



Universidade de Brasília – UnB
Faculdade UnB de Planaltina – FUP

ANA CAROLINE DE ALCÂNTARA MISSIAS

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA
COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA NO
RESERVATÓRIO HIDRELÉTRICO DA SERRA DA
MESA, GOIÁS, BRASIL.

Planaltina-DF

2013

ANA CAROLINE DE ALCÂNCATARA MISSIAS
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA
COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA NO
RESERVATÓRIO HIDRELÉTRICO DA SERRA DA
MESA, GOIÁS, BRASIL.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso
de Gestão Ambiental, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ludgero Cardoso Galli Vieira

Planaltina-DF

2013

FICHA CARTOGRÁFICA

Alcântara Missias, Ana Caroline

Distribuição Espacial e Temporal da Comunidade Zooplanctônica no Reservatório Hidrelétrico da Serra da Mesa, Goiás, Brasil. / Ana Caroline de Alcântara Missias. Planaltina – DF, 2013. 29 f.

Monografia- Faculdade UnB de Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof.Dr.Ludgero Cardoso Galli Vieira

1. Biomonitoramento 2. Concordância 3. Resolução Taxonômica 4. Resolução Numérica
I.Missias, Ana Caroline II. Distribuição Espacial e Temporal da Comunidade Zooplanctônica no Reservatório Hidrelétrico da Serra da Mesa, Goiás, Brasil.

ANA CAROLINE DE ALCÂNTARA MISSIAS

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA
NO RESERVATÓRIO HIDRELÉTRICO DA SERRA DA MESA, GOIÁS, BRASIL.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Gestão Ambiental da Faculdade UnB de Planaltina, como
requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão
Ambiental.

Planaltina-DF, 06 de dezembro de 2013

Resultado: APROVADA

BANCA EXAMINADORA

Prof.Dr.Ludgero Cardoso Galli Vieira

Prof^a. Dra. Flávia Nogueira de Sá

MSc. Cleber Kraus Nunes

“Race

Life's a race

I'm gonna win

Yes, I'm gonna win

I'll light the fuse

And I'll never lose

And I choose to survive

Whatever it takes.”

(Muse – Survival)

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, essa força maior que fez com que eu me sentisse segura e completa a cada dificuldade e desespero. Sem ele eu provavelmente não estaria aonde cheguei hoje. Obrigada senhor por todas as bênçãos!

A minha **FAMÍLIA**. Pai, obrigada por nunca deixar de acreditar na minha capacidade, seu apoio, companheirismo, amizade foram essenciais para minha formação intelectual e pessoal. Mãe, é totalmente admirável sua vontade de fazer com que as coisas fiquem boas sempre, tenho muito orgulho da sua força pra seguir em frente diante das dificuldades, foram dias difíceis, mas a tempestade passou, obrigada! Aliny, Any Vitória e Ana Júlia, vocês são as irmãs mais perfeitas, minhas princesas, me ensinaram que a vida deve ser levada com inocência e sorrisos. Família, essa vitória é **NOSSA**, conseguimos!

Ao meu **AMOR**. Namorado-conselheiro-amigo-orientador... Enfim, são imensuráveis os adjetivos para você, infelizmente não consigo expressar em palavras, atitudes ou gestos o quanto sou grata pela sua presença em minha vida. Você foi a peça essencial nesse meu quebra cabeça acadêmico. Foram os melhores quatro anos, obrigada por puxar minha orelha nos meus momentos de fraqueza e nunca me fazer desistir, pelas incontáveis ajudas e por sempre fazer com que eu confiasse no meu potencial. Eu te Amo!

Ao meu **ORIENTADOR**. Prof.Dr. Ludgero, serei eternamente grata, obrigada por todo conhecimento que adquiri por meios dos projetos de extensão e até mesmo das conversas informais que tivemos. Pode ter certeza, minha mente e meu coração se abriram significativamente para a ciência, já não sou mais a mesma. Obrigada pela força, pela enorme atenção e pela preocupação com meu futuro acadêmico!

Aos meus **AVÓS**. Minhas pontes inabaláveis, obrigada pelo conforto proporcionado, pelos melhores almoços (risos) e pelo imenso carinho. Sei o quanto lutaram para ver seus filhos, netos e bisnetos aonde estão agora. Eternos guerreiros!

A **TURMA TRÊS DE GESTÃO AMBIENTAL**. Nunca me esquecerei de vocês, foram longas batalhas, e enfim, conseguimos! A gestão ambiental implantou em nossos corações sentimentos inigualáveis. Sucesso para todos nós!

Ao Pessoal do **LABORATÓRIO DE MICROSCOPIA**. Juliana, Leonardo, Carla, Cleber... Só nós sabemos o quanto foi difícil aprender a trabalhar com os nossos

“bichinhos”, cada dificuldade foi um aprendizado. Desejo um futuro brilhante para todos, estão no meu coração!

A **FACULDADE UNB DE PLANALTINA**. A todos os funcionários, da limpeza à direção, obrigada pelo crescimento, pelos ensinamentos, obrigada por lutarem por uma educação de qualidade. Em especial aos excelentes professores que tive a oportunidade de conhecer, sou grata por tudo que aprendi!

A **ASSISTÊNCIA ESTUDANTIL** da Faculdade UnB de Planaltina pelo concedimento das bolsas durante esses últimos 03 anos.

Ao **Dr. LEO CAETANO** por gentilmente conceder as amostras de zooplâncton.

Meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação acadêmica, prometo saber lidar com sabedoria e discernimento cumprindo de forma correta e ética tudo que aprendi nesses 04 anos. Obrigada!

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Pontos de amostragem no reservatório de Serra da Mesa - GO	15
Figura 2. Riqueza de espécies e densidade de indivíduos por campanha de amostragem.....	17
Figura 3. Riqueza de espécies e densidade de indivíduos (raiz quadrada)por ponto de amostragem.	18

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Média e desvio padrão (DP) das espécies zooplanctônicas por campanha de amostragem no reservatório de Serra da Mesa-GO.	19
Tabela 2. Concordância entre os grupos zooplanctônicos.....	21
Tabela 3. Resultados da resolução numérica (Dens = densidade, PA = presença/ausência de espécies) e taxonômica (Sp = espécies, Gn = gêneros, Fa = família).	22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1. ÁREA DE ESTUDO	14
2.2. COLETA DE DADOS	14
2.3. AMOSTRAGEM DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA	15
2.4. ANÁLISE DOS DADOS	16
3. RESULTADOS.....	16
4. DISCUSSÃO	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ELABORADO E FORMATADO CONFORME AS NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA *ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT*.

DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.SPRINGER.COM/ENVIRONMENT/MONITORING+-ENVIRONMENTAL+ANALYSIS/JOURNAL/10661](http://www.springer.com/environment/monitoring+-environmental+analysis/journal/10661)>

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA NO RESERVATÓRIO HIDRELÉTRICO DA SERRA DA MESA, GOIÁS, BRASIL

ANA CAROLINE DE ALCÂNTARA MISSIAS¹, LEONARDO FERNANDES GOMES¹, LEO CAETANO FERNANDES DA SILVA², RONALDO ANGELINI³, LUDGERO CARDOSO GALLI VIEIRA¹

¹ Faculdade UnB de Planaltina, Área Universitária 1, Vila Nossa Senhora de Fátima, 73.345-010 – Planaltina – DF

² IBAMA/GO, rua 229, nº 95, Setor Leste Universitário, Goiânia – GO, Brasil.

³ Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, RN, Brasil

*Autor para correspondência: ninee.alcantara@gmail.com

RESUMO

O presente estudo avalia a utilização de grupos substitutos e menores resoluções taxonômicas e numéricas dentro da comunidade zooplanctônica no Reservatório Hidrelétrico da Serra da Mesa. Eficientes programas de biomonitoramento demandam alto custo e profissionais especializados, a fim de contribuir para o conhecimento a respeito do uso do monitoramento ambiental em ambientes aquáticos e de atenuar a carência financeira, de tempo e especialistas para as diferentes comunidades biológicas, o presente estudo analisou a distribuição espacial e temporal da comunidade zooplanctônica em Lagos da Usina Hidrelétrica da Serra da Mesa, localizada no Estado de Goiás, Brasil, com o intuito de avaliar a concordância entre os três grupos zooplanctônicos (Cládocera, Rotíferos e Copépodes) e prever o uso desses como substitutos, “surrogates” para uma avaliação completa da biodiversidade em programas de biomonitoramento, verificando se suportam a utilização de resoluções taxonômicas e numéricas. As coletas foram realizadas entre agosto de 2009 a dezembro de 2010, tendo as seguintes questões levantadas: (i) os padrões de ordenação espacial e/ou temporal gerados entre cada grupo zooplanctônico são concordantes? (ii) A identificação dos organismos ao nível de espécie pode ser substituído por identificações a nível de gênero ou família? (iii) os padrões de ordenação são mantidos utilizando dados de abundância e de presença/ausência de espécies? Foram utilizados testes de Mantel para

avaliar os níveis de concordância e de resoluções numéricas e taxonômicas; os índices de Bray-Curtis para dados de abundância; e Jaccard para dados de presença/ausência de espécies, utilizando o programa estatístico *R* em todas as análises. Os valores para grupos substitutos e resolução numéricas foram baixos, apesar de alguns significativos. Por outro lado, nossos resultados suportam o uso de menores resoluções taxonômicas na presente área de estudo, sendo possível portanto, reduzir os níveis de espécies para gênero e/ou família.

Palavras-chave: Biomonitoramento, Concordância, Resolução Numérica, Resolução Taxonômica.

ABSTRACT

This study evaluates the use of substitute groups and smaller taxonomic and numerical resolutions within the zooplankton community in Hydroelectric Reservoir Serra da Mesa. Efficient biomonitoring programs require expensive and specialized professionals in order to contribute to knowledge about the use of environmental monitoring in aquatic environments and mitigate the financial need of time and expertise for the different biological communities, the present study analyzed the distribution spatial and temporal variability of zooplankton community in Lagos Power Plant Serra da Mesa, located in the state of Goiás, Brazil, in order to evaluate the agreement between the three zooplankton groups (Cladocera, Copepods and Rotifers) and predict the use of these as replacements "surrogates" for a complete assessment of biodiversity in biomonitoring programs, verifying that support the use of taxonomic and numerical resolutions. Sampling was conducted between August 2009 and December 2010, and raised the following issues : (i) the spatial and / or temporal generated between each zooplankton group are consistent ordering ? (ii) identification of organisms to species level identifications can be replaced by the level of genus or family? (iii) ordination standards are maintained using abundance data and presence / absence of species? Mantel tests were used to assess the levels of agreement and taxonomic and numerical resolutions, the Bray-Curtis index for abundance data, and Jaccard for presence / absence of species using the R statistical software for all analyzes. The values for replacements and numeric groups were low resolution in spite of some significant. Moreover, our results support the use of lower taxonomic resolutions in this area of study, and can therefore reduce the levels of species to genus and / or family.

Keywords: Biomonitoring, Concordance, Numerical Resolution, Taxonomic Resolution.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento de áreas impactadas pelas atividades antrópicas, que influenciam direta e indiretamente todo o funcionamento dos ecossistemas terrestres e aquáticos, o monitoramento ambiental torna-se uma prática cada vez mais frequente e importante, com o intuito de avaliar o nível de degradação desses ambientes, analisando tendências, riscos, fatores de interferência, dentre outros (Cairns Jr et al. 1993). Eficientes programas de monitoramento ambiental devem utilizar além das informações físicas e químicas do ambiente, informações relacionadas à estrutura espacial e temporal das diversas comunidades biológicas que ocorrem na área estudada (Buss et al. 2003; Siqueira and de Oliveira Roque 2010).

O uso de repostas biológicas é, muitas vezes, comparada a um filme longa metragem, onde é possível obter informações sobre impactos que ocorreram ou estão ocorrendo na área de estudo, podendo também estimar determinadas tendências para a biodiversidade local. Por outro lado, o uso das análises químicas e físicas mais se assemelham, de forma metafórica, a uma fotografia da área de estudo, onde há um registro apenas restrito à situação no decorrente momento da coleta, necessitando de várias análises e estudos para um eficiente monitoramento (Metcalfé 1989). Portanto, biomonitoramento pode ser definido como o uso sistemático das respostas das comunidades bióticas para avaliação da qualidade ambiental em um determinado ecossistema (Buss et al. 2003; Matthews et al. 1982).

Os impactos ambientais são mais rápidos do que nossa capacidade de adquirir um abrangente conhecimento a respeito da biodiversidade e suas formas de conservação (Bini et al. 2007; Martinelli et al. 2010; Landeiro et al. 2012). Dificilmente um estudo de impacto e/ou monitoramento ambiental conseguirá identificar toda a biota de uma determinada área de interesse dentro dos prazos e orçamentos estabelecidos. Mesmo considerando um cenário com orçamento e tempo mais extenso, a ausência de taxonomistas competentes para os diferentes grupos de organismos pode limitar o estudo (Hopkins 2002).

