



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SISTEMAS AQUÁTICOS TROPICAIS



**POSSÍVEIS EFEITOS DO MODO REPRODUTIVO NA INTENSIDADE DA
DISPERSÃO E ESTRUTURAÇÃO DA METACOMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA
EM LAGOAS TROPICAIS**

ALAN CLEBER SANTOS DA SILVA

Ilhéus - Bahia

2020

ALAN CLEBER SANTOS DA SILVA

**POSSÍVEIS EFEITOS DO MODO REPRODUTIVO NA INTENSIDADE DA
DISPERSÃO E ESTRUTURAÇÃO DA METACOMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA
EM LAGOAS TROPICAIS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação (*stricto sensu*) em Sistemas Aquáticos Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz, para obtenção do título de mestre em ecologia de sistemas aquáticos tropicais.

Orientador: Prof. Dr. Nadson Ressayé Simões.

Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Luiz Sonoda.

Ilhéus - Bahia

2020

S586

Silva, Alan Cleber Santos da.

Possíveis efeitos do modo reprodutivo na intensidade da dispersão e estruturação da metacomunidade zooplancônica em lagoas tropicais / Alan Cleber Santos da Silva. – Ilhéus, BA: UESC, 2020. 42f.: il.

Orientador: Nadson Ressayé Simões.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais - PPGSAT
Inclui referências e apêndices.

1. Zooplâncton de água doce. 2. Ecossistemas. 3. Animais – Comportamento. 4. Partenogênese (Animais). 5. Lagoas. I. Título.

CDD 591.929

ALAN CLEBER SANTOS DA SILVA

**POSSÍVEIS EFEITOS DO MODO REPRODUTIVO NA INTENSIDADE DA
DISPERSÃO E ESTRUTURAÇÃO DA METACOMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA
EM LAGOAS TROPICAIS**

COMISSÃO EXAMINADORA

Ilhéus, 28 de fevereiro de 2020.

Prof. Dr. Nadson Ressayé Simões (UFSB)
(Orientador)

Prof. Dr. Alexandre Schiavetti (UESC)
(Membro Interno)

Prof^a. Dr. Claudia Costa Bonecker (UEM)
(Membro Externo)

*Dedico este trabalho aos meus familiares,
em especial a minha mãe Márcia, meu pai
Joílson e a minha tia Cléo. Obrigado por
todo suporte e incentivo. Sem vocês, nada
seria possível.*

AGRADECIMENTOS

Ao professor Nadson Ressye Simões, por aceitar me orientar, possibilitando que eu ingressasse no mestrado. Agradeço pelo incentivo, disponibilização de ferramentas que possibilitaram a realização desse trabalho e por me transmitir conhecimentos valiosíssimos que levarei para o resto de minha vida como pesquisador. Sou grato por toda assistência e paciência.

Ao meu coorientador, professor Sérgio Sonoda, pelos conselhos, ensinamentos, e a disponibilização de materiais de pesquisa e acesso ao laboratório da UESB, a qual me foi de grande ajuda, e por ser um dos grandes incentivadores da minha entrada no mestrado.

À professora Claudia Costa Bonecker e ao professor Alexandre Schiavetti por terem aceito a fazer parte da minha banca de defesa de mestrado, se disporem a ler e avaliar este trabalho.

Aos professores Marciel Elio Rodrigues, Fabrício de Carvalho, Caio Vinicius de Mira Mendes e Sylvia Susini por terem aceito a fazer parte da banca avaliadora das disciplinas Seminários I, II e Qualificação de mestrado. Agradeço por se disporem a ler, avaliar e contribuir com este trabalho.

Aos colegas da turma de 2018.1 do PPGSAT, em especial aos amigos Lucélia Nunes, Jora Batista, Gustavo Villalba e Reiniane Santos, pela amizade e por todo tipo de apoio que me deram durante o mestrado, em Ilhéus (Salobrinho) e Porto Seguro.

Às colegas Tayná Delgado e Escarlett Arruda pela amizade e ajuda nos laboratórios da UESB - Jequié e UFSB - Porto Seguro, respectivamente.

Aos amigos de Jequié, que sempre me apoiaram, e aos amigos que fiz em Ilhéus, Itabuna e Porto Seguro.

Aos meus pais, irmã e todos os familiares, as quais me forneceram todo tipo de apoio, mesmo nos momentos mais difíceis e nos momentos em que estive distante.

A Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais (PPGSAT) pela oportunidade em realizar o mestrado.

Ao laboratório Interdisciplinar da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) - Campus de Porto Seguro e ao Laboratório de Limnologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

(UESB) – Campus de Jequié pela disponibilização do espaço e materiais de pesquisa que me possibilitaram realizar este trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela disponibilização da bolsa de estudo.

RESUMO

Uma metacomunidade é um conjunto de comunidades locais conectadas através da dispersão de indivíduos. A estruturação da metacomunidade pode ser entendida através do papel relativo do ambiente e da dispersão de espécies, caracterizando-a de acordo com modelos baseados na intensidade da dispersão, dentre eles: Efeito em Massa, caracterizada por altas taxas de dispersão, onde espécies menos competidoras permanecem em comunidades não favoráveis por imigrarem de comunidades onde são boas competidoras; Seleção de Espécies, associado a uma dispersão intermediária, assim, as condições locais atuam como filtro ambiental, selecionando as espécies melhores adaptadas e Limitação de Dispersão, determinada pela dispersão limitada das espécies no espaço. Este estudo testou a hipótese de que as estratégias reprodutivas determinam a capacidade de dispersão dos grupos, assim, grupos que se reproduzem por partenogênese (Rotifera e Cladocera) possuem vantagens quanto a dispersão e permanência em novas comunidades, em relação aos grupos que se reproduzem exclusivamente de forma sexuada (Copepoda), por minimizarem o problema da dependência de um parceiro sexual, assim, se espera que os rotíferos e cladóceros sejam mais influenciados pelo ambiente através da seleção de espécies, enquanto os copépodes pela limitação de dispersão. As coletas foram realizadas duas campanhas, em abril e novembro de 2018 em 16 lagoas no extremo sul do estado da Bahia, Brasil. O particionamento da variação foi o método utilizado para verificar qual modelo melhor explicou a estruturação da metacomunidade dos grupos. A metacomunidade dos rotíferos foi estruturada segundo o modelo de seleção de espécie e à fração compartilhada pelo ambiente e espaço na primeira campanha, e através do efeito em massa e limitação da dispersão na segunda campanha. Os cladóceros foram estruturados de acordo com a seleção de espécie na primeira campanha, embora não tenha sido significativo, e através da limitação da dispersão e efeito em massa, na segunda campanha, sendo o último não significativo. Os copépodes foram estruturados espacialmente através do efeito em massa e limitação da dispersão, a qual não foi significativo, na primeira campanha e limitação da dispersão e seleção de espécie na segunda campanha. Nossas predições não foram evidenciadas de forma clara e exclusiva, sugerindo que outros fatores, além da reprodução, podem estar associados a intensidade de dispersão e modelo estruturador das metacomunidades.

Palavras-chave: zooplâncton, metacomunidade, dispersão, partenogênese, lagoas

ABSTRACT

A metacommunity is a collection of local communities connected through the dispersion of individuals. The structuring of the metacommunity can be understood through the relative role of the environment and the dispersion of species, characterizing it according to models based on the intensity of the dispersion, among them: mass effect, characterized by high dispersion rates, which less competitive species remain in unfavorable communities because they immigrate from communities where they are good competitors; species sorting, associated with an intermediate dispersion, thus, local conditions act as an environmental filter, selecting the best-adapted species and dispersion limitation, determined by the limited dispersion of species in space. This study tested the hypothesis that reproductive strategies determine the dispersion capacity of groups, thus, groups that reproduce by parthenogenesis (Rotifera and Cladocera) have advantages related to dispersion and permanence in new communities, about groups that reproduce exclusively in a sexual way (Copepoda), as they minimize the problem of dependence on a sexual partner, in this way, it is expected that rotifers and cladocerans are more influenced by the environment through species sorting, while copepods by dispersion limitation. Samples were obtained in two campaigns, in April and November 2018, in 16 lagoons in the extreme south of the state of Bahia, Brazil. The variation partitioning was the method used to verify which model best explained the structuring of the groups metacommunity. The rotifer metacommunity was structured according to the species sorting model and the fraction shared by the environment and space in the first campaign and through the mass effect and limitation of dispersion in the second campaign. The cladocerans were structured according to the species sorting in the first campaign, although it was not significant, and by limiting dispersion and mass effect, in the second campaign, the last being non-significant. Copepods were spatially structured through mass effect and dispersion limitation, which the last was not significant, in the first campaign and limitation of dispersion and species sorting in the second campaign. Our predictions were not evidenced clearly and exclusively, suggesting that other factors, in addition to reproduction, may be associated with the dispersion intensity and structuring model of the zooplankton metacommunities.

Keywords: zooplankton, metacommunity, dispersal, parthenogenesis, ponds

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da localização dos 16 pontos de coleta nos municípios de Eunápolis, Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, Brasil.....	19
Figura 2 - Diagramas de Venn demonstrando a fração ambiental pura (a), ambiental em conjunto com espacial (b), espacial pura (c) e a variação inexplicada - resíduo (d).....	23
Figura 3A - F - Diagramas de Venn da metacomunidade dos rotíferos na primeira (A) e segunda campanha (B), cladóceros na primeira (C) e segunda campanha (D) e copépodes na primeira (E) e segunda campanha (F).....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos 16 pontos de coleta localizados nos municípios de Eunápolis, Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, Brasil.....	20
Tabela 2 - Variáveis ambientais e espaciais que melhor explicaram a variação da metacomunidade dos grupos estudados e o nível de significância da primeira e segunda campanha selecionado através da <i>Forward Selection</i>	25
Tabela 3 - Particionamento da variação dos rotíferos, cladóceros e copépodes na primeira e segunda campanha.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1 Área de Estudo	18
2.2 Pontos de Coleta	18
2.3 Variáveis Ambientais	20
2.4 Zooplâncton	21
2.5 Análises de Dados	21
3 RESULTADOS	23
4 DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO	32
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
APÊNDICE A – Lista de espécies.	40
APÊNDICE B - Média e desvio padrão das variáveis ambientais.	43

1 INTRODUÇÃO

Para implementar métodos que busquem conservar a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos, primeiro precisa-se compreender quais são os fatores que os influenciam e em quais escalas atuam, local e regional (DE MEESTER *et al.*, 2005; BRAGA; OLIVEIRA; CERQUEIRA, 2017). Neste sentido, os estudos de metacomunidade visam entender quais processos moldam os padrões de distribuição das espécies no ecossistema aquático (HEINO *et al.*, 2015). Uma metacomunidade é um conjunto de comunidades locais que interagem entre si através da dispersão de indivíduos, influenciando a probabilidade de extinção ou colonização de outras espécies (HANSKI; GILPIN, 1991; SHURIN *et al.*, 2000).

