



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL E DE RECURSOS HÍDRICOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS
AQUÁTICOS TROPICAIS

ROSÂNGELA DOS SANTOS SOUZA

**ECOLOGIA DAS COMUNIDADES ZOOPLANCTÔNICAS COSTEIRAS EM
FRETE À FOZ DO RIO AMAZONAS: UMA ABORDAGEM SOB O PRISMA DE
METACOMUNIDADES**

**BELÉM
2014**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL E DE RECURSOS HÍDRICOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS
AQUÁTICOS TROPICAIS

ROSÂNGELA DOS SANTOS SOUZA

**ECOLOGIA DAS COMUNIDADES ZOOPLANCTÔNICAS COSTEIRAS EM
FRETE À FOZ DO RIO AMAZONAS: UMA ABORDAGEM SOB O PRISMA DE
METACOMUNIDADES**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós – Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Tavares Paes.

Co-Orientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo.

BELÉM
2014

ROSÂNGELA DOS SANTOS SOUZA

**ECOLOGIA DAS COMUNIDADES ZOOPLANCTÔNICAS COSTEIRAS EM
FRENTE À FOZ DO RIO AMAZONAS: UMA ABORDAGEM SOB O PRISMA DE
METACOMUNIDADES**

Plano de Qualificação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós – Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Data: 30 / 08 / 2014

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Tavares Paes – Orientador
Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos – ISARH/UFRA

Prof. Dr. Fábio Campos Pamplona Ribeiro – 1º Examinador
Instituto de Biologia – IB/UFF

Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho – 2º Examinador
Instituto de Geociências – IG/UFPA

Prof. Dr. Marko Herrmann – 3º Examinador
Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos – ISARH/UFRA

À meu amor eterno, Rosa Maria, minha mãe (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, em particular, ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e dos Recursos Aquáticos Tropicais, pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

A CAPES pela concessão de bolsa no período de estudo.

Ao Prof. Dr. Eduardo Tavares Paes pela orientação, amizade, pelas inúmeras palavras de incentivo, pelo conhecimento repassado, pela confiança, apoio e paciência na execução deste trabalho de pesquisa.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia Marinha Oceanografia Pesqueira – LEMOP, em especial ao Caio Lourenço, por toda a ajuda oferecida desde o início do curso, na execução dos cruzeiros e principalmente na reta final de análises e escrita desta dissertação. Ao Nelson Gouveia pela ajuda com o Surfer e com todas as dúvidas respectivas a este. Aos outros membros do laboratório e da UFRA que sempre nos auxiliaram nas mais diversas formas e que estiveram presentes nos cruzeiros de coleta nos auxiliando sempre: Paulo, Rodrigues, Renan, Kevin, Léo, Djair, Mangas, Alberto.

A tripulação do Comandante Júnior: Seu Pedro, Abaeté, Roberto, Jeová, Daniel, Barcarena, Seu Raimundo, que se autodenominaram “estagiários”, sem os quais esta empreitada do Exército de Brancaleone não teria ocorrido.

Aos amigos do Laboratório de Oceanografia Biológica – LOB, Roseanne Figueira, Micaela Valentin, Thomaz Banha, Victor Carvalho, Mayara Cavalcante, Thuareag Monteiro, Daianne Aviz, Maik Melo, César França e Vanessa Barreto, pela companhia, disponibilidade e ajuda durante a análise do material, em especial ao Professor José Eduardo Martinelli Filho pela ajuda e disponibilidade de tempo e do laboratório.

À minha família, por todo o apoio e compreensão que eles me deram para realização deste trabalho.

"O homem não descobre novos oceanos se não tiver coragem de perder de vista a costa."

André Gide

RESUMO

Os recentes avanços na ecologia teórica têm reorganizado a compreensão da relação entre processos regionais e ambientais sobre a mudança na composição e estruturação das comunidades locais. O zooplâncton representa o elo na transferência de energia e de detritos orgânicos particulados para os demais níveis tróficos de organismos consumidores, incluindo espécies de importância econômica como diversos moluscos, crustáceos e peixes. Alterações na comunidade planctônica ocasionam profundas mudanças estruturais em todos os níveis tróficos do ecossistema aquático. Ao seu caráter dinâmico, elevadas taxas de reprodução, perda e rápida resposta às alterações físico-químicas do meio. Interações entre a descarga do sistema Amazônico, a atuação dos ventos e as correntes oceânicas superficiais controlam os processos pelágicos na Costa Norte brasileira, sendo evidente, a influência destes fatores na dinâmica e padrões físico-químicos, bem como na biomassa planctônica na Plataforma Amazônica e área oceânica adjacente. O presente estudo compreende a área da Plataforma Continental do Amazonas (PCA), entre a Foz do Rio Amazonas e a Foz do Rio Pará, partindo-se da zona costeira da Ilha do Marajó até proximidades da quebra da Plataforma Continental, abrangendo um raio de aproximadamente 300 km da costa. Foram realizados dois cruzeiros de coleta nos meses de Abril de 2013 (Cruzeiro 1 – C1) e Outubro de 2013 (Cruzeiro 2 – C2) com estações espaçadas aproximadamente, em torno de 10 a 20 milhas. Em cada estação foram coletadas variáveis hidrológicas como temperatura, salinidade e concentração de clorofila-*a* através de um CTD. Um total de 107 táxons zooplânctônicos foram identificados nos 2 cruzeiros realizados na área de estudo, constituído por 70,1% de organismos Holoplanctônicos e 29,9% de organismos Meroplanctônicos. O grupo mais abundante foi o dos copépodes, com 60 taxas identificadas entre ordem, família, gênero e espécie. A densidade dos táxons identificados foram bem diferenciados entre os meses de coleta, a densidade do meroplâncton que no mês de outubro foi duas vezes maior em relação à Abril. Os táxons mais comuns de copépodes nos dois períodos estudados foram: Náuplios (não identificados), *Oithona nana*, *Paracalanus parvus* e *Subeucalanus pileatus*, indicando que estes táxons estão presentes ao longo da Plataforma independentemente do período do ano. Os organismos que se apresentaram com maiores densidades na matriz total de espécies foram Bivalves e *Clausocalanus furcatus*, com 99.000 e 69.000 ind.m⁻³ respectivamente, além de *Sagitta* spp. (48.000 ind.m⁻³), Gastropoda (46.000 ind.m⁻³) e *Parvocalanus crassirostris*, (44.000 ind.m⁻³). A área apresenta grande variação sazonal na biodiversidade e na densidade de sua comunidade zooplânctônica.

Palavras-chave: Zooplâncton, Copepodas, Plataforma Continental Amazônica.

ABSTRACT

Recent advances in theoretical ecology have reorganized the understanding of the relationship between regional and environmental processes on changing the composition and structure of local communities. Zooplankton represents the link in the transfer of energy and particulate organic debris to the other trophic levels of consuming organisms, including species of economic importance such as mollusks, crustaceans and fish. Changes in the planktonic community cause profound structural changes at all trophic levels of the aquatic ecosystem. Due to its dynamic character, high reproduction rates, loss and rapid response to physicochemical changes in the environment. Interactions between Amazonian discharge, wind action and surface ocean currents control pelagic processes in the Brazilian North Coast, and their influence on physicochemical dynamics and patterns, as well as on planktonic biomass on the Amazonian Platform and adjacent oceanic area. The present study covers the area of the Amazon Continental Shelf (PCA), between the mouth of the Amazon River and the mouth of the Pará River, starting from the coastal zone of Marajó Island until near the breaking of the Continental Shelf, covering a radius of approximately 300 km from the coast. Two collection cruises were conducted in April 2013 (Cruise 1 - C1) and October 2013 (Cruise 2 - C2) with stations approximately 10 to 20 miles apart. In each season hydrological variables such as temperature, salinity and chlorophyll-a concentration were collected through a CTD. A total of 107 zooplankton taxa were identified in the 2 cruises conducted in the study area, consisting of 70.1% Holoplanktonic organisms and 29.9% Meroplanktonic organisms. The most abundant group was the copepod, with 60 taxa identified among order, family, genus and species. The density of the identified taxa were well differentiated between the months of collection, the density of meroplankton that in October was twice higher than April. The most common copepod taxa in the two periods studied were: Nauplii (unidentified), *Oithona nana*, *Paracalanus parvus* and *Subeucalanus pileatus*, indicating that these taxa are present throughout the Platform regardless of the time of year. The organisms with higher densities in the total species matrix were Bivalves and *Clausocalanus furcatus*, with 99,000 and 69,000 ind.m⁻³ respectively, and *Sagitta* spp. (48,000 ind.m⁻³), Gastropoda (46,000 ind.m⁻³) and *Parvocalanus crassirostris*, (44,000 ind.m⁻³). The area has a large seasonal variation in the biodiversity and density of its zooplankton community.

Keywords: Zooplankton, Copepods, Amazon Continental Shelf.

Sumário

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1 PLÂNCTON	18
2.1 METACOMUNIDADES	22
2.2 A PLUMA DO AMAZONAS	23
2.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS	24
3 OBJETIVOS	26
3.1 GERAL	26
3.2 ESPECÍFICOS	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 ÁREA DE ESTUDO	27
4.2.1 Coleta de Plâncton	30
4.2.2 Análise do Zooplâncton	30
4.3 ANÁLISES DOS DADOS	32
4.3.1 Análise de redundância (ARD).....	32
5 RESULTADOS	38
5.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS	38
5.2 VARIÁVEIS BIOLÓGICAS.....	45
6 DISCUSSÃO	65
7 APOIO LOGÍSTICO E FINANCEIRO.....	69
8. REFERÊNCIA	70

1 INTRODUÇÃO

O estudo do plâncton é de extrema importância, pois enquanto o fitoplâncton produz a matéria orgânica pela fotossíntese, o zooplâncton constitui um elo importante na transferência de energia na forma fitoplâncton-bacterioplâncton. O zooplâncton também transfere detritos orgânicos particulados para os demais níveis tróficos, incluindo moluscos, crustáceos e peixes de interesses comerciais. Por fim, eles também influenciam e determinam as espécies nectônicas e bentônicas que possuem estágios no plâncton, além de atuar na ciclagem de energia de um ambiente para o outro (GROSS; GROSS, 1996).

O plâncton como um todo é de vital importância para os ecossistemas marinhos, pois representam a base da teia alimentar nos oceanos, e as mudanças que ocorrem em sua composição e estrutura podem ocasionar profundas modificações em todos os níveis tróficos. Além do que, a comunidade planctônica apresenta um caráter muito dinâmico, com elevadas taxas de reprodução e de morte, respondendo rapidamente às alterações físicas e químicas do meio aquático e estabelecendo assim relações intra e interespecíficas complexas na competição e utilização do espaço e os recursos (VALIELA, 1995).

Os organismos do zooplâncton constituem um importante elemento para a dinâmica de um ecossistema aquático. Os copépodes e as larvas de decápoda, por sua vez, estão entre os principais componentes do zooplâncton marinho, podendo representar até mais de 90% da biomassa planctônica total. Estes por sua vez desempenham um importante papel na alimentação do zooplâncton carnívoro e de peixes (ANGER, 2001).

Durante o estágio planctônico, as larvas estão expostas à variação de diversos fatores ecológicos, que influenciam suas chances de sobrevivência, desenvolvimento, dispersão e recrutamento (*op cit* ANGER, 2001). A abundância e a distribuição do zooplâncton em geral no ambiente marinho são influenciadas por fatores como: temperatura, salinidade, luz, taxas de mortalidade de cada estágio, disponibilidade de alimento, migração vertical, distância em relação aos locais de desova, velocidade e direção das correntes e duração da fase pelágica (*op cit* ANGER, 2001). Por esse motivo, o conhecimento da variabilidade das comunidades zooplanctônicas (abundância e composição) em diferentes escalas espaço-temporais é fundamental para o conhecimento de sua dinâmica (SILVA *et al.*, 2003).

O Brasil possui uma linha de costa com aproximadamente 8.500 Km e destes 35% formam o litoral amazônico. Esta faixa de costa abrange uma área que se inicia no Rio Oiapoque no Amapá (5°N, 51°W) e termina na Baía de São Marcos no Maranhão (2°S, 44°W), sendo esta região formada por uma grande variedade de ambientes costeiros (ISAAC; BARTHEM, 1995).

No que diz respeito às características meteorológicas, oceanográficas e geomorfológicas a Zona Costeira Amazônica (ZCA), que se apresenta bem diferenciada quando comparada com as outras regiões do país, mostrando precipitações e temperaturas anuais constantes com valores respectivamente de >1.500 mm/ano e >20°C, além de uma nebulosidade elevada (NITTROUER *et al.*, 1995), ampla plataforma continental (~330 km), regime de macro marés (com valores máximos de 8 m no Maranhão, 6 m no Pará e 12 m no Amapá), extensa área de manguezais - 85% do total encontrado no País (LARA, 2003).

Além disso, na ZCA há a descarga de dezenas de estuários e do Rio Amazonas (representando 16% de toda água doce descarregada nos oceanos (OLTMAN, 1968), grande quantidade de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica (MEADE *et al.*, 1985).

O Rio Amazonas fornece a maior carga de nutrientes para a plataforma continental, controlando a produtividade primária marinha na região. Isto ocorre pela interação entre as águas fluviais e oceânicas, que influenciam diretamente o crescimento do plâncton. A mistura das águas doces com as águas oceânicas forma uma pluma superficial com baixa salinidade (<34), a pluma amazônica, que apresenta localização dependente da época do ano e apresenta variação sazonal, é então transportada para noroeste pela corrente Norte do Brasil – CNB (SILVA *et al.*, 2007). Essa estreita zona de transição tem um importante papel na transferência de energia na teia alimentar da plataforma continental porém sendo limitada pela disponibilidade de radiação luminosa e de nutrientes (SMITH-JR; DeMASTER, 1996).

Os processos oceânicos que ocorrem na Plataforma Continental do Amazonas resultam da sobreposição de várias características físico-químicas dominantes, como: proximidade do Equador, grande energia física despendida pelas marés, correntes oceânicas e ventos, e enorme descarga de água, solutos e materiais particulados pelo Rio Amazonas (NITTROUER; DeMASTER, 1996). A influência do Rio Amazonas representa o maior destaque, uma vez que contribui com um volume médio de água da ordem de 6,3 trilhões m³/ano (OLTMAN, 1968), com uma descarga líquida máxima de 220 mil m³/s (RICHEY *et*

al., 1986). Por fim a descarga de sedimentos deste rio foi estimada em 1,2 bilhão de ton./ano (MEADE *et al.*, 1985).

A circulação e a deposição de sedimentos são controladas pela quantidade de água doce proveniente do Rio Amazonas, pelas fortes correntes costeiras e pelas altas amplitudes de maré (ALLER; ALLER, 1986). Em termos de descarga de material dissolvido (solutos), o Rio Amazonas é também o maior com uma descarga de 290 milhões de ton./ano (DEGENS *et al.*, 1991). Um sistema de dispersão é formado ao longo da plataforma continental pelo Rio Amazonas (NITTROUER *et al.*, 1995). Este sistema é formado pela enorme quantidade de água, partículas e solutos que são transportados pelas correntes e ondas ao longo da costa formando assim uma das mais extensas costas lamosas do planeta (ALLISON *et al.*, 2000; KJERFVE *et al.*, 2002).

Os sistemas de correntes fluem ao longo da costa sul-americana, junto à quebra da plataforma continental brasileira, onde a Corrente Norte do Brasil (CNB) transporta águas superficiais quentes para o norte, contribuindo para o fechamento da circulação termohalina (GORDON, 1986). Esta corrente juntamente com a Subcorrente Norte do Brasil (SCNB) forma um sistema de correntes que é uma importante fonte de massa para as correntes zonais próximas ao equador (GOES *et al.*, 2005).

A CNB é uma corrente de contorno oeste que fecha o giro do Atlântico Equatorial apresentando ao longo do ano dois padrões típicos de comportamento. Um desses padrões é o fluxo contínuo, que geralmente acontece entre os meses de fevereiro e junho, quando a corrente flui para noroeste junto à quebra da plataforma ao longo da costa brasileira. O outro padrão ocorre quando passa pelo equador esta corrente retroreflete para leste, entre 5°N e 10°N, alimentando a Contracorrente Norte Equatorial (CCNE) (FLAGG *et al.*, 1986; FFIELD, 2005). Com isso, diversos vórtices de mesoescala (cerca de 2 a 7 por ano) são gerados na retroflexão da CNB e vão se deslocando para noroeste (FRATANTONI *et al.*, 1995; JOHNS *et al.*, 2003).

O processo de retroflexão mostra um ciclo sazonal estando relacionada à migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), e também a variabilidade interanual (FONSECA *et al.*, 2004). Têm-se conhecimento que há quase duas décadas, a retroflexão ocorre periodicamente, espalhando anéis ou vórtices que se movem em direção ao noroeste (JOHNS *et al.*, 1990; DIDDEN; SCHOTT, 1993). A retroflexão da CNB é normalmente bem

desenvolvida entre junho e fevereiro, enquanto perde potência (ou inexistente) entre março e maio (JOHNS *et al.*, 1998). No entanto, os anéis (CNB) são observados ao longo do ano (GONI; JOHNS, 2001; JOHNS *et al.*, 2003), sugerindo que outro mecanismo de formação independente da retroflexão na CNB também existe (EDWARDS; PEDLOSKY, 1998; JOCHUM; MALANOTTE-RIZZOLI, 2003).

A zona costeira da Amazônia brasileira apresenta um potencial elevado das atividades de pesca devido à grande quantidade de rios e estuários que deságuam no Atlântico. Estes formam um ambiente de complexa hidrologia com alta produtividade biológica. Uma quantidade substancial da biomassa de peixes e crustáceos da região costeira é explorada pela frota artesanal e industrial que atua nessa extensa região (BARTHEM; FABRE, 2004).

O Estado do Pará é o segundo colocado no que se refere ao volume de pesca extrativa no Brasil, também respondendo por cerca de 10% das exportações de peixes do país (MPA, 2011). As atividades de captura ocorrem numa área extensa que engloba as plataformas do Amapá, Pará e parte do Maranhão. As modalidades de pesca artesanal são responsáveis por 93% da produção pesqueira marinha da região e tem grande relevância econômica e social, empregando diretamente acima de 400 mil pessoas (ISAAC *et al.*, 2006). A pesca atribuída à frota industrial ou semi-industrial produz um volume bem menor do que a artesanal, inclusive em relação no número de empregos gerados, porém possuindo uma importância econômica maior por se dedicar principalmente a recursos de grande valor comercial (ISAAC *et al.*, 2006).

A pesca praticada na Zona Costeira Amazônica tem sua relevância e altos valores no cenário nacional estimado, em parte, pela grande oferta de alimento disponível para a fauna demersal ao longo da extensa faixa de deposição de sedimentos finos (lama e areia lamosa). Estes sedimentos, por sua vez são distribuídos principalmente ao longo da pluma do Rio Amazonas, bem como junto à costa leste do Pará. Esta produtividade é geralmente relacionada à abundância dos organismos fitoplanctônicos (CHIU *et al.*, 1994), que contribuem com mais de 90% da produção orgânica anual dos oceanos, formando a base da teia alimentar marinha e representando o primeiro passo na fixação do carbono inorgânico em carbono orgânico particulado (PARSONS; TAKAHASHI, 1975; RAYMONT, 1980; LALLI; PARSONS, 1993).

A ecologia de comunidades está à procura de como explicar os padrões de distribuição, abundância e interação entre espécies. Esses padrões podem ocorrer em diferentes escalas espaciais e podem variar de acordo com a escala de observação, sugerindo que princípios diferentes podem ser aplicados para diferentes escalas (LEVIN, 1992; ROSENZWEIG, 1995; MAURER, 1999; CHASE; LEIBOLD, 2002). No entanto, grande parte da comunidade formal, teoricamente está focada em uma única escala, assumindo que comunidades locais estão fechadas e isoladas. Dentro dessas comunidades locais, as populações são conhecidas por interagirem diretamente afetando as taxas de nascimento e morte de cada indivíduo. Estes padrões são apresentados nos modelos conhecidos de dinâmica populacional, como nas equações clássicas presa-predador de Lotka-Volterra (MAY, 1973; PIMM; LAWTON 1978; McCANN *et al.* 1998).

Outros processos ecológicos que envolvem interações entre espécies também ocorrem em outras escalas (WIENS 1989; LEVIN, 1992; HOLT, 1993; MAURER 1999; HUBBELL 2001). Como exemplo dessas escalas, têm-se as interações entre espécies que podem ocorrer em uma rede de comunidades locais onde estas afetam as probabilidades de colonização e os padrões de extinção. Estes processos, por sua vez, ocorrem em uma escala maior do que as tipicamente verificadas em modelos populacionais locais (LEVINS; CULVER 1971; VANDERMEER 1973; CROWLEY, 1981; HOLT, 1997; MOUQUET; LOREAU 2002, 2003).

As interações e a demografia das comunidades locais também podem ser influenciadas por outros tipos de dinâmica espacial, tais como o fluxo de indivíduos que criam efeitos de massa (SHMIDA; WILSON 1985) e dinâmica fonte-sumidouro. Essas dinâmicas envolvem interações entre as comunidades locais em escalas maiores que nos referimos como metacomunidades (HOLT, 1985; PULLIAM, 1988).

Metacomunidades são as comunidades locais que são ligadas pela dispersão de várias espécies (HUBBELL, 2001). Enquanto o modelo de metacomunidade neutro apresentado por Hubbell evidenciou a importância dos processos espaciais na dinâmica de estruturação da comunidade, ele afirmou que as relações espécie-ambiente não seriam o principal elo no estabelecimento de algumas relações ecológicas bem conhecidas, tais como a distribuição de abundância ou de espécies na área. Uma síntese recente da dinâmica de metacomunidades segundo Leibold *et al.* (2004) integra tanto a heterogeneidade ambiental, como explicações de nichos associados e processos de dispersão. Portanto, dependendo da importância relativa de

ambos os processos, eles sugeriram quatro tipos de metacomunidades: o de Seleção de Espécies (SS), o Efeito de Massa (ME), o Modelo Neutro (NM) e a Dinâmica de Patch (PD).

O modelo neutro (NM) assume equivalência ecológica de espécies com as comunidades limitadas por dispersão, resultando em fortes estruturas espaciais (HUBBELL, 2001; BELL, 2001). A dispersão que ocorre em um ambiente heterogêneo, com diferenças de nicho associados irá promover a seleção de espécies (SS) ao longo de gradientes de recursos (CHASE; LEIBOLD 2003). O aumento da dispersão em ambientes heterogêneos resultará em populações locais sendo quantitativamente afetadas pela dispersão através de relações fonte-sumidouro, independentes de gradientes de recursos (HOLT 1993; MOUQUET; LOREAU 2002, 2003). A Dinâmica de Patch (PD) é outra forma de diferenciação de nicho, porém, não giram em torno do habitat (HASTINGS 1980; TILMAN 1994).

A "Integridade Ecológica" tornou-se um conceito chave e uma questão objetiva em disciplinas de recursos naturais, em particular entre os cientistas de recursos hídricos (KARR; CHU, 2000; NORRIS; HAWKINS, 2000; KARR; YODER, 2004). Este termo tem sido definido de várias maneiras, mas geralmente refere-se ao fato dos sistemas aquáticos sustentarem os níveis de biodiversidade e função do ecossistema comparável ao que eles apresentavam antes da civilização do homem moderno (KARR; DUDLEY, 1981; BOULTON, 1999; KARR, 1999; NORRIS; THOMS, 1999). As assembleias são usadas como "indicadores" ou "substitutos" para a condição da biodiversidade geral e/ou funcionalidade de um ecossistema (FLATHER *et al.*, 1997; LAWLER *et al.*, 2003; LEWANDOWSKI *et al.*, 2010).

A sincronia nas assembleias mede a intensidade com que grupos de organismos distintos, geralmente definidos em termos taxonômicos, apresentam padrões similares de variação espacial e temporal na riqueza de espécies ou na similaridade composicional (JACKSON; HARVEY, 1993). Esta abordagem revela semelhanças e diferenças na forma como as assembleias distintas são organizadas em um ecossistema (ALLEN *et al.*, 1999).

Um mecanismo responsável pela sincronia das assembleias é semelhante, porém independente, aos diferentes grupos de gradientes ambientais (ALLEN *et al.*, 1999, PASZKOWSKI; TONN, 2000, GRENOUILLET *et al.*, 2008). Neste caso, espera-se um grau elevado de sincronia entre as assembleias com as exigências ambientais semelhantes (ALLEN *et al.* 1999, GRENOUILLET *et al.* 2008). No entanto, interações biológicas fortes também

podem gerar sincronia entre os diferentes grupos biológicos (PAINE, 1980), e essa possibilidade é a mais provável quando os grupos biológicos em estudo respondem de maneira diferente aos fatores ambientais (GRENOUILLET *et al.*, 2008).

Um nível alto de sincronia entre assembleias permitiria o uso de grupos de substitutos para o planejamento da conservação e monitoramento da biodiversidade (HEINO *et al.*, 2005, 2009, HEINO, 2010). Por exemplo, a composição de espécies de um determinado grupo taxonômico pode representar razoavelmente a variabilidade da composição de outro grupo impactado assim como, áreas intocadas podem ser identificadas por qualquer uma das assembleias sincrônicas.

Isso pode evitar dificuldades devido às limitações de tempo e recursos para pesquisas abrangentes de vários grupos biológicos (HEINO *et al.*, 2005, MORENO *et al.*, 2007, BINI *et al.*, 2008). Implicitamente, os programas de monitoramento e os estudos em ecologia de comunidades frequentemente restringem o foco da investigação a um grupo taxonômico (ALLEN *et al.*, 1999). No entanto, os estudos que avaliam sincronia de assembleia ou a capacidade de um grupo taxonômico em prever a estrutura de outro grupo são escassos (SCHAFFERS *et al.* 2008).

