre a densidade de hidromedusas e as variáveis paramétricas (temperatura e pH) e não-paramétricas (salinidade e clorofila-*a*), utilizando o SigmaPlot® 11.0.

A fim de evidenciar padrões entre as estações coletadas, assim como, entre as espécies identificadas, foi utilizado o *software* Past 1.0 para realizar uma análise de agrupamento por método hierárquico aglomerativo (cluster) com base na matriz de densidade dos organismos. A fim de reduzir o efeito da ausência de táxons em determinadas estações e a grande variabilidade na densidade entre os táxons, os dados foram transformados para raiz quadrada da densidade relativa (transformação de Hellinger). Para gerar os dendrogramas, foi utilizado a distância euclidiana e o algoritmo de aglomeração de variâncias mínimas (método de Ward). Nesta análise, foram desconsideradas espécies raras (com somente uma ou duas ocorrências).

5 RESULTADOS

5.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Na PCA, a temperatura da água variou de 26,9 a 29,12°C na área de estudo durante as amostragens. Em julho de 2014 foram registrados os valores mais altos de temperatura (acima de 29°C) e em outubro de 2014, o valor mais baixo (26,9°C) (tabela 2 e 3). Houve diferença significativa entre as estações costeiras e oceânicas ($t=5,04$ $p\leq 0,001$). Também foi possível observar que a temperatura da água possui uma tendência ligeiramente decrescente no sentido costa-oceano (Figura 3). Nos períodos seco e chuvoso não houve uma variação significativa ($t= -0,259$ $p=0,79$), com média de 28,19±0,52°C no período chuvoso e 28,12±0,68°C no período seco.

A salinidade manteve-se entre os valores 9,32 e 37,7. Em julho e outubro de 2013 ocorreram as maiores médias de salinidade enquanto que as menores médias ocorreram em abril de 2013 e janeiro de 2014 (tabela 2 e 3). Houve diferenças significativas em relação às estações costeiras e oceânicas ($p\leq 0,001$ $U=30$) e foi possível observar que a salinidade apresentou uma tendência crescente no sentido costa-oceano (Figura 3). Nos períodos de coleta não foram encontradas diferenças significativas ($p<0,075$ e $U=103,5$) no período chuvoso a média registrada foi menor (30,84±8,51) que no período seco (33,6±7,14).

A concentração de clorofila *a* variou de 0,19 µg/L em janeiro de 2014 a 34,96 µg/L em julho de 2014 (tabela 2 e 3). Houve diferenças significativas entre as estações costeiras e oceânicas ($U=56,5$ $p=0,006$), além disso, foi possível observar que a estação mais próxima da costa registrou a maior concentração de clorofila-*a* em todos os cruzeiros (Figura 3). No período chuvoso, a média obtida é de 3,68±6,02 µg/L e no período seco, 7,38±9,6 µg/L, em ambos períodos não foram encontradas diferenças significativas ($p<0,192$ $U=118$).

Os dados de pH são pouco representativos devido a problemas na amostragem, porém, a partir dos valores obtidos, é possível observar que as águas são básicas, apresentando valores superiores a 7 nas estações amostradas. Os valores variaram de 7,85, em abril de 2013, a 9 em outubro de 2013 (tabelas 2 e 3). Foi observada uma tendência crescente do pH no sentido costa-oceano.

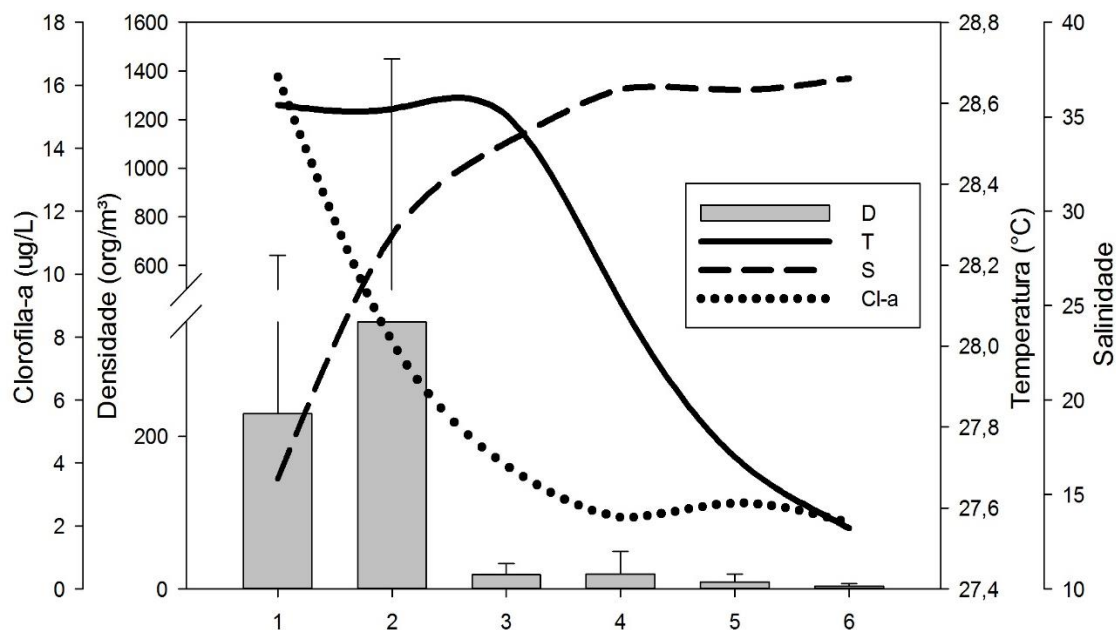


Figura 3 - Média da densidade de hidromedusas, temperatura, Salinidade, concentração de Clorofila-*a* nas estações seis estações de coleta amostradas na Plataforma Continental Amazônica.

Tabela 2 - Variáveis ambientais dos cruzeiros realizados na Plataforma Continental Amazônica no período seco. T: temperatura; Sal: salinidade; Cl-a: clorofila-a; Méd: média; Máx: máximo; Mín: mínimo; ± indica o desvio padrão.

Cruzeiro	II (jul/13)	III (out/13)	VI (jul/14)	VII (out/14)	
T (°C)	Méd	28,02±0,43	27,56±0,34	28,62±0,58	27,87±0,81
	Máx	28,52	27,86	29,12	28,56
	Mín	27,72	27,19	27,76	26,9
Sal	Méd	36,42±0,72	35,64±0,3	31,53±9,61	33,03±8,91
	Máx	36,86	36	37,49	37,67
	Mín	35,58	35,45	12,88	19,66
Cl-a (µg/L)	Méd	2,42±2,75	0,33±0,1	13,91±12,7	6,58±5,16
	Máx	5,6	0,45	34,96	14,11
	Mín	0,66	0,26	3,13	2,82
pH	Méd	8,5±0,4	8,83±0,2	-	8,31±0,02
	Máx	8,93	9	-	8,34
	Mín	8,22	8,6	-	8,27

Tabela 3 - Variáveis ambientais dos cruzeiros realizados na Plataforma Continental Amazônica no período chuvoso. T: temperatura; Sal: salinidade; Cl-a: clorofila-a; Méd: média; Máx: máximo; Mín: mínimo; ± indica o desvio padrão.

Cruzeiro		I (abr/13)	IV (jan/14)	V (mai/14)	VIII (jan/15)
T (°C)	Méd	28,88±0,74	27,79±0,6	28,2±0,15	28,14±0,46
	Máx	28,95	28,36	28,47	28,52
	Mín	28,78	27,14	28,03	27,45
Sal	Méd	27,68±6,95	33,9±6,52	27,69±11,32	33,06±8,21
	Máx	35,78	37,15	36,72	37,63
	Mín	19,68	20,74	9,2	16,73
Cl-a (µg/L)	Méd	1,64±0	1,37±1,74	0,80±0,37	9,92±8,72
	Máx	1,65	4,86	1,51	3,62
	Mín	1,64	0,19	0,46	25,92
pH	Méd	8,61±0,52	-	-	-
	Máx	8,96	-	-	-
	Mín	7,85	-	-	-

A correlação de Spearman entre a densidade de hidromedusas e variáveis ambientais não-paramétricas (salinidade e concentração de clorofila-*a*) e paramétricas (temperatura e pH) revelou correlações positivas significativas entre temperatura e clorofila-*a*, densidade e clorofila-*a*; correlações negativas significativas também foram observadas entre temperatura e salinidade, clorofila *a* e pH ($p < 0,05$) (tabela 4).