É provável que a dispersão entre comunidades locais próximas tenha um efeito homogeneizador na estrutura da metacomunidade por apresentar maior migração de indivíduos devido a curta distância entre os locais (HEINO *et al.*, 2015; MICHELS *et al.*, 2001), desse modo, espera-se que comunidades vizinhas sejam mais similares entre si e dissimilares em relação as comunidades mais distantes (COTTENIE *et al.*, 2003). Contudo, a composição da metacomunidade de alguns grupos de organismos é significativamente influenciada pelas variáveis físicas, químicas e morfometrias do ambiente, tendo sua variação explicada por fatores em escala local (DE BIE *et al.*, 2012).

Segundo Leibold *et al.* (2004) a teoria de metacomunidade está baseada em quatro modelos que explicam o padrão de diversidade na metacomunidade: A seleção de espécies (*species sorting*) enfatiza que a estrutura da comunidade e interações entre as espécies estão associada às condições ambientais locais em manchas heterogêneas; efeitos em massa (*mass effects*) descrevem os efeitos da imigração e emigração sobre a dinâmica espacial, onde as espécies menos competidoras permanecem em comunidades não favoráveis, por imigrarem de comunidades onde são boas competidoras; a dinâmica de manchas (*patch dynamics*) enfatiza os processos de extinção e colonização local sobre a diversidade de espécies em manchas idênticas, onde a coexistência regional de espécies é possível através de um trade-off entre colonização e competição; a teoria neutra (*neutral theory*) considera que todas as espécies são igualmente competitivas e dispersoras, assim, a diversidade de espécies ocorre de forma aleatória resultante da probabilidade de perda e ganho de espécies localmente.

Entretanto, a estruturação da metacomunidade pode ser explicada por uma combinação de processos, compostos por dois ou mais modelos, propondo a utilização dos

modelos de maneira conjunta (LOGUE *et al.*, 2011). Além disso, os modelos de efeito em massa e dinâmica de manchas são casos especiais de classificação de espécies, de modo que, a quantidade de dispersão entre as comunidades locais é a característica que os diferem (WINEGARDNER *et al.*, 2012). Desta forma, em vez de classificar a metacomunidade baseando-se nos quatro modelos de forma exclusiva, sugere-se buscar entender o papel relativo do ambiente e da intensidade da dispersão na estruturação da metacomunidade e caracterizá-la segundo a classificação de espécies, efeitos de massa e dinâmica de manchas (WINEGARDNER *et al.*, 2012; HEINO *et al.*, 2015).

Assim, metacomunidades com altas taxas de dispersão estariam inseridas no modelo de efeito em massa, com dispersão suficiente para prover indivíduos para locais desfavoráveis, por migrarem de locais favoráveis, enquanto que as metacomunidades com dispersão intermediária estariam inseridas no modelo de seleção de espécies, com dispersão suficiente apenas para permitir que os indivíduos rastreiem locais com condições ambientais favoráveis e, por fim, metacomunidade com a dispersão limitada das espécies no espaço será determinada pela limitação de dispersão (patch dynamics), pois a baixa dispersão limita imigração das espécies melhores competidoras (WINEGARDNER *et al.* 2012; HEINO *et al.*, 2015; LEIBOLD *et al.*, 2004; LOGUE *et al.*, 2011).

Nesse contexto de metacomunidade, os ambientes aquáticos lênticos são ecossistemas adequados para se testar quais mecanismos determinam a dispersão de espécies e os padrões de distribuição das espécies entre os diferentes locais, pois são manchas bem delimitadas na paisagem, servindo como ilhas aquáticas, assim, suas populações possuem limitantes físicos bem determinados (DE MEESTER *et al.*, 2005).

Dentre os organismos lacustres, estudos utilizando o zooplâncton têm sido cada vez mais frequentes na ecologia, pois estes organismos são sensíveis a variações ambientais: sua composição responde previsível e rapidamente às alterações nas características físicas e químicas do ambiente, podendo ser utilizados como indicadores biológicos de impactos antrópicos no ecossistema aquático local (DANTAS-SILVA; DANTAS, 2013; LOUGHEED; CHOW-FRASER, 2002). Além disso, o zooplâncton não se distribui homoganeamente, exibindo diferentes padrões espaciais (PINTO-COELHO, 2004), sendo ideais para estudos de metacomunidade em lagoas.

A comunidade zooplanctônica é formada por microrganismos heterotróficos, pertencentes a diferentes categorias sistemáticas e se encontram dispersos na coluna d'água. Dentre os principais constituintes do zooplâncton, podemos destacar os táxons Rotifera, Cladocera e Copepoda, os quais são os mais abundantes em ambientes aquáticos continentais, juntamente com os protistas. Esses táxons não apresentam estágios de desenvolvimento, exceto os copépodes, que possuem estágios juvenis conhecidos como náuplios e copepoditos. Estes grupos possuem espécies herbívoras, onívoras e carnívoras, e estão presentes em diferentes ambientes aquáticos (BRUSCA; BRUSCA, 1990; ESTEVES, 2011; WETZEL, 1993; HUTCHINSON, 1967).

Os organismos zooplanctônicos também são tidos como bons dispersores, pois se dispersam passivamente de diversas maneiras, seja por vetores humanos, animais, águas correntes e pelo vento (HAVEL; SHURIN, 2004), além da maioria dos grupos produzirem estágios de desenvolvimento dormentes, como copepoditos diapausados e ovos de resistência, os quais são transportados passivamente entre corpos d'água, sendo um eficaz meio de dispersão no espaço, embora as espécies de cada táxon apresentem diferentes capacidades de dispersão (HAIRSTON; CÁCERES, 1996; GYLLSTRÖM; HANSSON, 2004; JENKINS, 1995).

Outro fator se deve ao seu tamanho diminuto, pois, no geral, organismos de menor tamanho são melhores colonizadores em relação aos organismos maiores, pois se dispersam melhor passivamente e em maior quantidade (LOGUE *et al.*, 2011; SHURIN; COTTENIE; HILLEBRAND, 2009).

Entretanto, não é correto afirmar, que todos os organismos zooplanctônicos se dispersam facilmente, pois variam na capacidade de dispersão e colonização (JENKINS; BUIKEMAN JR, 1998; CÁCERES; SOLUK, 2002). Dentre tais características, é provável que o tamanho corporal dos adultos e dos propágulos também confirmam distintas capacidades de dispersão para os diferentes grupos zooplanctônicos, sendo os microcrustáceos (cladóceros e copépodes), organismos maiores, a qual se espera maior limitação de dispersão em comparação aos rotíferos, que são organismos menores, possuindo ciclo de vida mais curto e atingindo a maturidade mais cedo para se reproduzirem, além de serem menos suscetíveis a predação por peixes que se orientam visualmente e por possuírem propágulos de menor tamanho, o que favorece o processo de dispersão pelo vento, pois alcançam camadas de ar mais altas e viajam distâncias mais longas (FRISCH *et al.*, 2012; NOGUEIRA;

MATSUMURA-TUNDISI, 1996; SEGERS, 1996; PINCEEL; BRENDONCK; VANSCHOENWINKEL, 2015).

Contudo, estágios em desenvolvimento de microcrustáceos podem ser menores que alguns rotíferos adultos, o que torna difícil identificar algum padrão de dispersão se baseando apenas no tamanho corporal dos copépodes, cladóceros e rotíferos, pois os rotíferos e as formas juvenis de microcrustáceos fazem parte do micropâncton, zooplâncton com tamanho corporal entre 20-200 μm , enquanto que os microcrustáceos adultos e alguns rotíferos fazem parte do macropâncton, com tamanho $> 200 \mu\text{m}$ (SHIEL, 1995). Além do que, diferença quanto a dispersão baseada no tamanho corporal é notada claramente em escala maior, como de fitoplâncton para zooplâncton, sendo menos perceptíveis ou inexistentes quando observados dentro dos grupos zooplânctônicos (HANLY; MITTELBAACH, 2017).

Além disso, não necessariamente as espécies que colonizam mais rápido são os melhores dispersores, e sim, as que se estabelecem na comunidade (HANLY; MITTELBAACH, 2017). Desta forma, um fator que possivelmente confere vantagens na capacidade da dispersão e se estabelecerem em novas comunidades é a capacidade que alguns grupos possuem em se reproduzir por exclusivamente por partenogênese e através de partenogênese cíclica, como visto nos rotíferos e cladóceros (GILBERT; WILLIAMSON, 1983; HAVEL; SHURIN, 2004; HEBERT, 1987).

A reprodução por partenogênese ocorre com o desenvolvimento do gameta feminino em um novo indivíduo sem que haja fertilização (SUOMALAINEN, 1962). Em alguns grupos, em uma mesma fêmea, pode formar embriões através de ovos fertilizados e não fertilizados, ocorrendo a alternância de gerações partenogenéticas e sexuadas, conhecida como partenogênese cíclica (MITTWOCH, 1978; HEBERT, 1987). Na partenogênese cíclica, após a eclosão de ovos em diapausa, ocorrem várias gerações partenogenéticas, contudo, com mudanças nas condições ambientais, ocorre a produção de machos e, conseqüentemente, um período de reprodução sexual, produzindo ovos em diapausa capazes de sobreviver a condições adversas, os quais eclodem em condições favoráveis e iniciam a reprodução por partenogênese (GILBERT; WILLIAMSON, 1983; HEBERT, 1987; KLEIVEN; LARSSON; HOBBAEK, 1992; DE MEESTER, 1996).

A reprodução sexuada é a mais comum em animais, realizada por gametas masculinos ou femininos, ocorrendo a fertilização, onde os gametas se fundem formando zigoto diploide

(SUOMALAINEN, 1950), este é o caso da maioria dos copépodes (GILBERT; WILLIAMSON, 1983), exceto alguma espécie de HARPACTICOIDA (SARVALA, 1979; DOLE-OLIVIER *et al.*, 2000).

Desta forma, é de se esperar que os cladóceros e rotíferos sejam melhores dispersores, pois não produzem ovos apenas de forma sexuada, apresentando também períodos de reprodução partenogenética, assim, sendo necessário apenas um único indivíduo para estabelecer uma nova população e aumentar o tamanho populacional, minimizando o problema da dependência de um parceiro sexual, devido ao efeito de Allee (HAVEL; SHURIN, 2004; HEBERT, 1987). Por outro lado, os copépodes (Calanoida e Cyclopoida) dependem de um parceiro reprodutivo, por se reproduzirem sexuadamente (HAVEL; SHURIN, 2004; GRAY; ARNOTT, 2011).