Inúmeros mecanismos são esperados para gerar sincronia entre assembleias aquáticas. Estudos recentes têm avaliado a utilidade de macroinvertebrados como bioindicadores da biodiversidade aquática em geral (BILTON *et al.*, 2006, ALDRIDGE *et al.*, 2007). Níveis significativos de sincronia também podem ser esperados entre fitoplâncton e zooplâncton, como eles estão diretamente ligados por interações tróficas (SØNDERGAARD *et al.*, 1990, BRETT; GOLDMAN 1996, HAVENS *et al.*, 2009).

A classificação dos ecossistemas é uma maneira eficaz para inferir padrões em conjuntos de dados ecológicos. Assim, não é surpreendente que os estudos sobre os sistemas de classificação estão se tornando mais comuns na literatura ecológica (HEINO *et al.*, 2002; SNELDER *et al.*, 2009), embora os estudos existentes já tenham utilizado uma terminologia diferente (por exemplo, sistemas de classificação, divisão classificação, regionalização). A premissa geral é que: as comunidades biológicas respondem às variáveis fisiográficas utilizadas para delinear eco regiões ou unidades ecológicas (HEINO; MYKRÄ, 2006).

De forma ideal, um sistema de classificação deve identificar unidades ecológicas geograficamente distintas (SÁNCHEZ-MONTOYA *et al.*, 2007), representar a variabilidade da biodiversidade do conjunto regional, e ser bastante simples (ou seja, com relativamente poucas classes) para facilitar a interpretação. Um esquema de classificação de sucesso, ou seja, aquele que é um forte indicador de padrões de diversidade beta, poderia ser útil para o planejamento da conservação e para a implementação de programas eficazes de biomonitoramento (HARDING *et al.*, 1997; HAWKINS *et al.*, 2000; HEINO *et al.*, 2002).

A teoria da metacomunidade descreve os processos que ocorrem em escala e sugere novas formas de pensar sobre interações entre espécies. Baseado nesse pressuposto, iremos testar diferentes metodologias paramétricas para avaliar a variação e explicar os padrões de distribuição, abundância e interação de organismos em escala local. Dessa maneira, o presente trabalho tem como propósito fazer o levantamento da composição de organismos zooplanctônicas existentes na Plataforma Continental Amazônica, assim como verificar de que maneira a estrutura das comunidades zooplanctônicas comportam-se ao longo de um transecto, quando sujeitos a oscilações de temperatura e salinidade.

Também serão avaliadas suas relações com as variáveis físico-químicas da água, assim como de que forma essa metacomunidade comporta-se nesse gradiente e dentro dessa metacomunidade. Por fim, serão identificadas quais são as espécies sincrônicas (especialistas) que variam significativamente com as variáveis ambientais e as não sincrônicas (generalistas) que não apresentam relação significativa com estas variáveis.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PLÂNCTON

No Brasil os primeiros estudos datados sobre o plâncton são do século passado, quando ocorreram expedições internacionais por águas brasileiras. Alguns registram datam de 1890, mostrando que durante até este período ocorreram treze expedições que coletaram amostras de zooplâncton na costa brasileira e até o ano de 1900 foram publicados 20 trabalhos em zooplâncton (BRANDINI *et al.*, 1997).

Na década de 20, expedições oceanográficas com o navio alemão ‘Meteor’ possibilitaram a coleta de amostras de plâncton ao longo de transecto perpendiculares à costa brasileira desde a Região Norte até o Sul do país, em algumas dessas locais a profundidade chegava a 1000 metros (KÄSLER, 1925; HENTSCHEL, 1929).

Entre os estudos pioneiros que ocorreram na zona costeira amazônica, destacam-se os trabalhos realizados por Dahl (1894) e Wright (1936), os quais estudaram a composição específica dos copépodes coletados na foz do rio Amazonas. Estudos posteriores tratam da morfologia de uma larva de Phoronida encontrada ao largo da cidade de São Luís, no Maranhão (FORNERIS, 1959).

O primeiro levantamento taxonômico do zooplâncton foi realizado entre novembro de 1958 e janeiro de 1959, como parte da VII Comissão Nordeste do Noc “Almirante Saldanha”, onde Vannucci & Queiroz (1963) coletaram amostras em áreas de influência da drenagem amazônica, afirmando que, a grande quantidade de material em suspensão transportado pelo Rio Amazonas, explicaria as altas densidades do fitoplâncton e a consequente abundância do zooplâncton. Nessa mesma época, Björnberg (1963) apresentou resultados sobre ocorrência e biomassa dos copépodes na foz do Amazonas/Tocantins, indicando a dominância de *Acartia giesbrechti* seguida de *Corycaeus amazonicus*. Segundo Björnberg (1981), *A. giesbrechti* poderia ser um sinônimo de *A. tonsa*, espécie mais comumente presente no sul do Brasil.

A primeira indicação de um gradiente decrescente na distribuição do zooplâncton entre a região costeira e oceânica foi apresentada por Jacob *et al.* (1966) que analisaram amostras coletadas com o Noc “Almirante Saldanha” nas adjacências da foz do Amazonas, observando que a biomassa zooplantônica foi mais elevada no ambiente costeiro.

Analisando material coletado em 1967/1968, durante a Operação Norte-Nordeste II do Noc “Almirante Saldanha”, Calef & Grice (1967) estudaram a influência da descarga do rio Amazonas sobre a abundância dos organismos zooplânctônicos e sua distribuição, comparando amostras coletadas durante o período chuvoso (maio-junho) com o seco (outubro-novembro), verificando que o volume total do zooplâncton no primeiro foi três vezes superior ao observado no período seco, com uma maior diversidade de copépodes. Por outro lado, Alvariño (1968) constatou a redução de espécies oceânicas de medusas, sifonóforos e quetognatos nas estações associadas a águas menos salinas da pluma de drenagem amazônica.

Outra expedição do Noc “Almirante Saldanha”, realizada entre abril e maio de 1968, possibilitou o estudo de Barth & Hauila (1968) em áreas costeiras e oceânicas, verificando a variabilidade espacial da biomassa do zooplâncton ao longo de toda a Região Norte. Estes autores constataram que a área costeira entre o extremo norte do Amapá e São Luís foi mais rica em plâncton que as regiões mais ao leste, como observado por Jacob *et al.* (1966). Por outro lado, registraram também que o carreamento de nutrientes pelo Rio Amazonas foi um fator determinante nas altas concentrações de plâncton em direção noroeste, acompanhando o litoral do Amapá.

No início da década de 70, Balech (1971) contribuiu com informações sobre o protozooplâncton, mais especificamente os tintiníneos da Região Norte. Já Cipólli & Carvalho (1973) realizaram um levantamento de espécies de Calanoida e Cyclopoida das águas da região dos rios Guamá, Capim e Tocantins.

Um estudo importante sobre o zooplâncton de regiões oceânicas da Região Norte, na expedição Noc “Almirante Saldanha”, foi publicado por Machado *et al.* (1980), cujas amostras foram coletadas na foz do Rio Parnaíba. Os autores verificaram a importância da migração vertical diurna para as comunidades desta região devidas, às altas concentrações médias dos diferentes grupos nas amostras coletadas durante a noite. Os copépodes constituíram o grupo dominante, com mais de 50% da densidade total, seguidos de quetognatos, taliáceos e apendiculárias.

Estudos mais recentes forneceram dados sobre a taxonomia e a ecologia de copépodes e anfípodes capturados na região norte do Brasil. Entre estes, podem ser citados os trabalhos de Björnberg & Campaner (1990) e Montú (1994), respectivamente. São relativamente raros os levantamentos sobre o zooplâncton estuarino nesta área (CIPÓLLI & CARVALHO, 1973;

Lopes, 1981, 1986, 1988; Rocha, 1984). As únicas contribuições sobre o protozooplâncton são as de Balech (1971) sobre tintiníneos e as de Boltovskoy (1964, 1968) sobre foraminíferos.

Na década de 90, Aller & Todorov (1997) realizaram coletas sazonais na plataforma costeira amazônica, com o intuito de entender o efeito da descarga de componentes dissolvidos do Rio Amazonas em relação à distribuição zooplanctônica.

Durante o Programa Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE), tiveram destaque os trabalhos desenvolvidos por Reis (1999), o qual estudou a composição e a abundância da comunidade zooplanctônica na Costa Norte do Brasil, e logo em seguida, o trabalho de Sousa (1999), o qual estudou os quetognatos em uma área compreendida entre os Estados do Pará e Maranhão.

No ano seguinte, Carneiro (2000), na Costa Norte do Brasil, gerou dados sobre a análise quali-quantitativa dos organismos que compõem o macrozooplâncton e sua distribuição, correlacionando-a com as características ambientais de ocorrência destes organismos.

Em 2003, foram desenvolvidos estudos sobre o zooplâncton, podendo ser destacados os trabalhos de Campos *et al.* (2003), os quais determinaram a composição e a abundância do ictioplâncton da plataforma continental do Amapá; e Palheta *et al.* (2003), os quais determinaram a composição e a abundância das larvas de peixe presentes na plataforma continental do Estado do Maranhão.

Ainda na Plataforma Continental Amazônica, Melo (2004) analisou a biodiversidade e biomassa do macrozooplâncton, dando ênfase aos copépodes dos Estados do Pará e Amapá. No mesmo ano, Melo & Ramos (2004) publicaram um trabalho sobre a biodiversidade zooplanctônica da mesma plataforma e determinaram a composição e a densidade de diversos organismos deste grupo, enquanto que Ramos *et al.* (2004 a, b), Campos *et al.* (2004) e Melo *et al.* (2004 a, b) determinaram as comunidades macrozooplanctônicas das plataformas continentais dos estados do Amapá e Maranhão, o ictioplâncton da plataforma continental do Estado do Amapá, o macrozooplâncton e a diversidade de copépodes da Plataforma Continental Amazônica, respectivamente.

Posteriormente, foram publicados os trabalhos de Melo *et al.* (2005), os quais desenvolveram estudos sobre a variação nictemeral do macrozooplâncton na Plataforma Continental Amazônica; Ramos *et al.* (2005) estudaram a composição, distribuição e biomassa dos Copepoda na Plataforma Continental Amazônica; Campos *et al.* (2005) determinaram a composição e a distribuição de ovos e larvas de peixes da costa norte brasileira; Contente *et al.* (2005 a) caracterizaram a composição do ictioplâncton na Plataforma Continental Norte; Cordovil *et al.* (2005) caracterizaram as paralarvas de Cephalopoda na Plataforma Continental do maranhão; e Pinheiro *et al.* (2005 a, b) avaliaram a composição e a distribuição de larvas de Brachyura e de *Lucifer faxoni* Borradaile (1915) na Plataforma Continental Amazônica.

Silva *et al.* (2006) e Dias *et al.* (2006) estudaram as paralarvas de Cephalopoda e os Chaetognatha da Plataforma Continental Amazônica. Em 2007, também na plataforma, Melo *et al.* (2007) publicaram trabalhos sobre a distribuição dos copépodes, além de trabalhos sobre macrozooplâncton das províncias neríticas e oceânicas amazônicas (RAMOS *et al.*, 2007 a).

O fitoplâncton é de grande importância para os ecossistemas costeiros, pois apresentam um caráter dinâmico, respondendo rapidamente às alterações físicas e químicas do meio aquático (VALIELA, 1995). Em áreas marinhas neríticas e oceânicas o fitoplâncton é o principal responsável pela produção de matéria orgânica que é transferida aos consumidores primários e secundários dentro da cadeia alimentar (AIDAR *et al.*, 1993), sendo responsável por cerca de 90% da produção orgânica anual dos mares e oceanos (LALLI; PARSONS, 1993). São os principais responsáveis pela fixação do carbono inorgânico disponível (RAYMONT 1980, LALLI; PARSONS, 1993).

As comunidades planctônicas possuem limitado poder de locomoção, resistindo ao afundamento através do desenvolvimento de adaptações, que auxiliam na flutuação mesmo perante a densidade e turbulências das massas de água, e assim são transportadas pelos oceanos através das correntes marinhas (BONECKER *et al.*, 2002). Porém, o plâncton é diretamente afetado por variações dos regimes meteorológicos, características geomorfológicas de cada região, eventos de ressurgência, impactos antropogênicos e a topografia dos fundos oceanos (BRANDINI *et al.*, 1997).

A comunidade zooplanctônica é caracterizada por ser constituída de organismos heterotróficos que realizam migrações verticais diárias ao longo da coluna d'água, sendo

assim fundamentais no fluxo de energia para os demais níveis tróficos no ambiente pelágico (BONECKER *et al.*, 2002). A maioria dos filós de invertebrados marinhos está representada no zooplâncton, ou no decorrer de todo o ciclo de vida (holoplâncton), ou durante uma parte dele, quando são larvas e juvenis (meroplâncton) (BONECKER, 2006).

Os principais componentes do zooplâncton são os copépodes, que dominam as principais frações do mesozooplâncton, representando assim até 95% da biomassa zooplânctônica marinha (BRADFORD-GRIEVE *et al.*, 1999). Segundo Brusca e Brusca (2000), os copépodes são integrantes da classe Maxililopoda e Subclasse Copepoda, esta se encontra apresentada por três principais ordens de vida livre: Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida (RUPPERT; BARNES, 1996). Segundo Tundisi (1970), o zooplâncton estuarino é predominantemente dominado pelos copépodes.

2.1 METACOMUNIDADES

Atualmente, o conceito de metacomunidades é mais teórico e tem recebido relativamente pouca atenção. Define-se então que as comunidades locais podem estar em um lugar onde as espécies interagem, afetando as taxas demográficas de cada uma e também como um conjunto de comunidades locais que trocam indivíduos de várias espécies (WILSON, 1992). Esta definição pressupõe que existam pelo menos, dois níveis bastante distintos de integração da comunidade. Em nível local podemos recorrer à literatura sobre interações entre espécies, que inclui os modelos convencionais de Lotka-Volterra, bem como suas elaborações para explicar as interações não lineares e estrutura trófica (MURDOCH; OATEN, 1975; HOLT, 1977; KUNO, 1987; ABRAMS; WALTERS, 1996; HOLT; POLIS, 1997), assim como as interações da cadeia alimentar que podem ser visualizadas nas comunidades locais mais especialistas (HOLT *et al.*, 1994; LEIBOLD, 1996; HOLT; POLIS 1997; McCANN *et al.* 1998; HOLT, 2002; BOLKER *et al.* 2003).

No que diz respeito ao nível regional, a dispersão entre as comunidades locais pode ocorrer com taxas variáveis. Quando as taxas de dispersão são baixas, os efeitos primários envolvem eventos de colonização que podem regular a história estrutural das comunidades locais (MACARTHUR; WILSON, 1967; DIAMOND, 1975; DRAKE, 1991; LAW; MORTON, 1996; BELYEA; LANCASTER, 1999; WEIHER; KEDDY, 1999; CHASE, 2003;

STEINER; LEIBOLD, 2004). Entretanto se as taxas de dispersão são altas, também se pode investigar os papéis de efeitos de massa (SHMIDA; WILSON, 1985) e efeitos de resgate (BROWN; KODRIC-BROWN, 1977). Estes efeitos de massa e resgate modificam tanto a abundância das espécies (Dinâmica Souce-sink, PULLIAM, 1988) quanto às interações entre espécies (HOLT, 1985; DANIELSON, 1991) assim como, também poderiam afetar a estrutura da comunidade e a sua dinâmica (HOLT *et al* 2003.). Para as espécies que são capazes de conduzir outras espécies extintas localmente, por exemplo, por inimigos naturais e competidores superiores, a teoria de metapopulações sugere que existam dois limites inferiores e superiores das taxas de dispersão em que é possível verificar persistência regional de ambas as espécies (KAREIVA, 1990; AMARASEKARE; NISBET, 2001; MOUQUET; LOREAU, 2002, 2003).

2.2 A PLUMA DO AMAZONAS

Na Plataforma Continental Norte, encontra-se a pluma do Rio Amazonas que é caracterizada por grandes quantidades de águas com salinidade baixa, além de nutrientes e o material dissolvido em suspensão, apresentando diferentes padrões de dispersão durante ano. A pluma flui para a costa noroeste da América do Sul e Caribe (HELLWEGGER; GORDON, 2002), e Centro Equatorial do Oceano Atlântico (SIGNORINI *et al.*, 1999, JO *et al.*, 2005). A sua variação ocorre por diversos fatores ambientais, como correntes oceânicas, ventos, descarga do rio e da grande quantidade de energia resultante das variações das marés (GEYER, 1995; LENTZ, 1995; LENTZ; LIMEBURNER, 1995; GEYER *et al.*, 1996; NITTROUER; DeMASTER, 1996). Essas variáveis acabam exercendo uma influencia única na dispersão da pluma e na sua variabilidade espacial e temporal (LENTZ, 1995; GEYER *et al.*, 1996; NITTROUER; DeMASTER, 1996).

A pluma apresenta uma grande influência sobre a costa nordeste da América do Sul, onde os fatores mais diversos estão relacionados à sua existência, podendo-se observar especialmente a concentração de fitoplâncton e produtividade primária (SMITH; DeMASTER, 1996), deposição e erosão costeira (ALLISON *et al.*, 2000; FROIDEFOND *et al.*, 2004), sumidouros de carbono e aporte de nutrientes (DeMASTER; POPE, 1996; TERNON *et al.*, 2000; MCKEE *et al.*, 2004; COOLEY *et al.*, 2007). A pluma é transportada para noroeste, ao longo da costa, por cerca de 20 a 40 km, com uma velocidade que varia de

40 a 80 cm/s na superfície. Na Plataforma Continental do Amazonas, a água doce estende-se até 100-120 km, e se caracteriza por uma salinidade próxima de zero e temperatura oscilando entre 27,5°e 29,5°C (GEYER *et al.*, 1996).

2.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

O clima do Pará é normalmente descrito como tropical quente e úmido, com um período de seca ou menos chuvoso (junho a novembro), sendo a temperatura média anual de 26,1 °C e a precipitação média anual próxima a 2200 mm (MARTORANO *et al.*, 1993). Apresenta um regime de macro marés semi-diurnas, este é o principal elemento hidrodinâmico da região (DHN, 1994).

Na região norte, observa-se o comportamento da maré que registra média das preamares e das baixas marés de sizígia, estas variando entre 5,6 m, em Alcântara e 20,2 m, no Parcel de Manuel Luís; e 0,53 m e 0,17 m em Santo Antônio do Oiapoque (FEMAR, 1997). Em geral, o litoral norte sofre influência das ondas formadas a partir dos ventos alísios, que apresentam alturas abaixo de 1-1,5 m em mar aberto, mas pode alcançar, em fevereiro, amplitudes de 3 m e velocidades próximas a 30 cm/s (CACHIONE *et al.*, 1995), e em algumas ocasiões de ciclones extratropicais no Hemisfério Norte.

A temperatura superficial do mar na região varia de 27° C, no verão, a 24° C no inverno. Como a área em questão é caracterizada por não apresentar estações climáticas bem definidas, temos a presença de uma época de chuvas, que vão de dezembro a maio (Inverno); e uma estação menos chuvosa, de junho a novembro (Verão). Porém, no Hemisfério Norte (Oiapoque), o máximo de chuvas acontece durante o inverno austral (junho a agosto) e o mínimo durante o verão austral (dezembro a fevereiro) (RAO; HADA, 1990). Os ventos predominantes são os alísios de sudeste, com velocidade entre 9m/s e 14 m/s. A predominância da direção do vento na região norte é de leste, mas essa direção varia de E-NE para E-SE (FREITAS; MARTINS, 2004).

Na região encontra-se a Corrente Norte do Brasil (CNB), que aparece fluindo ao longo do talude, indo na direção noroeste, nela podemos perceber valores de transporte da ordem de 10-30 Sv ($10-30 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$) (NITTROUER; DEMASTER, 1996). Este valor de transporte leva

a velocidades consistentemente superiores a 75 cm/s ou muitas vezes superiores a 100 cm/s na plataforma externa (GEYER *et al.*, 1996).

A Corrente Norte do Brasil é a maior corrente de contorno nas latitudes tropicais do Oceano Atlântico (FONSECA *et al.*, 2000). Este fato é favorecido por receber aporte de outros ramos mais equatoriais da Corrente Sul Equatorial (CSE). A CSE transporta as águas da plataforma continental externa e do talude na direção noroeste (RICHARDSON *et al.*, 1994). Sua velocidade varia entre 25 e 200 cm/s. É considerado como limite mais interno da Corrente Norte do Brasil a área que se situa numa faixa distante de 20 a 40 km da linha da costa, enquanto que podemos verificar que as velocidades máximas desenvolvem-se numa faixa, que dista entre 150 a 200 km da costa. Sua velocidade média combinada é de 110 cm/s entre março e abril. A corrente forma dois ou três vórtices por ano (JOHNS *et al.* 1990; DIDDEN; SCHOTT, 1993; RICHARDSON *et al.* 1994) e transporta cerca de 3 a 4 milhões de m³/s para o Atlântico Norte.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

O objetivo principal deste trabalho é investigar os padrões de variação temporal e espacial da abundância e densidade do zooplâncton e correlacioná-las às variáveis físico-químicas: temperatura, salinidade e clorofila.

3.2 ESPECÍFICOS

- Fazer um levantamento faunístico da comunidade zooplanctônica em um transecto da Plataforma Continental Amazônica em um período com alta pluviosidade e em um período de baixa pluviosidade;
- Estimar os índices ecológicos descritores da comunidade zooplanctônica ao longo de um forte gradiente de salinidade;
- Correlacionar às espécies mais frequentes da comunidade zooplanctônica existente com os diferentes padrões de variação apresentados pelos parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade e clorofila) na Zona Costeira da Amazônia.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A plataforma continental amazônica é um ambiente físico complexo de alta energia hidrodinâmica, tanto pelo grande volume de descarga fluvial quanto pelas fortes correntes de maré, além da Corrente Norte do Brasil fluindo para noroeste, paralela à plataforma, na região do talude. Por estar situada próximo ao equador, ocorre à predominância dos ventos alísios. O rio Amazonas é um dos maiores rios do planeta com uma bacia hidrográfica que abrange uma área de $6.1 \times 10^6 \text{ km}^2$, acrescentando ao Oceano Atlântico uma descarga de água doce de $172 \times 10^3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, que compreende quase 16% da água doce mundial lançada no Atlântico. Além disso, são depositados $115 \times 10^7 \text{ t/ano}$ de sedimentos, compostos principalmente por frações de silte e argila (90%) (MILLIMAN; MEADE, 1983; WRIGHT; NITTROUER, 1995; DAGG *et al.*, 2004). A descarga do Amazonas é de tamanha magnitude que, mesmo durante o período de menor vazão, as águas marinhas não penetram a foz do rio, fazendo com que a circulação estuarina ocorra na plataforma (GIBBS, 1970).

O ciclo hidrológico para essa região que compreende o Rio Amazonas é normalmente caracterizado por períodos de águas altas (cheia), entre os meses de maio a julho, e um período de águas baixas (seca), entre os meses de outubro e dezembro (GABIOUX, 2002). A maré na plataforma continental amazônica é predominantemente semidiurna e amplificada na região costeira, que é afetada pelo atrito e outros processos físicos à medida que a onda de maré se propaga em águas rasas, caracterizando o estuário como de macro marés (GALLO, 2004).

O encontro entre as massas de águas continentais (baixa salinidade, grande quantidade de sedimentos em suspensão) e as águas costeiras (mais salinas e claras), define as regiões onde se observam gradientes de densidade altos, as chamadas zonas de frente (GARVINE; MONK, 1974; GELFENBAUM; STUMPF, 1993). Algumas características marcantes das zonas de frente são a formação de linhas de espuma, o acúmulo de detritos, e a presença de fortes gradientes de concentração de material em suspensão e, conseqüentemente a mudança na cor da água.

A área de estudo está localizada na plataforma continental Amazônica, entre as coordenadas de $-0,1^{\circ}74.68' \text{ N}$, $-48^{\circ}20.36' \text{ W}$ e $0,73^{\circ}06.18' \text{ N}$ $-47^{\circ}12.28' \text{ W}$, e entre as isobatas de 5,98 a 39,4 m (FIGURA 3a e 3b).

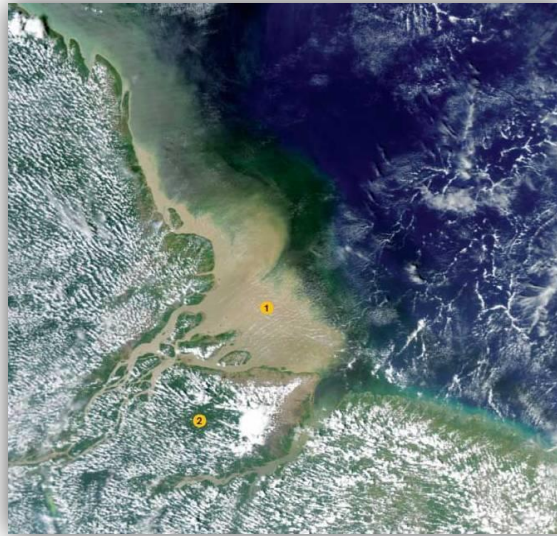


Figura 3a - Sedimento em suspensão na foz do rio Amazonas formando a Pluma do Amazonas (1), em relação à Ilha do Marajó (2), imagem do sensor MODIS do satélite AQUA. **Fonte:** SOUZA FILHO *et al.*, 2005

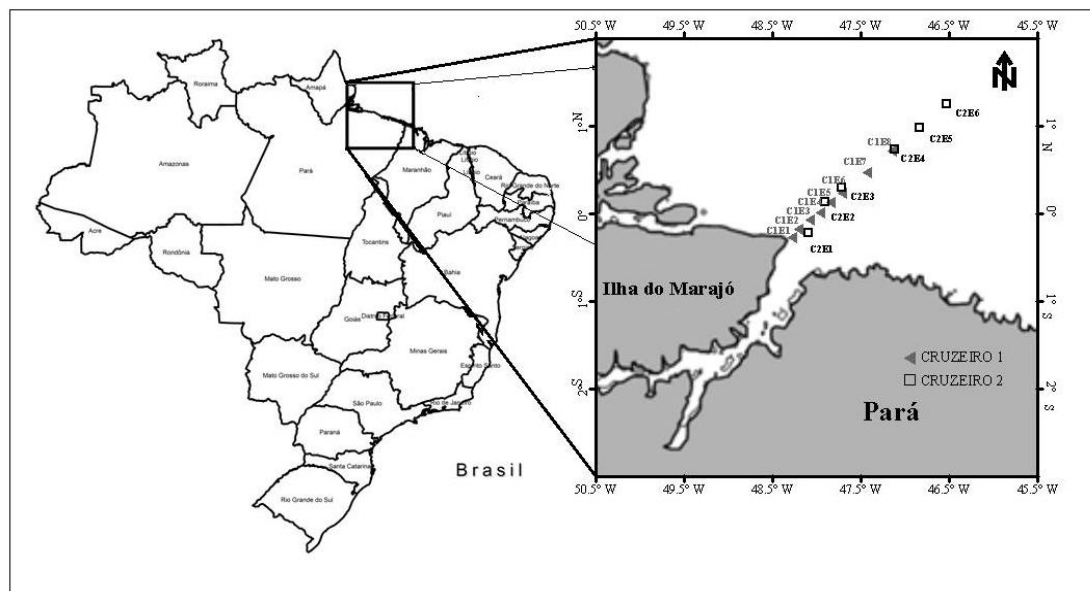


Figura 3b - Mapa da área de estudo e localização das estações de coletas

4.2 COLETA DO MATERIAL

Os cruzeiros foram realizados nos meses de Abril de 2013 (Cruzeiro 1 – C1), que representará o período chuvoso ou inverno amazônico e Outubro de 2013 (Cruzeiro 2 – C2), que será correspondente ao período seco ou verão. As estações de coletas espaçadas aproximadamente, em torno de 10 a 20 milhas, conforme apresentado na figura 3 e descrito em detalhes na tabela 1. Foram analisado quatorze amostras, destas as oito primeiras referentes ao período de maior pluviosidade, mês de abril e seis do período de menor pluviosidade, mês de outubro.