Uma maneira de atenuar a carência financeira, de tempo e especialistas para as diferentes comunidades biológicas é a utilização de grupos indicadores (Mandelik et al. 2010; Paavola et al. 2003). Algumas características básicas são necessárias para definir um bom grupo indicador, dentre elas, apresentar uma taxonomia e ecologia bem compreendidas, ser facilmente monitorado e apresentar fortes relações com outros grupos de interesse (Heino 2010).

Os estudos de ecossistemas aquáticos buscam avaliar as respostas de diferentes assembleias, principalmente de peixes, macroinvertebrados bentônicos, zooplâncton, macrófitas e fitoplâncton. Assim, se o padrão de diversidade beta ou da estrutura da comunidade for significativamente concordante e elevado entre pelo menos dois dos grupos acima citados, forneceria uma possibilidade de simplificar um programa de biomonitoramento nesta localidade (Landeiro et al. 2012; Johnson and Hering 2010). Outras possibilidades de simplificação destes programas estaria na utilização de níveis taxonômicos superiores no processo de identificação dos organismos, tais como a utilização de dados ao nível de família ou gênero ao invés de espécies (resolução taxonômica) ou utilizar dados de ocorrência de espécies ao invés de densidades de organismos (resoluções numéricas). Assim, estudos que utilizam a concordância ambiental podem ser usados para avaliar os padrões biológicos como medida de respostas às mudanças ambientais (Cameron et al. 2008). Em caso de concordância entre as diferentes resoluções ou esquemas de classificação, a simplificação do processamento da amostra pode ser sugerida (Carneiro et al. 2010).

Reduções de níveis nos processos de classificação e nos processamentos das amostras podem ser consideradas de importante valia em países tropicais e subtropicais. Devido sua alta riqueza de espécies, eles exigem uma demanda grande de recursos financeiros e tempo para apurar todas as espécies presentes nas amostragens (Villasenor et al. 2005).

Considerando mais especificamente os ambientes aquáticos continentais, a comunidade zooplanctônica, é composta principalmente por quatro grupos (Cladóceros, Copépodes, Rotíferos e Tecamebas), sendo uma importante ferramenta em programas de monitoramento ambiental, pois apresentam um papel fundamental na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia das cadeias tróficas, além de responderem rapidamente às alterações físico-químicas e biológicas do corpo hídrico (Oberhaus et al. 2007; Gagneten and Paggi 2009; Vieira et al. 2011). Apesar de sua importância, a identificação taxonômica de todos os grupos zooplanctônicos ao nível de espécie pode ser laboriosa e demorada, demandando frequentemente a ajuda de especialistas em cada grupo.

O presente trabalho avalia o nível de concordância da distribuição espacial e temporal de três grupos componentes da comunidade zooplanctônica (Cladóceros, Copépodes e Rotíferos) no reservatório hídrico da Serra da Mesa – GO. Assim, as seguintes questões são levantadas: (i) os padrões de ordenação espacial e/ou temporal gerados com cada grupo zooplanctônico são concordantes? (ii) a identificação dos organismos ao nível de espécie pode ser substituído

por identificações a nível de gênero e/ou família? (iii) os padrões de ordenação são mantidos utilizando dados de abundância e de presença/ausência de espécies?

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

Em 1996 foi inserida no município de Minaçu-GO a barragem da Usina Hidrelétrica da Serra da Mesa-GO, que é, no Brasil, a maior em questão de volume de água (54,4 bilhões m³) e a quinta maior área alagada, 1.784 km² (De Filippo et al. 1999). O nível máximo de armazenamento do reservatório corresponde a 460 metros, seu nível máximo de cheia 461,50 metros, operando com nível mínimo de 417,30 metros, volume total 54,4 bilhões m³ e volume útil 43,25 km³ (Furnas 2013). A criação do reservatório ocorreu por meio do represamento do Rio Tocantins na sua porção mais à montante, em outubro de 1996, porém seu enchimento total foi concluído apenas em janeiro de 1998 (Lins 2013).

O Reservatório da Serra da Mesa está localizado ao norte do Estado de Goiás, inserido na região hidrográfica Tocantins-Araguaia, sua principal bacia de drenagem, com 767.000 km² (Nabout et al. 2006). Envolve oito municípios: Barro Alto, Campinaçu, Campinorte, Minaçu, Colinas do Sul, Niquelândia, Santa Rita do Novo Destino e Uruaçu. Os seus quatro principais afluentes são: Rio Tocantinzinho, Rio Bagagem, Rio das Almas e Rio Maranhão (Andrade 2002). O clima correspondente é o tropical chuvoso, com períodos secos e temperatura média de 20°C (Aw de Köppen). Normalmente, o mês de março corresponde ao período chuvoso nessa região, os meses de julho, agosto e setembro correspondem à seca, sendo que em novembro iniciam-se as chuvas.

2.2. COLETA DE DADOS

Um total de 28 amostras foram coletadas referentes aos meses de agosto/2009 (cinco amostras, pontos 1, 2, 3, 5 e 6), novembro/2009 (6 amostras, pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6), março/2010 (7 amostras, pontos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7), setembro/2010 (6 amostras, pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6) e novembro/2010 (4 amostras, pontos 2, 3, 5 e 6) (Figura 1). Os períodos

apresentaram diferenças na quantidade de unidades amostrais por questões relacionadas a adequações temporais e logísticas nos períodos de coleta.