Estudar a metacomunidade zooplanctônica permite entender como ocorrem os processos de dispersão de espécies entre as comunidades locais e sua capacidade de recuperação após distúrbios naturais e antropogênicos (GRAY; ARNOTT, 2011; CACÉRES; SOLUK, 2002). Desta forma, este trabalho poderá fornecer informações que permitirão compreender o papel da reprodução na dispersão de grupos zooplanctônicos, e da dispersão sobre os processos de estruturação da metacomunidade destes grupos, em escala local e regional.

Assim, este estudo tem como objetivo verificar quais fatores, ambientais, sob o modelo de seleção de espécies e espaciais, sob os modelos de efeito em massa e limitação de dispersão, melhor explicam a estruturação da metacomunidade dos grupos zooplanctônicos (Rotifera, Cladocera e Copepoda), e se os padrões observados são determinados pelos diferentes mecanismos de reprodução, assexuada nos rotíferos e cladóceros e sexuada nos copépodes.

Portanto, em virtude dos diferentes mecanismos de reprodução que influenciam a capacidade de dispersão e persistência apresentada pelos grupos estudados, este trabalho tem como hipótese que a estratégia reprodutiva determina a capacidade de dispersão dos grupos e, conseqüentemente, como a metacomunidade zooplanctônica será estruturada. Assim, a estruturação da metacomunidade dos grupos será melhor explicada por fatores locais, através de filtros ambientais que selecionam as espécies melhor adaptadas e fatores regionais, através do espaço geográfico, em pequena escala, sob influência do efeito em massa que

homogeneíza as comunidades próximas, independente das condições ambientais e de grandes escalas, sob efeito da limitação da dispersão pela dispersão limitada das espécies no espaço. Desta forma, levantamos duas predições:

1° Os rotíferos e cladóceros, por se reproduzirem por partenogênese e não serem reprodutivamente limitados pela ausência de parceiros, o que os tornam melhores dispersores, sendo necessário apenas um único indivíduos para originar uma nova população. Assim, a dispersão e estabelecimento de suas espécies em novas lagoas sejam limitados apenas pelo filtro ambiental e não pela distância. Espera-se que a estruturação da metacomunidade dos rotíferos e cladóceros seja melhor explicada por fatores ambientais segundo o modelo de seleção de espécies.

2° Os copépodes, por apresentar reprodução sexuada, para estabelecer uma nova população em uma nova localidade necessita de um parceiro sexual, o que limita a dispersão das espécies deste grupo para lagoas espacialmente distantes. Espera-se que a estruturação da metacomunidade deste grupo seja melhor explicada pelos fatores espaciais em grandes escalas segundo o modelo de limitação de dispersão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo está situada no território de identidade da Costa do Descobrimento na região administrativa do Extremo Sul do Estado da Bahia, Brasil. A área de estudo foi caracterizada utilizando as informações ambientais da cidade de Eunápolis, pois 14 das 16 lagoas se encontram dentro do município, e os outros dois pontos estão próximos aos limites municipais.

A área situada em uma região de mata atlântica, apresentando clima tropical úmido a subúmido, temperatura média anual de 23,3 C°, pluviosidade mensal média de 103,9 mm e período chuvoso entre outubro e abril (BAHIA, 2014; IBGE, 2020; CLIMATE-DATA, 2020).

2.2 Pontos de Coleta

As coletas foram realizadas em duas campanhas para verificar o efeito sazonal nos padrões das metacomunidades. A primeira campanha foi realizada no dia 04 de abril de 2018

(período de estiagem) e a segunda campanha foi realizada nos dias 12 e 14 novembro de 2018 (período de chuva), em 16 lagoas no Extremo Sul do Estado da Bahia, Brasil, entre os municípios de Eunápolis, Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália (Figura 1 e Tabela 1).

As lagoas estudadas possuem uma distância máxima de 25,3 km, estando presentes tanto zona urbana quanto na zona rural. De modo geral, as lagoas rurais eram perenes, apresentavam macrófitas aquáticas nas margens, mata ciliar e agricultura nas áreas adjacentes, formadas pelo barramento de pequenos córregos e apresentando conexão entre as lagoas próximas ou possíveis conexão por córregos. Enquanto que as lagoas urbanas, possivelmente são temporárias em sua maioria, com macrófitas aquáticas nas margens, porém com lagoas apresentando menos macrófitas que as lagoas rurais, ausência ou menor presença de mata ciliar, com lagoas. Eram lagoas formadas por acúmulo de água em depressões do relevo, não sendo observada conexão entre a maioria das lagoas.

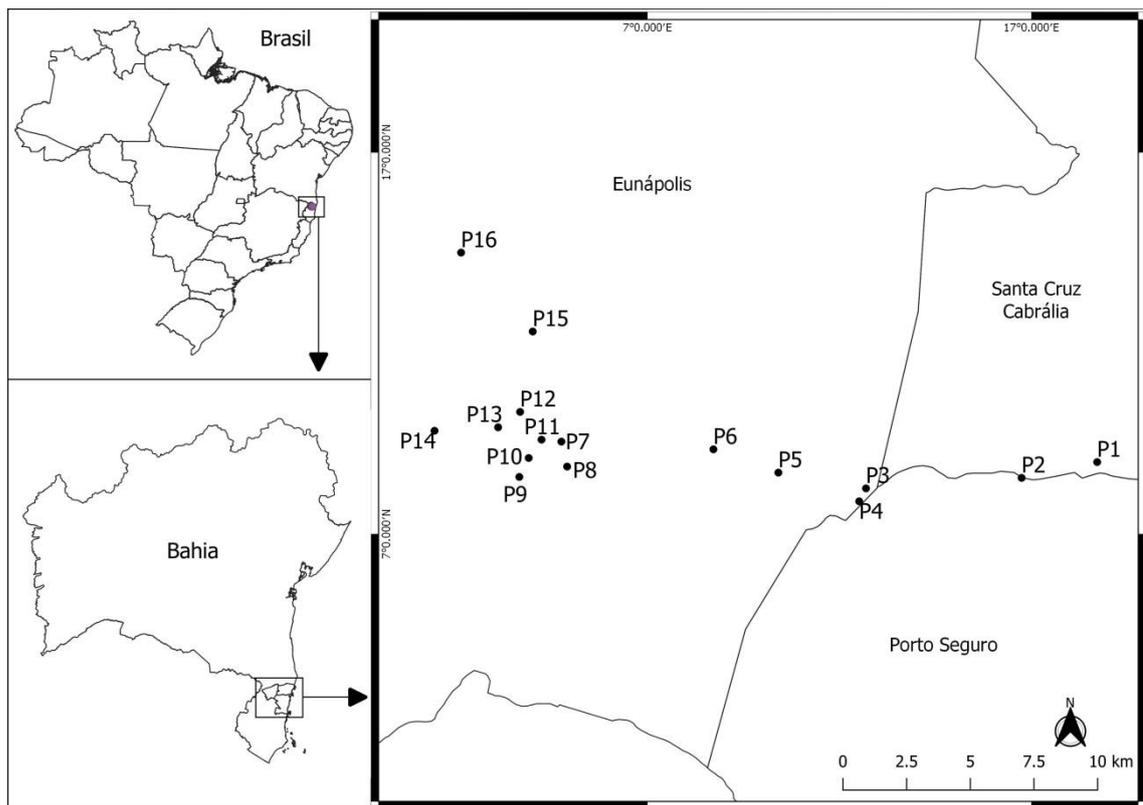


Figura 1 - Mapa da localização dos 16 pontos de coleta nos municípios de Eunápolis, Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, Brasil.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos 16 pontos de coleta localizados nos municípios de Eunápolis, Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, Brasil.

Pontos	Latitude	Longitude	Município
1	16°22'56.00"S	39°22'33.00"W	Santa Cruz Cabrália
2	16°23'17.00"S	39°24'13.00"W	Porto Seguro
3	16°23'31.00"S	39°27'39.00"W	Eunápolis
4	16°23'48.25"S	39°27'48.02"W	Eunápolis
5	16°23'10.00"S	39°29'35.00"W	Eunápolis
6	16°22'39.00"S	39°31'01.00"W	Eunápolis
7	16°22'28.72"S	39°34'22.22"W	Eunápolis
8	16°23'01.97"S	39°34'14.62"W	Eunápolis
9	16°23'15.76"S	39°35'17.93"W	Eunápolis
10	16°22'50.52"S	39°35'05.50"W	Eunápolis
11	16°22'26.08"S	39°34'48.52"W	Eunápolis
12	16°21'49.16"S	39°35'16.88"W	Eunápolis
13	16°22'09.67"S	39°35'46.01"W	Eunápolis
14	16°22'14.27"S	39°37'10.16"W	Eunápolis
15	16°20'02.09"S	39°35'00.17"W	Eunápolis
16	16°18'34.04"S	39°36'05.00"W	Eunápolis

2.3 Variáveis Ambientais

As localizações geográficas das lagoas foram determinadas através do GPS GARMIN e a área das lagoas (m²) foi calculada através do Google Earth. A temperatura da água (°C), condutividade elétrica (mS.cm⁻¹), pH, oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹) e sólidos totais dissolvidos (mg.L⁻¹) foram mensurados com o auxílio da sonda multiparâmetro Hanna 9828 *in situ*, através de amostras coletadas uma única vez a cada campanha na margem das lagoas.

A mensuração das concentrações de fósforo reativo solúvel (mg.L⁻¹), amônia (mg.L⁻¹), nitrito (mg.L⁻¹) e nitrato (mg.L⁻¹), através das normas técnicas da CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2018) e a extração e determinação da concentração da clorofila-*a* (µg.L⁻¹) segundo a metodologia de Golterman *et al.* (1978), foram realizadas através de amostras coletadas uma única vez na margem de cada lagoas.

Na primeira campanha, as variáveis utilizadas foram: área de cada lagoa, temperatura da água, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, fósforo reativo solúvel, nitrito, nitrato, amônia e clorofila-*a* e disco de Secchi. Enquanto que na segunda campanha, por falha técnicas, não houve a mensuração das variáveis: fósforo reativo

solúvel, amônia, nitrito e nitrato. A área de cada lagoa foi mensurada uma única vez, sendo utilizada tanto na primeira quanto na segunda campanha.

2.4 Zooplâncton

Amostras de zooplâncton foram obtidas filtrando a água das lagoas através de diferentes números de arrastos horizontais por diferentes metragens, variando de três arrastos de um metro (volume filtrado de 211,95 litros) a cinco arrastos de três metros (volume filtrado de 1059,75 litros), realizados na margem das lagoas com auxílio de uma rede de plâncton de 60 µm de abertura de malha. Posteriormente as amostras foram fixadas em formol 4% e armazenadas em frascos plásticos de 200 mL.