Tabela 1: Localização dos Pontos de coleta, Data, Distância da Costa (DC) em quilômetros (Km), Profundidade (m) e Horário de amostragem do Cruzeiro 1 (C1) em abril e Cruzeiro 2 (C2) em outubro.

Pontos	Data	Latitude	Longitude	DC (Km)	Profundidade (m)	Hora da Coleta
Costa		-0.317	-48.39			
C1E1	08/04/2013	-0.267139	-48.284417	11.75	3,2	16:08
C1E2	08/04/2013	-0.179833	-48.207778	22.96	12	20:49
C1E3	09/04/2013	-0.072444	-48.083361	39.48	11,5	08:40
C1E4	09/04/2013	0.016833	-47.963444	52.5	16	12:22
C1E5	09/04/2013	0.128944	-47.848444	57.71	24	16:42
C1E6	10/04/2013	0.234111	-47.71775	68.18	35	20:40
C1E7	10/04/2013	0.471194	-47.433167	97.56	32	16:40
C1E8	10/04/2013	0.722722	-47.153	131.04	38	09:20
C2E1	07/10/2013	-0.213944	-48.106944	30.32	13	06:11
C2E2	06/10/2013	-1.034944	-47.912194	86.81	20	18:24
C2E3	06/10/2013	-1.206028	-47.720222	112.05	35	14:57
C2E4	05/10/2013	-0.745286	-47.121722	134.75	37,8	10:00
C2E5	05/10/2013	-0.989	-46.8465	169.45	49	16:10
C2E6	05/10/2013	-1.258278	-46.540111	208.93	68	22:55

Em cada estação foi realizada uma operação completa de descida e subida de um Conduiti (CTD) - Hydrolab (Figura 4), que além dos sensores tradicionais de temperatura e salinidade possui um sensor de fluorimetria calibrado para estimar a concentração de clorofila-*a*. A perfilagem da coluna d'água foi acompanhada em tempo real através de um laptop acoplado ao CTD. As variáveis físico-químicas da água (salinidade, temperatura e profundidade) foram mensuradas pelo CTD. Esse equipamento tem a capacidade de aferir continuamente essas variáveis em toda a coluna d'água.

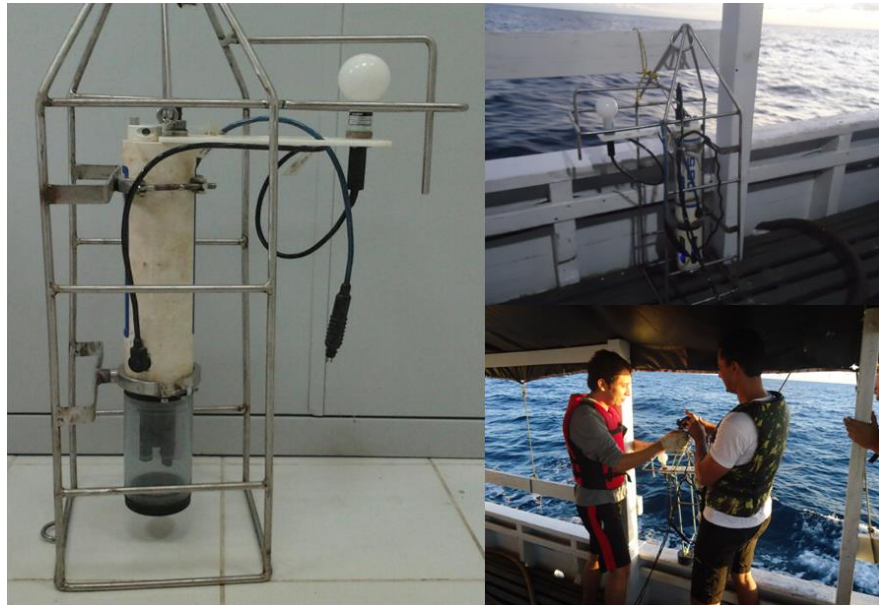


Figura 4. Imagem do CTD na gaiola de proteção. **Fonte:** Rosângela Souza, 2013.

4.2.1 Coleta de Plâncton

O zooplâncton foi coletado por meio de arrastos oblíquos ao longo da coluna d'água, desde o fundo até a superfície, com o auxílio rede de plâncton cilíndrico-cônica com trinta centímetros de abertura de boca, dotada de fluxômetro mecânicos e malha de 200 micrômetros, com velocidade do barco em torno de dois nós, durante três minutos. Em cada ponto de coleta o material coletado foi acondicionado em garrafas com formaldeído a 4% tamponado com Bórax, para posterior análise da composição taxonômica (NEWELL; NEWELL 1966).

4.2.2 Análise do Zooplâncton

Em laboratório foram feitas alíquotas em cada uma das amostras coletadas com o auxílio de um subamostrador do tipo “Motoda”. Os indivíduos das alíquotas foram identificados e contados na sua totalidade. As espécies dominantes no plâncton foram identificadas ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de literatura específica (BOLTOVSKOY, 1981, 1999; MATSUMURA-TUNDISI; ROCHA, 1983; MONTÚ; GLOEDEN, 1986) através de microscópio estereoscópico e óptico.

O número de indivíduos coletados foi então convertido em densidade e os valores encontrados expressos em indivíduos por m^3 (ind. m^3). Este valor foi obtido com base no volume de água filtrada pela rede, como expresso na formula a seguir:

Volume de água filtrada

$$V = A \cdot R \cdot C$$

Onde:

V= volume de água filtrada em m³;

A= área da boca da rede em m² (0,070686 m²);

R= numero de rotações do fluxômetro durante o arrasto;

C= fator de aferição após calibração do aparelho em metros por rotações.

O número de indivíduos por 100 m³ de água filtrada foi calculado pela divisão do número de indivíduos encontrados no volume filtrado do respectivo arrasto, e posterior multiplicação por 100.

Abundância dos Organismos:

$$N = ni/V$$

Onde:

N= abundancia total das espécies em cada amostra;

ni= numero de indivíduos da espécie observado na amostra;

V= volume de água filtrada pela rede (m³).

A abundância relativa (AR) e a frequência de ocorrência (FO) de cada táxon identificado foram determinadas separadamente para as amostras coletadas através das equações:

$$AR = s \cdot 100/S$$

Onde:

AR = abundância relativa (%);

s = número total de indivíduos de determinado táxon;

S = número total de indivíduos.

$$FO = n \cdot 100 / N$$

Onde:

FO = frequência de ocorrência (%);

n = número de amostras contendo determinado táxon;

N = número total de amostras.

4.3 ANÁLISES DOS DADOS

Os dados foram tratados inicialmente de maneira exploratória, através de estatística descritiva, com: mínimo, máximo, média e desvio padrão. Com o objetivo de caracterizar a área de estudo durante o período em que foram realizadas as coletas.

Com o intuito de realizar análises entre relações da abundância e os gradientes espaços-temporais, foram utilizados os dados obtidos para formar matrizes referentes às variáveis ambientais e a biológica. Elaboraram-se então as seguintes matrizes: Matriz espécies de e ambiental.

4.3.1 Análise de redundância (ARD)

Com o intuito de discriminar quais as variáveis melhor contribuíram para a explicação da variância da abundância de zooplâncton, foi utilizada uma Análise de Redundância (ARD) (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). A ARD é conhecida por ser uma técnica de ordenação direta, onde se usa de uma matriz com as variáveis de interesse (matriz de abundância) que são condicionadas pela explicação de uma matriz de variáveis explicativas, que pode ser uma matriz espacial e/ou uma matriz temporal e uma matriz de variáveis ambientais. A significância de cada variável foi determinada através da utilização dos testes de permutações de Monte Carlo com 9.999 permutações (TER BRAAK; 1988), a um nível de significância de $p \leq 0,05$. Foram selecionadas as variáveis significativas, permitindo a escolha de um conjunto

mínimo de variáveis não relacionadas entre si que podem explicar a variação da abundância do zooplâncton.

Entretanto, Borcard *et al.* (1992), seguido por Borcard e Legendre (1994) e Legendre e Borcard (1994), demonstraram um novo método para realizar a partição de variação entre os componentes ambientais e espaciais em conjuntos de dados ecológicos que utilizam técnicas de ordenação canônica. Essas demonstrações destacaram a importância de se considerar a possível sobreposição de componentes espaciais e ambientais. Assim, os autores identificaram quatro componentes diferentes em seu esquema de partição da variância: a) Variação explicada apenas pelas variáveis ambientais; b) Variação ambiental espacialmente estruturada; c) Variação explicada apenas pelo espaço e d) Porcentagem de variação não explicada pelas variáveis ambientais e espaciais. Uma aplicação recente dessa técnica proposta pode ser observada no trabalho de Okland e Eilertsen (1994).

Nesse trabalho utilizamos o protocolo de Bocard *et al* (1992) expandido pela utilização de uma terceira matriz explicativa, a matriz de tempo, para verificar o quanto da variação da comunidade zooplanctônica, em porcentagem, foi devido a esta variável e suas componentes (Figura 5).

Ao utilizar três matrizes exploratórias (ambiental, espacial e temporal), oito componentes foram gerados (ANDERSON; GRIBBLE, 1998). Estes componentes são os seguintes:

(1) Somente Ambiental (A): A variação ambiental que não é nem espacial nem temporalmente estruturado (isto é, a fração da variação que pode ser explicado pelos descritores ambientais, independentemente de qualquer estrutura espacial ou temporal).

(2) Somente Espacial (E): Os padrões espaciais nos dados de espécies que são independentes de quaisquer variáveis temporais ou ambientais incluídas na análise.

(3) Somente Temporal (T): Padrões temporais nos dados de espécies que são independentes de quaisquer variáveis espaciais ou ambientais incluídas na análise.

(4) Componente Espaço-Ambiental (EA): Como descrito em Borcard *et al.* (1992), este componente é a sobreposição (não-temporal) da variação explicada pelo espaço e variáveis ambientais. Pode ser considerado como o componente espacialmente estruturado de

variação ambiental e/ou o componente de variação espacial, que está ligada a uma variável do ambiente (s).

(5) Componente Ambiente-Temporal (AT): Semelhante ao (4), este componente é a fração (não-espacial) variação explicada por variáveis temporais e ambientais, ou a variação ambiental temporalmente estruturada.

(6) Componente Espaço-Temporal (ET): É a fração da variação nos dados de espécies que não está relacionado com as variáveis ambientais, mas que pode ser atribuído a padrões espaço-temporal combinadas.

(7) Componente Espaço-Tempo-Ambiente (ETA): Se trata da fração da variação que pode ser explicado pela ação combinada de variáveis espaciais, temporais e ambientais.

(8) Não Explicado (NE): Este componente é o resto na análise; isto é, a fração que não pode ser explicado por as coordenadas espaciais (ou uma função polinomial deles), ou pelas variáveis temporais ou as variáveis ambientais incluídas na análise.

Os componentes 1, 2, 4 e 8 já haviam sido previamente descritos por Borcard *et al.* (1992). Os outros componentes, 3 e 5 são facilmente interpretados como contrapartidas de "tempo" para os componentes "espaço" descrito em 2 e 4 componentes 6 e 7, no entanto, são conceitualmente diferentes daqueles que foram apresentados anteriormente. Componente 6 inclui a variação atribuível às influências espaciais e temporais que foram combinados na análise.

Assim, a influência combinada de fatores temporais e espaciais seria importante para explicar as variações no seu comportamento, que seria o componente 6. Nota-se, como foi indicado por Borcard *et al* (1992), que esta metodologia proposta geral não mostra as relações causais, mas apenas indica a sobreposição quantitativa dos diferentes componentes de variação para as variáveis que são incluídas em qualquer estudo particular.

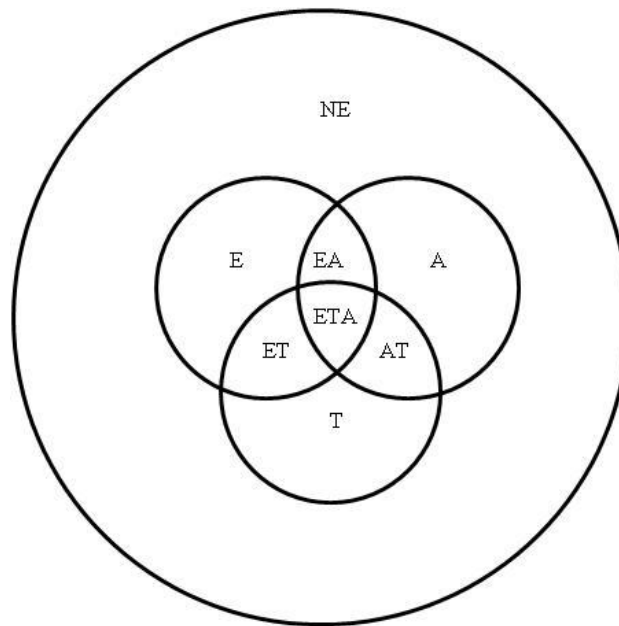


Figura 5: Diagrama de Venn demonstrando a partição de variação de acordo com os três conjuntos de variáveis independentes, espacial (E), temporal (T) e ambiental (A). O círculo maior correspondente à variação total do (espécie) dependente dos dados. Cada área de sobreposição dos três círculos menores representa a intersecção dos três conjuntos, E, T e/ou A, a sua variação explicada. Por exemplo, a intersecção de círculos E e T, mas onde o círculo A não se cruzam, representa a variação espacial e temporal explicada (ET). A área do círculo maior (variação total) que os três círculos menores não cobrem representa a variação não explicada (NE).

Em geral, a escolha de variáveis ambientais ou temporais pode ser feita, embora para o presente trabalho, não tenha resultado em qualquer eliminação de variáveis. Quatro matrizes foram utilizadas para a análise; sendo compostas por variáveis de espécies, variáveis ambientais, variáveis espaciais e variáveis temporais. Matrizes especiais (sendo compostas pela função de variáveis) também foram construídas para: espaciais + variáveis temporais, variáveis espaciais + ambiental e variáveis ambientais + temporal.

Uma série de passos, envolvendo e/ou restringindo uma ARD, foi realizada usando CANOCO (Tabela 2), em cada passo, o valor de soma de valores próprios canônicos para a análise foi registrada medida equivalente a R^2 da regressão múltipla. A proporção da variação total que esta soma representa foi, em seguida, calculada e multiplicada por 100 para obter um valor para a variação percentual explicado para cada passo. Além disso, para cada etapa, os testes de permutação irrestrita (com 9999 permutações) (TER BRAAK 1990, 1992).

Tabela 2: Descrição dos passos realizados para formação das frações e obtenção dos valores correspondentes às análises de redundância para as matrizes.

Passos	Descrição
1	RDA - Fauna x Ambiental
2	RDA - Fauna x Espaço
3	RDA - Fauna x Tempo
4	RDA - Fauna x Ambiental – Espaço
5	RDA - Fauna x Ambiental – Temporal
6	RDA - Fauna x Ambiental - Espaço/Temporal
7	RDA - Fauna x Espaço – Ambiental
8	RDA - Fauna x Espaço – Temporal
9	RDA - Fauna x Espaço - Tempo-Ambiental
10	RDA - Fauna x Tempo – Ambiental
11	RDA - Fauna x Tempo – Espacial
12	RDA - Fauna x Tempo - Espaço/Ambiental

O método de cálculo é uma extensão direta do Método de Borcard *et al.* (1992). Para a forma matemática geral de tais cálculos, referem-se à Whittaker (1984), onde teremos que a percentagem de variação total explicada (Ω) é igual a [1] + [7] + [12] ou [2] + [4] + [12] ou [3] + [5] + [9]. Assim, a variação não explicada, $NE = (100\% - \Omega)$. O componente ambiental puro, A , é igual a [6]; a componente espacial pura, E é igual a [9]; e o elemento temporal puro, T , é igual a [12] (os números entre chaves referem-se a percentagens de variação para as etapas correspondentes indicadas na tabela 2).

Em primeiro lugar, a variação ambiental total espacialmente estruturada é calculada: [1] - [4], ou [2] - [7]. É importante notar que, esta estimativa ainda contém algum componente temporal. Este valor irá ser referido como EA_T , para indicar que um elemento temporal ainda está na estimativa. Pode-se ver a partir da figura 5, que este valor corresponde ao $ETA + EA$ é a sobreposição total ambiental e espacial na influência dos círculos. Da mesma forma, consideramos o total de variação ambiental temporalmente estruturada, que é $AT_E = ETA + AT$ e ainda contém algum componente espacial. AT_E pode ser calculada como [1] - [5] ou [3] - [10]. Finalmente, há a variação temporal/espacial, $TE_A = ETA + ET$ e ainda contém algum componente ambiental. Ela pode ser calculada como [2] - [8] ou [3] - [11].

O valor central que precisamos para obter as estimativas reais de EA , TA e ET é a variação espacial e temporalmente estruturada da ambiental, ETA (região mostrada no centro do nosso diagrama de Venn; Figura 5). É evidente a partir da geometria das áreas

identificadas no nosso diagrama que a variação total explicada pelas variáveis espaciais (Ω_E) é igual $E + EA + ET + ETA$. Sabemos que $ET_A = ETA + ET$ e $EA_T = ETA + EA$, portanto:

$$ETA = E + ET_A + EA_T - \Omega_E$$

Da mesma forma, a partir da variação total explicada pelas variáveis ambientais (Ω_A), ou da variação total explicada pelas variáveis temporais (Ω_T) podemos obter cálculos independentes para ETA como $ETA = A + EA_T + AT_E - \Omega_A$ ou $ETA = T + ET_A + AT_E - \Omega_T$, respectivamente. Os cálculos para essas três equações em termos das etapas descritas na Tabela 2 (que deve dar os mesmos resultados, além do erro de arredondamento) são, portanto:

$$ETA = [9] + ([2] - [7]) + ([2] - [8]) - [2], \text{ ou}$$

$$ETA = [6] + ([1] - [4]) + ([1] - [5]) - [1], \text{ ou}$$

$$ETA = [12] + ([3] - [10]) + ([3] - [11]) - [3],$$

Uma vez que o valor para o ETA foi obtido, então os cálculos para os restantes três componentes são simples:

$$ET = ET_A - ETA = ([2] - [8]) - ETA$$

$$EA = EA_T - ETA = ([1] - [4]) - ETA$$

$$AT = TA_E - ETA = ([1] - [5]) - ETA$$

Isto termina a análise, dividindo as variações que foram obtidas em seus oito componentes, e permite que um diagrama de Venn completo possa ser desenhado para melhor representar os dados.

Todas as análises foram executadas com o auxílio do programa CANOCO (versão 4.5) (TER BRAAK; SMILAUER, 2002).

5 RESULTADOS

5.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Analizando as médias dos dados de Temperatura, Salinidade e Clorofila-*a* obtidos em cada estação de coleta por cruzeiro (Figura 6), é possível verificar que não há padrão de variação nos valores de temperatura entre os meses estudados, porém com os valores de salinidade e clorofila-*a* ficam evidentes a existência de uma diferença determinada pela época do ano que aconteceram as coletas.

É possível verificar também a variação da clorofila *a* em relação à salinidade, fica evidente que o seu declínio ocorre conforme o gradiente de salinidade se eleva. Porém, durante o Cruzeiro 2 (Outubro/2013) ocorreram nas duas primeiras estações de coletas valores que se relacionaram e mostraram um pico na estação 2 dos dois valores e apenas posteriormente que um diminuiu enquanto o outro manteve sua constância.

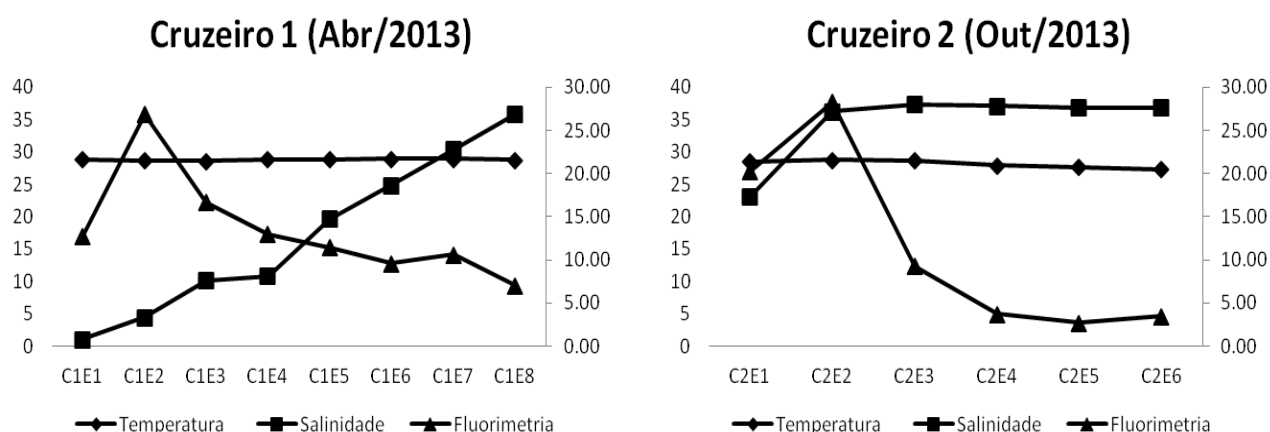


Figura 6: Médias dos valores obtidos de Temperatura (°C), Salinidade e clorofila-*a* (µg/l) nos Cruzeiros 1 (Abril/2013) à esquerda e Cruzeiro 2 (Outubro/2013) na direita.

Durante o ano em que as amostras foram coletadas a temperatura da água apresentou um padrão de variação constante, em boa parte dos dados (Figura 6). O menor valor registrado no período em que ocorreu o Cruzeiro 1 (Abr/2013) com 28,46°C, e a maior foi de 29,32°C, enquanto que no Cruzeiro 2 (Out/2013) os valores obtidos de mínima e máxima temperatura, foram respectivamente de 26,22 °C e 29,34°C (Figura 7).

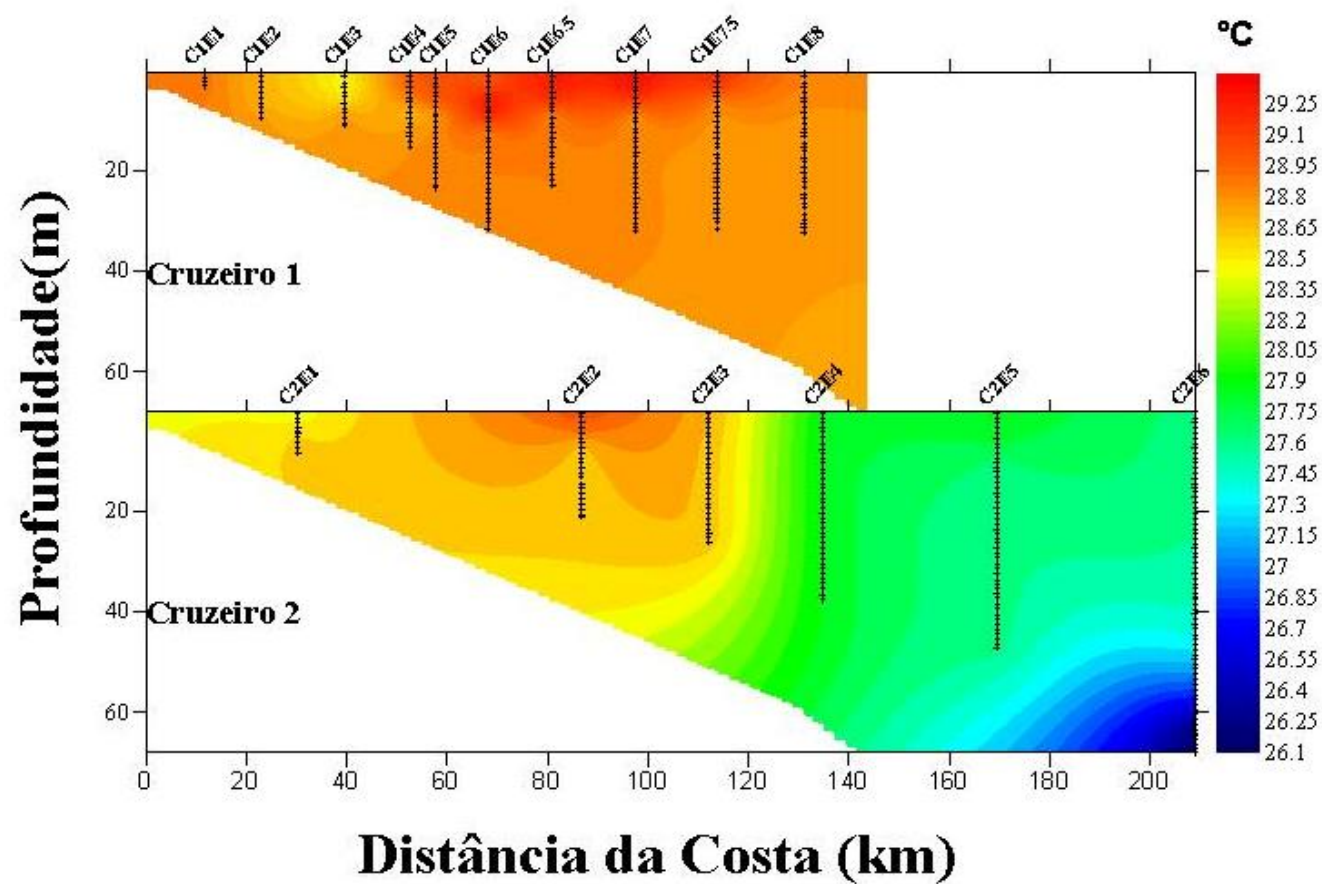


Figura 7: Perfil interpolado de variação dos valores da Temperatura (°C) obtidos nos pontos de coleta relacionados com a Profundidade (m) em relação à Distância da Costa (Km) na Plataforma Continental Amazônica.