Tabela 4 - Valores do coeficiente de correlação de Spearman da variáveis paramétricas e não-paramétricas. T: temperatura; D: densidade; Cl-a: clorofila-a. Os valores em negrito indicam uma correlação significativa.

	T (°C)	Salinidade	Cl-a (µg/L)	pH
D	0,307	- 0,181	0,355	- 0,115
T (°C)	-	- 0,504	0,643	- 0,275
Salinidade	-	-	-0,156	0,0879
Cl-a (µg/L)	-	-	-	- 0,599
pH	-	-	-	-

5.2 COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE HIDROMEDUSAS

A comunidade de hidromedusas da Plataforma Continental Amazônica analisada no presente estudo foi representada por 7470 espécimes pertencentes a 34 táxons, dos

quais 17 foram colocados como morfotipos e 17 foram identificados (Apêndice B). Entre estes, 59% pertencem à ordem Leptothecata (*Helgicirra* sp.; *Blackfordia virginica*; *Cirrholovenia tetranema*; *Clytia* sp.; *Obelia* sp.; *Lovenella cirrata*; *Eutonina scintillans*; *Octophialucium* sp. *Rhopalonematidae* e *Laodicea* sp.), 23% à ordem Trachymedusae (*Liriope tetraphylla*; *Aglaura hemistoma*; *Amphogona* sp. e *Persa incolorata*), 6% à ordem Limnomedusae (*Vallentinia* sp.), 6% à ordem Narcomedusae (*Cunina* spp.) e 6% à Anthoathecata (*Eucodonium* sp.).

Além disso, 62 indivíduos foram encontrados e não puderam ser agrupados como um dos morfotipos devido ao elevado nível de danos das suas estruturas, que só permitiu identificá-los como hidromedusas.

5.3 DENSIDADE (org/m³)

Liriope tetraphylla foi a espécie que obteve maior densidade nas amostras, com máximo de 2162 org/m³ e média de 205,5±599,60 org/m³, seguida por *Clytia* spp., com densidade máxima de 195 org/m³ e média de 7,3±33,93 org/m³. É importante mencionar que o valor de densidade máxima alcançado por *L. tetraphylla* foi registrado na estação 2 de janeiro de 2015 e possui uma diferença muito grande em relação as demais. Esta espécie também apresentou a maior densidade relativa (91,76%) entre os demais táxons.

A densidade média de organismos foi maior em abril de 2013 e janeiro de 2015 com valores de 400,86±666,1 e 472,9±851,8 org/m³ respectivamente em julho e outubro de 2013 com valores de 0,6±0,6 e 4,8±3,6 org/m³ respectivamente (tabela 2). A densidade média foi maior no período chuvoso (385,9±792 org/m³) que no período seco (7,8±11,53 org/m³), mas apesar da grande diferença entre os valores, o teste estatístico (Mann-Whitney) não revelou diferença significativa entre os períodos ($p=0,09$ e $U=112,5$), somente entre as amostras costeiras e oceânicas ($p= 0,011$ e $U=63$), sendo possível observar que a densidade de organismos foi maior nas estações mais próximas a costa e menor no nas estações mais distantes.

Tabela 5 - Densidade (D) dos organismos nos oito cruzeiros realizados Mín: mínimo; Máx: máximo; Méd: média; DP: desvio padrão.

Cruzeiro	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Data	Abr/13	Jul/13	Out/13	Jan/14	Mai/14	Jul/14	Out/14	Jan/15	
D (org/m ³)	Mín	0,57	0,21	5,48	2,28	1,24	0,04	3,99	0,07
	Máx	6,93	1,24	2745,44	188,37	21,37	43,84	23,13	2223,70
	Méd	4,76	0,61	400,86	81,79	9,41	14,13	13,53	472,90
	DP	7,86	8,22	666,08	3,63	20,09	851,77	0,55	96,40

5.4 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%)

De modo geral, *Liriope tetraphylla* é a espécie com maior frequência de ocorrência (88,57%), pois esteve presente em 31 das 35 amostras com representantes de hidromedusas. Em seguida, *Aglaura hemistoma* (37,14%), *Clytia* spp. (28, 57%), *Cunina* spp. (22,86%), *Obelia* sp. (22,86%) e Morfotipo 5 (20,00%), os quais foram considerados táxons frequentes (Figura 4) e os 28 demais táxons foram considerados raros ou pouco frequentes (<10,00%).

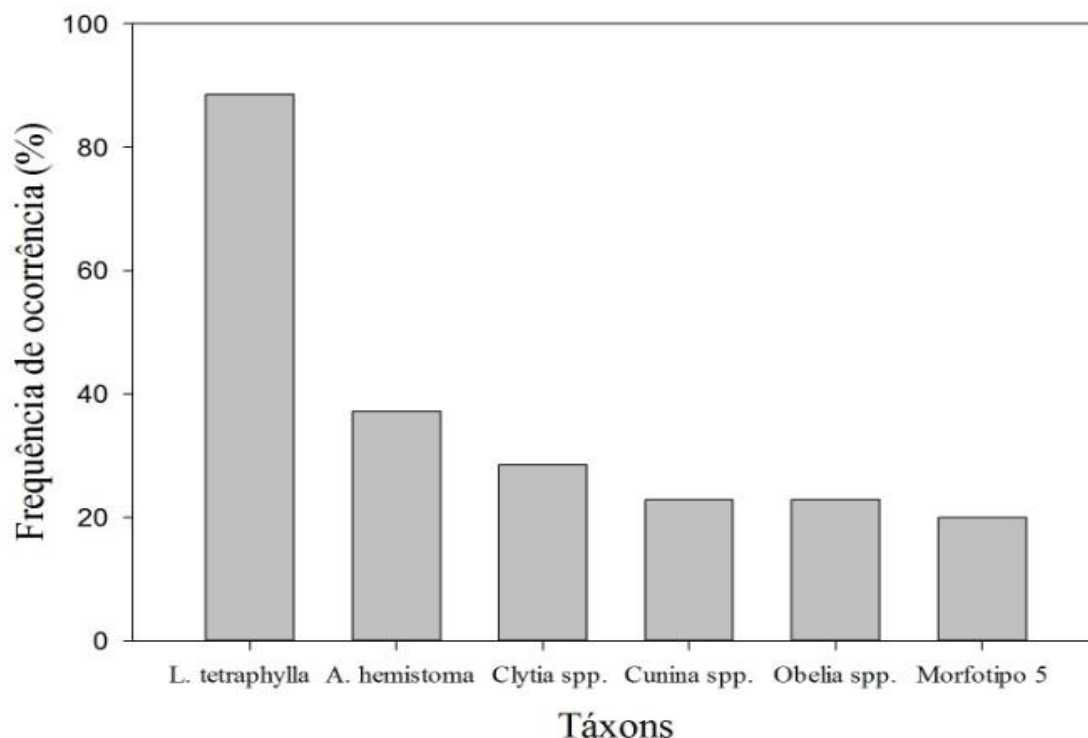


Figura 4 -Frequência de ocorrência dos táxons de hidromedusas mais frequentes (>10%) na Plataforma Continental Amazônica.

5.5 ÍNDICES DESCRITORES ECOLÓGICOS

Quanto aos índices descritores ecológicos, a média da riqueza de espécies foi maior nos cruzeiros do período chuvoso IV (jan/14), V (mai/14) e VIII (jan/15) (Figura 5A). De um total de 34 táxons encontrados, 23 ocorreram somente no período chuvoso (*Helgicirra* sp., *B. virginica*, *P. incolorata*, *L. cirrata*, *E. scintilans*, *Vallentinia* sp., *Rhopalonematidae*, *Octophialucium* sp., *Eucodonium* sp., *Laodicea* sp., morfotipos 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17), três ocorreram somente no período seco (*C. tetranema*, morfotipos 2 e 3) e oito ocorreram em ambos (*L. tetraphylla*, *Obelia* spp., *Clytia* spp., *A. hemistoma*, *Amphogona* sp., *Cunina* spp., morfotipos 4 e 5). Em relação às estações de coleta, a riqueza foi maior nas estações 2 (53 km da costa) e 4 (158 km da costa) com 18 e 16 espécies, respectivamente. *Liriope tetraphylla*, *Clytia* spp. e *A. hemistoma* ocorreram em todas as estações; *Cunina* spp., e *Obelia* spp., não ocorreram somente na estação 3 (83km da costa); *Helgicirra* sp. só ocorreu até a estação 3; *Amphogona* sp. só ocorreu a partir da estação 4 e *Laodicea* sp. a partir da estação 5 (198km da costa), os demais táxons não exibiram um padrão de ocorrência perceptível. A diversidade variou de 0,21 a 0,95 entre os cruzeiros (Figura 5C), com uma média de 0,65 no período chuvoso e 0,4 no período seco. A dominância (Figura 5B) variou de 0,11 a 0,46 e a equitabilidade (Figura 5D) variou de 0,35 a 0,91, porém, ambas não apresentaram grandes variações nos períodos seco e chuvoso.