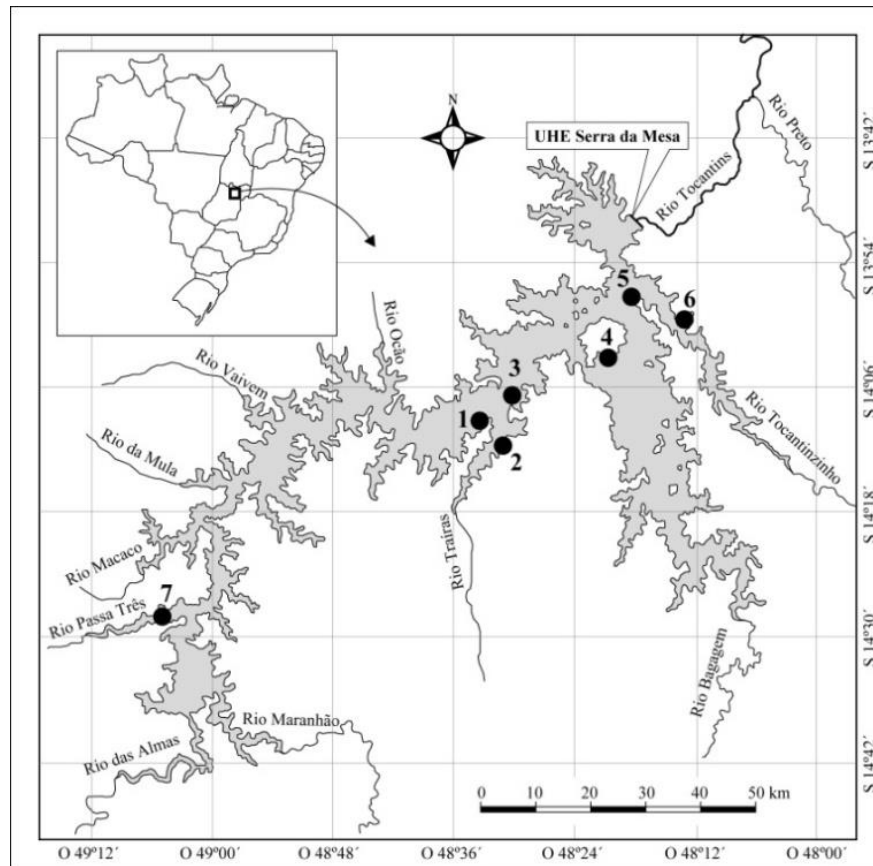


Figura 1. Pontos de amostragem no reservatório de Serra da Mesa - GO

2.3. AMOSTRAGEM DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

As amostras foram coletadas com auxílio de uma moto-bomba, sendo filtrados um total de 1.000 litros de água por amostra em uma rede de plâncton de 68 μm de abertura de malha. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixado em solução de formaldeído a 10%.

As amostras foram concentradas em um volume de 100 ml, e as contagens quantitativas realizadas a partir de 5 sub-amostras, de 2 ml cada, correspondendo a 10% do volume total tomadas com pipeta do tipo Hensen-Stempel, após isso, analisadas por meio de microscópio óptico. A abundância foi determinada a partir da contagem das amostras em câmaras de Sedwigck-Rafter, sob microscópio óptico. Após as contagens das sub-amostras, foram realizadas análises qualitativas, na qual novamente sub-amostras foram obtidas até que nenhuma nova espécie fosse encontrada. A densidade final foi expressa em indivíduos. m^{-3} .

2.4. ANÁLISE DOS DADOS

Para construção das matrizes de distância foram utilizados os índices de Bray-Curtis para dados de abundância e de Jaccard para dados de presença/ausência de espécies. Testes de Mantel foram realizados para avaliar os níveis de concordância e de resoluções numéricas e taxonômicas por meio das matrizes de distância (Legendre and Legendre 2012). Este teste calcula a correlação entre duas matrizes de distância e a significância da estatística de Mantel (r) é calculada por meio de aleatorizações, neste caso, 999.

Todas as análises foram realizadas no Programa R (Team 2013), por meio do pacote vegan (Oksanen et al. 2013). Para a identificação dos gupos zooplânctônicos (Cladóceros, Copépodes e Rotíferos) foram utilizadas chaves de identificação referente a cada um.

3. RESULTADOS

Um total de 45 espécies de organismos zooplânctônicos foram amostrados ao longo das cinco campanhas no reservatório, sendo 27 de Rotíferos, 12 de Cladóceros e 06 taxa de Copépodes, visto que não foram identificados à nível de espécie--incluído suas formas larvais e juvenis (Tabela 1). Em relação à densidade, foram amostrados 354.320 indivíduos (expressos em indivíduos/m⁻³), sendo 210.359 de Rotíferos, 97.289 de Copépodes e 46.672 de Cladóceros, compreendendo respectivamente (59,4, 27,4 e 13,2%) de todas as ocorrências (Tabela 1).

Em todas as campanhas os rotíferos apresentaram maior riqueza de espécies. Consequente, nos dados referentes à densidade em Ago/09 e Nov/09 os rotíferos apresentaram maior número em todas as campanhas de amostragem, nos demais pontos, os Cladóceros apresentaram maioria (Figura 2).

Ago/09 foi o período que apresentou maior riqueza de espécies, sendo os Rotíferos o grupo dominante em todas as amostragens desse período. A maior densidade foi encontrada no período de Nov/09, os rotíferos apresentaram dominância nos pontos 1,2 e 3, e os pontos 4,5 e 6 ficaram equilibrados com os Cladóceros (Figuras 2 e 3).