A salinidade apresentou uma estratificação acentuada na coluna d'água, principalmente nas estações mais próximas à costa durante o primeiro cruzeiro ocorrido durante o mês de Abril de 2013 quando a área em questão está sob maior influência da Pluma Amazônica. O menor valor observado no Cruzeiro 1 foi de 0,93 enquanto seu valor máximo obtido no mesmo cruzeiro foi de 33,69. Através da marcação da isolinha de 30 é possível identificar que a influência da Pluma se aproxima aos 120 km da costa, além de demonstrar essa zona de mistura ou intermediária de salinidade em profundidade (Figura 7).

No Cruzeiro 2 foram obtidos os valores de 19,75 e 37,88 . Podemos observar na figura 8 a relação das médias dos valores observados ao longo das estações de coletas realizadas nos dois cruzeiros.

Observou-se um nítido gradiente de salinidade ao longo dos pontos, com os menores valores registrados em Abril de 2013 durante o Cruzeiro 1, e conforme os mesmos se afastavam da costa, perdendo assim a influência da pluma amazônica evidenciada e passando a influência de águas oceânicas os valores tendem a aumentar. A maior influência das águas salinas foi observadas nas amostras referentes ao Cruzeiro 2 (Out/13).

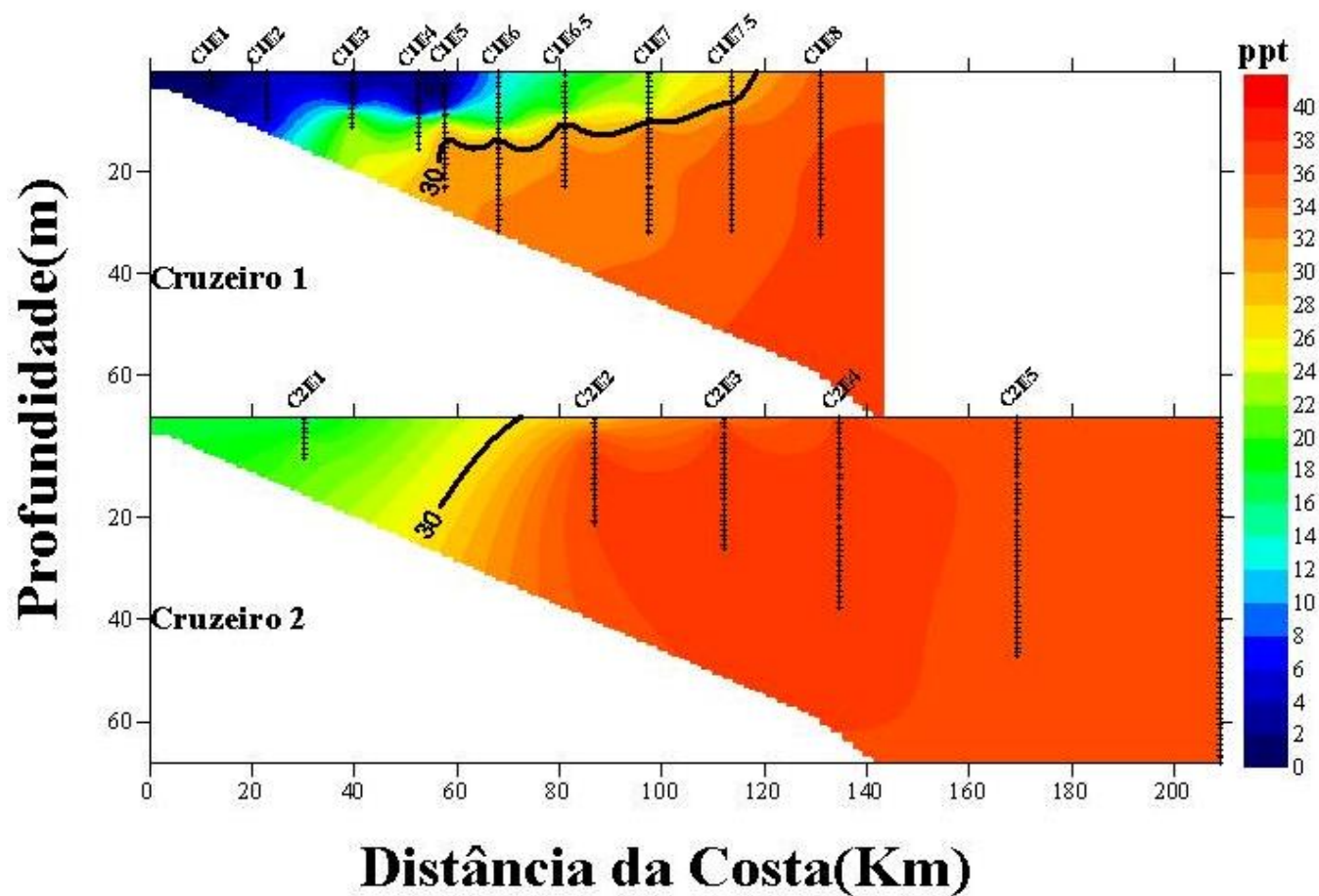


Figura 8: Variação espacial dos valores de Salinidade aferidos nos Cruzeiros na Plataforma Continental Amazônica com marcação da isolinha de 30 que define o limite externo da Pluma do Amazonas.

A Clorofila-*a* apresentou valores de concentração bem mais elevados no mês de Abril/2013, considerado período chuvoso na região, principalmente nas estações de coleta intermediárias e mais próximos da costa, com valores mínimo no Cruzeiro 1 de 2,05 µg/l e máximo de 50,86 µg/l, no Cruzeiro 2 esses valores foram, respectivamente de 0,89 µg/l e 42,11 µg/l (Figura 9).

Foi realizada a comparação dos valores de concentração de Clorofila-*a* (Chl-*a*) obtidos a partir de imagens do sensor MODIS/Aqua. OS dados utilizados foram adquiridos através do software Giovanni (GES DISC Interactive Online Visualization and Analysis Infrastructure), com informações disponíveis no site: <http://reason.gsfc.nasa.gov/Giovanni/>.

Sendo utilizadas imagens de Chl-*a* nível 3 de processamento e resolução espacial de 4 km, que, além de demonstrar os valores de anomalia que ocorreram nos últimos 17 anos na área onde as coletas foram realizadas (Figura 10). A série demonstrou que os maiores valores estão geralmente entre os meses de Fevereiro e Maio, enquanto os menores valores encontram-se compreendidos entre os meses de Setembro e Novembro, correspondendo ao inverno e verão amazônico, onde os maiores índices de precipitação nas bacias acabam levando para o mar uma grande quantidade de nutrientes e partículas sedimentares que contribuem para os altos índices de clorofila-*a* encontrados.

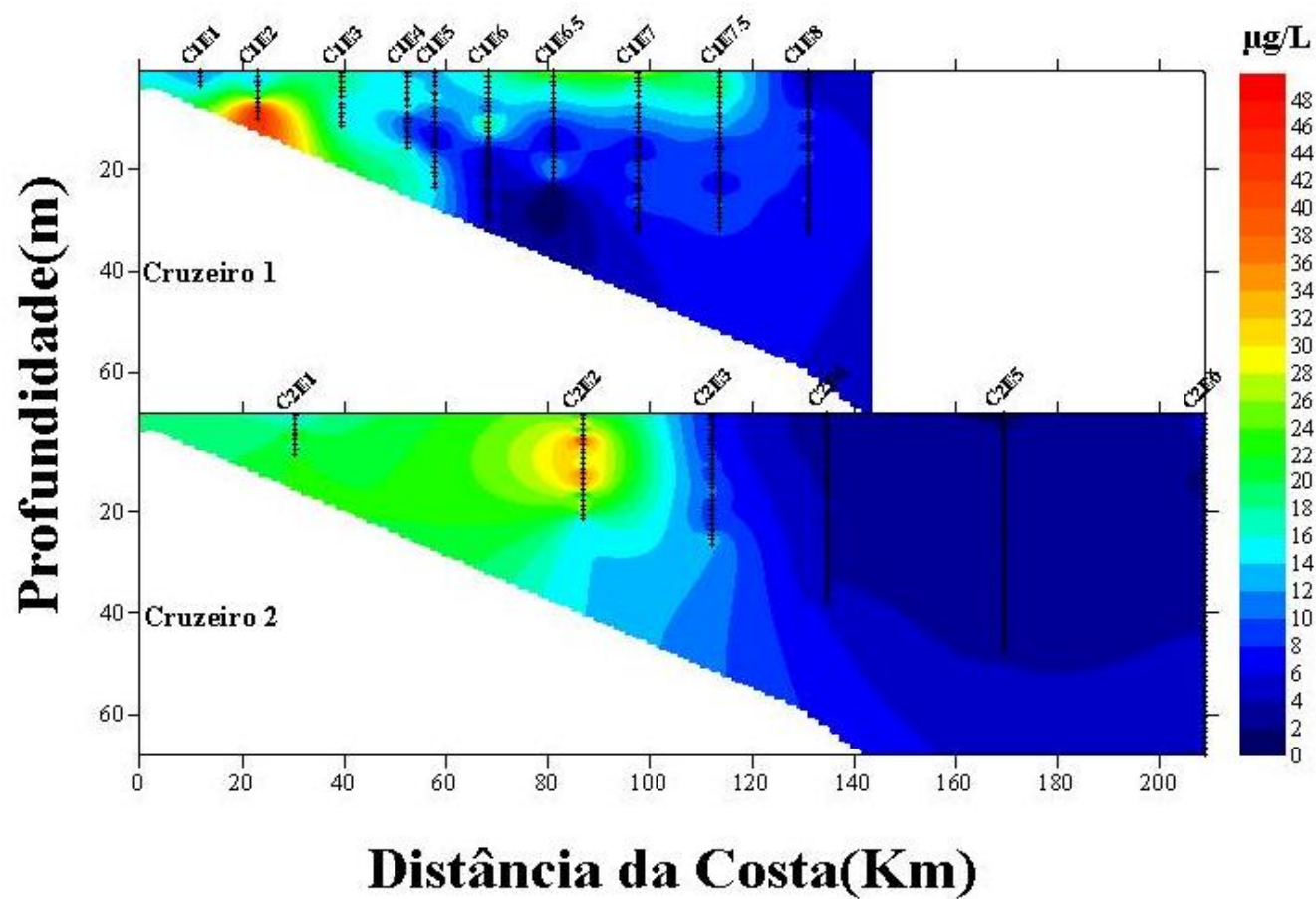


Figura 9: Variação espacial dos valores de Clorofila ($\mu\text{g/l}$) coletados ao longo das estações de coleta na Plataforma Continental Amazônica.

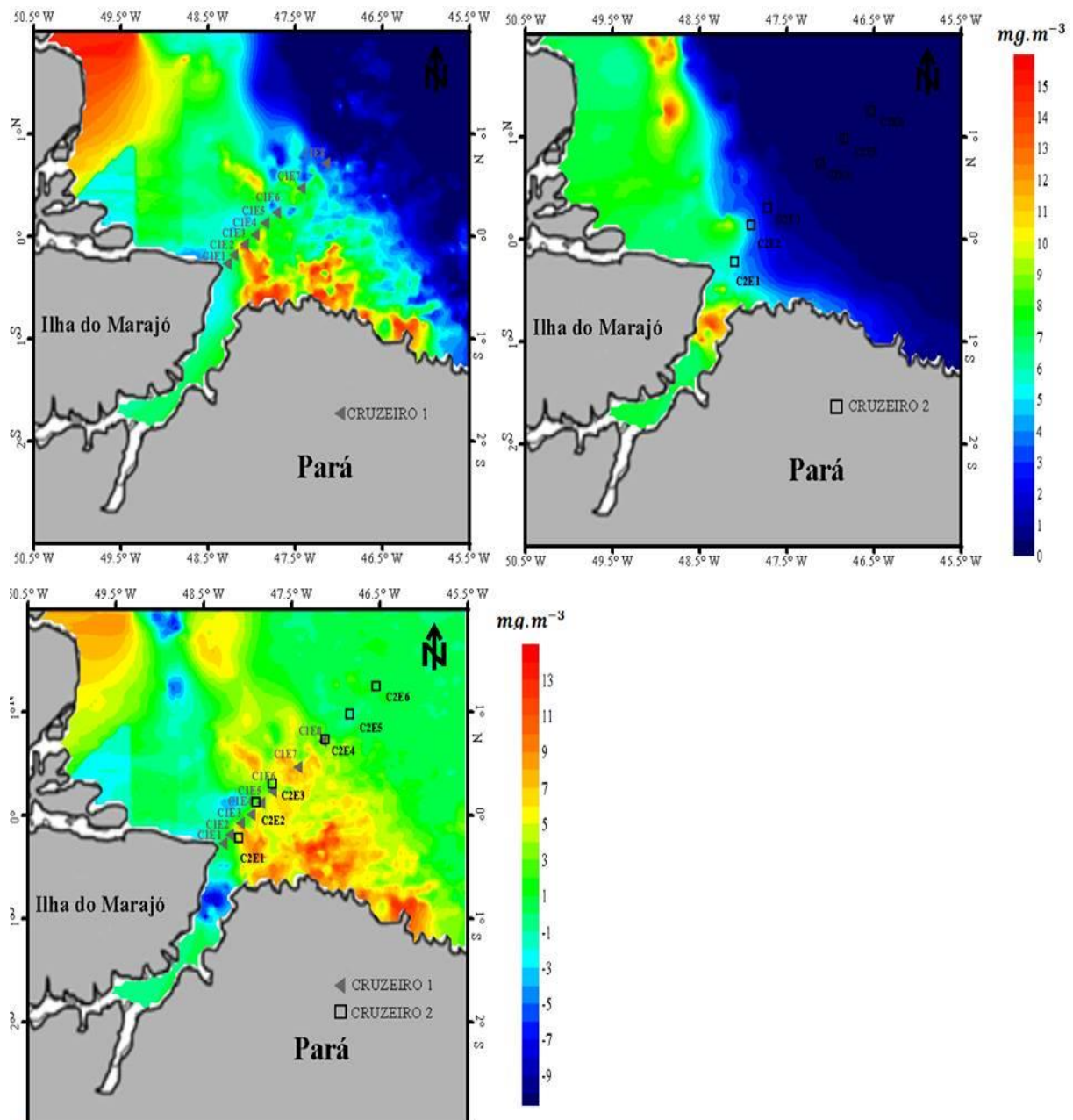


Figura 10: Variação espacial dos valores de Clorofila (mg.m^{-3}) obtidos por satélite ao longo das estações de coleta na Plataforma Continental Amazônica (A= Cruzeiro 1/Abril/2013; B= Cruzeiro 2/Octubro/2013 e C= Diferença (Abril - Outubro)).

5.2 VARIÁVEIS BIOLÓGICAS

Foram analisadas 14 amostras provenientes de 2 cruzeiros, a totalidade da comunidade zooplanctônica da Plataforma Continental Norte demonstrou ser composta por 15 grandes grupos Zooplancônicos, como apresentados na tabela 3. Dentre os mesmos, o grupo mais abundante foi o dos Copépodes compreendendo mais da metade (51,35%) do total das amostras, seguido por Mollusca (21,18%) e outros crustáceos (10,86%) (Figura 12). Com menor representação tivemos os grupos Nematoda, Sipuncula, Ctenophora, Enteropneusta, Teleostei, Echinodermata, Annelida, Cnidaria, Lophophorata, Chordata, Protozoa e Chaetognatha.

Tabela 3: Frequência de Ocorrência (F.O %) e Abundância Relativa (A.R %) dos Taxa encontrados na Plataforma Continental Amazônica no Cruzeiro 1 (Abril/2013) e Cruzeiro 2 (Outubro/2013).

Táxons	Cruzeiro 1		Cruzeiro 2	
	F.O%	A.R %	F.O%	A.R %
Annelida	100	2.40	83.33	0.52
Chaetognatha	62.5	2.91	100	7.01
Chordata	50	1.48	100	2.58
Cnidaria	25	1.03	100	0.62
Copepodes	100	80.72	100	49.76
Outros Crustacea	100	4.90	100	11.17
Ctenophora	0	0	16.67	0.03
Echinodermata	25	0.74	50	0.23
Enteropneusta	25	0.07	33.33	0.06
Lophophorata	0	0	33.33	1.09
Mollusca	75	5.02	100	22.01
Nematoda	25	0.01	0	0
Protozoa	12.5	0.49	66.67	4.8
Sipuncula	0	0	16.67	0
Teleostei	75	0.23	100	0.11

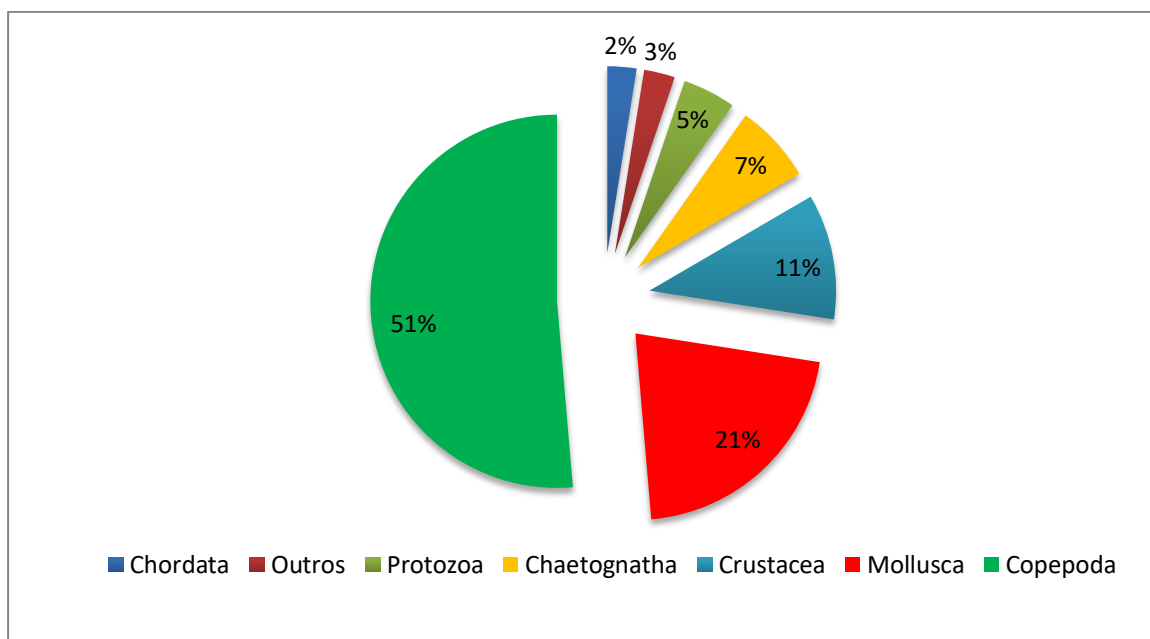


Figura 11: Abundância relativa (%) dos principais grupos encontrados nos cruzeiros.

Um total de 107 taxa zooplancônicas foram identificadas nos 2 cruzeiros realizados na área de estudo, este montante foi constituído por 70,09% de organismos Holoplanctônicos e 29,91% de organismos Meroplanctônicos. Os organismos se encontram com suas descrições em diferentes níveis de identificação, sendo que os copépodes foram identificados em nível de família, gênero ou espécie e outros organismos sendo reconhecidos somente ao nível de classe, como por exemplo, Bivalvia, Gastropoda, Foraminífera.

Os valores médios de densidade encontrados nos cruzeiros, foram de 308,42 ind. m⁻³ no cruzeiro 1 (Abril/2013) e para o cruzeiro 2 (Outubro/2013) de 6.229,87 ind. m⁻³, a diferença entre os dois cruzeiros também pode ser evidenciada nos números de taxa identificadas em cada um dos cruzeiros, que foram 57 para o Cruzeiro 1 e 101 taxa no Cruzeiro 2. Quando divididos esses grandes grupos em grupos funcionais teremos a seguinte representação gráfica (Figura 13), onde, copépodes e meroplâncton - moluscos foram as mais representativas quando analisadas na sua densidade total.

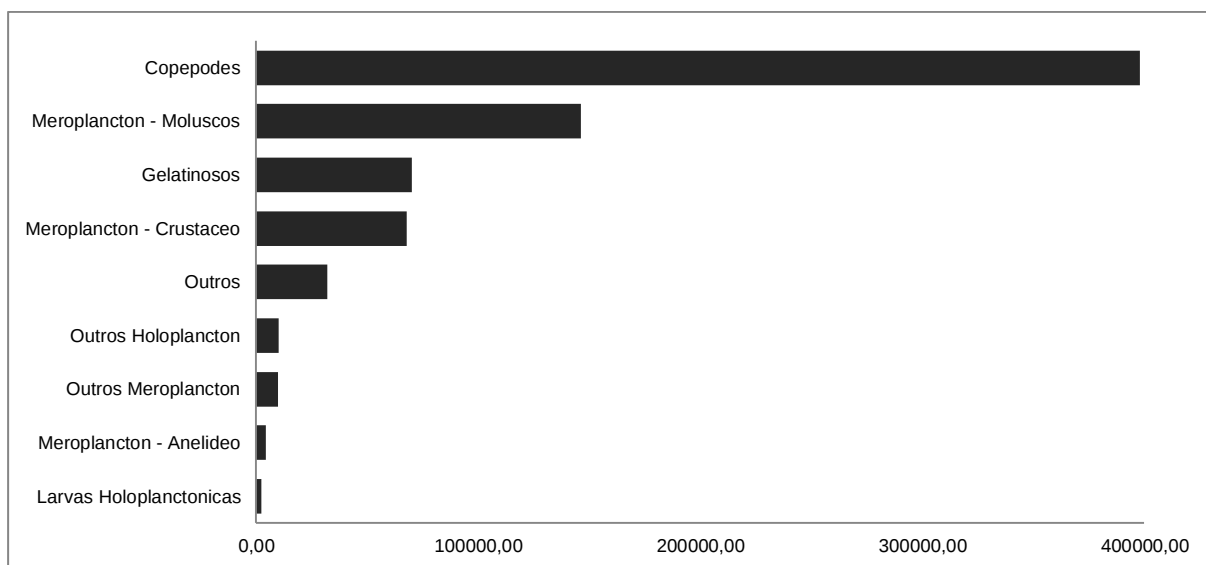


Figura 12: Densidade Total de Organismos (ind.m⁻³) dos Grupos funcionais Zooplantônicos encontrados em uma seção da Plataforma Continental Amazônica na Costa do Pará.

A análise de todos os taxa identificados neste estudo, indicou como mais abundantes as larvas de bivalves e o copépode *Clausocalanus furcatus* (Brady, 1883), que apresentaram a maior densidade de organismos com 99.054 e 68.865 ind.m⁻³ respectivamente. Outros organismos também apresentaram valores de densidade representativos, como *Sagitta* sp com 47.645 ind.m⁻³, Gastropoda, com 45.657 ind.m⁻³ e *Parvocalanus crassirostris* (Dahl F., 1894), 44.181 ind.m⁻³.

O holoplâncton foi composto por 75 taxa, a subclasse copepoda foi dominante entre os grupos com 60 taxas identificadas entre ordem, família, gênero e espécie, dos quais 33 pertencem à ordem Calanoida, 4 a ordem Cyclopoida, 9 a ordem Harpacticoida e 12 a ordem Poecilostomatoida (Tabela 4 e Figura 17). Os copépodes foram frequentes com grande abundância em 14 das 17 amostras, apresentando frequência de ocorrência dentro do intervalo de 40 – 70%.

Tabela 4: Copepodas encontrados nos Cruzeiros 1 e 2, com seus valores de Frequência de Ocorrência (F.O%) e Abundância Relativa (A.R%).