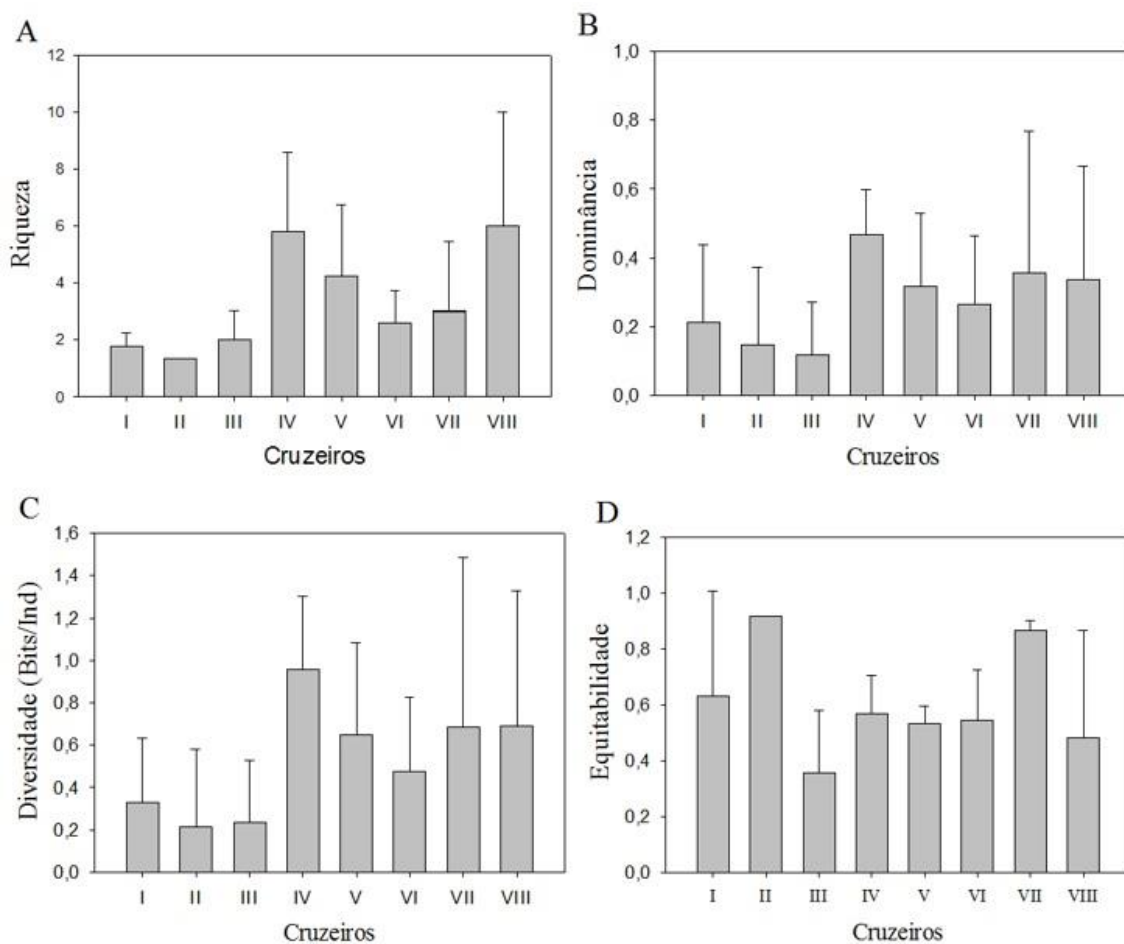


Figura 5 - Gráficos das médias de riqueza (A); Dominância de Simpson (B); Diversidade de Shannon (C); e Equitabilidade de Pielou (D) referentes à comunidade de hidromedusas em cada cruzeiro realizado na Plataforma Continental Amazônica.

5.6 RIQUEZA ESTIMADA

A curva de rarefação de espécies (Figura 6) apontou uma tendência para a estabilidade, porém, somente atinge o equilíbrio com um número de aproximadamente 36 táxons em 100 amostras, o que indica uma insuficiência amostral na coleta de dados.

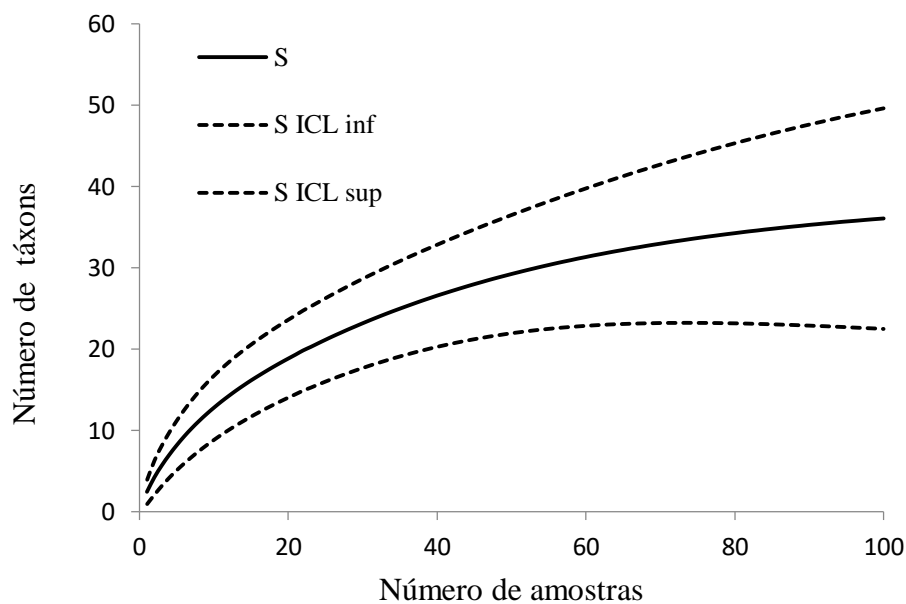


Figura 6 - Gráfico da curva de rarefação de espécies, com um esforço amostral de 100 amostras. S: riqueza média estimada de espécies. S ICL sup: limite superior com intervalo de confiança de 5%; S ICL inf: limite superior com intervalo de confiança de 5%.

No gráfico de estimadores de riqueza (Figura 7), os estimadores Chao 1, Chao 2, Jacknife 1 e Jacknife 2 apresentaram os valores de 26, 36, 37 e 43 táxons, respectivamente, em um número de 35 amostras, quantidade amostrada no presente estudo. Apenas o estimador Chao 1 resultou em um número de táxons esperado inferior ao observado nesta amostragem (34 táxons).

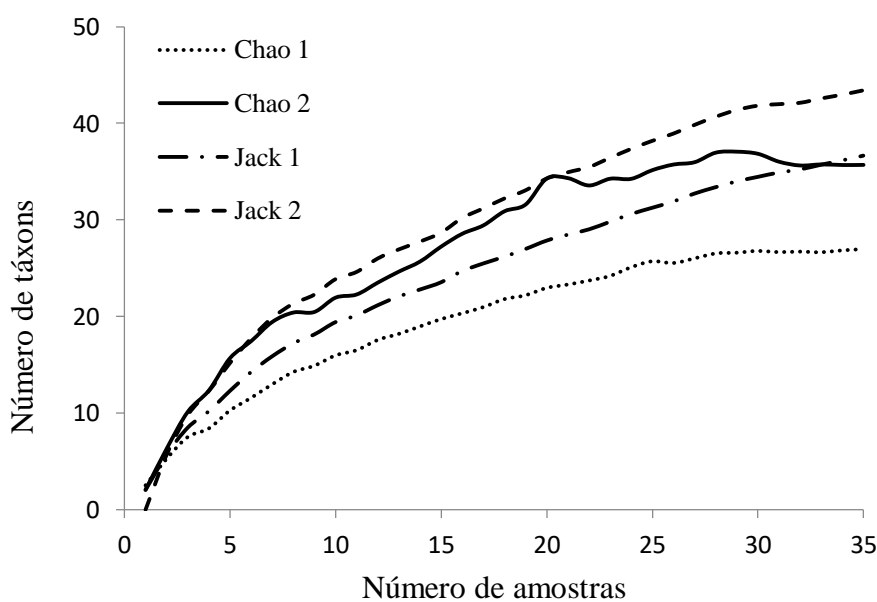


Figura 7 - Gráfico de estimadores de riqueza para o número de amostras do presente estudo, com comparação entre quatro estimadores de riqueza: Chao 1, Chao 2, Jacknife 1 e Jacknife 2.