A identificação e contagem do zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) foram realizadas em Laboratório. Os rotíferos foram contabilizados a partir de subamostras de 1 mL postas na câmara de Sedgewick Rafter e visualizados com o auxílio do microscópios ópticos, enquanto que os cladóceros e copépodes foram contabilizados a partir de subamostras de 10 mL do material biológico postas em cubetas de acrílico e visualizadas com o auxílio de estereomicroscópios, microscópios ópticos. A identificação foi realizada utilizando as bibliografias especializadas (JOKO, 2011; KOSTE, 1978; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; SILVA, 2003; REID, 1985; PERBICHE-NEVES *et al.*, 2015; SILVA; MATSUMURA-TUNDISI, 2005).

2.5 Análises de Dados

Com o intuito de minimizar os efeitos causados pela discrepância entre espécies mais comuns e as raras, e dados com muitos zeros (espécies ausentes), os dados de abundância foram submetidos à transformação de Hellinger (LEGENDRE; GALLAGHER, 2001).

Em seguida, para evitar a multicolineariedade e, conseqüentemente, avaliar o efeito das variáveis ambientais sobre a estrutura da metacomunidade, foi utilizado o fator de inflação de variância (VIF) sobre os dados ambientais. A multicolineariedade se dá através de variáveis altamente correlacionadas, a qual podem mascarar os efeitos das variáveis explicativas sobre as variáveis respostas. Desta forma, recomenda-se que, as variáveis que apresentem valores de VIF acima de 10 sejam evitadas (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011).

Com o intuito de avaliar a contribuição espacial sobre a metacomunidade utilizamos a análise de coordenadas principais de matrizes vizinhas (PCNM), a qual fornece autovetores em diferentes escalas espaciais, gerados a partir de uma matriz de distância euclidiana truncada, baseada nas coordenadas geográficas dos pontos amostrados (BORCARD; LEGENDRE, 2002; BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011). Desta forma, foi possível incluir os autovetores espaciais (PCNMs) como variáveis explicativas espaciais no particionamento da variação, sendo as maiores PCNMs associadas a padrões espaciais em pequena escala espacial, sendo interpretadas como provavelmente pertencentes ao modelo de efeito em massa, enquanto que as menores PCNMs foram associadas a padrões espaciais em grande escala espacial, provavelmente pertencentes ao modelo de limitação de dispersão (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011; HEINO *et al.*, 2015).

Apenas as variáveis ambientais e autovetores espaciais que melhor explicaram a variação dos rotíferos, cladóceros e copépodes foram selecionadas, através do procedimento *forward selection*, a qual retira uma por uma as variáveis menos significativas, deixando somente as variáveis significativas para entrar no modelo (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011).

E por fim, com a finalidade de avaliar qual variável ou conjunto de variáveis melhor explicaram a variação da estrutura da metacomunidade zooplanctônica na primeira e segunda campanha, foi realizada uma análise de particionamento da variação, utilizando três matrizes de dados: abundância das espécies dos rotíferos, cladóceros e copépodes, de forma separada, juntamente com as variáveis ambientais e as variáveis espaciais. Esta análise possibilitou identificar a relação da metacomunidade zooplanctônica com: variação ambiental pura [a], variação do ambiente estruturado no espaço [b], variação espacial pura [c] e variação inexplicada [d], através de diagramas de Venn (Figura 2). Em seguida, verificamos a significância de cada fração através da análise de variância (ANOVA) com 999 permutações (BORCARD; LEGENDRE; DRAPEAU, 1992; LEGENDRE; LEGENDRE, 1998; BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011). Utilizamos a significância de 0,05 para todas as análises estatísticas, utilizando o pacote *Vegan* (OKSANEN *et al.*, 2015) do programa estatístico *R* (2016).

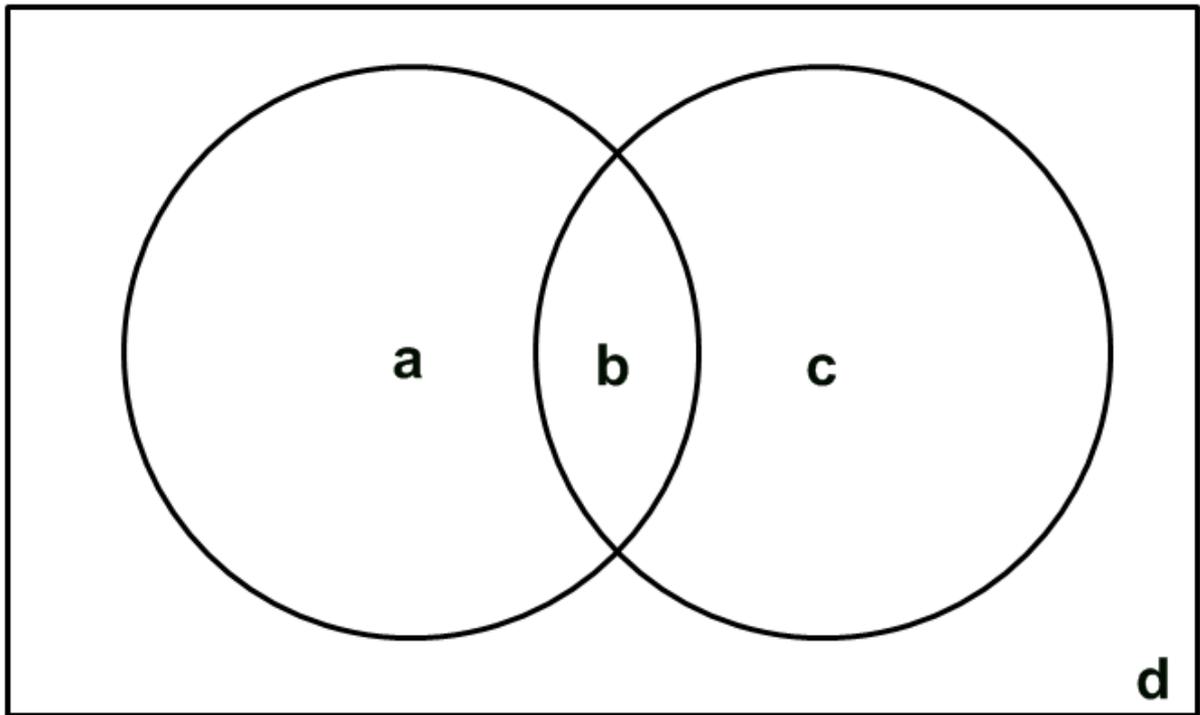


Figura 2 - Diagramas de Venn demonstrando a fração ambiental pura (a), ambiental em conjunto com espacial (b), espacial pura (c) e a variação inexplicada - resíduo (d).

3 RESULTADOS

A metacomunidade zooplantônica foi composta por 115 espécies ao final das duas campanhas nas 16 lagoas estudadas, sendo 62 espécies de Rotifera, 31 de Cladocera e 19 de Copepoda (APÊNDICE A). A primeira campanha foi composta por 63 espécies (23 de Rotifera, 23 de Cladocera e 16 de Copepoda). Em média, a riqueza de espécies foi de 12,8 espécies com o coeficiente de variação (C.V.) de 43,5%. Os rotíferos apresentaram média de 4,3 e C.V. = 66,5%, média de 4,9 (C.V. = 67,2%) para os cladóceros e média de 3,6 (C.V. = 36,9%) para os copépodes. Por outro lado, a segunda campanha foi composta por 100 espécies (54 de Rotifera, 27 de Cladocera e 14 de Copepoda). Em média, a riqueza de espécies foi de 18,4 espécies (C.V. = 29,4%), com média de 8,6 (C.V. = 41,7%) para os rotíferos, média de 5,3 (C.V. = 42,8%) para os cladóceros e média de 4,5 (C.V. = 30,4%) para os copépodes.

Entre os rotíferos, na primeira campanha, a espécie *Brachionus forficula* foi a mais abundante, com média de 2112,8 ind.m⁻³ (C.V. = 211,0%) e a mais frequente, juntamente com *Lecane leontina*, estando presentes em oito lagoas. Enquanto que na segunda campanha a

espécie *Gastropus stylifer* foi a mais abundante, com média de 10638,6 ind.m⁻³ (C.V. = 335,5%) e a espécie *Lecane leontina* a mais frequente, estando presentes em oito lagoas.

Entre os cladóceros, na primeira campanha, as espécies *Diaphanosoma spinulosum* e *Bosminopsis deitersi* foram as mais abundantes, com média de 860,1 ind.m⁻³ (C.V. = 376,3%) e 847,5 ind.m⁻³ (C.V. = 202,7%) respectivamente. As espécies *Bosmina hagmanni* e *Bosmina tubicen* foram as mais frequentes, estando presentes em 10 lagoas. Enquanto que na segunda campanha a espécie *Ceriodaphnia cornuta* foi mais abundante, com média de 248,2 ind.m⁻³ (C.V. = 380,4%), sendo a espécie *Bosmina tubicens* a mais frequente, estando presente em oito lagoas.

Entre os copépodes, tanto na primeira quanto na segunda campanha, a espécie mais abundante e frequente foi o *Thermocyclops minutus*, com número médio de indivíduos de 1442,2 ind.m⁻³ (C.V. = 168,9%) e esteve presente de 12 lagoas na primeira campanha e com média de 1392,5 ind.m⁻³ (C.V. = 294,6%) e frequência em 15 lagoas na segunda campanha.

A análise de PCNM produziu nove PCNMs, que variaram desde grande escala (PCNM1) a pequena escala (PCNM9). Contudo, as PCNMs que responderam de maneira significativa a variação dos grupos, segundo o procedimento de *forward selection*, foram: PCNM1, PCNM2, PCNM7 e PCNM9 na primeira campanha e PCNM1, PCNM2, PCNM5, PCNM6 e PCNM9 na segunda campanha (Tabela 2).

As variáveis ambientais selecionadas, juntamente das médias e coeficiente de variação (C.V.), foram: área (média = 34124,4 m² e C.V. = 99,9%), temperatura da água (média = 27,9 °C e C.V. = 5,7%), condutividade elétrica (média = 137,4 µS.cm⁻¹ e C.V. = 78,6%), clorofila-*a* (média = 31,7 mg.L⁻¹ e C.V. = 49,2%), oxigênio dissolvido (média = 3,8 mg.L⁻¹ e C.V. = 49,3%), pH (média = 6,5 e C.V. = 6,1%) e disco de Secchi (média = 51,9 cm e C.V. = 85,7%), na primeira campanha e temperatura da água (média = 27,5 °C e C.V. = 6,0%), condutividade elétrica (média = 153,1 µS.cm⁻¹ e C.V. = 106,7%), oxigênio dissolvido (média = 6,3 mg.L⁻¹ e C.V. = 28,1%), pH (média = 6,8 e C.V. = 11,6%), disco de Secchi (média = 78,9 cm e C.V. = 45,5%), na segunda campanha (Tabela 2, APÊNDICE B).