Ordem	Taxa	Cruzeiro 1		Cruzeiro 2	
		F.O%	A. R %	F.O%	A. R %
Calanoida	<i>Acartia Danae</i>	0,00	0,00	16,67	0,03
	<i>Acartia Liljeborgii</i>	0,00	0,00	33,33	1,17
	<i>Acartia tonsa</i>	100,00	17,75	16,67	5,03
	<i>Acrocalanus longicornis</i>	12,50	3,42	66,67	2,49
	Aetideidae	0,00	0,00	16,67	0,06
	<i>Calanopia americana</i>	50,00	0,64	66,67	0,69
	<i>Calocalanus pavo</i>	0,00	0,00	33,33	0,34
	<i>Candacia pachydactyla</i>	0,00	0,00	33,33	0,12
	<i>Centropages brachiatus</i>	0,00	0,00	16,67	0,05
	<i>Centropages</i> sp.	0,00	0,00	16,67	0,01
	<i>Centropages velificatus</i>	37,50	1,48	33,33	0,59
	<i>Clausocalanus furcatus</i>	25,00	0,00	100,00	20,66
	<i>Ctenocalanus vanus</i>	0,00	1,08	33,33	1,23
	<i>Euchaeta marina</i>	0,00	6,07	33,33	0,02
	Euchaetidae	0,00	0,00	16,67	0,08
	Heterorhabdidae	12,50	0,00	33,33	0,04
	Labidocera sp.	0,00	0,00	16,67	0,03
	<i>Lucicutia flavicornis</i>	0,00	2,83	16,67	0,34
	<i>Nannocalanus minor</i>	50,00	0,00	66,67	3,70
	<i>Paracalalus aculeatus</i>	12,50	0,00	83,33	4,03
	<i>Paracalanus parvus</i>	50,00	0,00	83,33	7,13
	<i>Paracalanus quasimodo</i>	0,00	0,00	16,67	4,42
	<i>Parvocalanus crassirostris</i>	12,50	0,85	33,33	12,76
	<i>Parvocalanus</i> sp.	12,50	3,11	0,00	0,00
	Pontelidae	0,00	0,00	16,67	0,01
	<i>Pontellina plumata</i>	0,00	0,00	16,67	0,02
	<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	62,50	0,00	16,67	0,39
	<i>Rhincalanus cornutus</i>	0,00	0,00	16,67	0,08
	<i>Scolecithrix danae</i>	0,00	0,10	33,33	0,03
	<i>Subeucalanus pileatus</i>	50,00	0,00	83,33	2,97
	<i>Temora stylifera</i>	0,00	0,00	66,67	1,01
	<i>Temora turbinata</i>	37,50	0,65	83,33	2,18
	<i>Undinula vulgaris</i>	37,50	0,00	66,67	2,16
Cyclopoida	<i>Oithona hebes</i>	0,00	0,23	33,33	0,33
	<i>Oithona nana</i>	75,00	0,29	66,67	2,39
	<i>Oithona oswaldocruzi</i>	0,00	8,13	16,67	0,03
	<i>Oithona plumifera</i>	12,50	0,00	100,00	1,28
Harpacticoida	Ectinosomatidae	25,00	3,49	0,00	0,00
	<i>Euterpina acutifrons</i>	50,00	6,47	66,67	1,94
	Haparticoida (tisbideo)	50,00	0,00	16,67	0,07
	Haparticoida sp	0,00	0,00	16,67	0,01
	<i>Hemicyclops thalassius</i>	37,50	26,54	16,67	0,39
	<i>Macrosetella gracilis</i>	12,50	0,00	50,00	0,18
	<i>Microsetella rosea</i>	0,00	2,79	16,67	0,01
	<i>Miracia efferata</i>	0,00	5,33	33,33	0,02
	Tegastidae (Haparticoida)	12,50	0,00	0,00	0,00
Poecilostomatoida	Clausidiidae	0,00	0,44	16,67	0,02
	<i>Corycaeus amazonicus</i>	12,50	0,00	83,33	5,13
	<i>Onychocorycaeus giesbrechti</i>	62,50	0,00	66,67	6,51
	<i>Onychocorycaeus latus</i>	0,00	0,05	50,00	0,11
	<i>Onychocorycaeus ovalis</i>	0,00	0,00	33,33	0,15
	<i>Corycaeus speciosus</i>	0,00	0,00	33,33	0,13
	<i>Farranulla gracilis</i>	0,00	0,02	50,00	2,72
	Nauplio Sapphirinae	0,00	0,00	16,67	0,03
	<i>Oncaea venusta</i>	12,50	5,93	33,33	0,13
	<i>Oncaea media</i>	0,00	0,07	33,33	1,63
	<i>Oncaea</i> sp.	0,00	0,00	16,67	0,03
	<i>Sapphirina nigromaculata</i>	0,00	0,00	16,67	0,01
	Nauplio copepodes	100,00	2,19	100,00	2,80
	NI Copepodes	0,00	0,05	33,33	0,08

O meroplâncton foi composto por 32 táxons: gastropoda, bivalves e larvas de decapoda foram os dominantes durante o período em que o estudo foi realizado, estando estes presentes na maioria das estações de coletas realizadas contribuindo com os maiores valores de abundância, independente do período do ano. Este também foi responsável pela maior quantidade de taxa que apresentaram frequência de ocorrência superior a 70%, consideradas como muito frequentes.

Dividindo então em meroplâncton e holoplâncton teremos as seguintes apresentações dos dados relativos ao seu comportamento na totalidade dos dados densidade de organismos que ocorreram em cada estação de coleta (Figura 14), a frequência de ocorrência de meroplâncton (Figura 15) e a frequência de ocorrência dos organismos holoplantônicos (Figura 16).

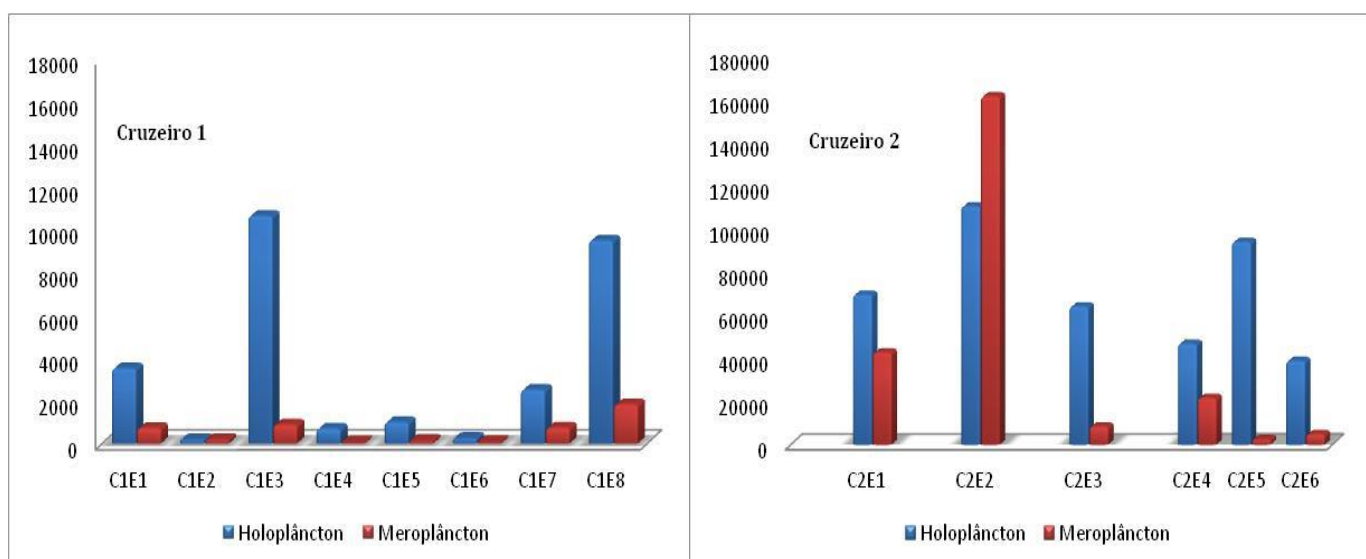


Figura 13: Densidades dos indivíduos (ind.m⁻³) holoplantônicos e meroplantônicos nos cruzeiros realizados na Plataforma Continental Amazônica.

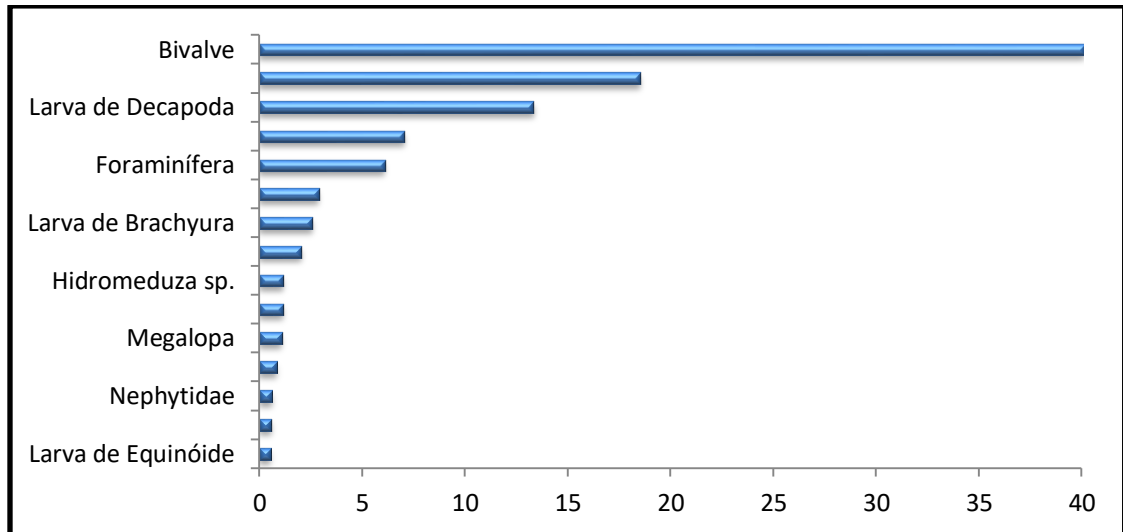


Figura 14: Abundância Relativa (%) Meroplantônica encontrada nos Cruzeiros realizados na Plataforma Continental Amazônica na costa do Estado do Pará.

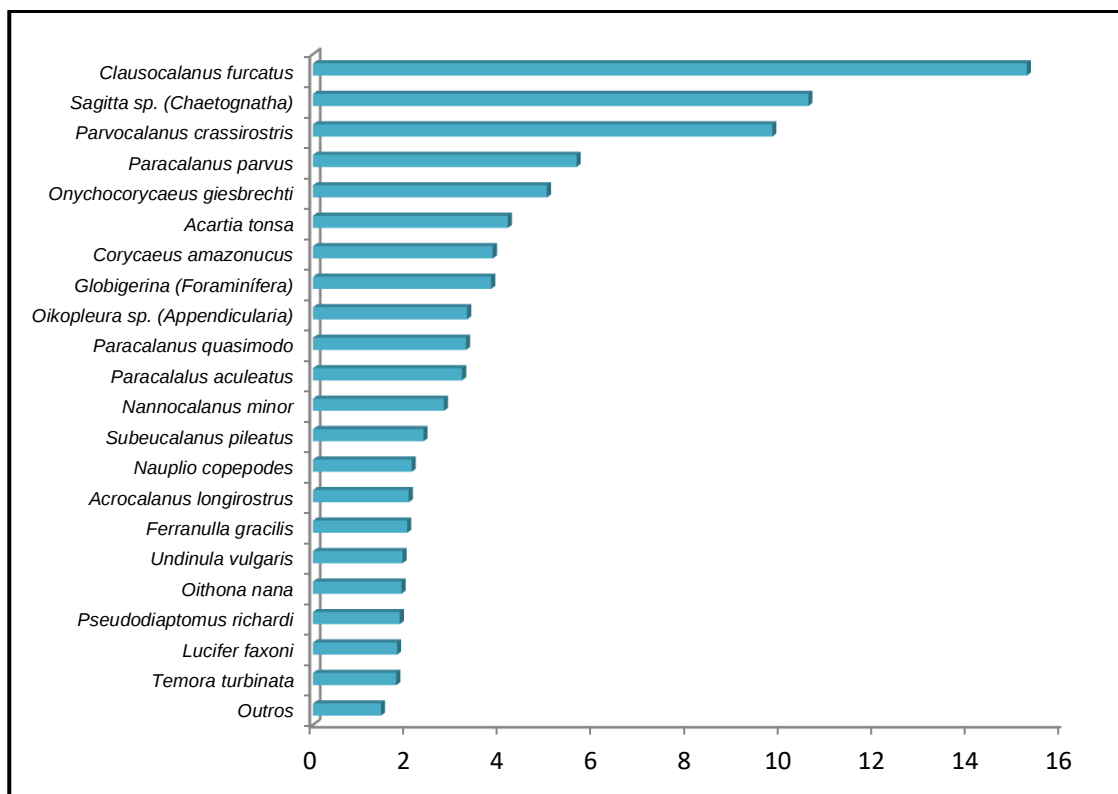


Figura 15: Abundância relativa (%) dos táxons holoplantônicos encontrados nos cruzeiros realizados na Plataforma Continental Amazônica da costa do Estado do Pará.

A partir dos dados obtidos foi possível avaliar a frequência de ocorrência de cada espécie (Tabela 4). O Cruzeiro 2, que ocorreu no mês de Outubro de 2013, compreendendo o período seco, foi o que apresentou maior número de táxons heterogêneo. Os táxons que mais ocorreram para copépodes comuns aos dois períodos estudados foram: Náuplios de Copepodas, *Oithona nana* (Giesbrecht, 1893), *Paracalanus parvus* (Claus, 1863), *Subeucalanus pileatus* (Giesbrecht, 1888), o que indicou que estes táxons estão presentes ao longo da Plataforma independentemente do período do ano.

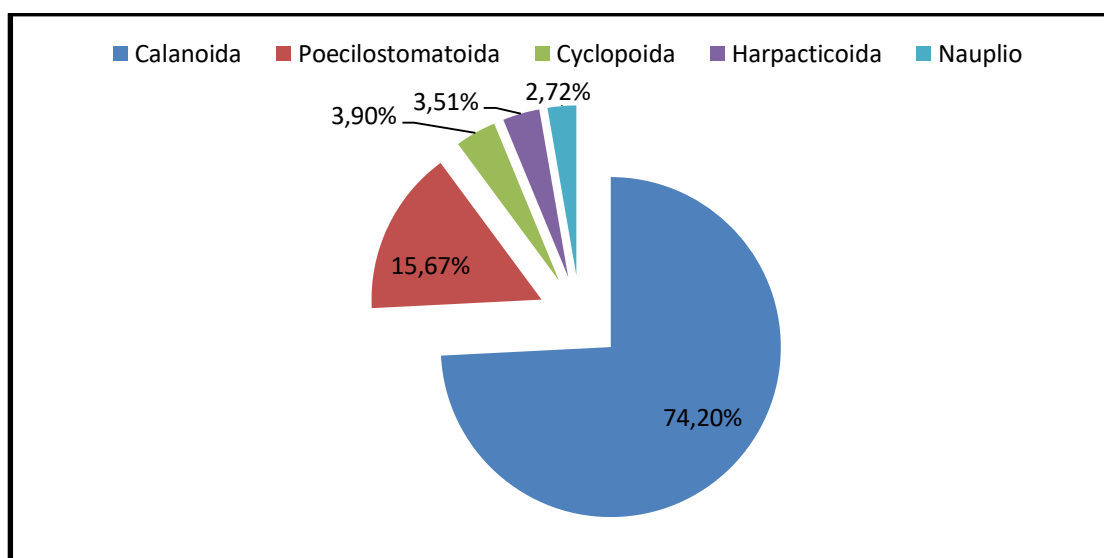


Figura 16: Abundância Relativa (%) das Ordens de Copepodas encontradas nos Cruzeiros 1 e 2.

Essa nova matriz reduzida foi formada por 37 taxa holoplanctônicos, destes 28 são copépodes e 17 taxa meroplanctônicos dos quais 12 são larvas que juntas formam este conjunto. A matriz biológica composta por 107 táxons zooplanctônicos foi então classificada pelos critérios de abundância acumulada e frequência de ocorrência para se retirar as espécies raras. A partir disso teremos uma nova matriz agora composta por 54 taxa, que também serão utilizadas para as análises de redundância.

Através da análise de componentes (ACP) que correlacionou as variáveis ambientais com cada uma das espécies, tivemos como resultado uma correlação foi não paramétrica. Em seguida, foram separados dois conjuntos de espécies, as sincrônicas e não sincrônicas. As sincrônicas apresentaram correlação significativa com o primeiro eixo fatorial, enquanto que as não sincrônicas não apresentaram correlação. Assim, obteve-se a formação de um *cluster* com três grandes grupos bem diferenciados, como apresentado na figura 17.

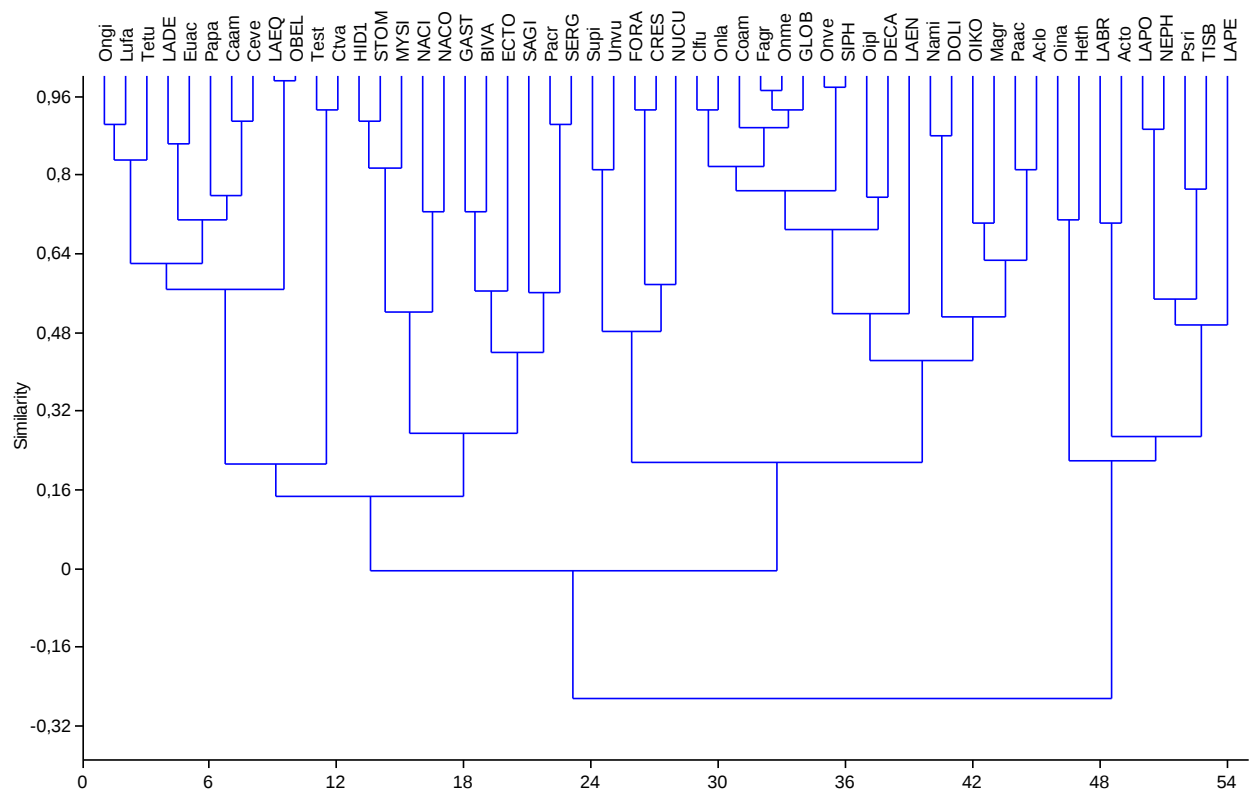


Figura 17: Dendrograma formado pelo agrupamento da Densidade de Organismos nas estações de coleta da Plataforma Continental Amazônica na costa do Estado do Pará.

Os dados ambientais coletados foram subdivididos em 4 matrizes: Espaço, Tempo, Hora e Ambiente. A matriz de espaço apresenta os valores de distância da costa (DC) em km, na matriz de tempo estão as variáveis verão e inverno, a de hora apresenta os períodos de dia, noite e crepúsculo. Por fim, a matriz ambiente foi composta pelos valores de temperatura, salinidade e fluorimetria, sendo todas as três matrizes com valores superficial, média e fundo.

Após ARD realizado com as três matrizes para se definir quais seriam as variáveis que apresentariam valor significativo, foram evidenciados 7 vetores significativos dentre os apresentados (Figura 18).

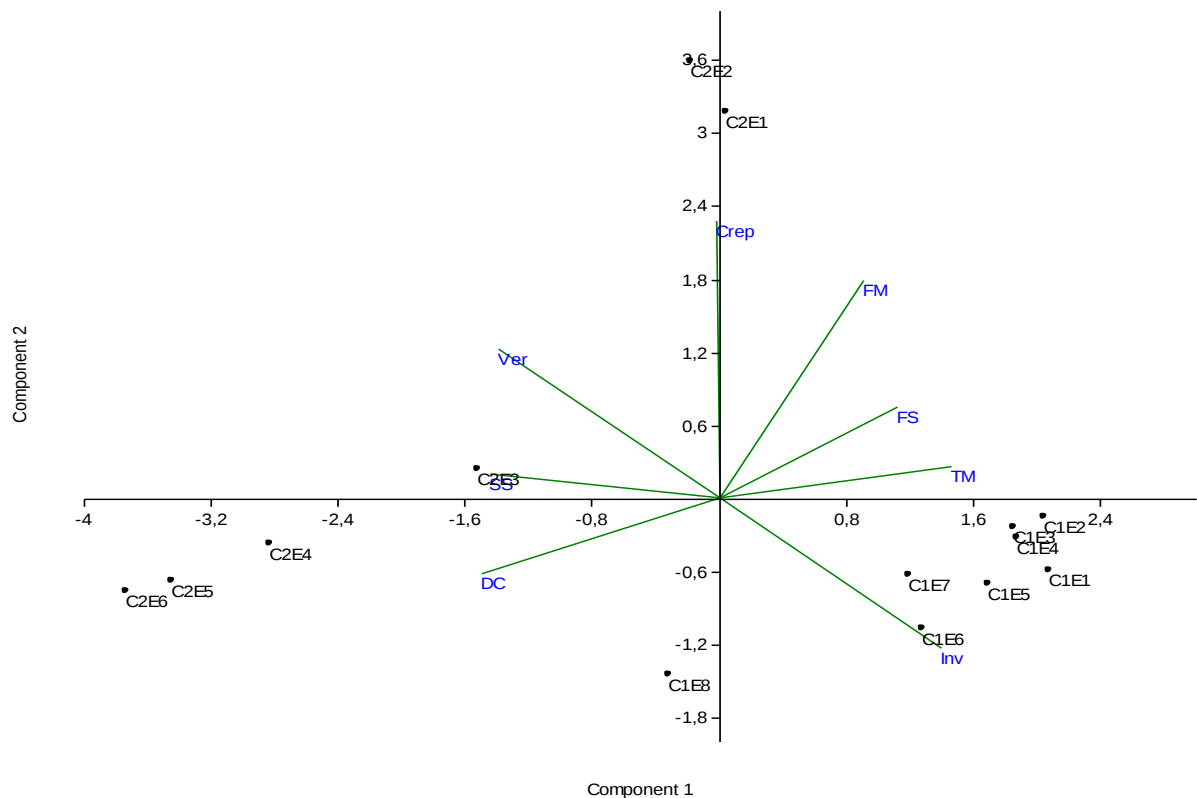


Figura 18: Correlação dos dados ambientais significativos gerados pela ARD, com os dados das variáveis: seco (Ver), chuvoso (Inv), crepúsculo (Crep), distância da costa (DC), salinidade superficial (SS), clorofila superficial (FS), clorofila média (FM) e temperatura média (TM).

Com as mesmas matrizes ambientais foram realizadas partições de variâncias para se demonstrar as porcentagens de explicações por cada uma dessas variáveis, seus conjuntos e/ou interseções. Ao serem testados o tempo e o espaço para ver quais dessas variáveis poderiam melhor explicar a variação das espécies encontradas, podemos observar que apenas

o tempo contribuiria com 14,1% enquanto o tempo apresenta valor de 19,4% de explicação, entretanto a porcentagem não explicada para essas variáveis apresenta valor de 55,8%, sendo esse valor maior que a soma de explicação gerada. Demonstrando que essas variáveis, sem influencia da ambiental apresentam valores próximos, ou seja, comportam-se de maneira semelhante.

No entanto, ao testarmos a variável ambiental com uma nova matriz resultante da junção tempo e do espaço e verificar quais os resultados desta nova partição explicam melhor a variação das espécies. Verificou-se que os valores de explicação mais significativos, como 34,2% foram exclusivos das variáveis ambientais e 20% de explicação para a matriz tempo-espaço. Esta forma de abordar os dados, juntando o tempo e o espaço mostrou o ambiente tem maior porcentagem de explicação. A matriz ambiental foi formada junção dos dados de temperatura, salinidade e clorofila-*a*, ocasionou uma diminuição acentuada nos valores da porcentagem não explicada.

Considerando que entender como as comunidades estão organizadas no espaço e no tempo, aliado as partições realizadas, têm-se as porcentagens de variação que explicaram o comportamento da nossa comunidade, entendida aqui como metacomunidade. Assim, de posse dessas informações tentaremos identificar quais os principais processos que influenciam a distribuição e abundância da nossa metacomunidade em escala regional.

Além de, dividir essa metacomunidade em outras duas comunidades, formadas por organismos sincrônicos e não sincrônicos. Foram evidenciadas quais seriam os mecanismos mais prováveis para explicar a concordância de sincronia para essas comunidades e se estas apresentam respostas similares aos gradientes ambiental e espacial, e interações biológicas entre as espécies.

Esses mecanismos foram identificados após controlar o efeito das variáveis ambientais e espaciais na concordância entre dois grupos e ao avaliar a sincronia entre as espécies dos grupos que potencialmente são ligadas por interações biológicas.

A tabela 5 apresenta os valores de variações explicadas para cada componente e foram baseadas nas frações ajustadas, para as amostras relativas ao conjunto formado por comunidades sincrônicas e não sincrônicas. Os resultados também foram multiplicados pelo valor de betadiversidade. O valor da betadiversidade é obtido através dos valores de média de cada coluna que foi elevado ao quadrado e somado ao valor das colunas relativas de cada matriz sincrônica e não sincrônica. Em seguida esses valores foram divididos pelo somatório do total.