5.7 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO

A análise de agrupamento hierárquico do modo R resultou na formação de cinco grupos principais (Figura 8), o primeiro grupo é composto somente por *L. tetraphylla*, com maior frequência de ocorrência nas amostras e densidade bastante elevada em comparação às demais; a espécie *Aglarura hemistoma* compôs o segundo grupo, com a segunda maior frequência de ocorrência e a densidade total baixa; *Clytia* spp. são os componentes do terceiro grupo, estes apresentaram a terceira maior frequência de ocorrência e uma densidade total elevada.; o quarto grupo é composto por *Cunina* spp., *Amphogona* sp., *Vallentinia* sp., *Octophialucium* sp., *Helgicirrha* sp., *E. scintillans*, Rhopalonematidae e os morfotipos 1, 3, 7, 15 e 16, estes apresentaram a terceira maior frequência de ocorrência e uma densidade total elevada.; e o quinto grupo é formado por *Laodicea* sp., *Obelia* spp. e os morfotipos 4 e 5, táxons com frequência de ocorrência baixa, porém relevante, e as menores densidades totais registradas.

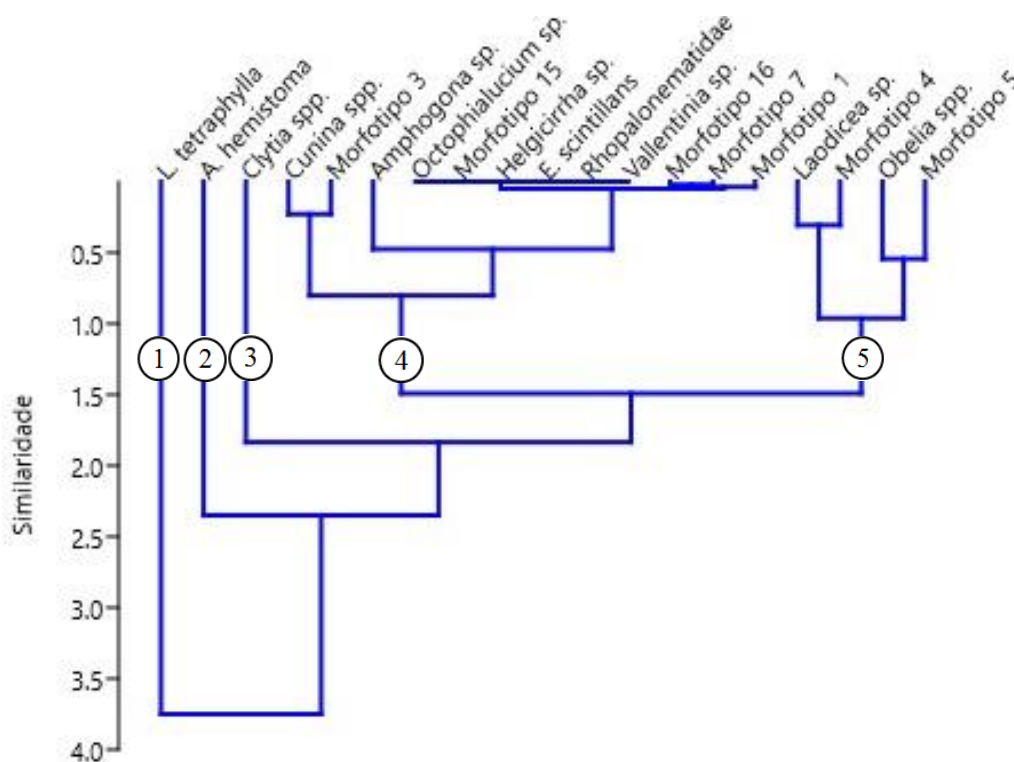


Figura 8 - Dendrograma da análise hierárquica aglomerativa (cluster) no modo R com base na densidade (org/m³) dos táxons de hidromedusas encontrados na região da Plataforma Continental Amazônica.

A análise de agrupamento hierárquico aglomerativo no modo Q apresentou a formação de quatro grupos (Figura 9). Porém, de modo geral, não foi possível observar padrões relacionados aos períodos seco e chuvoso e somente dois grupos apresentaram

um padrão relacionado ao gradiente costeiro-oceânico. O primeiro grupo é representado pelas amostras VIII-5, V-4 e VI-2, e possui uma homogeneidade relativamente maior em comparação com os outros; o segundo grupo é composto pelas amostras do cruzeiro I, III e IV (exceto por III-6 e IV-6), e pelas amostras II-4, V-3, V-5, VI-4, VI-5, VII-3, VII-6, VIII-1, VIII-2 e VIII-4, sendo o grupo com mais heterogeneidade entre os valores de densidade; o terceiro grupo é composto por três amostras das estações distantes mais de 200 km da costa (II-6, III-6 e VIII-7); e o quarto grupo é composto pelas amostras II-5, IV-6, V-6, I-1, VI-3, VII-1, VII-4, VIII-3 e VIII-6, sendo o segundo grupo com maior heterogeneidade. Não foram observados padrões relacionados à sazonalidade e ao gradiente costeiro-oceânico nos grupos 1, 2 e 4. Somente no grupo 3 foi possível identificar um padrão referente ao gradiente. Os quatro grupos de modo geral são similares e as diferenças entre eles provavelmente são muito pequenas e por isso não foram tão evidentes.

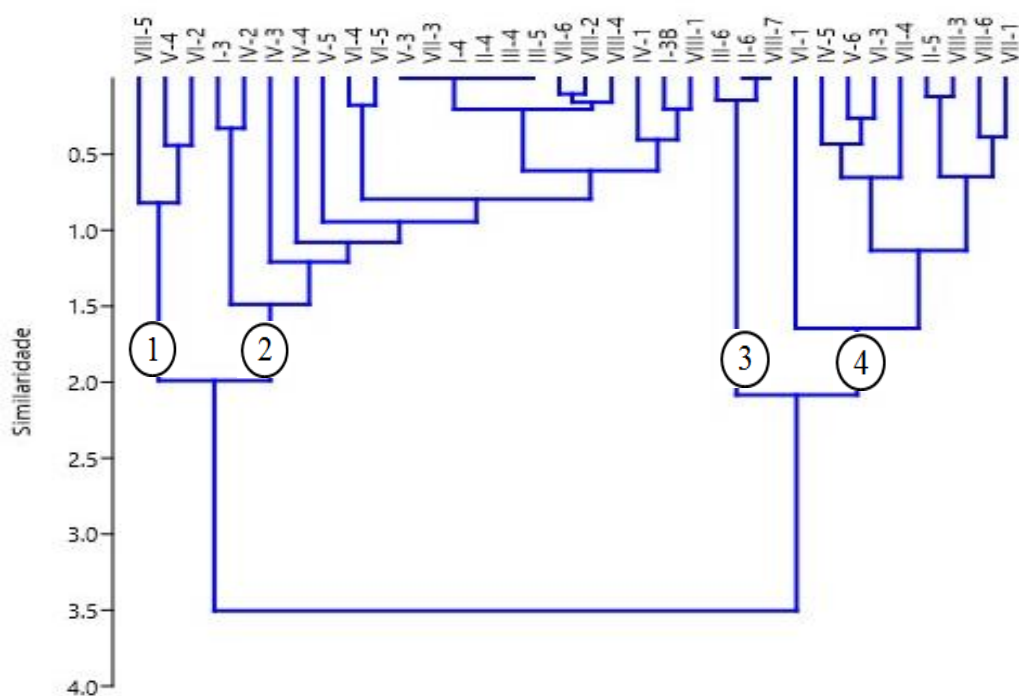


Figura 9 - Dendrograma da análise hierárquica aglomerativa (cluster) no modo Q com base na densidade (org/m³) dos táxons de hidromedusas das amostras coletadas na região da Plataforma Continental Amazônica.

5.8 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA

A Análise Canônica de Correspondência permitiu inferir 62,6% de explicação dos dados no eixo 1(x) e 23,1% no eixo 2(y) (Figura 10). Foi possível observar que as variáveis temperatura, concentração de clorofila-*a* e salinidade se mantiveram mais

6. DISCUSSÃO

Na Plataforma Continental Amazônica, foram encontrados 34 táxons de hidromedusas, o que representa aproximadamente 26% dos táxons registrados na costa brasileira, considerando a diversidade registrada por Migotto *et al.* (2002).