Tabela 2 - Variáveis ambientais e espaciais que melhor explicaram a variação da metacomunidade dos grupos estudados e o nível de significância da primeira e segunda campanha selecionado através da *Forward Selection*.

PRIMEIRA CAMPANHA		
Grupos	Variáveis Ambientais	Variáveis Espaciais
Rotifera	Temperatura da água (p = 0,09)	PCNM1 (p = 0,01)
	Condutividade Elétrica (p = 0,07)	PCNM2 (p = 0,01)
	Clorofila- <i>a</i> (p = 0,01)	
Cladocera	Área (p = 0,10)	
	Temperatura da água (p = 0,06)	PCNM7 (p = 0,13)
	pH (p = 0,04)	
	Disco de Secchi (p = 0,03)	
	Clorofila- <i>a</i> (p = 0,02)	
Copepoda	Oxigênio Dissolvido (p = 0,10)	PCNM1 (p = 0,095)
	Condutividade Elétrica (p = 0,07)	PCNM9 (p = 0,045)
SEGUNDA CAMPANHA		
Grupos	Variáveis Ambientais	Variáveis Espaciais
Rotifera	Oxigênio Dissolvido (p = 0,03)	PCNM2 (p = 0,05)
	pH (p = 0,08)	
Cladocera		PCNM1 (p = 0,03)
		PCNM5 (p = 0,04)
	Condutividade Elétrica (p = 0,9)	PCNM6 (p = 0,09)
		PCNM9 (p = 0,07)
Copepoda	Oxigênio Dissolvido (p = 0,03)	PCNM2 (p = 0,05)
	pH (p = 0,08)	

As frações ambiental pura, espacial pura e a fração compartilhada pelo ambiente e espaço foram responsáveis por 32,8% (p = 0,001) da variação dos rotíferos na primeira campanha e 18,5% (p = 0,001) na segunda campanha. A primeira campanha foi melhor explicada pela fração compartilhada pelo ambiente e espaço, responsável pela maior parte da variação, 17,8% (p = não testável), associada a fatores espaciais de larga escala (PCNM1 e PCNM2) e pelas variáveis ambientais temperatura da água, condutividade elétrica e clorofila-*a*. Além disso, a fração ambiental pura explicou significativamente a variação dos rotíferos, 7,9% (p = 0,07, Tabela 2, Tabela 3 e Figura 3A). Na segunda campanha a fração espacial pura

explicou significativamente a maior parte da variação, 10,4% ($p = 0,049$), influenciada por fatores espaciais de grande e pequena escala (PCNM1, PCNM2 e PCNM9, Tabela 2, Tabela 3 e Figura 3B).

As frações ambiental pura, espacial pura e a fração compartilhada pelo ambiente e espaço foram responsáveis por 15,7% ($p = 0,04$) da variação dos cladóceros na primeira campanha e 19,8% ($p = 0,004$) na segunda campanha. A primeira campanha foi melhor explicada pela fração ambiental pura, responsável pela maior parte da variação, 13,1%, influenciada pelas variáveis ambientais área, temperatura da água, pH, disco de Secchi, clorofila-*a*. Contudo, não foi significativo ($p = 0,09$, Tabela 2, Tabela 3 e Figura 3C). Na segunda campanha a fração espacial pura explicou significativamente a maior parte da variação, 16,3% ($p = 0,005$), influenciada por fatores espaciais de grande e pequena escala (PCNM1, PCNM5, PCNM6 e PCNM9, Tabela 2, Tabela 3 e Figura 3D).

As frações ambiental pura, espacial pura e a fração compartilhada pelo ambiente e espaço foram responsáveis por 19,7% ($p = 0,047$) da variação dos copépodes na primeira campanha e 30,1% ($p = 0,006$) na segunda campanha. A fração espacial pura, definida por vetores espaciais de grande e pequena escala (PCNM1 e PCNM9), respondeu a maior parte da variação dos copépodes na primeira campanha, 11,6%, contudo, não foi significativo ($p = 0,09$, Tabela 2, Tabela 3 e Figura 3E). Diferentemente da primeira, a segunda campanha foi melhor explicada pela fração espacial pura 21,2% ($p = 0,004$), influenciada por fatores espaciais de grande escala (PCNM2) e pela fração ambiental pura, 20,9%, ($p = 0,01$), influenciada pelas variáveis ambientais oxigênio dissolvido e pH, ambas as frações foram significativas (Tabela 2, Tabela 3 e Figura 3F).

Tabela 3 - Particionamento da variação dos rotíferos, cladóceros e copépodes na primeira e segunda campanha.

Rotifera - 1° Campanha			Rotifera - 2° Campanha		
Frações	R ² ajustado	Significância (p)	Frações	R ² ajustado	Significância (p)
(a+b)	0,257	0,002	(a+b)	0,081	0,028
(b+c)	0,249	0,001	(b+c)	0,113	0,002
(a+b+c)	0,328	0,001	(a+b+c)	0,185	0,001
(a)	0,079	0,007	(a)	0,072	0,105
(b)	0,178	Não Testável	(b)	0,009	Não Testável
(c)	0,071	0,057	(c)	0,104	0,049
(d)	0,672	Não Testável	(d)	0,815	Não Testável

Cladocera - 1° Campanha			Cladocera - 2° Campanha		
Frações	R ² ajustado	Significância (p)	Frações	R ² ajustado	Significância (p)
(a+b)	0,120	0,066	(a+b)	0,035	0,096
(b+c)	0,027	0,180	(b+c)	0,160	0,008
(a+b+c)	0,157	0,044	(a+b+c)	0,198	0,004
(a)	0,131	0,090	(a)	0,038	0,138
(b)	-0,010	Não Testável	(b)	-0,004	Não Testável
(c)	0,037	0,180	(c)	0,163	0,005
(d)	0,843	Não Testável	(d)	0,802	Não Testável

Copepoda - 1° Campanha			Copepoda - 2° Campanha		
Frações	R ² ajustado	Significância (p)	Frações	R ² ajustado	Significância (p)
(a+b)	0,081	0,113	(a+b)	0,088	0,102
(b+c)	0,127	0,048	(b+c)	0,092	0,044
(a+b+c)	0,197	0,047	(a+b+c)	0,301	0,006
(a)	0,070	0,148	(a)	0,209	0,013
(b)	0,011	Não Testável	(b)	-0,120	Não Testável
(c)	0,116	0,087	(c)	0,212	0,004
(d)	0,803	Não Testável	(d)	0,699	Não Testável

Nota: fração ambiental pura (a), espacial pura (c), ambiental em conjunto com espacial (b) e a variação inexplicada (resíduo, d).

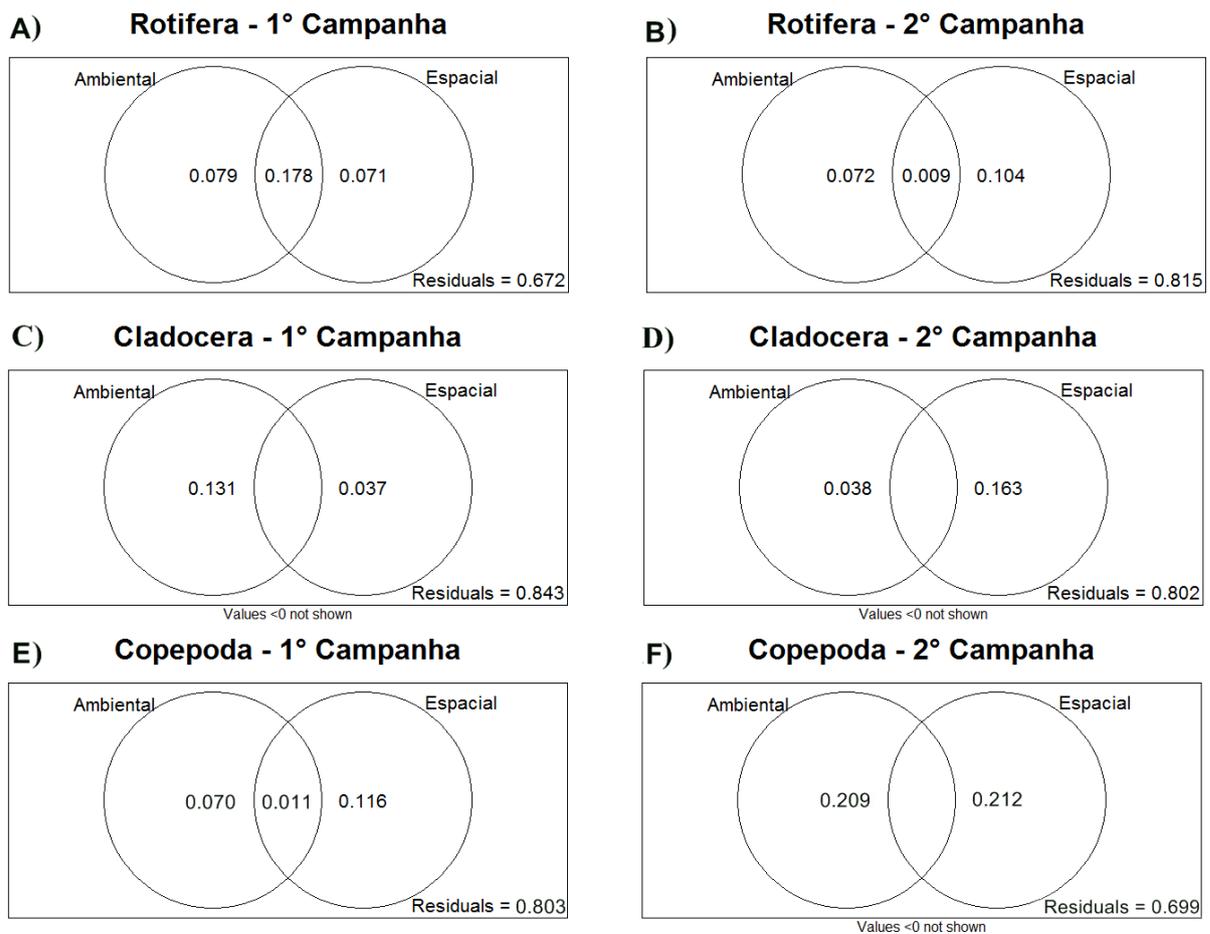


Figura 3A - F - Diagramas de Venn da metacomunidade dos rotíferos na primeira (A) e segunda campanha (B), cladóceros na primeira (C) e segunda campanha (D) e copépodes na primeira (E) e segunda campanha (F).