Tabela 5: Valores dos Componentes de explicação gerados a partir das frações apresentadas na tabela 2.

Fauna Completa		Fauna Sincrônica		Fauna Não Sincrônica	
Componente	%	Componente	%	Componente	%
Espacial (E)	25,72	Espacial (E)	6,18	Espacial (E)	7,47
Temporal (T)	4,09	Temporal (T)	1,02	Temporal (T)	0
Ambiental (A)	10,44	Ambiental (A)	0	Ambiental (A)	1,38
Espaço-Ambiental (EA)	0	Espaço-Ambiental (EA)	1,61	Espaço-Ambiental (EA)	0,53
Tempo-Ambiental (TA)	5,63	Tempo-Ambiental (TA)	6,19	Tempo-Ambiental (TA)	0
Espaço-Temporal (ET)	0	Espaço-Temporal (ET)	0	Espaço-Temporal (ET)	0,06
Espaço-Tempo-Ambiental (ETA)	10,07	Espaço-Tempo-Ambiental (ETA)	18,5	Espaço-Tempo-Ambiental (ETA)	0
Não explicado (NE)	44,05	Não explicado (NE)	33,5	Não explicado (NE)	23,55
Total explicado	100	Total explicado	67	Total explicado	33

A partir dos resultados obtidos com essas frações e o valor apresentado para cada componente, temos então a representação gráfica nas figuras 19 e 20 desse conjunto de respostas para a metacomunidade e comunidade sincrônica e não sincrônica representada em um mesmo esquema.

A área do maior retângulo corresponde à variação total nos dados de espécies. Os três retângulos menores são proporcionais à variação dos dados explicada pelo espaço (E), tempo (T) e variáveis ambientais (A). As áreas de sobreposição são proporcionais às porcentagens de variação explicada por componentes específicos, como descrito no texto e rotulados na Tabela 5. A área do maior retângulo que não é coberta por nenhum dos outros retângulos é diretamente proporcional à variação não explicada (NE).

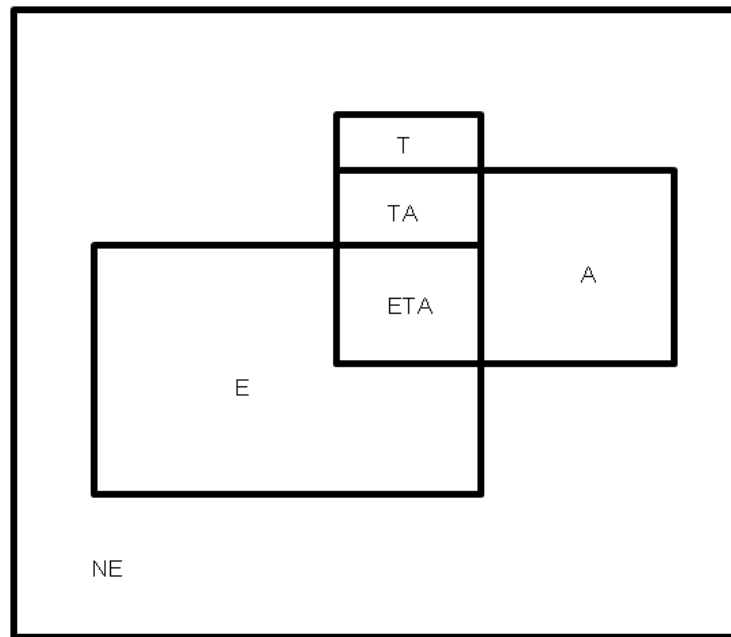


Figura 19: Representação gráfica da partição de variância realizada na matriz total.

A área do maior retângulo corresponde à variação total nos dados de espécies. Os três retângulos menores são proporcionais à variação dos dados explicada pelo espaço (E), tempo (T) e variáveis ambientais (A). As áreas de sobreposição são proporcionais às porcentagens de variação explicada por componentes específicos, como descrito no texto e rotulados na Tabela 5. A área do maior retângulo que não é coberta por nenhum dos outros retângulos é diretamente proporcional à variação não explicada (NE).

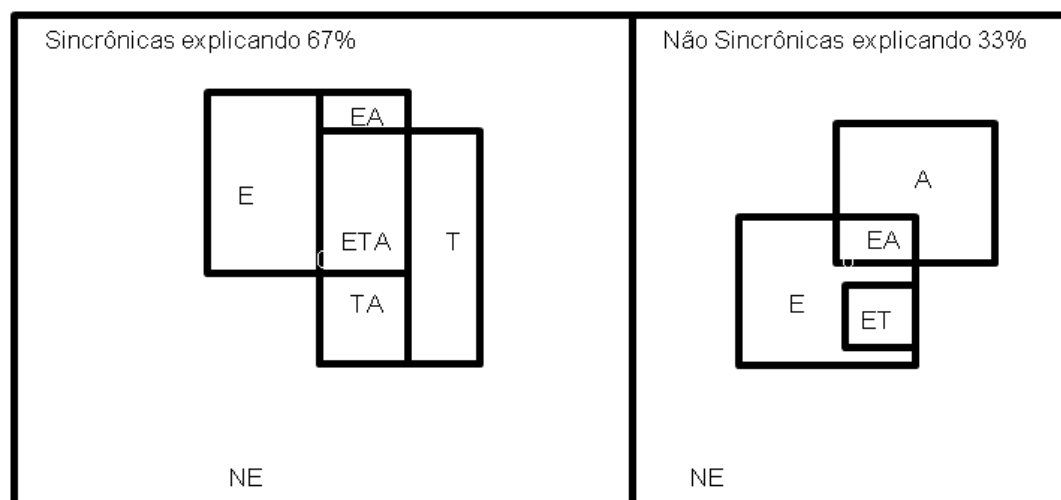


Figura 20: Representação gráfica da partição de variância realizada na matriz de amostras Sincrônicas e Não Sincrônicas.

○ Independentes
 ● Sincrônicas
 ● Não Sincrônicas
 △ Cruzeiro 1
 ▲ Cruzeiro 2

Species plotted include: *Caam*, *Ceve*, *Euac*, *Tetu*, *Ongi*, *Papa*, *OBEL*, *Lufa*, *SAGI*, *Pacr*, *EGTO*, *SERG*, *C1E7*, *C2E2*, *C2E1*, *Crep*, *C1E6*, *C1E8*, *Unvu*, *Paac*, *Supi*, *Aclo*, *OIKO*, *Ver*, *DC*, *LAEN*, *NUCU*, *STOM*, *Test*, *HIDI*, *Crva*, *MYSI*, *GAST*, *LABR*, *Oina*, *Inv*, *FM*, *FS*, *TM*, *Acto*, *LAPO*, *C1E1*, *C1E5*, *NEPH*, *Psri*, *C1E2*, *TISB*, *C1E4*, *Heth*, *LAPE*, *C1E3*, *FORA*, *C2E4*, *Onve*, *DECA*, *DOLI*, *Coam*, *C1yfu*, *SIPH*, *GLOB*, *Onme*, *Onla*, *Fagr*, *C2E5*, *C2E6*, *Magr*, *CRES*, *Nam*, *Oipl*.

Figura 21: Representação gráfica de uma ARD da análise de partição de variância realizada com a matriz da comunidade total, demonstrando seus padrões de interação com todos os vetores que foram significativos para ambiente, tempo e espaço: distância da costa (DC), clorofila superficial (FS), clorofila média (FM), salinidade superficial (SS), temperatura média (TM), verão (VER) e inverno (INV).

Fica evidente o fato de que a maioria das espécies sincrônicas foram relacionadas à distância da costa (DC), seja esta relação direta ou inversamente proporcional que relacionado também com os fatores de variação sazonal seco (VER) e chuvoso (INV), que contribuem com a grande variação na composição das espécies encontradas na área de estudo.

As espécies não sincrônicas por sua vez apresentaram um padrão de variação diretamente proporcional. A salinidade superficial (SS) esta mais relacionada com os vetores de clorofila (FS, FM) e temperatura (TM), não estando nenhuma delas relacionadas com a DC, que apresentou valor de significância de 0,0001 para todas as matrizes exploradas no RDA (Figura 22).

As comunidades sincrônicas e não sincrônicas serão apresentadas nas figuras 22, 23 e 24, de maneira diferente da comunidade total, pois foram geradas representações gráficas para cada uma das duas comunidades com cada matriz de espaço, tempo e ambiente. Assim, podemos proporcionar uma melhor visualização dos dados obtidos e como cada um deles esteve mais ou menos relacionado com determinado organismo. Além de proporcionar um melhor entendimento de para qual vetor a comunidade tende ou não a esta melhor relacionada.

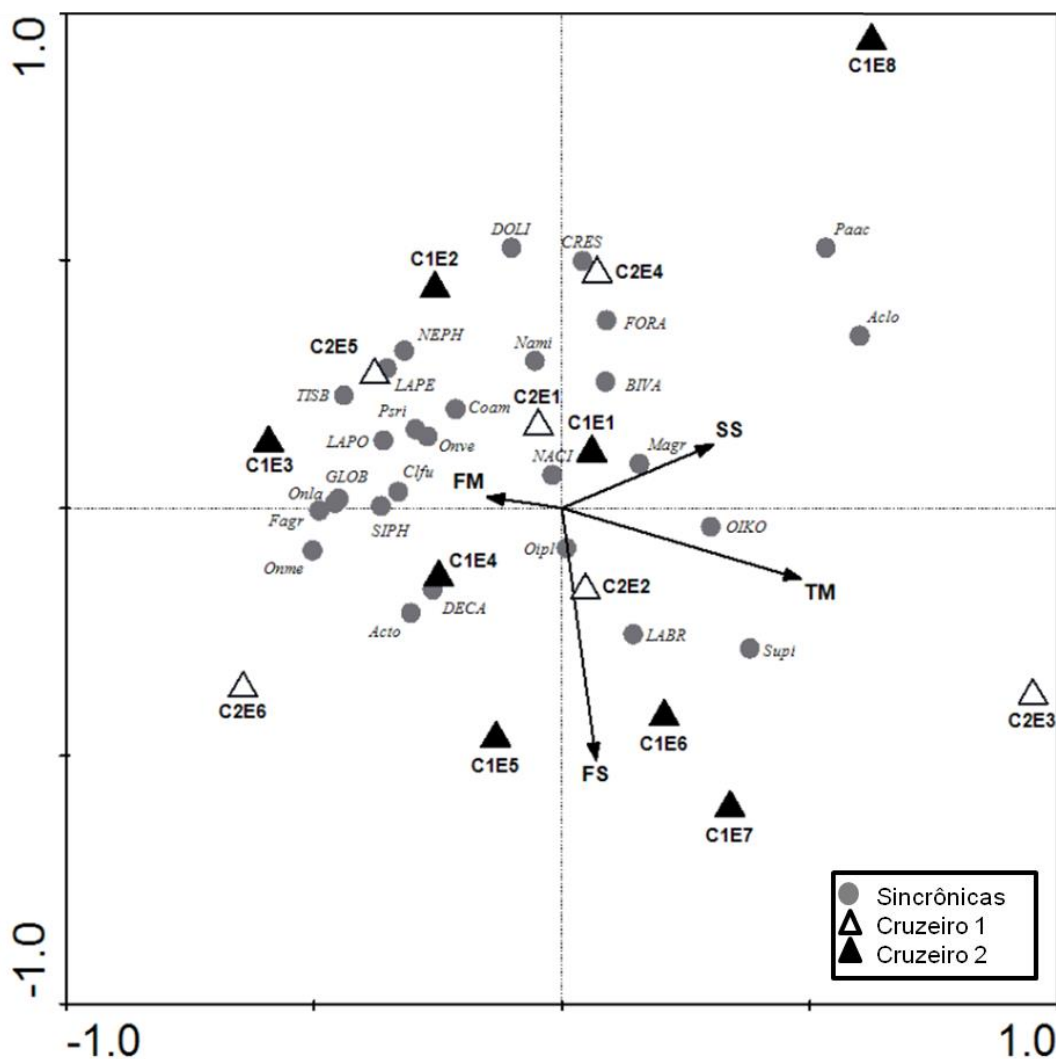


Figura 22: Representação gráfica da análise de partição de variância realizada com a matriz da comunidade Sincrônica, demonstrando seus padrões de interação com os vetores ambientais: clorofila superficial (FS), clorofila média (FM), salinidade superficial (SS), temperatura média (TM).

Ao analisar apenas a distância da costa (DC) como variável, fica evidente a formação dos grupos que se relacionam ou não com esse vetor, embora a maioria dos indivíduos esteja apresentando uma correlação positiva com o mesmo (Figura 23). Com os vetores de tempo observaremos um comportamento semelhante aos resultados apresentados com a DC, com a maioria da comunidade estando relacionada positivamente ao vetor

crepúsculo (CRE). Entretanto, podemos observar que também existem indivíduos que apresentam relação inversamente proporcional ao CRE (Figura 24). Além da clara divisão entre os períodos de inverno e verão e seus conjuntos de indivíduos.

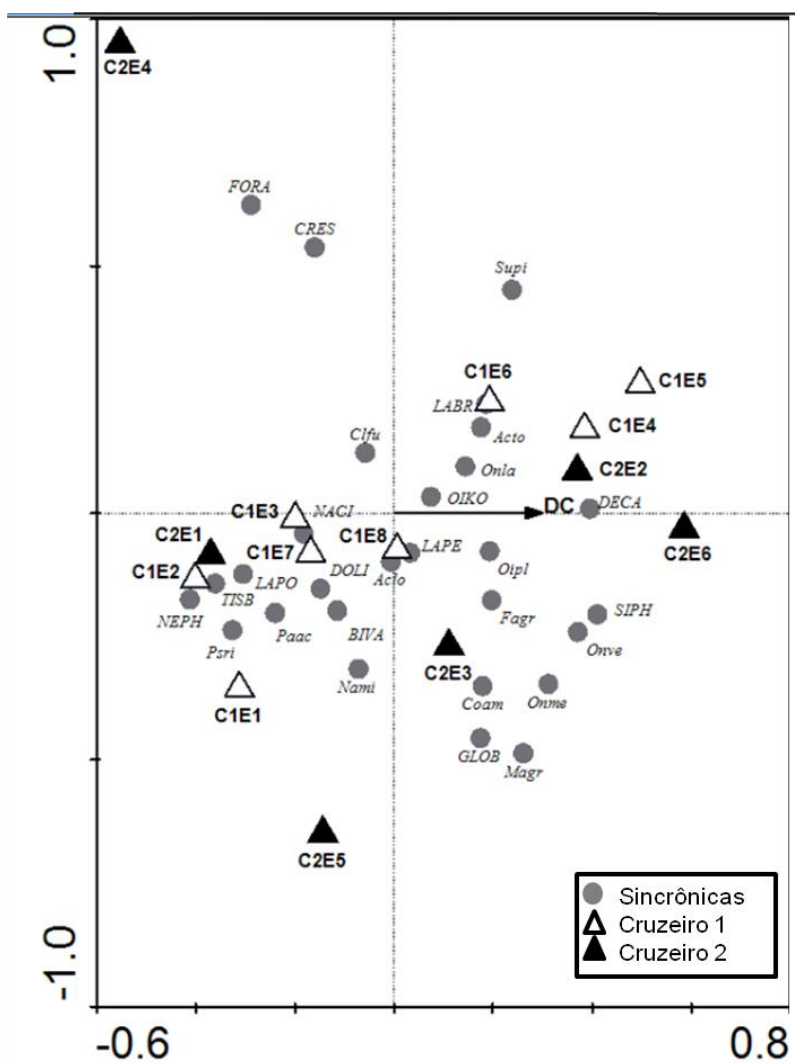


Figura 23: Representação gráfica da análise de partição de variância realizada com a matriz da comunidade Sincrônica, demonstrando de que maneira ocorre a interação desses indivíduos com o vetor espacial distância da Costa (DC).

As figuras que agora serão apresentadas referem-se à comunidade Não Sincrônica, com a mesma representação utilizada anteriormente para exemplificar os resultados que foram obtidos com as matrizes de ambiente (Figura 24), espaço (Figura 25) e tempo (Figura 26).

Teremos como interpretação mais marcante da análise da comunidade não sincrônica, um “espalhamento” dos seus indivíduos ao longo dos vetores apresentados, no entanto apesar de uma não homogeneidade na maioria dos dados, fica evidente uma relação de negatividade com o vetor de clorofila média pela maioria dos indivíduos contidos nesta análise.

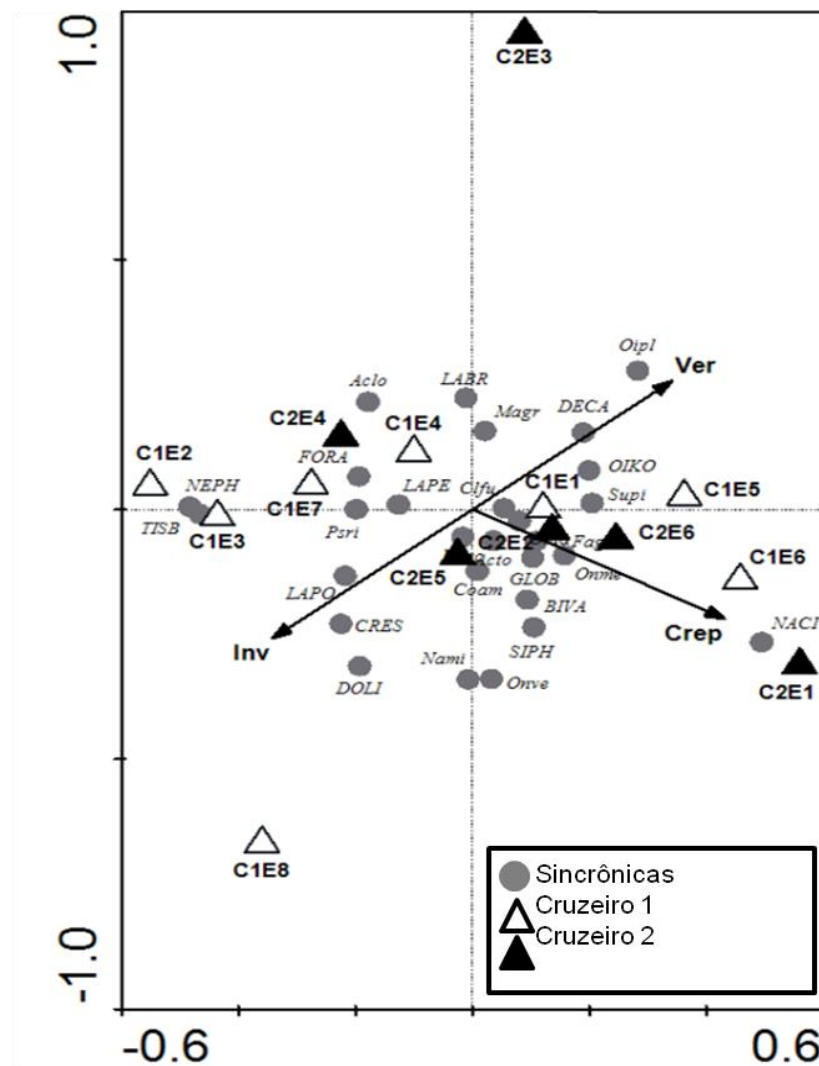


Figura 24: Representação gráfica da análise de partição de variância realizada com a matriz da comunidade Sincrônica, demonstrando o comportamento dos indivíduos com os vetores temporais: inverno (INV), verão (VER) e crepúsculo (CRE).

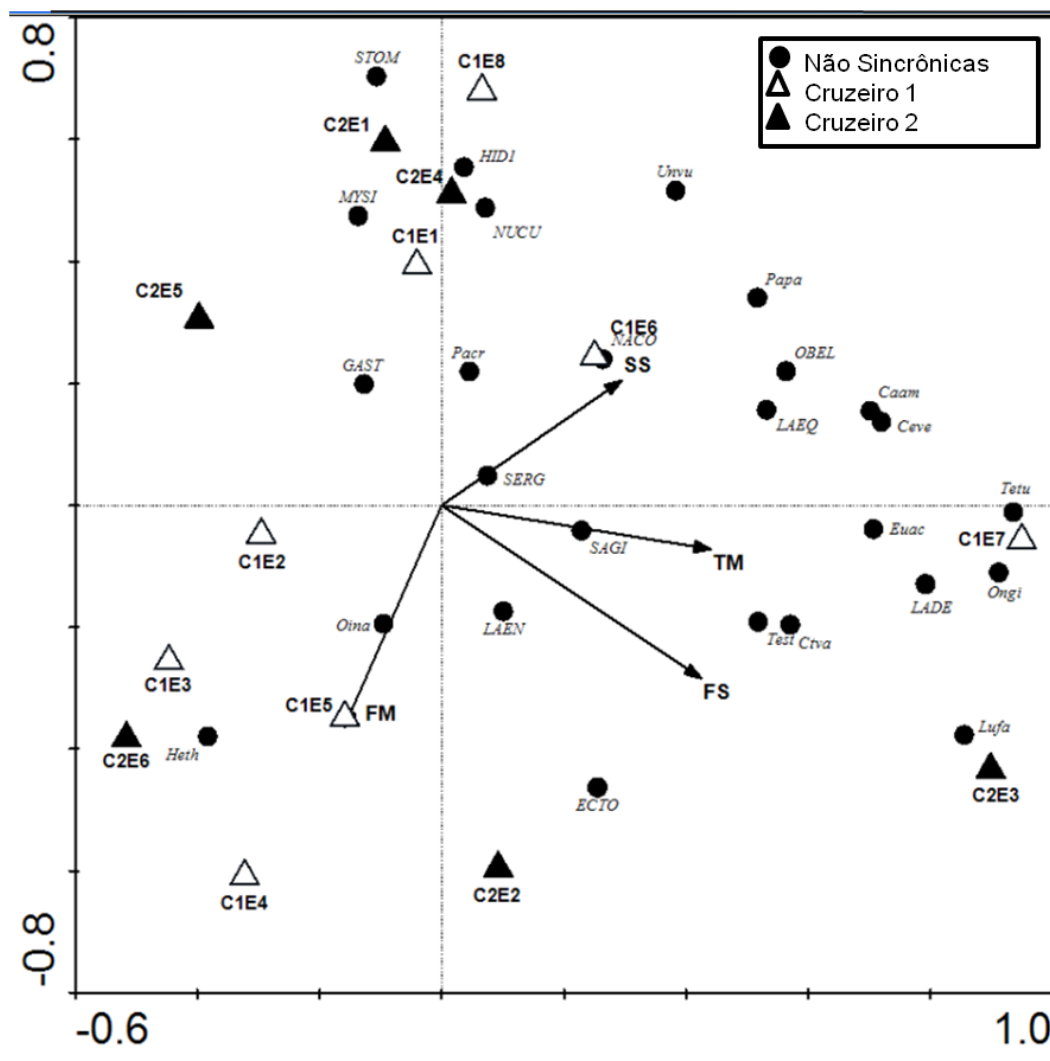


Figura 25: Representação gráfica da análise de partição de variância realizada com a matriz da comunidade Não Sincrônica, demonstrando seus padrões de interação com os vetores ambientais: clorofila superficial (FS), clorofila média (FM), salinidade superficial (SS), temperatura média (TM).

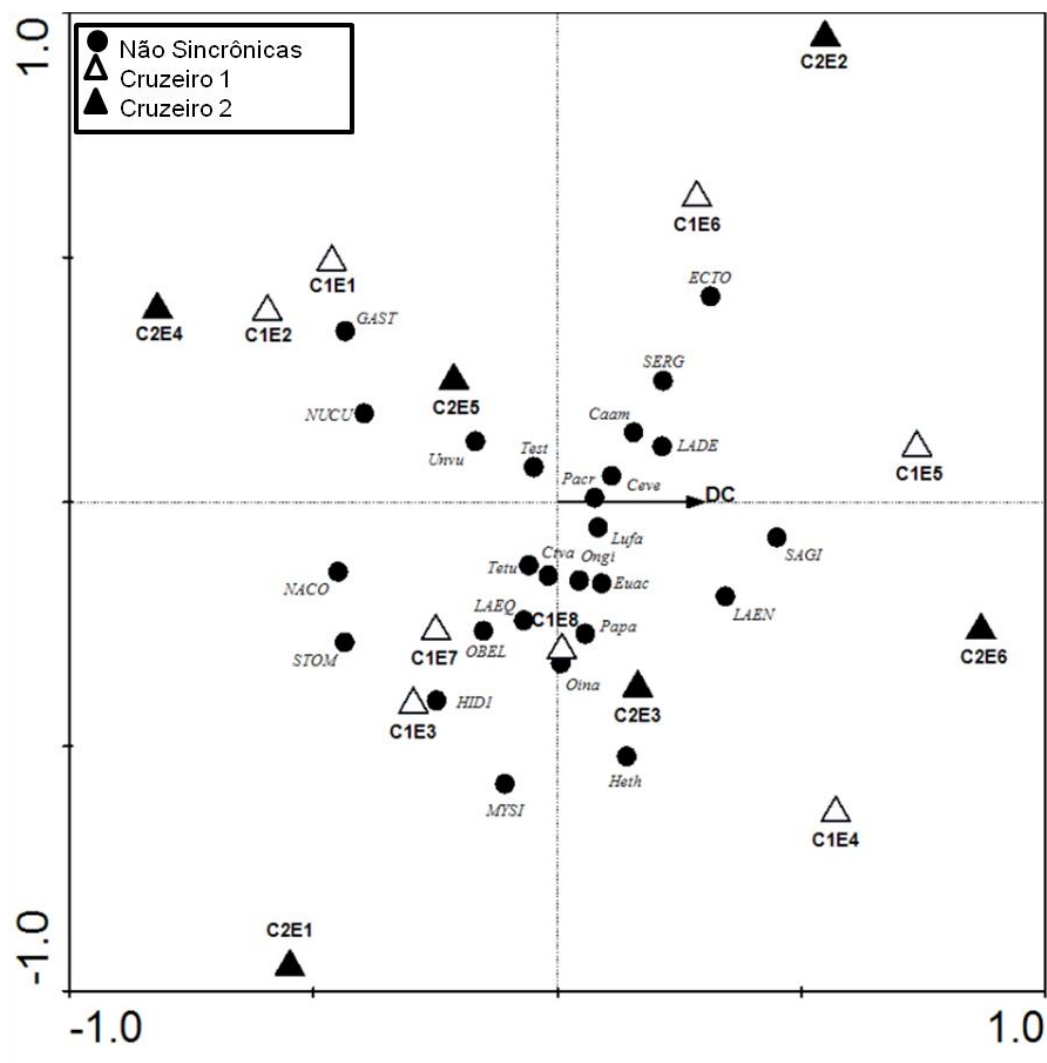


Figura 26: Representação gráfica da análise de partição de variância realizada com a matriz da comunidade Não Sincrônica, demonstrando de que maneira ocorre a interação desses indivíduos com o vetor espacial distância da Costa (DC).