Liriope tetraphylla foi a espécie mais abundante representando 91,76% dos indivíduos registrados na área de estudo. Por estar presente 88,57% das amostras, verifica-se que apresenta distribuição ao longo de toda área da plataforma. Esta espécie é considerada comum e abundante nos ecossistemas costeiros, oceânicos e de plataforma ao redor do mundo (Nogueira-Júnior *et al.* 2014) Apesar de ser considerada uma espécie tipicamente oceânica, também foi encontrada na estação mais costeira (23km da costa), possivelmente devido à elevada hidrodinâmica da região. O transporte de massas d'água já foi apontado como um dos possíveis fatores responsáveis pela ocorrência dessa espécie próximo à costa, em lagunas ou estuários (e.g. Cortés-Lacomba *et al.* 2013).

A densidade muito elevada alcançada por *L. tetraphylla* na estação 2 (53km) no mês de janeiro de 2015 não foi acompanhada de mudanças nas variáveis ambientais analisadas. Uma provável explicação para este evento são mudanças no estoque pesqueiro, pois estão intimamente ligadas a ocorrência de blooms de organismos gelatinosos (Lynam *et al.* 2006) uma vez que algumas espécies de peixes e hidromedusas se alimentam dos mesmos organismos.

Aglaura hemistoma e *Clytia* spp. foram os táxons que tiveram uma frequência de ocorrência relativamente elevada, após *L. tetraphylla*. Ambos estiveram presentes em toda extensão da plataforma e já foram previamente registrados na plataforma brasileira (e.g. Nagata *et al.* 2014, Tronolone 2007). A primeira é uma espécie holoplanctônica e foi encontrada em maior abundância nas estações mais afastadas da costa possivelmente porque esta espécie possui baixo nível de tolerância para águas com baixa salinidade (Vannucci 1957). Já *Clytia* spp., assim como a grande maioria dos demais táxons, são meroplanctônicas e exibiram o comportamento oposto, sendo encontradas em maior densidade nas estações próximas à costa. Este comportamento é típico desse táxon que possui notável tolerância às mudanças na salinidade (Mendoza-Becerril *et al.* 2009).

Obelia spp. e *Cunina* spp. somente não ocorreram na estação 3. Porém, ambos possuem maior densidade nas estações mais próximas a costa, pois apesar de tolerar altos

valores de salinidade, *Obelia* spp. são meroplanctônicos e considerados táxons costeiros (Vannucci 1957) e *Cunina* spp. são holoplanctônicos, têm preferência por águas mais quentes (Kramp 1959) e são capazes de tolerar baixas salinidades (Ramirez & Zamponi 1981)

A presença de espécies com frequência rara ou sem registro para a área pode estar associada ao transporte por advecção de águas marinhas adjacentes (Nogueira-Júnior 2012) ou a atividades antrópicas, como o tráfego marítimo (Ruiz *et al.* 1997). Outra possibilidade é de que essas espécies já habitem a região, porém, devido à escassez de dados, ainda estão sendo encontradas pela primeira vez, como é o caso do registro recente de *Solmundella bitentaculata* na área da PCA (Banha *et al.* 2018).

Parte das hidromedusas encontradas não pode ser identificada devido aos danos causados no momento da amostragem, pois a utilização das redes de arrasto não é o método ideal de coleta (Hay 2006). Além de que a natureza frágil desses indivíduos facilita a deformação de suas estruturas (Nogueira-Júnior *et al.* 2015). Para obter a real diversidade do plâncton gelatinoso, é aconselhável o uso de diferentes métodos além da coleta com redes de arrasto, como por exemplo a utilização de filmadoras (Haddock 2004).

Foi possível observar que a densidade de indivíduos seguiu um padrão com maiores valores próximo à costa e menores valores em direção ao oceano. Neumann-Leitão *et al.* (2018) realizaram um estudo na área de influência da pluma e verificaram que alguns táxons de hidromedusas são bons indicadores das águas costeiras. Além disso, a densidade média foi maior durante o período chuvoso, corroborando com os dados de Costa *et al.* (2008) que registraram densidades de 452 ± 1266 org/m³ no período chuvoso e 383 ± 362 org/m³ no período seco no litoral nordeste paraense.

A diferença de densidade entre os períodos já era esperada, pois a densidade de hidromedusas pode mudar em períodos sazonais distintos (Arai 1992) e no período chuvoso é disponibilizado bastante alimento para os níveis tróficos menores, através do carreamento e transporte de nutrientes do continente para a região da plataforma, o que normalmente ocasiona blooms de fitoplâncton e influencia as populações de hidromedusas (Colin *et al.* 2005), possivelmente também promovendo a maior densidade nas estações mais costeiras.

A densidade também pode ter sido influenciada pela retroflexão da Corrente Norte Brasileira na região, que é capaz de transportar nutrientes e organismos, como foi visto por Melo (2004) na PCA. As densidades mais elevadas registradas no presente estudo também podem ocorrer em função não somente de um, mas de vários fatores atuando simultaneamente para criar as condições ótimas para o estabelecimento de algumas espécies de hidromedusas (Brotz *et al.* 2012, Purcell *et al.* 2007).

A curva de rarefação de espécies revelou uma insuficiência amostral no estudo e somente a partir de 100 amostras a riqueza real da região seria melhor representada. Os estimadores de riqueza Chao 2, Jackknife 1 e Jackknife 2 indicaram um resultado com um número de táxons esperado superior ao observado nesta amostragem e somente o estimador Chao 1 resultou em um número menor. Considerando também o limitado número de amostras, nota-se que o número de táxons na região é provavelmente maior do que o observado. O estudo de Melo (2004) na região, encontrou 10 táxons de hidromedusas em 51 estações amostradas e Mesquita *et al.* (2006) encontraram em uma região próxima, oito táxons em 33 amostras. Apesar disso, ainda não é possível inferir com exatidão a riqueza real do ambiente, pois outros fatores devem ser considerados, como a escolha da malha de rede de plâncton, que influencia na quantidade de indivíduos amostrada (Nogueira-Júnior *et al.* 2015).

De modo geral, os dados de temperatura e salinidade obtidos nas áreas mais próximas a costa (até 53km) estão inseridos nos intervalos da pluma estuarina (temperatura entre 27,5 a 29°C e salinidade < 35) e tendem a se inverter em direção ao oceano. É importante mencionar que no cruzeiro V (maio/14), os dados de temperatura e salinidade obtidos permitiram observar que a pluma cobriu uma área mais extensa (158km) devido ao período de maior descarga do rio Amazonas, visto também por Moller *et al.* (2010). A concentração de clorofila-*a* apresentou maiores valores próximo à costa e menores valores na região oceânica, o que já foi reportado para a região (Neumann-Leitão *et al.* 2018), formando um gradiente costeiro-oceânico. Portanto, ao longo da Plataforma Continental Amazônica, os altos valores de salinidade e concentração de clorofila-*a* são atenuados através do processo de diluição do aporte de água doce pelas águas oceânicas, que são pobres em nutrientes e salinas (Santos *et al.* 2012).

A relação positiva significativa identificada entre temperatura e clorofila-*a* ocorre possivelmente pela influência da descarga do rio Amazonas, que exerce grande influência tanto na concentração de clorofila-*a* quanto na temperatura. A água despejada na plataforma possui temperaturas relativamente elevadas, características da pluma estuarina (Geyer *et al.* 1996), além de muito material em suspensão (Nittrouer *et al.* 1986), este gera um crescimento na população de fitoplâncton devido a carga de nutrientes existente (Araujo *et al.* 2017) e, conseqüentemente, o aumento da concentração de clorofila-*a*. Em direção ao oceano, a descarga possui cada vez menos influência nas águas, diminuindo os valores de ambas as variáveis.

O aumento da atividade primária é comumente transferido para os níveis tróficos seguintes (Conroy *et al.* 2016), e conseqüentemente, devido ao “efeito cascata”, gera um aumento nas populações de consumidores, como as hidromedusas, que fazem parte dos consumidores secundários das cadeias tróficas de ambientes pelágicos (Purcell & Arai 2001). Portanto, é possível que este seja o principal fator que promove uma relação positiva entre a concentração de clorofila-*a* (presente no fitoplâncton) e a densidade das hidromedusas.

A relação negativa entre temperatura e salinidade é evidenciada no gradiente costeiro-oceânico, pois a pluma estuarina da região possui águas relativamente quentes (25 a 27°C) e menos salinas (<35) (Geyer *et al.* 1996). Esses valores tendem a se inverter com a dispersão da pluma em direção ao oceano, que apresenta valores altos de salinidade e mais baixos de temperatura.