4 DISCUSSÃO

Os rotíferos estiveram significativamente associados à fração compartilhada pelo ambiente e espaço na primeira campanha, demonstrando a força dos filtros ambientais correlacionados às variáveis espaciais, sugerindo que a ocorrência das espécies e variáveis ambientais estão estruturadas de maneira semelhante no espaço (BORCARD; LEGENDRE; DRAPEAU, 1992; PUJONI *et al.*, 2019). Este grupo também esteve significativamente relacionado à fração ambiental pura, sob influência do modelo de seleção de espécie, na primeira campanha, o que está de acordo com nossa primeira previsão. Pujoni *et al.* (2019), em estudos de metacomunidade zooplancônica em lagoas tropicais também verificaram que o ambiente é o fator estruturante de metacomunidade de rotíferos. Possivelmente, pelo menor tamanho de seus propágulos e adultos, favorecendo sua capacidade de dispersão, pois o menor tamanho ajuda percorrer distâncias maiores e, provavelmente, por reproduzirem

assexuadamente, assim, sua distribuição regional não se torna limitada, porém estando presente apenas em comunidades a qual apresentam condições ideais para sua ocorrência (HEINO *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2016).

Na segunda campanha a variação dos rotíferos foi significativamente melhor explicada pela fração espacial pura, contradizendo nossa primeira campanha. Esteve sob influencia do modelo de feito em massa. Este modelo sugere que em pequenas distâncias espaciais os organismos consigam colonizar comunidades próximas, mesmo em condições não favoráveis, por serem bons dispersores (HEINO *et al.*, 2015). Possivelmente, isso se deve ao fato dos rotíferos serem transportados mais rápidos e por distâncias maiores devido aos seus propágulos serem menores e mais abundantes (FRISCH *et al.*, 2012). Entretanto, também contradizendo a nossa primeira predição, foi evidenciado influencia significativa de limitação de dispersão neste grupo. O que também pode ser devido ao efeito de variáveis ambientais importantes na estruturação da metacomunidade deste grupo, a qual não foram mensuradas e estão correlacionadas com o espaço (FRISCH *et al.*, 2012).

Embora não tenha sido significativa, a variação dos cladóceros na primeira campanha foi melhor explicada pela fração ambiental, segundo o modelo de seleção de espécie, o que está de acordo com a nossa primeira predição. Desta forma, o provável fator estruturador da metacomunidade dos cladóceros nesta campanha foi o filtro ambiental, a qual seleciona as espécies adaptadas a persistir nas diferentes situações do gradiente ambiental. Provavelmente, a dispersão desses organismos não é um limitante para sua distribuição espacial, sendo suficiente para dispersar indivíduos, os quais permaneceram em locais onde as condições ambientais são toleradas (COTTENIE; DE MEESTER, 2004; COTTENIE, 2005). Isso se deve, possivelmente, ao fato dos cladóceros serem organismos bons dispersores, pois se reproduzem por partenogênese, assim, minimizam os efeitos da falta de um parceiro sexual devido ao efeito de Allee, sendo necessário apenas um propágulo para dar origem a uma nova população (HAVEL; SHURIN, 2004; SARNELLE; KNAPP, 2004). Padrão semelhante foi registrado por Dias *et al.* (2016)

Por outro lado, a fração espacial pura explicou significativamente a variação na estruturação dos cladóceros na segunda campanha, mais especificamente associados aos fatores espaciais em pequena e larga escala, o que vai de encontro a nossa primeira predição. Embora não significativo, o resultado em pequena escala sugere a ação do efeito em massa, possivelmente por serem organismos bons dispersores, podendo apresentar dispersão alta o

suficiente a ponto de diminuir a influência da seleção de espécie em resposta aos filtros ambientais. Deste modo, ocorrendo até mesmo em sistemas que não seria possível sua permanência a longo prazo, homogeneizando comunidades locais próximas (LEIBOLD; NORBERG, 2004; HEINO *et al.*, 2015). Contradizendo as previsões, os resultados significativos em larga escala sugerem que a variação dos cladóceros pode estar associada à limitação de dispersão. O que pode ser o efeito de variáveis ambientais importantes na estruturação da metacomunidade deste grupo que não foram mensuradas e estão correlacionadas com o espaço (FRISCH *et al.*, 2012). Pujoni *et al.* (2019), em estudos de metacomunidade zooplanctônica em lagoas tropicais também verificou que a metacomunidade dos cladóceros era estruturada sob influência do ambiente e limitação espacial.

A fração espacial pura em pequena e larga escala esteve associada à estruturação dos copépodes, indicando que o efeito em massa e a limitação de dispersão foram importantes na estruturação da metacomunidade deste grupo. A limitação da dispersão foi percebida em ambas as campanhas, embora tenha sido significativo somente na segunda, o que está de acordo com nossa segunda previsão. Isto evidencia a influência deste modelo sobre a metacomunidade deste grupo, provavelmente por serem organismos de reprodução obrigatoriamente sexual, assim, a reprodução sexuada pode estar associada a uma maior limitação de dispersão (SHURIN; COTTENIE; HILLEBRAND, 2009). Além disso, fatores como o ciclo de vida mais longo e por possuírem tamanhos corporais do adulto e propágulos maiores, podem contribuir com a limitação de sua dispersão, sobretudo por estes grupos de maior tamanho possivelmente estarem sob influência da predação de peixes (DIAS *et al.*, 2016). Pujoni *et al.* (2019), em estudos de metacomunidade zooplanctônica em lagoas tropicais também verificou a limitação de dispersão como um modelo estruturante da metacomunidade dos copépodes.

Contudo, o fator espacial em pequena escala também se fez presente na estruturação da metacomunidade deste grupo, possivelmente, devido a escala espacial estudada. A distância máxima entre os pontos estudados foi de 25,3 km e evidências sugerem que o zooplâncton é um excelente dispersor em distâncias de até 100 km, sugerindo que forte limitação de dispersão regional é apenas evidenciada em escalas muito amplas (SHURIN *et al.*, 2000). Assim, provavelmente, a extensão espacial pode ter sido muito pequena, levando-

se em consideração a possível a capacidade de dispersão do grupo, evidenciando o efeito em massa como um dos modelos estruturantes da metacomunidade (HEINO, 2013).

Entretanto, contradizendo nossa segunda predição, além da influência espacial na variação dos copépodes, a fração ambiental explicou significativamente a variação deste grupo na segunda campanha. Esta observação evidencia também que os fatores locais também foram responsáveis pela estruturação da metacomunidade, uma vez que, neste período foi observado um maior gradiente ambiental indicado pelos coeficientes de variação na segunda campanha. Assim, acredita-se que a segunda campanha tenha apresentado uma maior heterogeneidade de habitats, permitindo que mais locais fossem colonizados por espécies de copépodes. Desta forma, embora se espere que a limitação de dispersão melhor explique a estruturação deste grupo, não significa que o ambiente não afete a distribuição dos copépodes, pois as espécies do grupo podem apresentar diferentes afinidades no gradiente ambiental (HENRIQUES-SILVA; PINEL-ALLOUL; PERES-NETO, 2016).

A alta porcentagem da variação inexplicada (resíduo) verificada nos diferentes grupos, pode ser explicada pela inviabilidade de mensurar todas as variáveis que influenciam a estruturação dos grupos estudados, tanto as interações biológicas e dinâmica das comunidades, quanto fatores abióticos e heterogeneidade espacial (BORCARD; LEGENDRE; DRAPEAU, 1992; PINEL-ALLOUL *et al.*, 1995).

Os filtros ambientais influenciaram a estruturação da metacomunidade, dentre as variáveis ambientais, a temperatura da água, condutividade elétrica e clorofila-*a*, oxigênio dissolvido, pH e disco de Secchi foram as mais representativas. A temperatura da água está relacionada positivamente com as taxas reprodutivas do zooplâncton, havendo um aumento da abundância em maiores temperatura (VANDEKERKHOVE *et al.*, 2005; PERSAUD; WILLIAMSON, 2005; PERBICHE-NEVES *et al.*, 2009). As variações na condutividade elétrica, clorofila-*a*, oxigênio dissolvido e pH, geralmente, estas oscilações nos níveis de eutrofização da água, além de ter efeitos fisiológicos sobre os organismos aquáticos. Desta forma, oscilações das variáveis ambientais relacionadas determinam a ocorrência das espécies zooplânctônicas, havendo espécies adaptadas ou não a ambientes eutrofizados (SOUZA-PEREIRA; MONTEIRO CAMARGO, 2004; ARAÚJO; NOGUEIRA, 2017; DANTAS-SILVA; DANTAS, 2013; GIANUCA *et al.*, 2018).

5 CONCLUSÃO

A metacomunidade zooplanctônica foi estruturada através de uma combinação de filtros ambientais e fatores espaciais, a depender das diferentes características apresentadas pelos grupos. Dentre elas, a estratégia reprodutiva, onde organismos que se reproduzem por partenogênese (rotíferos e cladóceros) apresentam vantagens quando a dispersão de indivíduos em relação aos organismos sexuais (copépodes), por não dependerem de um parceiro reprodutivo. Entretanto, essas predições não foram evidenciadas de forma clara e exclusiva, estando de acordo apenas em partes com as nossas predições, sugerindo que outros fatores, além da reprodução, podem estar associados ao processo de dispersão destes organismos. Além disso, na segunda campanha não houve a mensuração de algumas variáveis ambientais importantes, o que pode ter minimizado o efeito dos filtros ambientais sobre determinados grupos.

Estudos de metacomunidade em lagoas tropicais são bastante escassos, assim, necessita-se de mais trabalhos com objetivo de verificar os modelos estruturantes da metacomunidade zooplanctônica e as características presentes nos grupos que resultam em tal estruturação. Para estudos futuros, se faz necessário verificar os padrões estruturantes em nível de espécie ou grupo funcional, para minimizar as diferentes afinidades ao gradiente ambiental e espaço possivelmente presente dentro dos grupos estudados. Outro fator que merece ser verificado é a extensão espacial estudada, pois os organismos zooplanctônicos são tidos como bons dispersores, desta forma, uma área amostral pequena pode mascarar padrões estruturantes evidenciados em escaladas espaciais maiores. Este trabalho também não verificou os efeitos das interações biológicas, tanto de competição entre os grupos zooplanctônicos quanto da predação por peixes e por invertebrados, o que poderia aumentar a explicabilidade do filtro ambiental sobre a estruturação das metacomunidades.

Entretanto, este trabalho possibilita entender como os filtros ambientais e variáveis espaciais determinam a estrutura da metacomunidade de rotíferos, cladóceros e copépodes, além de fornecer informações para futuros trabalhos da metacomunidade zooplanctônica.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. P. de; NOGUEIRA, E. M. de S. Zooplâncton como bioindicador das águas do reservatório natural do povoado Olhos d'água do Souza, Glória, Bahia, Brasil. **Revista Ouricuri**, v. 6, n. 2, p. 001-016, 2017.