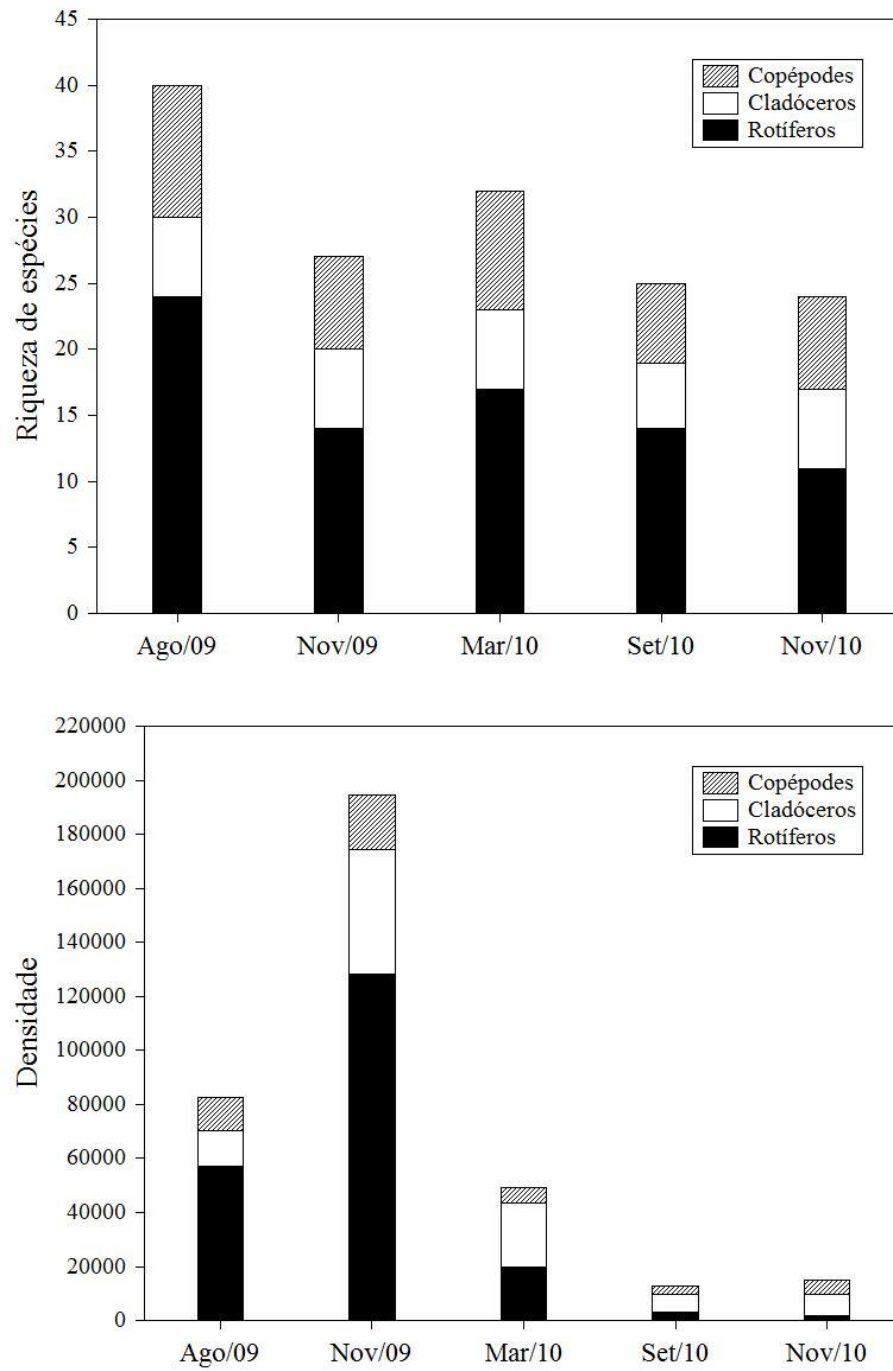


Figura 2. Riqueza de espécies e densidade de indivíduos por campanha de amostragem.

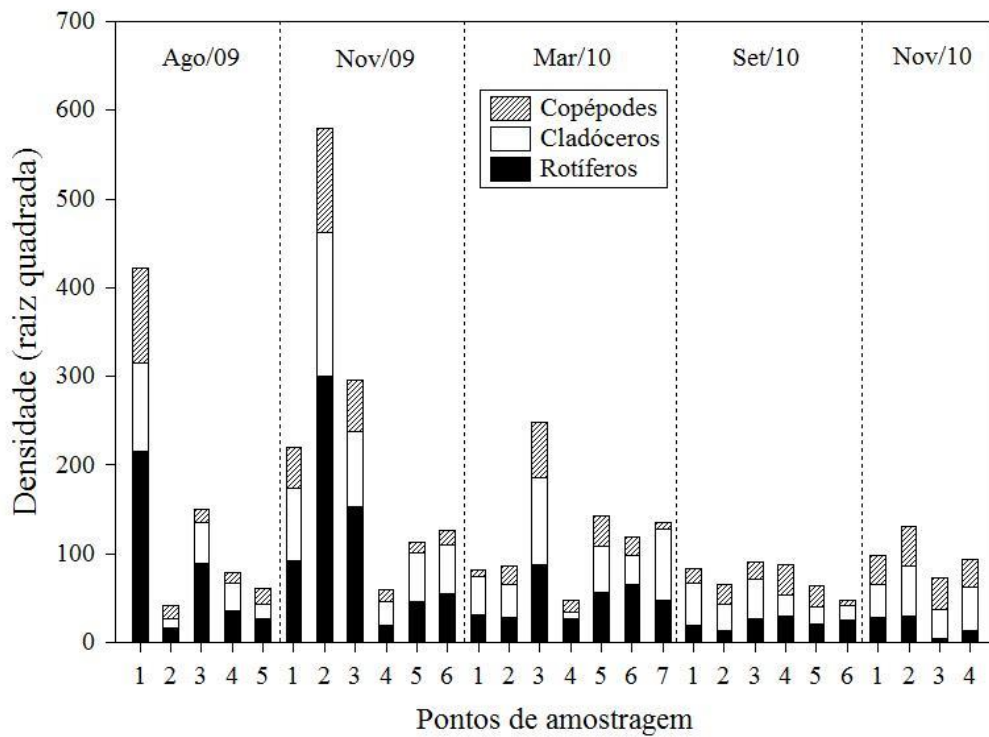
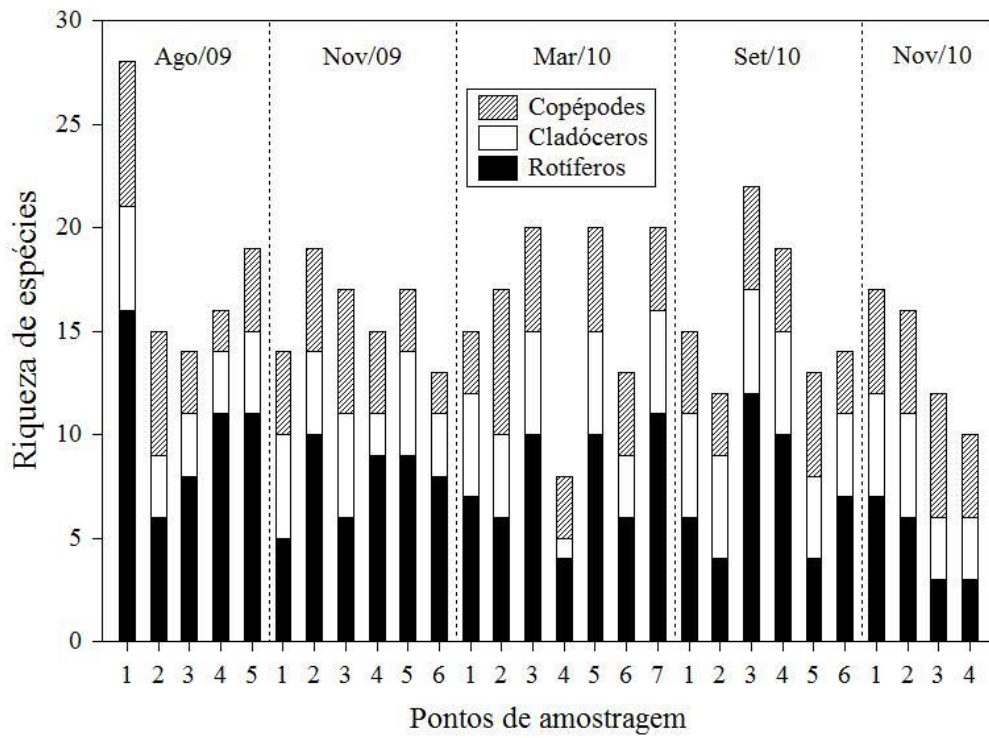


Figura 3. Riqueza de espécies e densidade de indivíduos (raiz quadrada) por ponto de amostragem.

Tabela 1. Média e desvio padrão (DP) das espécies zooplancônicas por campanha de amostragem no reservatório de Serra da Mesa-GO.