A relação negativa entre a concentração de clorofila-*a* e pH ocorre possivelmente em função da descarga fluvial, pois as águas do rio Amazonas são naturalmente ácidas (Silva *et al.* 2008) e as águas oceânicas são básicas, portanto, na área de influência da descarga o pH é mais baixo e a concentração de clorofila-*a* é maior,. Tal relação também é consequência da maior quantidade de nutrientes carregados do continente para a região de influência da pluma, gerando a detecção de valores de concentrações de clorofila maiores, mesmo em águas oceânicas (Shipe *et al.* 2006).

A Análise de Correspondência Canônica permitiu inferir que o táxon *Amphogona* sp. esteve altamente relacionado a salinidade, o que se deve ao fato de somente ter sido encontrada em estações com distância a partir de 158km da costa, indicando que é

provavelmente um bioindicador de águas oceânicas. Este táxon está normalmente associado a ambientes com salinidades elevadas (Moreira 1973, Vannucci 1963).

Obelia spp. e *Clytia* spp. estiveram altamente relacionadas as variáveis clorofila-*a* e temperatura, indicando que esses táxons provavelmente são bioindicadores de águas costeiras. Essa relação entre as variáveis pode ser explicada devido à alta concentração de clorofila-*a* na área de estudo, que conseqüentemente gera grande quantidade de alimento disponível para os organismos. Matsakis (1993) verificou importância na relação entre disponibilidade de alimento e temperatura para a taxa de crescimento de *Clytia* spp. Enquanto que *Obelia* spp. são tipicamente costeiros (Vannucci 1957) e podem ter sido relacionados à alta temperatura e concentração de clorofila-*a* porque possuem maiores valores registrados próximos à costa. Além disso,

A densidade dos demais táxons não exibiu uma relação muito aparente com a temperatura, salinidade e concentração de clorofila-*a*. A ocorrência e distribuição desses táxons pode ter sido atribuída a variáveis que não foram mensuradas no presente estudo ou a fatores estocásticos (nutrientes, biomassa bacteriana e de protistas heterotróficos). Apesar da temperatura e salinidade serem variáveis essenciais para o estudo de hidromedusas, a análise de outras variáveis também é necessária para uma melhor compreensão da distribuição e abundância desses organismos. Os períodos seco e chuvoso também não apresentaram fortes relações com as variáveis ecológicas estimadas neste estudo.

É necessário que mais estudos sejam realizados na região da PCA, principalmente em conjunto com as variáveis que não foram analisadas neste estudo, para avaliar a relação que estas possuem com as diferentes espécies de hidromedusas, assim como, para produzir um conhecimento mais preciso sobre a composição, ocorrência e distribuição de hidromedusas e evidenciar sua importância nas cadeias alimentares de ecossistemas pelágicos.

7 CONCLUSÃO

De modo geral, existe um gradiente costeiro-oceânico na composição e distribuição espaço-temporal das espécies. Este gradiente seguiu o padrão de maiores densidades de indivíduos e riqueza de espécies nas estações mais próximas a costa, com uma diminuição em direção ao oceano.

A temperatura, concentração de clorofila-*a* e pH não apresentaram grandes variações ao longo da plataforma, portanto, a salinidade foi a principal variável que condicionou a ocorrência e distribuição de grande parte dos indivíduos. Os valores registrados de temperatura e concentração de clorofila-*a* sofreram um decréscimo no sentido costa-oceano, enquanto salinidade e pH mantiveram um comportamento oposto. Algumas espécies apresentaram forte relação com algumas das variáveis de estudo, apontando um alto potencial como indicadoras de massas d'água.

A sazonalidade não apresentou grande influência sobre as variáveis ambientais estudadas assim como sobre a comunidade de hidromedusas, apesar de que o período chuvoso apresentou valores de densidade ligeiramente maiores que o período seco.

Foi possível observar que a pluma estuarina se estendeu pelo menos até 53km (estação 2) nos cruzeiros durante as amostragens e no mês de maio de 2014 alcançou uma distância maior, coincidindo com o período de maior descarga do rio Amazonas. A pluma também foi importante na distribuição temporal e espacial dos organismos pois possui influência sob as variáveis ambientais estudadas na área da Plataforma Continental Amazônica.

REFERÊNCIAS

- Alvares C. A., Stape J. L., Sentelhas P. C., Gonçalves J. L. De M., Sparovek G. 2013. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* **22** (6): 711–28.
- Arai M. N. 2001. Pelagic Coelenterates and Eutrophication: A Review. *Hydrobiologia* **451**: 69–87.
- Arai M. N. 1992. Active and Passive Factors Affecting Aggregations of Hydromedusa: A Review. *Scientia Marina*. **52** (2-3): 99-108.
- Araujo M., Noriega C. Hounsou-gbo G. A., Veleda D., Araujo J., Bruto L., Feitosa F., Flores-Montes M., Lefèvre N., Melo P., Otsuka A., Travassos K., Schwamborn R., Neumann-Leitão S. 2017. A Synoptic Assessment of the Amazon River-Ocean Continuum during Boreal Autumn: From Physics to Plankton Communities and Carbon Flux. *Frontiers in Microbiology* **8** (JUL): 1–18.
- Banha T.N.S., Stampar S.N., Martinelli-Filho J.E. 2018. “First Record of *Solmundella bitentaculata* (Cnidaria: Aeginidae) in Pará State Shelf, Brazil.” *Brazilian Journal of Biology* **78** (1): 75–76.
- Barnes R. D. 1984. *Zoologia dos Invertebrados* 4^a ed. São Paulo. 1174 p.
- Beaugrand G. 2005. Monitoring Pelagic Ecosystems Using Plankton Indicators. *ICES Journal of Marine Science* **62** (3): 333–38.
- Boero F., Bouillon J. Gravili C. Miglietta M. P. Parsons T. Piraino S. 2008. Gelatinous Plankton: Irregularities Rule the World (Sometimes). *Marine Ecology Progress Series* **356**: 299–310.
- Boicourt W. C., Garside C., Malone T. C., Roman M. R., Sanford L. P., Fuhrman J. A., Garvine R. W., Chao S.-Y., H. Ducklow W., Gilbert P. M. 1987. Physics and Microbial Ecology of a Buoyant Estuarine Plume on the Continental Shelf. *The Oceanography Report* **68** (31): 666–68.
- Bouillon J. 1999. Hydromedusae. In: Boltovskoy D. (Ed.). *South Atlantic zooplankton*. Leiden: Backhuys Publ., v. 1, p. 385-465.
- Brodeur R. D., Decker M. B., Ciannelli L., Purcell J. E., Bond N. A., Stabeno P. J., Acuna E., Hunt G. L. 2008. Rise and Fall of Jellyfish in the Eastern Bering Sea in Relation to Climate Regime Shifts. *Progress in Oceanography* **77** (2–3): 103–11.
- Brotz L., Cheung W. W. L., Kleisner K., Pakhomov E., Pauly D. 2012. Increasing Jellyfish Populations: Trends in Large Marine Ecosystems. *Hydrobiologia* **690** (1): 3–20.
- Colin S. P., Costello J. H., Graham W. M., Higgins J. 2005. Omnivory by the Small Cosmopolitan Hydromedusa *Aglaura Hemistoma*. *Limnology and Oceanography* **50** (4): 1264–68.
- Condon R. H., Duarte C. M., Pitt K. A., Robinson K. L., Lucas C. H., Sutherland K. R., Mianzan H. W., Bogeberga M., Purcell J. E., Decker M. B., Uyek S., Madin L. P., Brodeur R. D., Haddock S. H. D., Malejo A., Parry G. D., Eriksen E., Quiñones J., Acha M., Harveys M., Arthur J. M., and Graham W. M. 2013. Recurrent Jellyfish Blooms Are a Consequence of Global Oscillations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110** (3): 1000–1005.