- ASTORGA, A. *et al.* Habitat heterogeneity drives the geographical distribution of beta diversity: the case of New Zealand stream invertebrates. **Ecology and Evolution**, v. 4, n. 13, p. 2693-2702, 2014.
- BAHIA. Governo do Estado. **Estatística dos municípios Baianos: território de identidade Costa Do Descobrimento**. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Salvador, v. 4, n. 2, 2013.
- BORCARD, D.; LEGENDRE, P.; DRAPEAU, P. Partialling out the spatial component of ecological variation. **Ecology**, v. 73, n. 3, p. 1045-1055, 1992.
- BORCARD, D.; LEGENDRE, P. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. **Ecological Modelling**, v. 153, n. 1-2, p. 51-68, 2002.
- BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R**. Springer, 2011.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrates**. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, 1990.
- BRAGA, C.; OLIVEIRA, J. A. DE; CERQUEIRA, R. Metacomunidades: uma introdução aos termos e conceitos. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 2, 2017.
- CÁCERES, C. E.; SOLUK, D. A. Blowing in the wind: a field test of overland dispersal and colonization by aquatic invertebrates. **Oecologia**, v. 131, n. 3, p. 402-408, 2002.
- CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Normas Técnicas**. Disponível em < <https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/> > . Acesso em 22 de novembro de 2018.
- CLIMATE-DATA. **CLIMA EUNÁPOLIS**. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/eunapolis-43478/> > . Acesso em: 05 de outubro de 2020.
- COTTENIE, K. *et al.* Zooplankton metacommunity structure: regional vs. local processes in highly interconnected ponds. **Ecology**, v. 84, n. 4, p. 991-1000, 2003.
- COTTENIE, K; DE MEESTER, L. Metacommunity structure: synergy of biotic interactions as selective agents and dispersal as fuel. **Ecology**, v. 85, n. 1, p. 114-119, 2004.

- COTTENIE, K. Integrating environmental and spatial processes in ecological community dynamics. **Ecology Letters**, v. 8, n. 11, p. 1175-1182, 2005.
- DANTAS-SILVA, L. T.; DANTAS, E. W. Zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) e a eutrofização em reservatórios do nordeste brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 2, p. 53-58, 2013.
- DE BIE, T. *et al.* Body size and dispersal mode as key traits determining metacommunity structure of aquatic organisms. **Ecology Letters**, v. 15, n. 7, p. 740-747, 2012.
- DECLERCK, S. A. J. *et al.* Scale dependency of processes structuring metacommunities of cladocerans in temporary pools of High-Andes wetlands. **Ecography**, v. 34, n. 2, p. 296-305, 2011.
- DE MEESTER, L. Local genetic differentiation and adaptation in freshwater zooplankton populations: patterns and processes. **Ecoscience**, v. 3, n. 4, p. 385-399, 1996.
- DE MEESTER, L. *et al.* Ponds and pools as model systems in conservation biology, ecology and evolutionary biology. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 15, n. 6, p. 715-725, 2005.
- DIAS, J. D. *et al.* Hydrological dynamics drives zooplankton metacommunity structure in a Neotropical floodplain. **Hydrobiologia**, v. 781, n. 1, p. 109-125, 2016.
- DOLE-OLIVIER, M.-J. *et al.* The biology and ecology of lotic microcrustaceans. **Freshwater biology**, v. 44, n. 1, p. 63-91, 2000.
- ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Universa, 1997.
- ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 3º ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- FRISCH, D. *et al.* Strong spatial influence on colonization rates in a pioneer zooplankton metacommunity. **PloS One**, v. 7, n. 7, p. e 40205, 2012.
- GIANUCA, A. T. *et al.* Taxonomic, functional and phylogenetic metacommunity ecology of cladoceran zooplankton along urbanization gradients. **Ecography**, v. 41, n. 1, p. 183-194, 2018.

- GILBERT, J. J.; WILLIAMSON, C. E. Sexual dimorphism in zooplankton (Copepoda, Cladocera, and Rotifera). **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 14, n. 1, p. 1-33, 1983.
- GRAY, D. K.; ARNOTT, S. E. Does dispersal limitation impact the recovery of zooplankton communities damaged by a regional stressor?. **Ecological Applications**, v. 21, n. 4, p. 1241-1256, 2011.
- GYLLSTRÖM, M.; HANSSON, L. A. Dormancy in freshwater zooplankton: induction, termination and the importance of benthic-pelagic coupling. **Aquatic Sciences**, v. 66, n. 3, p. 274-295, 2004.
- HAIRSTON, N. G.; CÁCERES, C. E. Distribution of crustacean diapause: micro- and macroevolutionary pattern and process. **Hydrobiologia**, v. 320, n. 1-3, p. 27-44, 1996.
- HANLY, P. J.; MITTELBACH, G. G. The influence of dispersal on the realized trajectory of a pond metacommunity. **Oikos**, v. 126, n. 9, p. 1269-1280, 2017.
- HANSKI, I.; GILPIN, M. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 42, p. 3-16, 1991.
- HAVEL, J. E.; SHURIN, J. B. Mechanisms, effects, and scales of dispersal in freshwater zooplankton. **Limnology and Oceanography**, v. 49, n. 4part2, p. 1229-1238, 2004.
- HEBERT, P. D. N. Genotypic characteristics of cyclic parthenogens and their obligately asexual derivatives. In: STEARNS, S. C. **The Evolution of Sex and its consequences**. Birkhäuser, Basel, Switzerland, p. 175-195, 1987.
- HEINO, J. The importance of metacommunity ecology for environmental assessment research in the freshwater realm. **Biological Reviews**, v. 88, n. 1, p. 166-178, 2013.
- HEINO, J. *et al.* Metacommunity organisation, spatial extent and dispersal in aquatic systems: patterns, processes and prospects. **Freshwater Biology**, v. 60, n. 5, p. 845-869, 2015.
- HELMER, R. Water quality monitoring: national and international approaches. **IAHS Publications-Series of Proceedings and Reports-Intern Assoc Hydrological Sciences**, v. 219, p. 3-20, 1994.

HENRIQUES-SILVA, R.; PINEL-ALLOUL, B.; PERES-NETO, P. R. Climate, history and life-history strategies interact in explaining differential macroecological patterns in freshwater zooplankton. **Global Ecology and Biogeography**, v. 25, n. 12, p. 1454-1465, 2016.

HUTCHINSON, G.E. **A Treatise on Limnology**. Volume II. Introduction to Lake Biology and Limnoplankton. John Wiley and Sons, New York, 1967.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA .
Brasil/Bahia/Eunápolis. Disponível em: <
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/eunapolis/panorama> >. Acesso em: 05 de outubro de 2020.

JENKINS, D. G. Dispersal-limited zooplankton distribution and community composition in new ponds. **Hydrobiologia**, v. 313, n. 1, p. 15-20, 1995.

JENKINS, D. G.; BUIKEMA JR, A. L. Do similar communities develop in similar sites? A test with zooplankton structure and function. **Ecological Monographs**, v. 68, n. 3, p. 421-443, 1998.

JOKO, C. Y. **Taxonomia de rotíferos monogonontas da planície de inundação do alto rio Paraná (MS/PR)**. Tese de Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biologia, 2011.

KLEIVEN, O. T.; LARSSON, P.; HOBÆK, A. Sexual reproduction in *Daphnia magna* requires three stimuli. **OIKOS**, P. 197-206, 1992.

KOSTE, W. Rotatoria. Die Ridertiere Mitteleuropas, Begründet von Max. Voigt. Überordnung Monogononta. Gebriider Borntraeger, Berlin. **Text. U. Tafelbd**, v. 1, p. 476, 1978.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier Science. 853p, 1998.

LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E. D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. **Oecologia**, v. 129, n. 2, p. 271-280, 2001.

LEIBOLD, M. A. *et al.* The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. **Ecology letters**, v. 7, n. 7, p. 601-613, 2004.

- LEIBOLD, M. A.; NORBERG, J. Biodiversity in metacommunities: plankton as complex adaptive systems?. **Limnology and Oceanography**, v. 49, n. 4 part2, p. 1278-1289, 2004.
- LOGUE, J. B. *et al.* Empirical approaches to metacommunities: a review and comparison with theory. **Trends in ecology & evolution**, v. 26, n. 9, p. 482-491, 2011.
- LOUGHEED, V. L.; CHOW-FRASER, P. Development and use of a zooplankton index of wetland quality in the Laurentian Great Lakes basin. **Ecological Applications**, v. 12, n. 2, p. 474-486, 2002.
- MICHELS, E. *et al.* Zooplankton on the move: first results on the quantification of dispersal of zooplankton in a set of interconnected ponds. **Hydrobiologia**, v. 442, n. 1-3, p. 117-126, 2001.
- MITTWOCH, U. Parthenogenesis. **Journal of Medical Genetics**, v. 15, n. 3, p. 165, 1978.
- NOGUEIRA, M. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho–São Carlos, SP). Dinâmica das populações planctônicas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.8, n.1, p. 149-168, 1996.
- PERBICHE-NEVES, G. *et al.* Similaridade do micro-zooplâncton e relações com variáveis ambientais em um estuário subtropical. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 1, 2010.
- PERBICHE-NEVES, G. *et al.* Identification guide to some Diaptomid species (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) of “de la Plata” River Basin (South America). **ZooKeys**, n. 497, p. 1, 2015.
- PERSAUD, A. D.; WILLIAMSON, C. E. Ultraviolet and temperature effects on planktonic rotifers and crustaceans in northern temperate lakes. **Freshwater Biology**, v. 50, n. 3, p. 467-476, 2005.
- PINCEEL, T.; BRENDONCK, L.; VANSCHOENWINKEL, B. Propagule size and shape may promote local wind dispersal in freshwater zooplankton—a wind tunnel experiment. **Limnology and Oceanography**, v. 61, n. 1, p. 122-131, 2016.
- PINEL-ALLOUL, B. *et al.* Spatial and environmental components of freshwater zooplankton structure. **Ecoscience**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 1995.