Família	Espécies	Ago/09		Nov/09		Mar/10		Set/10		Nov/10	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Cladóceros											
Bosminidae	<i>Bosmina hagemanni</i>	1006,2	2121,3	810,7	1108,7	197,9	298,2	139,1	122,6	397,9	235,4
	<i>Bosmina tubicen</i>	26,2	34,4	100,0	221,0	160,0	230,3	191,7	277,6	82,5	95,3
	<i>Bosminopsis deitersi</i>	1385,3	2915,4	1734,4	3664,9	179,7	192,2	74,7	68,4	579,6	455,9
Chydoridae	<i>Alona poppei</i>	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Alona</i> sp.	0,0	0,0	66,7	163,3	0,9	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Chydorus</i> sp.	1,6	3,6	0,0	0,0	3,6	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Pleuroxus</i> sp.	0,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	11,5
Daphniidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	11,9	15,4	172,4	374,9	300,7	695,4	37,5	47,7	136,2	152,7
	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	5,8	13,0	83,3	204,1	2,4	6,3	0,0	0,0	90,4	151,3
	<i>Simocephalus</i> sp.	24,5	54,8	0,0	0,0	0,7	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Moinidae	<i>Moina minuta</i>	5,8	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	13,6	0,0	0,0
Sididae	<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	0,0	0,0	362,5	709,2	30,6	55,7	38,6	39,2	31,1	47,2
Copépodes											
Cyclopidae	Copepodito	370,3	326,9	2934,7	4241,6	1626,2	2214,6	577,8	544,0	1103,3	523,6
	Nauplius	2148,3	3616,9	3911,1	4043,0	1536,9	1786,1	314,4	236,0	792,1	410,2
	<i>Thermocyclops</i> sp.	0,8	1,3	2,5	3,5	1,7	2,1	1,2	1,2	1,8	1,7
Diaptomidae	Copepodito	132,5	262,1	605,6	834,6	82,6	67,0	59,2	42,7	66,3	73,9
	Nauplius	8,9	18,3	288,9	308,3	79,8	64,7	102,1	140,6	12,1	15,8
	<i>Notodiaptomus</i> sp.	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4	0,5	0,0	0,0	0,5	1,0
Rotíferos											
Brachionidae	<i>Anuraeopsis coelata</i>	90,0	201,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Brachionus dolabratus</i>	30,0	67,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Brachionus falcatus</i>	0,6	0,9	140,3	323,6	32,3	58,9	8,3	13,9	23,3	44,5

Família	Espécies	Ago/09		Nov/09		Mar/10		Set/10		Nov/10	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	<i>Keratella americana</i>	856,2	1786,8	411,4	349,9	94,3	165,1	43,9	47,9	53,3	85,9
	<i>Keratella cochlearis</i>	8053,3	13958,3	19591,7	33434,1	2296,4	2144,4	218,1	150,2	318,3	359,0
	<i>Keratella Lenzi</i>	678,7	1382,6	471,3	719,4	99,1	183,4	43,2	42,8	0,5	1,0
	<i>Keratella tropica</i>	0,0	0,0	50,3	122,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	7,5
	<i>Plationus patulus patulus</i>	7,2	11,0	122,4	179,3	56,2	50,7	71,1	83,6	33,8	67,5
	<i>Platyias quadricornis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Filinidae	<i>Filinia longiseta</i>	30,0	67,1	0,2	0,4	21,4	56,7	2,8	6,8	8,3	16,7
Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	30,0	67,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Lecane cornuta</i>	30,0	67,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Lecane haliclysta</i>	15,0	22,4	8,3	20,4	2,5	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Lecane hornemanni</i>	11,7	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Lecane luna</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	6,3	13,9	26,7	0,3	0,5
	<i>Lecane lunaris</i>	30,0	67,1	0,0	0,0	0,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Lecane proiecta</i>	2,8	3,9	0,7	1,6	18,3	31,1	25,0	29,3	5,8	11,7
	<i>Lecane signifera</i>	48,5	76,3	2,9	6,7	0,0	0,0	5,6	13,6	0,0	0,0
	<i>Lecane sp.</i>	5,4	11,0	11,4	23,2	40,1	83,5	17,0	25,6	27,0	52,0
Lepadellidae	<i>Lepadella sp.</i>	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Philodinidae	Bdelloidea	1047,8	1625,8	436,1	277,5	178,2	272,3	73,8	57,1	0,8	1,0
Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>	30,0	67,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>	5,2	11,1	0,0	0,0	3,6	9,4	10,8	20,1	0,0	0,0
Trichocercidae	<i>Trichocerca bicristata</i>	257,3	446,4	102,9	243,6	10,7	19,7	18,9	33,8	0,0	0,0
	<i>Trichocerca cylindrica</i>	120,0	268,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Trichocerca iernis</i>	15,0	33,5	1,4	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trichotridae	<i>Macrochaetus sp.</i>	5,0	11,2	0,0	0,0	0,1	0,4	2,8	6,8	0,0	0,0

Copépodes e Rotíferos apresentaram padrões de distribuição espacial concordantes nas campanhas de ago/09, nov/09 e set/10 (Tabela 2). Os valores observados são medianos (0,64 em ago/09 e 0,55 em set/10), com exceção da campanha de Nov/09, cujo valor de concordância foi de 0,88,. Nesse contexto, apesar de alguns grupos apresentarem concordância, essas correlações foram baixas para predizer que esses podem ser utilizados para substituir uma avaliação completa.

Tabela 2. Concordância entre os grupos zooplanctônicos.

Campanhas	Grupos	r	P
Ago/09	Cladóceros x Copépodes	0,35	0,188
	Cladóceros x Rotíferos	0,48	0,143
	Copépodes x Rotíferos	0,64	0,031
Nov/09	Cladóceros x Copépodes	0,17	0,239
	Cladóceros x Rotíferos	0,30	0,145
	Copépodes x Rotíferos	0,88	0,004
Mar/10	Cladóceros x Copépodes	-0,29	0,801
	Cladóceros x Rotíferos	0,19	0,201
	Copépodes x Rotíferos	0,20	0,179
Set/10	Cladóceros x Copépodes	0,07	0,331
	Cladóceros x Rotíferos	-0,31	0,813
	Copépodes x Rotíferos	0,55	0,036
Nov/10	Cladóceros x Copépodes	-0,83	0,948
	Cladóceros x Rotíferos	-0,41	0,787
	Copépodes x Rotíferos	0,38	0,116

A avaliação da resolução numérica evidencia concordância mediana para todos os grupos em Nov/09 e para Copépodes em mar/10 (Tabela 3). Por outro lado, a resolução taxonômica mostrou que as reduções a níveis de gênero e/ou família apresentaram significativa concordância para todos os grupos em Ago/09, Nov/09, Mar/10, Set/10 e Nov/10, com exceção dos Copépodes que não foram inseridos nesta análise por apresentarem apenas duas espécies e dois gêneros, não gerando resultados expressivos para o cálculo das resoluções. Por fim, os resultados sugerem que os padrões de ordenação espacial e temporal estão sendo mantidos tanto utilizando informações em nível de gênero quanto de espécies.