- Conroy B. J., Steinberg D. K., Stukel M. R., Goes J. I., Coles V. J. 2016. Meso- and Microzooplankton Grazing in the Amazon River Plume and Western Tropical North Atlantic. *Limnology and Oceanography* **61** (3): 825–40.
- Cortés-Lacomba R., Álvarez-Silva C., Gutiérrez-Mendieta F. 2013. Listado Actualizado de Las Medusas de La Laguna de Términos, Campeche, México. *Hidrobiologica* **23** (2): 209–17.
- Costa K. G., Pereira L. C. C., Costa R. M. 2008. Short and Long-Term Temporal Variation of the Zooplankton in a Tropical Estuary (Amazon Region, Brazil) Variação Temporal Do Zooplâncton Em Um Estuário Tropical (Região Amazônica, Brasil). *Ciências Naturais* **3** (2): 127–41.
- Costello J. H. & Colin S. P. 2002. Prey Resource Use by Coexistent Hydromedusae from Friday Harbor, Washington. *Limnology and Oceanography* **47** (4): 934–42.
- Coutinho P. da N. 1996. Levantamento Do Estado Da Arte Da Pesquisa Dos Recursos Vivos Marinhos do Brasil. 75p.
- Dagg M., R. Benner, S. Lohrenz, D. Lawrence. 2004. Transformation of Dissolved and Particulate Materials on Continental Shelves Influenced by Large Rivers: Plume Processes. *Continental Shelf Research* **24** (7–8): 833–58.
- Daly M., Brugler M. R., Cartwright P., Collins A. G, Dawson M. N, Fautin D. G, France S. C. The Phylum Cnidaria: A Review of Phylogenetic Patterns and Diversity 300 Years after Linnaeus. *Zootaxa* **1668**: 127–182.
- Dovel W. L. 1964. An Approach to Sampling Estuarine Macroplankton. *Chesapeake Science* **5** (1/2): 77.
- Geyer W. R., Robert C. B., Steven J. L., Julio Candela, Richard Limeburner, William E. Johns, Belmiro M. Castro, Ivan Dias Soares. 1996. Physical Oceanography of the Amazon Shelf. *Continental Shelf Research* **16** (5–6): 575–616.
- Haddock S. H. D. 2004. A Golden Age of Gelata: Past and Future Research on Planktonic Ctenophores and Cnidarians. *Hydrobiologia* **530/531** (1): 549–56.
- Hay S. 2006. Gelatinous Bells May Ring Change in Marine Ecosystems. *Current Biology* **16** (17): 679–82.
- Heinle, D. R. 1965. A Screen for Excluding Jellyfish and Ctenophores from Clarke-Bumpus Plankton Samples. *Coastal and Estuarine Research Federation* **6** (4): 231–32.
- Jablonski S., Martins A., Amaral A. C., Ávila-da-Silva A. O., Rossi-Wongtschowski C. L. D. B., Olavo G., Lessa R. P. *Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva*. 303 p. (Relatório Executivo Ministério do Meio Ambiente). (Programa REVIZEE).
- Kramp P. L. 1959. The hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. *Bull. Mus. Nat. d'Hist. Nat.* 2e ST. **1**(6): 934.
- Lentz S. J. & Limeburner R. 1995. The Amazon river Plume during AMASSEDS: spatial characteristics and salinity variability. *Journal of Geophysical Research* **100** (C2): 2355–75.
- Lynam C. P., Hay S. J., Brierley A. S. 2005. Jellyfish Abundance and Climatic Variation: Contrasting Responses in Oceanographically Distinct Regions of the North Sea, and

- Possible Implications for Fisheries. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, no. 85: 435–50.
- Lynam C. P., Gibbons M. J., Axelsen B. E., Sparks C. A. J., Coetzee J., Heywood B. G. G., Brierley A. S. 2006. Jellyfish overtake fish in a heavily fished ecosystem. *Current Biology* **16** (19): 1976.
- Matsakis S. 1993. Growth of clytia Spp. Hydromedusae (Cnidaria, Thecata): effects of temperature and food availability. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **171** (1): 107–18.
- Melo N. F. A. C. de. 2004. Biodiversidade e Biomassa Do Macrozooplâncton , Com Ênfase Nos Copepoda (Crustacea) Na Plataforma Continental Norte Brasileira. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco 125p.
- Mendoza-Becerril M. D. L. A., Ocaña-Luna A., Sánchez-Ramírez M., Segura-Puertas L. 2009. Primer registro de phialella quadrata y ampliación del límite de distribución de ocho especies de hidromedusas (Hydrozoa). en El Océano Atlántico Occidental. *Hidrobiológica*, **19** (3): 257–67.
- Mesquita S. do S. A., Costa R. M., Pereira L. C. C., Magalhães A. 2006. Composição, ocorrência e distribuição das hidromedusas no estuário do rio Caeté , Litoral do Estado do Pará. *Bol. Mus. Para Emilio Goeldi. Série Ciências Naturais, Belém* **1** (3): 113–19.
- Migotto A. E., Marques A. C., Morandini A. C., Silveira F. L. 2002. Checklist of the Cnidaria Medusozoa of Brazil. *Neotropica*, Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, **2** (1): 1–31.
- Mikhailov V. N. 2010. Water and sediment runoff at the Amazon river mouth. *Water Resources* **37** (2): 145–59.
- Mills C. E. 1995. Medusae, siphonophores, and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* **52** (3–4): 575–81.
- Mills C. 2001. Are Population Increasing Globally in Reponse to Changing Ocean Conditions? *Hydrobiologia* **451** (1): 55–68.
- Mills C. E., Marques A. C., Migotto A. E., Calder D. R., Hand C. 2007. Key to the Polypoid Stages of Hydrozoa: Polyps, Hydromedusae, and Siphonophora. In *Light and Smith's Manual: Intertidal Invertebrates of the Central California Coast*, 118–37.
- Molleri G. S. F., Novo E. M. L. d. M., Kampel M. 2010. Space-time variability of the Amazon river plume based on satellite Ocean Color. *Continental Shelf Research* **30** (3–4): 342–52.
- Moraes B. C. de, Maria J., Carlos A., Costa M. H. 1998. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica* **35** (2): 207–14.
- Moreira G. S. 1973. On the diurnal vertical migration of hydromedusae off Santos, Brazil, 20: 537–66.
- Morris A. W., Allen J.L., Howland R. J. M., Wood. R.G. 1995. The estuary plume zone: source or sink for land-derived nutrient discharges? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **40** (4): 387–402.

- Nagata R. M., Nogueira-Júnior M., Brandini F. P., Haddad M. A. 2014. Spatial and temporal variation of planktonic cnidarian density in subtropical waters of the southern Brazilian bight. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **94** (7): 1387–1400.
- Nagata R. M., Nogueira-Júnior M., Haddad M. A. 2014. Faunistic survey of hydromedusae (cnidaria, medusozoa) from the coast of Paraná State, Southern Brazil. *Zootaxa* **3768** (3): 291–326.
- Neumann-Leitão S., Melo P. A. M. C., Schwamborn R., Diaz X. F. G., Figueiredo L. G. P., Silva A. P., Figueiredo L. G. P., Silva A. P., Campelo R. P. S., Melo-Júnior M. de, Melo N. F. A. C., Costa A. E. S. F., Araújo M., Veleda D. R. A., Moura R. L., Thompson F. Zooplankton from a reef system under the influence of the Amazon river plume. *Frontiers in Microbiology* **9** (MAR): 1–15.
- Nittrouer C. A., Curtin T. B., DeMaster D. J. 1986. Concentration and flux of suspended sediment on the Amazon Continental Shelf. *Continental Shelf Research* **6** (1–2): 151–74.
- Nittrouer C. A., Kuehl S. A., Demaster D. J., Kowman R. O. 1986. The deltaic nature of Amazon shelf sedimentation. *Geological Society of America Bulletin* **97** (4): 444–58.
- Nittrouer C. A., Kuehl S. A., Sternberg R. W., Figueiredo A. G., Faria L. E. C. 1995. An introduction to the geological significance of sediment transport and accumulation on the Amazon Continental Shelf. *Marine Geology* **125** (3–4): 177–92.
- Nogueira-Júnior M. 2012. Gelatinous zooplankton fauna (cnidaria, ctenophora and thaliacea) from baía da Babitonga (Southern Brazil). *Zootaxa* **21** (3398): 1–21.
- Nogueira-Júnior M., Brandini F. P., Codina J. C. U. 2014. Distribution of planktonic cnidarians in response to South Atlantic Central Water intrusion in the South Brazilian Bight. *Continental Shelf Research* **89**: 93–102.
- Nogueira-Júnior M., Pukanski L. E. de M., Souza-Conceição J. M. 2015. Mesh size effects on assessments of planktonic hydrozoan abundance and assemblage structure. *Journal of Marine Systems* **144**: 117–26.
- Oliveira O. M. P., Miranda T. P., Araújo E. M., Ayón P., Cedeño-Posso C. M., Cepeda-Mercado A. A., Córdova P., Marques A. C., Cunha A. F., Genzano G. N., Haddad M. A., Mianzan H. W., Migotto A. E., Miranda L. S., Morandini A. C., Nagata R. M., Nascimento K. B., Nogueira M., Palma S., Quiñones J., Rodríguez C. S., Scarabino F., Schiariti A., Stampar S. N., Tronolone V. B. 2016. Census of cnidaria (Medusozoa) and ctenophora from South American Marine Waters. *Zootaxa* **4194** (1): 1–256.
- Purcell J. E. 2012. Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environmental perturbations. *Annual Review of Marine Science* **4** (1): 209–35.
- Purcell J. E., Arai M. N. 2001. Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: A Review. *Hydrobiologia* **451** (October): 27–44.
- Purcell Jennifer E., Uye S. I., Lo W. T. 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: A Review. *Marine Ecology Progress Series* **350** (1): 153–74.