Em relação à comunidade não sincrônica analisada com o vetor distância da costa (DC), fica perceptível que os indivíduos desta comunidade se relacionam positivamente com o vetor, com a maioria dos organismos estando próximos e formando um grupo em relação ao vetor, uma resposta parecida com a que ocorreu nas comunidades sincrônicas (Figura 27).

A comunidade Não Sincrônica para o vetor tempo também apresentou resultados semelhantes aos da comunidade Sincrônica com o mesmo padrão de dispersão dos

indivíduos em relação ao crepúsculo (CRE), concentrando grande parte da comunidade próxima este vetor e evidenciou a mesma divisão dos indivíduos relacionados ao verão (VER) e ao inverno (INV).

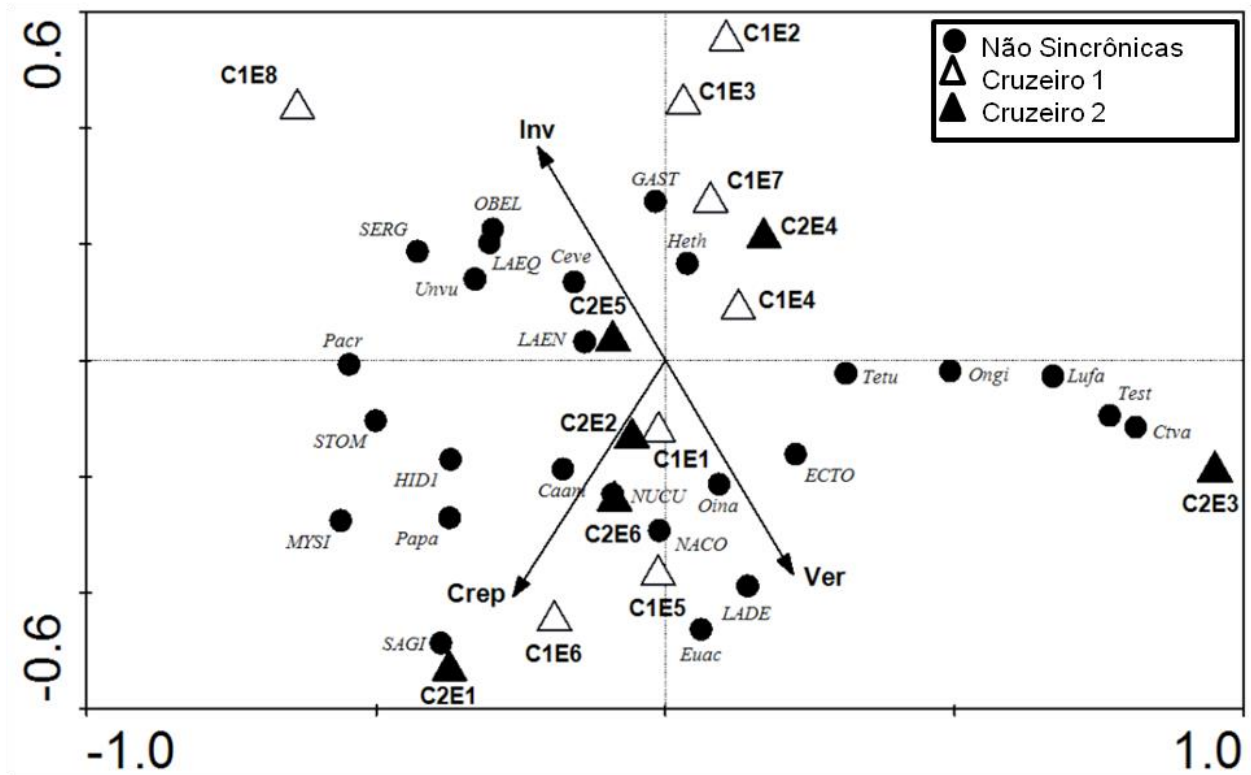


Figura 27: Representação gráfica da análise de partição de variância realizada com a matriz da comunidade Não Sincronica, demonstrando o comportamento dos indivíduos com os vetores temporais: inverno (INV), verão (VER) e crepúsculo (CRE).

6 DISCUSSÃO

O conhecimento a respeito da fauna pelágica ainda é considerado muito escasso no país, mas temos alguns táxons mais estudados, como por exemplo, os Copepoda, Chaetognatha e Dendrobranchia. Porém, os trabalhos sobre plâncton realizados no Brasil são ainda insuficientes, principalmente na região da plataforma. As regiões da plataforma mais estudadas até o presente são: Rio Grande do Sul (Lagoa dos Patos), Paraná (Paranaguá), São Paulo (Cananéia, Ubatuba e São Sebastião), Rio de Janeiro (Rio de Janeiro e Cabo Frio) e Pernambuco (Recife) (BRANDINI *et al.*, 1997).

Dentre a comunidade zooplancônica encontrada no presente trabalho, os organismos holoplancônicos foram predominantes, sendo os copépodes o táxon mais representativo em termos de espécies identificadas, com 60 das espécies do total de 107 presentes na matriz de táxons. A dominância desses organismos em regiões neríticas e oceânicas na América do Sul, já foi evidenciada em estudos realizados por BOLTOVSKOY, (1981) na referida área. Este fato também foi constatado por outros pesquisadores para o Nordeste brasileiro (BOLTOVSKOY, 1999; NEUMANN-LEITÃO *et al.*, 1999; GUSMÃO, 2000).

A maior riqueza de espécies esteve presente nas estações que estão localizadas mais distantes da costa, ocorrendo uma redução da diversidade e aumento da biodiversidade, padrão que corrobora com os dados apresentado nos trabalhos de Hopkins *et al.* 1981 e Angel 1996.

A composição específica da área não foi muito diferente de trabalhos anteriores desenvolvidos na Costa Norte (CALEF; GRICE, 1967; MELO, 2004), sendo as espécies relatadas como comuns para costa da América do Sul e Caribe (BOLTOVSKOY, 1981). Os organismos que se apresentaram com maiores densidades na matriz total de espécies foram Bivalves e *Clausocalanus furcatus*, com 99.053,85 e 68.864,90 ind.m⁻³ respectivamente, *Sagitta* sp 47.644,57 ind.m⁻³, Gastropoda 45.656,77 ind.m⁻³ e *Parvocalanus crassirostris*, 44.180,53 ind.m⁻³.

O cruzeiro de outubro de 2013 foi o que apresentou a maior riqueza de espécies e dentre as registradas, as que apresentaram maior frequência de ocorrência foram as pertencentes a grupo de outros crustáceos, como Náuplios de Copepodas, *Oithona* sp., *Paracalanus parvus*, *Subeucalanus pileatus*, fato explicado pelo regime hidrológico, uma vez que segundo Castro e Miranda (1998), é condicionado pela Corrente Norte do Brasil (CNB) impulsionada por ventos alísios predominantes na região durante praticamente o ano todo.

O número de taxa foi maior para o Cruzeiro de Outubro de 2013, apresentando 50 espécies exclusivas, dessas 38 correspondem a espécies de copépodes. Fato que sugere que as condições oceanográficas observadas para este período indicam que estas espécies estão relacionadas aos padrões abióticos deste período, com maior salinidade e menor influencia da Pluma ao longo da Costa. A pluma do rio Amazonas é levada em direção ao leste pela retroflexão da Corrente Norte do Brasil e os restantes 30% são desviados em direção noroeste para o Caribe.

A retroflexão da CNB transporta uma massa de água enriquecida de nutrientes e caracterizada com relação a sua salinidade e temperatura, respectivamente na subsuperfície, por valores entre 23,5 e 35,9 e entre 28,3 e 28,9°C (Paiva, 2002). Esta fertilização das águas oceânicas pela retroflexão da corrente Norte do Brasil permite sustentar uma comunidade zooplanctônica mais densa.

Os resultados de abundância e riqueza de copépodes demonstrou que a ordem Calanoida foi dominante ao longo da zona costeira, o que foi evidenciado por Melo (2004). Os copépodes Calanoida são considerados como indicadores de oligotrofia por Gannone e Stemberger (1978).

Atualmente alguns autores têm visto os Calanoidas mais como resistentes à oligotrofia, ou seja, a baixas concentrações de alimento, do que propriamente indicadores dela (SOTO; DE LOS RÍOS, 2006). Padrão esse que podemos observar em regiões que apresentam clima temperado.

Clausocalanus furcatus e *Corycaeus giesbrecchi* estiveram presente nos dois cruzeiros, são espécies comuns a águas de plataforma, sendo encontradas comumente na Plataforma Catarinense, estas espécies estiveram presentes também na composição de todos os pontos de coleta no trabalho de Muxagata (1999).

Clausocalanus furcatus destacou-se mais na composição do cruzeiro 2 onde apresentou valor de densidade de 68747.8 ind.m⁻³ por ser uma espécie de distribuição global em águas epipelágicas dos oceanos tropicais e subtropicais (FROST; FLEMINGER, 1968), com abundâncias relativas maiores em ambientes muito oligotróficos, estando entre as três mais abundantes do Atlântico Tropical (WEBBER; ROFF, 1995), esteve presente no trabalho de Calef e Grice (1967), sendo a espécie de maior abundância no mesmo.

A espécie *Undinula vulgaris* é epipelágica esteve presente em ambos os cruzeiros, ela apresenta uma ampla distribuição em águas tropical e subtropical dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (BJÖRNBERG, 1981, BRADFORD-GRIEVE *et al.*, 1999). Já as espécies *Euchaeta marina* e *Corycaeus speciosus* foram registradas apenas no Cruzeiro de Outubro, corroborando com o trabalho de Melo (2004) que apresentou essas espécies em estações mais oceânicas.

Assim como evidenciado por Melo (2004) alguns grupos tiveram um destaque pontual nos cruzeiros, que foram Pteropodas, *Lucifer faxoni* é uma espécie importante no plâncton nerítico tropical onde a salinidade é mais baixa (Longhurst; Pauly 1987), *Oikopleura* sp., *Fritillaria* sp., *Doliolum* sp. e *Sagitta* sp., são espécies comumente encontrados na plataforma do nordeste do Brasil (Gusmão, 1986), também são considerados fauna característica de plâncton tropical. Os Pteropoda foram registrados, principalmente *Creseis* sp. que segundo Spoel e Dadon (1999) são tipicamente de oceano aberto, alguns poucos podendo ser encontrados em águas neríticas e costeiras.

A análise de partição procurou demonstrar que a variabilidade de espécies responde melhor a variáveis ambientais, do que a variação temporal. Elas demonstraram quais eram os vetores que compõem essas variáveis podem estar significativamente respondendo de forma melhor a este processo. O zooplâncton apresentou uma variação da composição de espécies mais relacionada com as variáveis ambientais que as espaciais na estruturação da

comunidade. Outros trabalhos também corroboram essa afirmação (SHURIN, 2000; COTTENIE; DE MEESTER, 2004), como por exemplo, no de PINEL-ALLOUL *et al.* (1995), que observaram uma contribuição mais importante dos fatores locais em relação aos regionais na composição de comunidades zooplancônicas.

7 APOIO LOGÍSTICO E FINANCEIRO

O presente plano de tese é custeado pelo projeto multidisciplinar e multicêntrico do CNPq: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia AMBIENTES MARINHOS TROPICAIS – Heterogeneidade Espaço-Temporal e Respostas às Mudanças Climáticas. GT: Ambientes pelágicos da plataforma continental do Norte e Nordeste do Brasil, Sub-Projeto 2.2 – Variabilidade Espaço-Temporal da Diversidade e Estrutura Trófica do Ambiente Pelágico na Plataforma Continental ao Largo do Norte e Nordeste do Brasil (ANEXO 1) (INCT AmbTropic: <http://www.inctambtropic.org/grupos-de-trabalho/plataforma-continental/variabilidade-espaco-tempor.html>), coordenado pelos professores Dr. Ralf Schwamborn (UFPE, Depto. de Zoologia) e Dra. Sigrid Neumann Leitão (UFPE, Depto. de Oceanografia).

O projeto INCT AMBIENTES MARINHOS TROPICAIS consiste em uma rede integrada, com profissionais das instituições federais de ensino superior da região Norte e Nordeste do Brasil (UFPA, UFMA, UFAL, UFPE, UFRPE e UFBA). É financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, através da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Coordenação para Mar e Antártica (Edital MCT/CNPQ/FNDCT 28 nº 71/2010). E conta com recursos, infraestrutura e equipamentos necessários para que os objetivos propostos neste plano sejam alcançados. O presente trabalho também dispõe do apoio do Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos da Universidade Federal do Pará (UFPA) e do Instituto Sócio Ambiental e Recursos Hídricos (ISARH), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

8. REFERÊNCIA

ABRAMS, P. A.; WALTERS, C. J. Invulnerable prey and the paradox of enrichment. **Ecology**, 77, 1125–1133. 1996.

AIDAR, E.; GAETA, S.A.; GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F.; KUTNER, M. B. B.; TEXEIRA, C. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e as suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico de São Paulo**. 10: 9-43. 1993.

ALDRIDGE, D. C.; FAYLEY, T. M.; JAKCSON, N.. Freshwater mussel abundance predicts biodiversity in UK lowland rivers. - **Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.** 17: 554-564. 2007.

ALLEN, A. P. et al. Concordance of taxonomic composition patterns across multiple lake assemblages: effects of scale, body size, and land use. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 56: 2029-2040. 1999.

ALLER, J. Y.; ALLER, R. C. General characteristics of benthic faunas on the Amazon inner continental shelf with comparison to the shelf off the Changjiang River, East China Sea. **Continental Shelf Research**, 6 (1/2): 291-310. 1986.

AMARASEKARE, P.; NISBET, R. M. Spatial heterogeneity, source–sink dynamics, and the local coexistence of competing species. **Am. Nat.**, 158, 572–584. 2001.

ANDERSON, M. J. E.; GRIBBLE, N. A. Partitioning the variation among spatial, temporal and environmental components in a multivariate data set. - **Aust. J. Ecol.** 23: 158-167. 1998.

ANGER, K. The Biology of Decapod Crustacean Larvae, Lisse: A. A. Balkema Publishers. 2001.

BARTH, R.; HAUILA, G. Estudos volumétricos em plâncton, capturado na costa brasileira entre Recife e Cabo Orange. **Publ. Inst. Pesq. Marinha**, 28: 1-23. 1968.

BARTHEM, R. B.; FABRE, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. M. L. RUFFINO (Ed.). IBAMA (Instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis)/ProVarzea, Manaus, Brazil, pp. 17–63. 2004.

BELL, G. Neutral macroecology. **Science**. Washington DC, 293, 2413–2418. 2001.

BELYEA, L.R.; LANCASTER, J. Assembly rules within a contingent ecology. **Oikos**, 86, 402–416. 1999.

BILTON D.T., MCABENDROTH L., BEDFORD A.; RAMSAY P.M. How wide to cast the net? Cross-taxon congruence of species richness, community similarity and indicator taxa in ponds. **Freshwater Biology**, 51, 578–590. 2006.

BINI, L. M. et al. Concordance of species composition patterns among Microcrustaceans, Rotifers and Testate Amoebae in a shallow pond. - Int. Rev. **Hydrobiol.** 92: 9-22. 2007.

BINI, L. M. et al. Zooplankton assemblage concordance patterns in Brazilian reservoirs. *Hydrobiologia* 598 : 247-255. 2008.

BOLD, H. C.; WYNNE, M. J. Introduction to the algae: Structure and reproduction. 2^a edition. New Jersey: Prentice-Hall, 720p. 1985.

BOLTOVSKOY, D. Ed. **Atlas del zooplâncton del Atlantico sudoccidental y metodos de trabajos con el zooplâncton marino**. INIDEP, Mar del Plata. 936p. 1981.

BOLTOVSKOY, D. Ed. **South Atlantic Zooplankton**. V.1-2. Backuys Publisher, Leiden, The Netherlands. 1706 p. 1999.

BONECKER, A. C. T.; BONECKER, S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton Marinho In: Pereira, R. C; Soares-Gomes, A. (Eds.). **Biologia Marinha**. Interciência. pp. 103-125. 2002.

BONECKER, S. L. C. CARVALHO, P. F. Appendicularia. In: **Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira**, Série de livros, 2006. pp. 185 - 203.

BORCARD. D. LEGENDRE P. DRAPEAU. P. Partialling out the spatial component of ecological variation. **Ecology**. 73, 1045-55. 1992.

BORCARD. D.; LEGENDRE. P. Environmental control and spatial structure in ecological communities: an example using oribatid mites (Acari, Oribatei). **Environ. Ecol. Stat.** 1, 37-53. 1994.

BOULTON A. J. An overview of river health assessment: philosophies, practice, problems and prognosis. **Freshwater Biology**, 41, 469–479. 1999.

BRADFORD-GRIEVE, J.; BOYD, P.; CHANG, F. CHISWELL, S.; HADFIELD, M.; HALL, J.; JAMES, M.; NODDER, S.; SHUSHKINA, E. Pelagic ecosystem structure and functioning in the subtropical front region east of New Zealand in austral winter and spring 1993. **Journal of Plankton Research**, V.21. p. 405-428. 1999.

BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. 1997. **Planctologia na plataforma continental do Brasil – Diagnose e revisão bibliográfica**. Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – MMA. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – CIRM, 196p.

BRETT, M. T.; GOLDMAN, C. R. A meta-analysis of the freshwater trophic cascade. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 93: 7723-7726. 1996.

BROWN, J.H.; KODRIC-BROWN, A. Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction. **Ecology**, 58, 445–449. 1977.

BRUSCA, R. C; BRUSCA, G. J. **Invertebrates**. 2^a ed. Massachusetts: Sinauer Associates. 2000.

CACHIONE, D.A.; DRAKE, D.E.; KAYEN, R.W.; STERNBERG, R.W.; KINEKE, G.C., TATE, G.B. Measurements in the bottom boundary layer on the Amazon subaqueous delta. **Marine Geol.**, v. 125, p. 235-257. 1995.

CALEF, G. W.; GRICE, G. D. Influence of the Amazon river outflow on the ecology on the Western tropical Atlantic. II. Zooplankton abundance, copepod distribution, with remarks on the fauna of low salinity areas. **J. Mar. Res.**, 25(1): 84-94. 1967.

CAMPBELL GRANT E.H., LOWE W.H.; FAGAN W.F. Living in the branches: population dynamics and ecological processes in dendritic networks. **Ecology Letters**, 10, 165–175. 2007.

CARPENTER, D.J.; ROMANS, K. 1991. Major role of the cyanobacterium *Trichodesmium* in nutrient cycling in the North Atlantic Ocean. **Science**, 254:1356–1358

CHASE, J.M. Community assembly: when does history matter? **Oecologia**, 136, 489–495. 2003.

CHASE, J.M.; LEIBOLD, M. A. Spatial scale dictates the productivity–biodiversity relationship. **Nature**, 416, 427–430. 2002.

CHASE, J.M.; LEIBOLD, M.A. **Ecological Niches**. University of Chicago Press, Chicago, IL. 2003.

CHIU, H. M. C., HODGKISS, I. J., CHAN, B. S. S. 1994. Ecological studies of phytoplankton in Tai Tam Bai, Hong Kong. **Hydrobiologia**, v. 273, n. 2, p. 81-94.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. 2001. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth,

COOLEY, S.R., COLES, V.J., SUBRAMANIAM, A., YAGER, P.L. Seasonal variations in the Amazon plume-related atmospheric carbon sink. **Global Biogeochemical cycles** 21 (GB3014), doi:10.1029/2006GB002831. 2007.

CROWLEY, P. H. Dispersal and the stability of predator–prey interactions. **Am. Nat.**, 118, 673–701. 1981.

DAGG, M.; BENNER, R.; LOHRENZ, S.; LAWRENCE, D. 2004. Transformation of dissolved and particulate materials on continental shelves influenced by large rivers: plume processes. **Continental Shelf Research** 24 (7-8), 833–858.

DANIELSON, B.J. Communities in a landscape: the influence of habitat heterogeneity on the interactions between species. **Am. Nat.**, 138, 1105–1120. 1991.

DAVIS, J. D. et al. Butterfly, bee and forb community composition and cross-taxon incongruence in tallgrass prairie fragments. **J. Insect Conserv.** 12: 69-79. 2007.

DEGENS, E. T.; KEMPE, S.; RICHEY, J. E. 1991. Summary: biogeochemistry of major world river. In: DEGENS, E. T.; KEMPE, S.; RICHEY, J. E. [Eds.], **Biogeochemistry of Major World Rivers**. New York, John Wiley & Sons, p. 323-347.

DEMASTER, D. J.; POPE, R. H. 1996. Nutrient dynamics in Amazon shelf waters: results from AMASSSEDs. **Continental Shelf Research** 16 (3), 263–289.

DHN. **Tabuas de mares, costa do Brasil e alguns portos estrangeiros**. Direção de Hidrografia Naval, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1994.

DIAMOND, J. M. Assembly of species communities. In: **Ecology and Evolution of Communities** (Eds CODY, M. L.; DIAMOND, J.M.). Belknap, Cambridge, MA, pp. 342–444. 1975.

DIDDEN, N.; F. SCHOTT. Eddies in North Brazil Current retroflection region observed by geosat altimetry, **J. Geophys. Res.**, 98, 20,121–20,131. 1993.

DRAKE, J.A. Community-assembly mechanics and the structure of an experimental species ensemble. **Am. Nat.**, 137, 1–26. 1991.

EDWARDS, C. A.,; J. PEDLOSKY. Dynamics of nonlinear cross-equatorial flow. Part II: The tropical enhanced instability of the western boundary current. **J. Phys. Oceanogr.**, 28, 2407–2417. 1998.

FEMAR, 1997. Catálogo das estações maregráficas do Brasil. Disponível em: <www.femar.com.br/biblioteca/bem/indice.html#amapaepara>. Acesso em: 15 mar. 2013.

FFIELD, A. North Brazil Current Rings Viewed by TRMM Microwave Imager SST and the Influence of the Amazon Plume. **Deep-Sea Research**. V. 52, pp. 137–160, 2005.

FLAGG, C. N.; GORDON, R. L.; MCDOWELL, S. Hydrographic and Current Observations on the Continental Slope and Shelf of the Western Equatorial Atlantic. **Journal of Physical Oceanography**. V. 16, pp. 1412–1429, 1986.

FLATHER C. H.; WILSON K. R.; DEAN D. J.; McCOMB, W. C. Identifying gaps in conservation networks: of indicators and uncertainty in geographic-based analyses. **Ecological Applications**, 7, 531–542. 1997.

FONSECA, C. A., G. J. GONI, W. E. JOHNS; E. J. D. CAMPOS. Investigation of the North Brazil Current retroflection and North Equatorial Countercurrent variability, **Geophys. Res. Lett.**, 31, L21304, doi:10.1029/2004GL020054. 2004.

FONSECA, C. A.; PATTI, J. R. E.; CAMPOS, E. J. D.; SILVEIRA, I. C. A. Estudo numérico dos vórtices emitidos pela corrente norte do Brasil. Laboratório de Modelagem dos Oceanos (Lab. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP). 2000.

FRATANTONI, D. M.; JOHNS, W. E.; TOWNSEND, T. L. Rings of the North Brazil Current: their structure and behavior inferred from observations and a numerical simulation. **Journal of Geophysical Research**. V. 100, pp. 10633–10654, 1995.

FREITAS, LUZ, M. S. F. C. DA; MARTINS, A. C. DA S. 2004 - “Cenário Climatológico atuante no Litoral Norte da Amazônia Brasileira”. III Curso de Especialização em Oceanografia, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará: 64 p.

FROIDEFOND, J.M., et al.; Mudflats and mud suspension observed from satellite data in French Guiana. **Marine Geology** 208 (2-4), 153–168. 2004.

GABIOUX, M. **Influência da Lama em Suspensão sobre a Propagação da Maré na Plataforma Amazônica**. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. 2002.

GALLO, M. N. **A Influência da Vazão Fluvial sobre a Propagação da Maré no Estuário do Rio Amazonas**. Dissertação M.Sc., Engenharia Oceânica COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. 2004.

GANNON, J. E.; STEMBERGER, R. S. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, 97:16-35. 1978.

GARVINE, R. W.; MONK, J. D. Frontal structure of a river plume. **Journal of Geophysical Research**. 79(15), 2251-2259. 1974.

GELFENBAUM, G.; STUMPF, R. P. Observations of currents and density structure across a buoyant plume front. **Estuaries**. 16(1), 40-52. 1993.

GEYER, W. R. Tide-induced mixing in the Amazon frontal zone. **Journal of Geophysical Research** 100 (C2), 2341–2353. 1995.

GEYER, W. R.; BEARDSLEY, R. C.; LENTZ, S. J.; CANDELA, J.; LIMEBURNER, R.; JOHNS, W. E.; CASTRO, B. M.; SOARES, I. D.. Physical oceanography of the amazon shelf. **Continental Shelf Research**, v. 16, p. 575-616. 1996.

GIBBS, R. J. Circulation in the Amazon River estuary and adjacent Atlantic Ocean. **J. Mar. Res.** 28(2):113-123. 1970.

GILPIN, M. E.; HANSKI, I. A. **Metapopulation Dynamics: Empirical and Theoretical Investigations**. Academic Press, London. 1991.