Tabela 3. Resultados da resolução numérica (Dens = densidade, PA = presença/ausência de espécies) e taxonômica (Sp = espécies, Gn = gêneros, Fa = família).

Campanhas	Grupos	Dens x PA		Sp x Gn		Sp x Fa	
		R	P	R	P	r	P
Ago/09	Cladóceros	0,67	0,091	0,99	0,013	0,94	0,034
	Copépodes	0,02	0,456	-	-	-	-
	Rotíferos	0,33	0,153	0,99	0,015	0,99	0,012
Nov/09	Cladóceros	0,52	0,031	0,97	0,001	0,69	0,001
	Copépodes	0,69	0,008	-	-	-	-
	Rotíferos	0,47	0,033	0,99	0,001	0,99	0,002
Mar/10	Cladóceros	0,42	0,101	0,95	0,001	0,77	0,001
	Copépodes	0,74	0,046	-	-	-	-
	Rotíferos	0,13	0,282	0,99	0,001	0,98	0,001
Set/10	Cladóceros	0,57	0,016	0,99	0,002	0,96	0,004
	Copépodes	0,44	0,137	-	-	-	-
	Rotíferos	0,26	0,149	0,96	0,003	0,39	0,094
Nov/10	Cladóceros	0,28	0,255	0,89	0,091	0,36	0,288
	Copépodes	-0,02	0,583	-	-	-	-
	Rotíferos	0,25	0,212	0,94	0,222	0,82	0,211

4. DISCUSSÃO

Trabalhos indicam que a concordância entre os organismos dependem da localização geográfica (Cabeza et al. 2008) da extensão espacial (McKnight et al. 2007) e do grupo taxonômico estudado. Nossos estudos demonstram que não é aconselhável a substituição de um grupo zooplantônico por outro, devido aos resultados concordantes não se repetirem ao longo dos pontos e, além disso, devido os valores serem medianos quando significativos. Bessa et al. (2011) também apresentaram resultados semelhantes ao avaliarem a concordância entre três grupos zooplantônicos e não indicaram a utilização de *surrogates* devido à baixa predição que esses organismos apresentaram durante os pontos amostrados.

Apenas Copépodes e rotíferos apresentaram padrões concordantes ao longo dos pontos-- isto é, em três das cinco campanhas -- mas com apenas uma campanha apresentando valor de *r* acima de 0,7 (Nov/09). O grupo dos Rotíferos por apresentar taxas significativas de crescimento populacional dentro da comunidade zooplantônica, é considerado expressivo para o fluxo de energia dos ambientes aquáticos e na ciclagem de nutrientes (Lopes et al. 1997), o que justifica as grandes densidades e riquezas encontradas nos períodos de amostragem. Além disso, (Bini et al. 2007) e (Soininen et al. 2007) sugeriram que diferentes

grupos de pequenos organismos podem apresentar fraca concordância devido à falta de relação consistente entre graus de relação temporal e a extensão espacial, gerando dúvidas sobre a utilidade dessa abordagem de substituição para aperfeiçoar programas de biomonitoramento.

Diante desses resultados, entende-se que não foi viável indicar a utilização desses grupos taxonômicos utilizando os dados de concordância para a constatação de impactos nesse ecossistema aquático, não sendo possível, portanto, eliminar grupos para efetuar as análises de distribuição espaço-temporal, sendo assim todos os grupo sem estudo são de grande relevância para o monitoramento biológico da área. Heino (2010) propõe que para considerar concordância significativa entre os organismos o r deverá ser superior a 0,7 para ser útil em pesquisas de biomonitoramento que envolvem o planejamento de conservação da biodiversidade. O baixo grau de concordância na riqueza de espécies, encontrado nos resultados, pode ser explicado pelas respostas diferenciais que cada grupo está gerando ao longo dos pontos. Diante desses resultados com baixas concordâncias, entende-se que não foi possível indicar a viabilidade da utilização desses grupos utilizando os dados de concordância, portanto, eliminar grupos para efetuar as análises de distribuição espaço-temporal é uma abordagem insegura para a área em questão. Sendo assim, todos os grupos da comunidade zooplanctônica aqui estudados possuem relevância para esse ecossistema.

Além de análises de concordância entre comunidades, vários estudos estão focados em como os padrões de biodiversidade podem ser reproduzidos por meio dos efeitos das resoluções taxonômicas e numéricas (Landeiro et al. 2012; Carneiro et al. 2010; Bertrand et al. 2006). Para o reservatório estudado, a utilização da suficiência taxonômica, reduz as identificações a nível de gênero e família, tornando-se possível reduzir custos e aumentar a rapidez nas contagens. Visto que os resultados corroboram tais afirmações, Khan (2006) concluiu que esse tipo de redução é possível e aceitável, quando não existem significativas perdas de informações. Para Sánchez-Moyano et al. (2006) e Heino and Soininen (2007) a identificação a nível de gênero requer menos trabalho aos taxonomistas, podendo ser mais confiável, fazendo com que os custos dos programas de monitoramento sejam menores e o processo menos demorado. Esse estudo vai ao encontro de outros (Melo 2005; Anderson et al. 2005), ao demonstrar que o uso de baixas resoluções taxonômicas pode ser confiável sem que exista perda de informação nos pontos amostrados.

Os dados da resolução numérica não apresentaram congruência, não sendo aconselhável a substituição de dados referentes à presença e ausência de espécies em lugar à densidade das

mesmas, pois os resultados apresentaram baixa significância ($<0,05$), portanto, os padrões de ordenação espacial e temporal não foram mantidos quando foram sugeridas utilização de informações a nível de presença/ausência de espécies, indicando que eles estão sendo insuficientes para gerar os mesmos padrões estabelecidos pelos dados de presença/ausência de espécies, demonstrando que eles não podem depender da resolução numérica para prever esses dados.

Analisando os resultados, apesar da evidente maior precisão de um estudo que trabalhe níveis específicos, entende-se que os níveis de gênero e família são os mais indicados quando pretende-se economizar em diversos sentidos, nos programas de biomonitoramento. Os valores expressivos entre as matrizes testadas demonstram que existe uma forte relação nas reduções taxonômicas, sugerindo, por fim, a utilização da resolução taxonômica para a presente área de estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do monitoramento ambiental é uma ferramenta potencial e essencial para avaliar os impactos antrópicos, que estão cada vez mais frequentes. A fim de torná-lo mais favorável e eficiente, já que muitos projetos dependem de verba mínima, são usados padrões para diminuir esses custos.