- Purcell Jennifer E. 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms : a review climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms : A Review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **85** (1): 461–76.
- Ramirez F.C., Zamponi M.O. 1981. Hydromedusae. In: Boltovskoy, D. (Ed.). *Atlas del zooplancton del atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publ. Especial de INIDEP. Mar del Plata. Argentina. 443-936.
- Ruiz G. M, Carlton J. T, Grosholz E. D, Hines A. 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. *Integrative and comparative biology*. **37** (April): 621–32.
- Santos M. de L. S., Eschrique S. A., Pereira J. A. R., Melo N. F. A. de, Palheta G. D. A., Lobão R. A., Saraiva A. L. de L.. 2012. Estudo nictemeral de parâmetros físicos e químicos na plataforma continental do amazonas. *Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **12** (1): 25–33.
- Santos M. L. S., Medeiros C., Muniz K., Feitosa F. A. N., Schwamborn R., Macêdo S. J. 2008. Influence of the amazon and pará rivers on water composition and phytoplankton biomass on the adjacent shelf. *Journal of Coastal Research* **243** (243): 585–93.
- Schuchert P. 1998. How many hydrozoan species are there ? *Zoologische Verhandelingen* **323** (1961): 209–19.
- Shipe R. F., Curtaz J., Subramaniam A., Carpenter E. J., Capone D. G. 2006. Diatom biomass and productivity in oceanic and plume-influenced waters of the western tropical atlantic ocean. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **53** (8): 1320–34.
- Silva, A. C. da, Araújo M., Bourlès B. 2005. Variação sazonal da estrutura de massas de água na plataforma continental do amazonas e area oceânica adjacente. *Revista Brasileira de Geofísica* **23** (2): 145–57.
- Silva A. E. P., Angelis C. F., Waichaman A. V., Machado L. A. T. 2008. Influência da precipitação na qualidade da água do rio Purus. *Acta Amazonica* **38** (4): 733–42.
- Spalding M. D., Fox H. E., Allen G. R., Davidson N., Ferdaña Z. A., Finlayson M., Halpern B. S., Jorge M. A., Lombana A., Lourie S. A., Martin K. D., Mcmanus E., Molnar J., Recchia C. A., Robertson J. 2007. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf Areas. *BioScience* **57** (7): 573.
- Tronolone V. B. 2007. Estudo faunístico e da distribuição das hidromedusas (cnidaria, hydrozoa) da região compreendida entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC), Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. 209 p.
- Vannucci M. 1957. On brazilian hydromedusae and their distribution in relation to different water masses. *Boletim Do Instituto Oceanográfico* **8** (1–2): 23–109.
- Vannucci M. 1963. On the ecology of brazilian medusae at 25° Lat. S. *Boletim Do Instituto Oceanográfico* **182**: 143–84.

APÊNDICES

APÊNDICE A - DADOS REFERENTES À COLETA DAS AMOSTRAS (O NOME DAS AMOSTRAS É REPRESENTADO PELO NÚMERO DO CRUZEIRO EM ALGARISMOS ROMANOS E PELO NÚMERO DA ESTAÇÃO DE COLETA; *= SEM DADOS DE PROFUNDIDADE)

Amostra	Latitude	Longitude	Data	Horário	Prof. local (m)
I-2	00°07'44"N	47°50'54"O	abr/13	16:42	24
I-3	00°14'02"N	47°43'03"O	abr/13	20:40	35
I-3B	00°28'16"N	47°25'59"O	abr/13	16:40	32
I-4	00°43'21"N	47°09'10" O	abr/13	09:20	38
II-4	00°45'36"N	47°08'30"O	jul/13	07:52	*
II-5	01°00'50"N	46°50'44"O	jul/13	13:29	*
II-6	01°15'45"N	46°35'00"O	jul/13	19:00	*
III-4	00°46'08"N	47°07'13"O	out/13	11:05	37
III-5	00°59'54"N	46°50'05"O	out/13	15:40	50
III-6	01°15'29"N	46°32'24"O	out/13	22:55	68
IV-1	00°10'50"S	48°12'05"O	jan/14	09:35	9
IV-2	00°01'33"N	47°57'41"O	jan/14	06:46	19
IV-3	00°13'49"N	47°42'93"O	jan/14	18:35	42
IV-4	00°44'24"N	47°07'39"O	jan/14	12:49	37
IV-5	01°00'19"N	46°48'50"O	jan/14	20:31	*
IV-6	01°14'39"N	46°32'11"O	jan/14	02:24	70
V-1	00°10'50"S	48°12'05"O	mai/14	14:04	9
V-2	00°01'33"N	47°57'41"O	mai/14	10:31	20
V-3	00°13'49"N	47°42'93"O	mai/14	06:58	35
V-4	00°44'24"N	47°07'39"O	mai/14	20:57	39
V-5	01°00'19"N	46°48'50"O	mai/14	15:57	54
V-6	01°14'39"N	46°32'11"O	mai/14	09:24	82
VI-1	00°10'37"S	48°11'47"O	jul/14	17:08	9
VI-2	00°01'37"N	47°58'48"O	jul/14	13:25	17
VI-3	00°13'10"N	47°43'55"O	jul/14	09:21	28
VI-4	00°44'31"N	47°07'44"O	jul/14	06:52	36
VI-5	01°01'02"N	46°51'19"O	jul/14	13:33	50
VI-6	01°14'39"N	46°33'07"O	jul/14	18:58	71
VII-1	00°10'88"S	48°12'18"O	out/14	04:43	10
VII-3	00°13'46"N	47°43'14"O	out/14	12:42	32
VII-4	00°44'14"N	47°07'67"O	out/14	07:00	39
VII-6	01°15'34"N	46°32'96"O	out/14	20:56	77
VIII-1	00°11'48"S	48°13'58"O	jan/15	08:52	11
VIII-2	00°00'58"N	47°58'43"O	jan/15	19:30	20
VIII-3	00°15'09"N	47°42'80"O	jan/15	09:39	36
VIII-4	00°45'06"N	47°09'07"O	jan/15	20:33	44
VIII-5	00°58'51"N	46°49'34"O	jan/15	19:13	63
VIII-6	01°14'58"N	46°31'27"O	jan/15	10:36	90
VIII-7	01°33'22"N	46°38'48"O	jan/15	19:57	146

**APÊNDICE B - TÁXONS DE HIDROMEDUSAS ENCONTRADOS NA
PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA ENTRE ABRIL DE 2013 E
JANEIRO DE 2015**

Ordem	Família	Gênero	Espécie
Trachymedusae	Geryoniidae	<i>Liriope</i>	<i>Liriope tetraphylla</i> (Chamisso & Eysenhardt, 1821)
		<i>Aglaura</i>	<i>Aglaura hemistoma</i> Péron & Lesueur, 1810
	Rhopalonematidae	<i>Persa</i>	<i>Persa incolorata</i> McCrary, 1859
		<i>Amphogona</i> Browne, 1905	*
		*	*
Leptomedusae	Campanulariidae	<i>Clytia</i> Lamouroux, 1812	*
		<i>Obelia</i> Péron & Lesueur, 1810	*
	Eirenidae	<i>Helgicirrha</i> (Bigelow, 1909)	*
		<i>Eutonina</i>	<i>Eutonina scintilans</i> (Bigelow, 1909)
	Lovenellidae	<i>Lovenella</i>	<i>Lovenella cirrata</i> (Haeckel, 1879)
		<i>Cirrholovenia</i>	<i>Cirrholovenia tetranema</i> Kramp, 1959
	Blackfordiidae	<i>Blackfordia</i>	<i>Blackfordia virginica</i> Mayer, 1910
	Malagazziidae	<i>Octophialucium</i> Kramp, 1955	*
	Eucheilotidae	<i>Laodicea</i> Lesson, 1843	*
	Limnomedusae	Olindiidae	<i>Vallentinia</i> Browne, 1902
Narcomedusae	Cuniniidae	<i>Cunina</i> Eschscholtz, 1829	*
Anthomedusae	Eucodoniidae	<i>Eucodonium</i> Hartlaub, 1907	*