GOES, M.; MOLINARI, R.; DA SILVEIRA, I.; WAINER, I. Retroflections of the North Brazil Current during February 2002. **Deep-Sea Research I**. V. 52, pp. 647–667, 2005.

GONI, G. J.; W. E. JOHNS. A census of North Brazil Current rings observed from TOPEX/Poseidon altimetry: 1992–1998, **Geophys. Res. Lett.**, 28, 1–4. 2001.

GORDON, A. L. Interocean exchange of the thermocline waters. **Journal of Geophysical Research**. V. 91, pp. 5037–5046, 1986.

GRENOUILLET G., BROSSE S., TUDESQUE L., LEK S., BARAILLE Y.; LOOT G. Concordance among stream assemblages and spatial autocorrelation along a fragmented gradient. **Diversity and Distributions**, 14, 592–603. 2008.

GROSS, M. G.; GROSS, E. 1996. **Oceanography: A view of earth**. 7th Edition. New Jersey: Prentice-Hall, 472p.

HAMMER, O. **Reference manual**. Natural History Museum, Oslo, p. 229. 2012.

HARDING J.S., WINTERBOURN M.J.; MCDIFFETT W.F. Stream faunas and ecoregions in South Island, New Zealand: do they correspond? **Archiv für Hydrobiologie**, 140, 289-307. 1997.

HASTINGS, A. Disturbance, coexistence, history, and competition for space. **Theor. Popul. Biol.**, 18, 363–373. 1980.

HAWKINS, C. P.; NORRIS R. H.; GERRITSEN, J.; HUGHES, R. M.; JACKSON, S. K.; JOHNSON, R. K.; STEVENSON, R. J. Evaluation of the use of landscape classifications for the prediction of freshwater biota: synthesis and recommendations. *Journal of North American Benthological Society*, 19, 541-556. 2000.

HEINO J. Are indicator groups and cross-taxon congruence useful for predicting biodiversity in aquatic ecosystems? **Ecological Indicators**, 10, 112–117. 2010.

HEINO J. Concordance of species richness patterns among multiple freshwater taxa: a regional perspective. **Biodiversity and Conservation**, 11, 137–147. 2002.

HEINO J., PAAVOLA R., VIRTANEN R.; MUOTKA T. Searching for biodiversity indicators in running waters: do bryophytes, macroinvertebrates, and fish show congruent diversity patterns? **Biodiversity and Conservation**, 14, 415–428. 2005.

HEINO, J. et al. Indicator groups and congruence of assemblage similarity, species richness and environmental relationships in littoral macroinvertebrates. **Biodiv. Conserv.**, 18: 3085-3098. 2009.

HEINO, J.; MYKRÄ H. Assessing physical surrogates for biodiversity: Do tributary and stream type classifications reflect macroinvertebrate assemblage diversity in running waters? **Biological Conservation**, 129, 418-426. 2006.

HELLWEGER, F.L.; GORDON, A.L. Tracing Amazon River water into the Caribbean Sea. **Journal of Marine Research** 60 (4), 537–549. 2002.

HOLT, R. D., BARFIELD, M.; GONZALEZ, A. Impacts of environmental variability in open populations and communities: inflation in sink environments. **Theor. Popul. Biol.**, 64, 315–330. 2003.

HOLT, R.D. Ecology at the mesoscale: the influence of regional processes on local communities. In: **Species Diversity in Ecological Communities** (eds: RICKLEFS, R.; SCHLUTER, D.). University of Chicago Press, Chicago, IL, pp. 77–88. 1993.

HOLT, R.D. Food webs in space: on the interplay of dynamic instability and spatial processes. **Ecol. Res.**, 17, 261–273. 2002.

HOLT, R.D. From metapopulation dynamics to community structure: some consequences of spatial heterogeneity. In: **Metapopulation Dynamics: Ecology, Genetics, and Evolution** (eds: HANSKI, I.P.; GILPIN, M.E.). 1997.

HOLT, R.D. Population dynamics in two-patch environments: some anomalous consequences of an optimal habitat distribution. **Theor. Popul. Biol.**, 28, 181–208. 1985.

HOLT, R.D. Predation, apparent competition, and the structure of prey communities. **Theor. Popul. Biol.**, 12, 237–266. 1977.

HOLT, R.D., GROVER, J.; TILMAN, D. Simple rules for interspecific dominance in systems with exploitative and apparent competition. **Am. Nat.**, 144, 741–771. 1994.

HOLT, R.D.; POLIS, G.A. A theoretical framework for intraguild predation. **Am. Nat.**, 149, 745–764. 1997.

HOWARTH, R.W.; MARINO, R. Nitrogen fixation in freshwater, estuarine and marine ecosystems. 2. Biogeochemical controls. **Limnology Oceanography** 33:688–701. 1988.

HUBBELL, S. P. **The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography**. Princeton University Press, Princeton, NJ. 2001.

IBAGY, A. S.; SINQUE, C. Distribuição de ovos e larvas de Sciaenidae (Perciforme - Teleostei) na região do Rio Grande do Sul Brasil. **Arq. Biol. Tecnol.**, 38(1): 249-270. 1985.

ISAAC, V. J.; BARTHEM, R. B. Os Recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. Belém, PRMCT/CNPq/Museu Paraense Emilio Goeldi. 1995.

ISAAC, V. J.; SANTO, R. V. E.; SILVA, B. B.; CASTRO, E.; SENA, A. L. 2006: Diagnóstico da pesca no litoral do Estado do Para. In: **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais**. Eds: ISAAC, V. J.; MARTINS, A. S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGETTO FILHO, J. M. Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil, pp. 11-33. 2006.

JACKSON, D. A.; HARVEY, H. H. Fish and benthic invertebrates: community concordance and community-environment relationships. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, 50, 2641–2651. 1993.

JO, Y. -H.; YAN, X. -H.; DZWONKOWSKI, B.; LIU, W. T. A study of the freshwater discharge from the Amazon River into the tropical Atlantic using multi-sensor data. **Geophysical Research Letters** 32 (L02605). 2005.

JOCHUM, M.; MALANOTTE-RIZZOLI, P. On the generation of the North Brazil Current rings. **Journal of Marine Research**. V. 61, pp. 147–173, 2003.

JOHNS, W. E., T. N. LEE, F. A. SCHOTT, R. J. ZANTOPP; R. H. EVANS. The North Brazil Current retroflection: Seasonal structure and eddy variability, **J. Geophys. Res.**, 95, 22,103–22,120. 1990.

JOHNS, W. E., T. N. LEE, R. C. BEARDSLEY, J. CANDELA, R. LIMEBURNER; B. CASTRO. Annual cycle and variability of the North Brazil Current, **J. Phys. Oceanogr.**, 28, 103–128. 1998.

JOHNS, W. E.; ZANTOPP, R. J.; GONI, G. J. Cross-gyre transport by North Brazil Current rings. In: Jochum, M., Malanotte-Rizzoli, P. (Eds.), *Interhemispheric Water Exchange*. **Elsevier Oceanographic Series**. V 68, 2003.

JOHNSON, R. K., FURSE, M.T., HERING, D.T.; SANDIN, L. Ecological relationships between stream communities and spatial scale: implications for designing catchment-level monitoring programs. **Freshwater Biology**, 52, 939–958. 2007.

JOHNSON, R. K.; HERING, D. Spatial congruency of benthic diatom, invertebrate, macrophyte, and fish assemblages in **European streams**. **Ecological Applications**, 20, 978–992. 2010.

KAREIVA, P. Population dynamics in spatially complex environments: theory and data. **Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B**, 330, 175–190. 1990.

KARL, D., R. LETELIER, L.TUPAS, J. DORE, J.CHRISTIAN, AND D.HEBEL. The role of nitrogen fixation in biogeochemical cycling in the subtropical North Pacific Ocean. **Nature** 388:533–538. 1997.

KARR J.R. Defining and measuring river health. **Freshwater Biology**, 41, 221–234. 1999.

KARR J.R.; CHU E.W. Sustaining living river. **Hydrobiologia**, 422/423, 1–14. 2000.

KARR J.R.; DUDLEY D.R. Ecological perspective on water quality goals. **Environmental Management**, 5, 55–68. 1981.

KARR J.R.; YODER C.O. Biological assessment and criteria improve total maximum daily load decision making. **Journal of Environmental Engineering**, 130, 594– 604. 2004.

KILGOUR, B. W. BARTON, D.R. Associations between stream fish and benthos across environmental gradients in southern Ontario, Canada. **Freshwater Biology**, 41, 553–566. 1999.

KJERFVE, B.; PERILLO, G. M. E.; GARDNER, L. R.; RINE, J. M.; DIAS, G. T. M.; MOCHEL, F. R. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: HEALY, T. R.; WANG, Y.; HEALY, J-A. [Eds.], **Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Functions**. Amsterdam, Elsevier. p. 479–532. 2002.

KUNO, E. Principles of predator–prey interaction in theoretical, experimental, and natural population systems. **Adv. Ecol. Res.**, 16, 250–331. 1987.

La ROCHE, J.; E. BREITBARTH. Importance of the diazotrophs as a source of new nitrogen in the ocean. **J. Sea Res.** 53:67–91. 2005.

LALLI, C. M.; PARSONS, T. R. Biological oceanography: An introduction. Oxford: Pergamon Press, 301p. 1993.

LARA, R. J. Amazonian mangroves-a multidisciplinary case study in Para State, North Brazil: introduction. **Wetlands Ecology and Management** 11: 217– 221. 2003.

LAW, R.; MORTON, R.D. Permanence and the assembly of ecological communities. **Ecology**, 74, 1347–1361. 1996.

LAWLER, J. J.; WHITE, D.; SIFNEOS, J. C.; MASTER, L. L. Rare species and the use of indicator groups for conservation planning. **Conservation Biology**, 17, 875–882. 2003.

LEGENDRE, P. Studying beta diversity: ecological variation partitioning by multiple regression and canonical analysis. **Journal of Plant Ecology** 1 (1): 3–8. 2008.

LEGENDRE, P.; BORCARD, D. Rejoinder. **Environ .Ecol. Stat.** 1,57–61. 1994.

- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. Elsevier Science BV, p. 853. 1998.
- LEIBOLD, M. A. A graphical model of keystone predators in food webs: trophic regulation of abundance, incidence and diversity patterns in communities. **Am. Nat.**, 147, 784–812. 1996.
- LEIBOLD, M.A.; HOLYOAK, M.; MOUQUET, N.; AMARASEKARE, P.; CHASE, J. M.; HOOPES, M. F.; et al. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. **Ecol. Lett.**, 7, 601–613. 2004.
- LENTZ, S. J. The Amazon River plume during AmasSeds: subtidal current variability and the importance of wind forcing. **Journal of Geophysical Research** 100 (C2), 2377–2390. 1995.
- LENTZ, S. J., LIMBURNER, R. The Amazon River plume during AMASSEDs: spatial characteristics and salinity variability. **Journal of Geophysical Research** 100 (C2), 2355–2375. 1995.
- LEVIN, S.A. The problem of pattern and scale in ecology. **Ecology**, 73, 1943–1967. 1992.
- LEVINS, R.; CULVER, D. Regional coexistence of species and competition between rare species. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, 68, 1246–1248. 1971.
- LEWANDOWSKI, A. S., NOSS, R. F.; PARSONS, D. R. The effectiveness of surrogate taxa for the representation of biodiversity. **Conservation Biology**, 5, 1367–1377. 2010.
- MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. **The Theory of Island Biogeography**. Princeton University Press, Princeton, NJ. 1967.
- MARTORANO, L; PEREIRA, L; CÉZAR, E; PEREIRA, I. **Estudos Climáticos do Estado do Pará, Classificação Climática (KÖPPEN) e Deficiência Hídrica** (THORNTHWHITE, MATHER). 53p. , SUDAM/EMBRAPA, Belém, PA, Brasil. 1993.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA O. Occurrence of Copepod (Calanoida Cyclopoida and Harpacticoida) From “Broa” Reservoir (Sao Carlos, Sao Paulo Brazil). *Revista Brasileira de Biologia*, 1(43): 1-17p. 1983.
- MAURER, B. A. **Untangling Ecological Complexity: The Macroscopic Perspective**. University of Chicago Press, Chicago, IL. 1999.
- MAY, R. M. **Stability and Complexity in Model Ecosystems**. Princeton University Press, Princeton, NJ. 1973.
- MCCANN, K., HASTINGS, A.; HUXEL, G. R. Weak trophic interactions and the balance of nature. **Nature**, 395, 794–798. 1998.

McKEE, B. A., ALLER, R. C., ALLISON, M. A., BIANCHI, T. S., KINEKE, G. C. Transport and transformation of dissolved and particulate materials on continental margins influenced by major rivers: benthic boundary layer and seabed processes. **Continental Shelf Research** 24, 899–926. 2004.

MEADE, R. H.; DUNNE, T.; RICHEY, J. E.; SANTOS, U. M.; SALATI, E. Storage and remobilization of suspended sediment in the lower Amazon River of Brazil. **Science**, v. 228, p. 488-490. 1985.

MELO, N. F. A. C. **Biodiversidade e biomassa do macrozooplâncton, com ênfase nos copepoda (crustácea), na Plataforma Continental Norte brasileira**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife - PE. 125 p. 2004.

MILLIMAN, J. D.; MEADE, R. H. World-wide delivery of river sediment to the oceans. **Journal of Geology** 91 (1), 1–21. 1983.

MONTÚ, M.; GLOEDEN, I. M. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). **Nerítica** 1(2): 1-134. 1986.

MORENO, C. E. et al. Shortcuts for biodiversity evaluation: a review of terminology and recommendations for the use of target groups, bioindicators and surrogates. **Inter. J. Environ. Health** 1: 71-86. 2007.

MORITZ C.; RICHARDSON, K.; FERRIER, S.; MONTEITH, G. B.; STANISIC, J.; WILLIAMS, S. E.; *et al.* Biogeographical concordance and efficiency of taxon indicators for establishing conservation priority in a tropical rainforest biota. **Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences**, 268, 1875–1881. 2001.

MOUQUET, N.; LOREAU, M. Coexistence in metacommunities: the regional similarity hypothesis. **Am. Nat.**, 159, 420–426. 2002.

MOUQUET, N.; LOREAU, M. Community patterns in source–sink metacommunities. **Am. Nat.**, 162, 544–557. 2003.

MPA – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, 2011.

MURDOCH, W.W.; OATEN, A. Predation and population stability. **Adv. Ecol. Res.**, 9, 1–31. 1975.

MUXAGATA, E. **Avaliação da biomassa e distribuição zooplactônica na plataforma continental sudeste brasileira durante o inverno de 1995**. Dissertação de mestrado. Fundação Universidade do Rio Grande. 168p. 1995.

MYKRÄ, H.; AROVIITA, J.; HÄMÄLÄINEN, H.; KOTANEN J.; VUORI, K. M.; MUOTKA, T. Assessing stream condition using macroinvertebrates and macrophytes:

concordance of community responses to human impact. **Archiv für Hydrobiologia**, 172, 191–203. 2008.

NEWELL, G. E.; NEWELL, R. C. Marine plankton a practical guide. London, Hutchinson Educat. Ltd., 221p. 1966.

NITTROUER, C. A.; BRUNSKILL, G. J.; FIGUEIREDO, A. G. Importance of tropical coastal environments. **Geo-Marine Letters**, v. 15, p. 121-126. 1995.

NITTROUER, C. A.; DeMASTER, D. J. The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. **Continental Shelf Research**, v. 16, n. 5/6, p. 553-573. 1996.

NORRIS, R. H.; HAWKINS, C. P. Monitoring river health. **Hydrobiologia**, 435, 5–17. 2000.

NORRIS, R. H.; THOMS, M. C. What is river health? **Freshwater Biology**, 41, 197–209. 1999.

ØKLAND, R. H.; EILERTSEN, O. Canonical correspondence analysis with variation partitioning:some comments and an application. **J ;Veg. Sci.** 5, 117-26. 1994.

OLTMAN, R. E. 1968. Reconnaissance investigations of the discharge and water quality of the Amazon River.Washington DC, U.S. **Geological Survey**. p. 16.

PAAVOLA, R.; MUOTKA, T., VIRTANEN R.; HEINO, J.; JACKSON, D.; MAKI-PETAYS, M. Spatial scale affects community concordance among fishes, benthic macroinvertebrates, and bryophytes in streams. **Ecological Applications**, 16, 368–379. 2006.

PAAVOLA, R.; MUOTKA, T.; VIRTANEN, R.; HEINO, J.; KREIVI, P. (2003) Are biological classifications of headwater streams concordant across multiple taxonomic groups? **Freshwater Biology**, 48, 1912–1923. 2003.

PAINE, R. T. Food webs: linkage, interaction strength and community infrastructure. **Ecology** 49: 667-685. 1980.

PARSONS, T.; TAKAHASHI, M. 1975. (eds) Biological oceanographic processes. Oxford: **Pergamon Press**, 186p.

PASZKOWSKI, C. A. A.; TONN, W. M. Assemblage concordance between the fish and aquatic birds of lakes in northern Alberta, Canada: the relative importance of environmental and biotic factors. **Freshw. Biol.** 43: 421-437. 2000.

PAWAR, S.S.; BIRAND, A.C.; AHMED, M. F.; SENGUPTA, S.; RAMAN, T. R. S. Conservation biogeography in North-east India: hierarchical analysis of cross-taxon distributional congruence. **Diversity and Distributions**, 13, 53–65. 2007.

PERES-NETO, P.R.; LEGENDRE, P.; DRAY, S.; BORCARD, D. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. **Ecology**, 87, 2614–2625. 2006.

PIMM, S. L.; LAWTON, J. H. On feeding on more than one trophic level. **Nature**, 275, 542–544. 1978.

PINEL-ALLOUL, B.; NIYONSENGA, T.; LEGENDRE, P. Spatial and environmental components of freshwater zooplankton structure. **Écoscience** 2, 1-19. 1995.

PULLIAM, H. R.. Sources, sinks, and population regulation. **Am. Nat.**, 132, 652–661. 1988.

RAYMONT, J. E. G. **Plankton and productivity in the oceans. Vol. 1: Phytoplankton.** Oxford: Pergamon Press, 489 p. 1980.

REDFIELD, A.C. The biological control of chemical factors in the environment. **Am Science** 46:205–221. 1958.

RESH, V. H. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. **Environ. Monit. Assess.** 138: 131-138. 2008.

RICHARDSON, P. L.; ARNAULT, S.; GARZOLI, S.; BROWN, W. S. North Brazil Current retroflection eddies. **J. Geophys. Res.**, v. 99, n.6, p. 997-1014. 1994.

RICHEY, J. E.; MEADE, R. H.; SALATI, E.; DEVOL, C. A. H.; NORDIN, F.; SANTOS, U. 1986. Water discharge and suspended sediment concentrations in the Amazon River, 1982-1984. **Water Resources Research**, v.22, p. 756-764.

ROSENZWEIG, M. L. **Species Diversity in Space and Time.** Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1995.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. Zoologia dos Invertebrados. 6ª ed. Editora Roca, São Paulo. 1996.

SÁNCHEZ-MONTOYA, M. M., PUNTÍ, T., SUÁREZ, M. L.; VIDAL-ABARCA, M. R.; RIERADEVALL, M.; POQUET, J. M.; ZAMORA-MUNÓZ, C.; ROBLES, S.; ALVAREZ M.; ALBA-TERCEDOR, J.; TORO M.; PUJANTE, A. M.; MUNNÉ, A.; PRAT, N. Concordance between ecotypes and macroinvertebrate assemblages in Mediterranean streams. **Freshwater Biology**, 52, 2240-2255. 2007.

SCHAFFERS, A. P. et al. Arthropod assemblages are best predicted by plant species composition. - **Ecology** 89: 782-794. 2008.

SELLNER, K.G. 1997. Physiology, ecology, and toxic properties of marine cyanobacteria blooms. **Limnology Oceanography** 42:1089–1104

SHMIDA, A.; WILSON, M. V. Biological determinants of species diversity. **J. Biogeogr.**, 12, 1–20. 1985.

SHURIN, J.B.; COTTENIE, K.; HILLEBRAND, H. Spatial autocorrelation and dispersal limitation in freshwater organisms. **Oecologia**, 159, 151–159. 2009.

SIGNORINI, S. R. et al. Biological and physical signatures in the tropical and subtropical Atlantic. **Journal of Geophysical Research** 104 (C8), 18367–18382. 1999.

SILVA, A. C.; ARAÚJO, M.; BOURLÈS, B. Seasonal variability of the Amazon River plume during REVIZEE Program. **Tropical Oceanography**, 1: 1-22. 2007.

SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of the tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(3): 439-446. 2003.

SMITH-JR, W. O.; DeMASTER, D. J. Phytoplankton biomass and productivity in the Amazon River plume: correlation with seasonal river discharge. **Continental Shelf Research**, v. 16, n. 3, p. 291-319. 1996.

SNELDER T.H.; DEY K.L.; LEATHWICK J.R. A procedure for making optimal selection of input variables for multivariate environmental classifications. **Conservation Biology**, 21, 365-375. 2009.

SØNDERGAARD, M.; JEPPESEN, E.; MORTENSEN, E.; DALL, E.; KRISTENSEN, P.; SORTKJÆR, O. Phytoplankton biomass reduction after planktivorous fish reduction in a shallow, eutrophic lake: a combined effect of reduced internal Ploading and increased zooplankton grazing. **Hydrobiologia**, 200-201: 229-240. 1990.

SOUZA FILHO, P. W. M.; GONÇALVES, F. D. BEISL, C. H.; MIRANDA, F. P.; ALMEIDA, E. F.; CUNHA, E. R. Sistema de observação costeira e o papel dos sensores remotos no monitoramento da costa norte brasileira, Amazônia. **Revista Brasileira de Cartografia**, Nº 57/02 (ISSN 1808-0936). 2005.

SOTO, D.; P. DE LOSRÍOS. Influence of trophic status and conductivity on zooplâncton composition in lakes and ponds of Torres del Paine National Park (Chile). **Biologia Bratislava** 61:541-546. 2006.

SPOEL, S. Van der e DADON, J.R. Pteropoda. In South Atlantic Zooplankton (D. Boltovskoy, ed.) Vol 1. Backhuys Publishers. pp.649-706. 1999.

STEINER, C. F.; LEIBOLD, M. A. Cyclic assembly trajectories and scale-dependent productivity–diversity relationships. **Ecology**, 85, 107–113. 2004.

SU, J. C.; DEBINSKI, D. M.; JAKUBAUSKAS, M. E.; KINDSCHER, K. Beyond species richness: community similarity as a measure of cross-taxon congruence for coarse-filter conservation. **Conservation Biology**, 18, 167–173. 2004.

SUBRAMANIAM, A.; YAGER, P. L.; CARPENTER, E. J.; MAHAFFEY, C.; BJORKMAN, K.; COOLEY, S.; *et al.* Amazon river enhances diazotrophy and carbon sequestration in the tropical North Atlantic Ocean. **Proc Natl Acad Sci USA** 105: 10460–10465. 2008.

TER BRAAK C. J. E. CANOCO: Na extension of DECORANA to analyse species-environment relationships. **Vegetatio** 75, 159-60. 1988.

TER BRAAK C. J. E. Permutation vs. bootstrap significance tests in multiple regression and ANOVA. In: **Bootstrapping and Related Techniques** (Eds K-H, JÖCKEL,; G. ROTHE,; W. SENDLER) pp.79-85. Springer-Verlag, Berlin. 1992.

TER BRAAK C. J. E. **Update Notes: CANOCO version 3.10.** Agricultural Mathematics Group, Wageningen. 1990.

TER BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. CANOCO reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide, Software for Canonical Community Ordination (version 4.5), Biometris, Wageningen and Česke Budějovice, Netherlands, 500 p. 2002.

TERNON, J. F.; OUDOT, C.; DESSIER, A.; DIVERRES, D. A seasonal tropical sink for atmospheric CO₂ in the Atlantic ocean: The role of the Amazon River discharge, **Marine Chemistry**, 68(3), 183-201, 2000.

TILMAN, D. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. **Ecology**, 75, 2–16. 1994.

TOWNSEND, C. R.; DOLÉDEC, S.; NORRIS, R.; PEACOCK, K.; ARBUCKLE, C. The influence of scale and geography on relationships between stream community composition and landscape variables: description and prediction. **Freshwater Biology**, 48, 768–785. 2003.

TUNDISI, J. G. O plâncton estuarino. **Contr. Avulsas Inst. Oceanogr. São Paulo, Ser. Ocean. Biol.**, v.19. p.1-22. 1970.

VALIELA, I. **Marine ecological processes.** 2º Edição. New York: Springer. Verlag. 686 p. 1995.

VANDERMEER, J. H. On the regional stabilization of locally unstable predator–prey relationships. **J. Theor. Biol.**, 41, 161–170. 1973.

VANNUCCI, M.; QUEIROZ, D. Plâncton coletado durante a VII viagem do N/Oc."Almirante Saldanha". **Relatório contrib. Avulsas Inst. Oceanográfico**. Universidade de São Paulo. 4: 1-19. 1963.

WEIHER, E.; KEDDY, P. **Ecological Assembly Rules, Advances, Retreats: Perspectives**. Cambridge University Press, Cambridge. 1999.

WHITTAKER, J. Model interpretation from the additive elements of the likelihood function. **Appl. Statist.** 33, 52-64. 1984.

WIENS, J.A. Spatial scaling in ecology. **Funct. Ecol.**, 3, 385–397. 1989.

WILSON, D.S. Complex interactions in metacommunities, with implications for biodiversity and higher levels of selection. **Ecology**, 73, 1984–2000. 1992.

WRIGHT, L. D.; NITTROUER, C. A. 1995. Dispersal of river sediments in coastal seas: six contrasting cases. **Estuaries** 18 (3), 494–508.

YATES, A. G.; BAILEY, R. C. Covarying patterns of macroinvertebrate and fish assemblages along natural and human activity gradients: implications for bioassessment. **Hydrobiologia**, 637, 87–100. 2010.