- PINTO-COELHO, R. M. Métodos de coleta, preservação, contagem e determinação de biomassa em zooplâncton de águas epicontinentais. **Amostragem em Limnologia. RiMa Editora. São Carlos, SP, Brasil**, 2004.
- PUJONI, D. G. F. *et al.* Dispersal ability and niche breadth act synergistically to determine zooplankton but not phytoplankton metacommunity structure. **Journal of Plankton Research**, v. 41, n. 4, p. 479-490, 2019.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2019.
- REID, J. W. Chave de identificação para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). **Boletim de Zoologia**. 9, p.17–143.1985.
- RICKLEFS, R. E. **Economia da Natureza**. 6° ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2010.
- RSTUDIO TEAM. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA. 2016. URL <http://www.rstudio.com/>.
- SARNELLE, O.; KNAPP, R. A. Zooplankton recovery after fish removal: limitations of the egg bank. **Limnology and Oceanography**, v. 49, n. 4, part 2, p. 1382-1392, 2004.
- SARVALA, J. A parthenogenetic life cycle in a population of *Canthocamptus staphylinus* (Copepoda, Harpacticoida). **Hydrobiologia**, v. 62, n. 2, p. 113-129, 1979.
- SEGERS, H. The biogeography of littoral *Lecane Rotifera*. **Hydrobiologia**, v. 323, n. 3, p. 169-197, 1996.
- SHIEL, R. J. **A guide to the identification of rotifers, cladocerans and copepods from Australian inland waters**. Albury, N.S.W., Co-operative Research Centre for Freshwater Ecology, Murray-Darling Freshwater Research Centre: p. 144, 1995.
- SHURIN, J. B. *et al.* Local and regional zooplankton species richness: a scale-independent test for saturation. **Ecology**, v. 81, n. 11, p. 3062-3073, 2000.
- SHURIN, J. B.; COTTENIE, Karl; HILLEBRAND, Helmut. Spatial autocorrelation and dispersal limitation in freshwater organisms. **Oecologia**, v. 159, n. 1, p. 151-159, 2009.

SILVA, W. M. da. **Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) de água doce do Estado de São Paulo: taxonomia, ecologia e genética**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. 2003.

SILVA, W. M. da; MATSUMURA-TUNDISI, T. Taxonomy, ecology, and geographical distribution of the species of the genus *Thermocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo State, Brazil, with description of a new species. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 3, p. 521-531, 2005.

SOININEN, J. *et al.* Neutrality, niches, and determinants of plankton metacommunity structure across boreal wetland ponds. **Ecoscience**, v. 14, n. 2, p. 146-154, 2007.

SOININEN, J. *et al.* Disentangling the spatial patterns in community composition of prokaryotic and eukaryotic lake plankton. **Limnology and Oceanography**, v. 56, n. 2, p. 508-520, 2011.

SOININEN, J. Spatial structure in ecological communities—a quantitative analysis. **Oikos**, v. 125, n. 2, p. 160-166, 2016.

SUOMALAINEN, E. Parthenogenesis in animals. **Advances in genetics**, v. 3, p. 193-253, 1950.

SUOMALAINEN, E. Significance of parthenogenesis in the evolution of insects. **Annual Review of Entomology**, v. 7, n. 1, p. 349-366, 1962.

SOUZA-PEREIRA, P. E.; MONTEIRO CAMARGO, A. F. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplanctônica, com ênfase nos copépodes, do estuário do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, p. 9-17, 2004.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6ª edição. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

OKSANEN, J. *et al.* vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-5. 2019. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

VANDEKERKHOVE, J. *et al.* Hatching of cladoceran resting eggs: temperature and photoperiod. **Freshwater Biology**, v. 50, n. 1, p. 96-104, 2005.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, p. 489 – 570, 1993.

WINEGARDNER, A. K. *et al.* The terminology of metacommunity ecology. **Trends Ecol Evol**, v. 27, n. 5, p. 253-254, 2012.

APÊNDICE A – Lista de espécies. Taxa de zooplâncton registrados nos nas duas campanhas realizadas nos 16 pontos de coleta no extremo sul da Bahia, nos meses de abril e novembro de 2018 (x presente, - ausente).

Grupos	Espécies	1° Campanha	2° Campanha
Rotifera			
	<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)	x	-
	<i>Beauchampiella eudactylota</i> (Gosse, 1886)	-	x
	<i>Brachionus forficula</i> Wierzejski, 1891	x	x
	<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	x	x
	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	x	x
	<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773	-	x
	<i>Conochilus</i> sp.	-	x
	<i>Elosa</i> sp.	-	x
	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	x	x
	<i>Filinia</i> sp.	-	x
	<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	-	x
	<i>Gastropus hyptopus</i> (Ehrenberg, 1838)	x	-
	<i>Gastropus minor</i> (Rousselet, 1892)	-	x
	<i>Gastropus stylifer</i> Imhof, 1891	x	x
	<i>Hexarthra intermedia</i> (Wiszniewski, 1929)	x	x
	<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	x	x
	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	-	x
	<i>Keratella lenzi</i> Hauer, 1953	x	x
	<i>Lecane agilis</i> (Bryce, 1892)	-	x
	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	-	x
	<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	x	x
	<i>Lecane elsa</i> Hauer, 1931	x	x
	<i>Lecane gillardi</i> Berzinš, 1960	-	x
	<i>Lecane grandis</i> (Murray, 1913)	-	x
	<i>Lecane hastata</i> (Murray, 1913)	x	x
	<i>Lecane kluchor</i> Tarnogradski, 1930	-	x
	<i>Lecane leontina</i> (Turner, 1892)	x	x
	<i>Lecane lunaris crenata</i> (Harring, 1913)	-	x
	<i>Lecane lunaris lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	x	x
	<i>Lecane lunaris</i> var. <i>constricta</i> (Murray, 1913)	x	-
	<i>Lecane monostyla</i> (Daday, 1897)	-	x
	<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)	x	x
	<i>Lecane signifera</i> (Jennings, 1896)	-	x
	<i>Lecane</i> sp. 1	-	x
	<i>Lecane</i> sp. 2	-	x
	<i>Lecane</i> sp. 3	-	x
	<i>Lecane</i> sp. 4	-	x

<i>Lecane</i> sp. 5	-	X
<i>Lecane stichaea</i> Harring, 1913	X	-
<i>Lecane stenroosi</i> (Meissner, 1908)	-	X
<i>Lecane subtilis</i> Harring & Myers, 1926	-	X
<i>Lepadella imbricata</i> Harring, 1914	-	X
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	-	X
<i>Macrochaetus collinsii</i> (Gosse, 1867)	-	X
<i>Mytilina compressa</i> (Gosse, 1851)	-	X
<i>Mytilina macrocera</i> (Jennings, 1894)	-	X
<i>Notommata copeus</i> Ehrenberg, 1834	-	X
<i>Platyias leloupi</i> Gillard, 1957	-	X
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	-	X
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	X	X
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	X	X
<i>Proales</i> sp.	-	X
<i>Proalinopsis caudatus</i> (Collins, 1872)	-	X
<i>Ptygura libera</i> Myers, 1934	-	X
<i>Scaridium longicaudum</i> (Müller, 1786)	-	X
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	-	X
<i>Testudinella truncata</i> (Gosse, 1886)	-	X
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	X	X
<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)	-	X
<i>Trichocerca</i> sp.	X	-
<i>Trichocerca ornata</i> Myers, 1934	-	X
<i>Trichocerca relictata</i> Donner, 1950	X	-
<i>Trichocerca rosea</i> (Stenroos, 1898)	-	X
Cladocera		
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	-	X
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	X	-
<i>Alonella clathratula</i> Sars, 1896	X	X
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	X	X
<i>Anthalona verrucosa</i> (Sars, 1901)	X	X
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	X	X
<i>Bosmina tubicen</i> Brehm, 1953	X	X
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	X	X
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1885	X	X
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> P.E. Müller, 1867	X	X
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday, 1902	-	X
<i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901	X	X
<i>Chydorus nitidulus</i> (Sars, 1901)	X	-
<i>Chydorus parvireticulatus</i> Frey, 1987	X	X
<i>Coronatella rectangula</i> (Sars, 1862)	-	X
<i>Diaphanosoma brevireme</i> Sars, 1901	X	X
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1975	X	X
<i>Ephemeroporus barroisi</i> (Richard, 1894)	X	X
<i>Ephemeroporus hybridus</i> (Daday, 1905)	X	X

<i>Flavalona iheringula</i> (Kotov & Sinev, 2004)	-	X
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	X	X
<i>Karualona muelleri</i> (Richard, 1897)	-	X
<i>Latonopsis australis</i> Sars, 1888	X	X
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	X	X
<i>Macrothrix sioli</i> Smirnov, 1982	X	X
<i>Macrothrix spinosa</i> King, 1853	X	-
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	X	X
<i>Ovalona glabra</i> Sars, 1901	-	X
<i>Sarsilatona serricauda</i> Sars, 1901	-	X
<i>Simocephalus latirostris</i> Stingelin, 1906	X	X
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	-	X
Copepoda		
<i>Calanoida</i> sp.	X	-
<i>Ectocyclops herbsti</i> Dussart, 1984	X	X
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	X	X
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	-	X
<i>Mesocyclops longisetus longisetus</i> (Thiébaud, 1912)	-	X
<i>Mesocyclops meridianus</i> (Kiefer, 1926)	X	X
<i>Mesocyclops ogunnus</i> Onabamiro, 1957	X	-
<i>Metacyclus laticornis</i> (Lowndes, 1934)	X	X
<i>Microcyclus alius</i> (Kiefer, 1935)	X	X
<i>Microcyclus anceps anceps</i> (Richard, 1897)	X	X
<i>Microcyclus finitimus</i> Dussart, 1984	X	X
<i>Notodiaptomus cearensis</i> (Wright S., 1936)	X	X
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Sars G.O., 1901)	X	X
<i>Paracyclus</i> sp.	X	-
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	X	X
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowndes, 1934)	X	X
<i>Thermocyclops</i> sp. 1	X	-
<i>Thermocyclops</i> sp. 2	X	-
<i>Tropocyclops prasinus prasinus</i> (Fischer, 1860)	-	X

APÊNDICE B - Média e desvio padrão das variáveis ambientais.

PRIMEIRA CAMPANHA												
Pontos	Temp.	O.D.	pH	S.D.T.	C.E.	Sec.	Área	F.S.R	NH₄	NO₂	NO₃	Clo.
Média	27,9	3,8	6,5	68,0	137,0	51,9	34124,4	0,015	23,3	2,0	23,7	31,7
C.V. (%)	5,7	49,3	6,1	80,4	78,6	85,7	99,9	81,26	94,3	83,4	193,0	48,4
SEGUNDA CAMPANHA												
Pontos	Temp.	O.D.	pH	S.D.T.	C.E.	Sec.	Área	F.S.R	NH₄	NO₂	NO₃	Clo.
Média	27,5	6,3	6,8	98,0	153,0	78,9	34124,4	*	*	*	*	*
C.V. (%)	6,0	28,1	11,6	107,0	107,0	45,5	99,9	*	*	*	*	*

Nota: Temp. = temperatura da água (°C); O.D. = oxigênio dissolvido (mg.l⁻¹); S.D.T. = sólidos totais dissolvidos (mg.l⁻¹); C.E. = condutividade elétrica (µS.cm⁻¹); Sec. = Disco de Secchi (cm); Área (m²); F.S.R = fósforo reativo solúvel (mg.l⁻¹); NH₄ = amônia (mg.l⁻¹); NO₂ = Nitrato (mg.l⁻¹); NO₃ = Nitrato (mg.l⁻¹); Clo. = Clorofila-*a* (mg.l⁻¹); C.V. = Coeficiente de variação. * variáveis não mensuradas.