Este estudo evidencia que não se pode utilizar somente um grupo zooplanctônico para prever as mudanças em todos os pontos, cada grupo desempenha sua função preditora, com isso entendemos que houve baixa concordância para substituição. Em adição, o uso de maiores resoluções taxonômicas apresentaram forte significância, demonstrando que esse tipo de suficiência é a oportunidade de obter um melhor custo-benefício.

A partir das respostas levantadas, os resultados indicaram que: (i) os padrões de ordenação espacial e/ou temporal gerados entre cada grupo zooplanctônicos não foram concordantes ao longo do espaço-tempo (ii) a identificação dos organismos ao nível de espécie podem ser substituídos por identificações a nível de gênero ou família (iii) os padrões de ordenação não foram mantidos utilizando dados de abundância e de presença/ausência de espécies.

REFERÊNCIAS

- Anderson, M. J., Connell, S. D., Gillanders, B. M., Diebel, C. E., Blom, W. M., Saunders, J. E., et al. (2005). Relationships between taxonomic resolution and spatial scales of multivariate variation. *Journal of Animal Ecology*, 74(4), 636-646.
- Andrade, S. M. d. (2002). O patrimônio histórico arqueológico de Serra da Mesa: a construção de uma nova paisagem. *São Paulo: USP*, 252.
- Bertrand, Y., Pleijel, F., & Rouse, G. (2006). Taxonomic surrogacy in biodiversity assessments, and the meaning of Linnaean ranks. *Systematics and Biodiversity*, 4(2), 149-159.
- Bessa, G. F., Vieira, L. C. G., Bini, L. M., Reis, D. F. d., & Morais, P. B. d. (2011). Concordance patterns in zooplankton assemblages in the UHE-Luís Eduardo Magalhães reservoir in the Mid-Tocantins river, Tocantins State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 33(2), 179-184.
- Bini, L. M., Galli Vieira, L. C., Machado, J., & Machado Velho, L. F. (2007). Concordance of species composition patterns among microcrustaceans, rotifers and testate amoebae in a shallow pond. *International review of hydrobiology*, 92(1), 9-22.
- Buss, D. F., Baptista, D. F., & Nessimian, J. L. (2003). Conceptual basis for the application of biomonitoring on stream water quality programs. *Cadernos de Saúde Pública*, 19(2), 465-473.
- Cabeza, M., Arponen, A., & Van Teeffelen, A. (2008). Top predators: hot or not? A call for systematic assessment of biodiversity surrogates. *Journal of Applied Ecology*, 45(3), 976-980.
- Cairns Jr, J., McCormick, P. V., & Niederlehner, B. (1993). A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia*, 263(1), 1-44.
- Cameron, S. E., Williams, K. J., & Mitchell, D. K. (2008). Efficiency and concordance of alternative methods for minimizing opportunity costs in conservation planning. *Conservation Biology*, 22(4), 886-896.
- Carneiro, F. M., Bini, L. M., & Rodrigues, L. C. (2010). Influence of taxonomic and numerical resolution on the analysis of temporal changes in phytoplankton communities. *Ecological Indicators*, 10(2), 249-255.
- De Filippo, R., Gomes, E., Lenz-César, J., Soares, C., & Menezes, C. (1999). As alterações na qualidade da água durante o enchimento do reservatório de UHE Serra da Mesa-GO. In *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, função e aspectos sociais*. (pp. 321-346). São Paulo, FAPESP, FUNDIBIO.
- Furnas (2013). » Parque Gerador » Usina hidrelétrica de Serra da Mesa. http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina_hidr_serramesa.asp. Accessed 12/17 2013.
- Gagneten, A., & Paggi, J. (2009). Effects of heavy metal contamination (Cr, Cu, Pb, Cd) and eutrophication on zooplankton in the lower basin of the Salado River (Argentina). *Water, Air, and Soil Pollution*, 198(1-4), 317-334.
- Heino, J. (2010). Are indicator groups and cross-taxon congruence useful for predicting biodiversity in aquatic ecosystems? *Ecological Indicators*, 10(2), 112-117.
- Heino, J., & Soininen, J. (2007). Are higher taxa adequate surrogates for species-level assemblage patterns and species richness in stream organisms? *Biological Conservation*, 137(1), 78-89.
- Hopkins, W. G. (2002). Probabilities of clinical or practical significance. *Sportscience*, 6(201), 16.

- Johnson, R. K., & Hering, D. (2010). Spatial congruency of benthic diatom, invertebrate, macrophyte, and fish assemblages in European streams. *Ecological Applications*, 20(4), 978-992.
- Khan, S. A. j. (2006). Is species level identification essential for environmental impact studies? *Current Science*, 91(1).
- Landeiro, V. L., Bini, L. M., Costa, F. R., Franklin, E., Nogueira, A., de Souza, J. L., et al. (2012). How far can we go in simplifying biomonitoring assessments? An integrated analysis of taxonomic surrogacy, taxonomic sufficiency and numerical resolution in a megadiverse region. *Ecological Indicators*, 23, 366-373.
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). *Numerical ecology* (Vol. 20): Elsevier.
- Lins, A. C. R. (2013). Condição corporal e assimetria flutuante de lagartos em áreas de Cerrado contínuas e fragmentadas na UHE Serra da Mesa, Minaçu, GO.
- Mandelik, Y., Roll, U., & Fleischer, A. (2010). Cost-efficiency of biodiversity indicators for Mediterranean ecosystems and the effects of socio-economic factors. *Journal of applied ecology*, 47(6), 1179-1188.
- Martinelli, L. A., Joly, C. A., Nobre, C. A., & Sparovek, G. (2010). The false dichotomy between preservation of the natural vegetation and food production in Brazil. *Biota Neotropica*, 10(4), 323-330.
- Matthews, R. A., Buikema, A. L., Cairns, J., & Rodgers, J. (1982). Biological monitoring: Part IIA—receiving system functional methods, relationships and indices. *Water Research*, 16(2), 129-139.
- McKnight, M. W., White, P. S., McDonald, R. I., Lamoreux, J. F., Sechrest, W., Ridgely, R. S., et al. (2007). Putting beta-diversity on the map: broad-scale congruence and coincidence in the extremes. *PLoS biology*, 5(10), e272.
- Melo, A. S. (2005). Effects of taxonomic and numeric resolution on the ability to detect ecological patterns at a local scale using stream macroinvertebrates. *Archiv für Hydrobiologie*, 164(3), 309-323.
- Metcalf, J. L. (1989). Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. *Environmental pollution*, 60(1), 101-139.
- Nabout, J., Nogueira, I. d. S., & Oliveira, L. (2006). Phytoplankton community of floodplain lakes of the Araguaia River, Brazil, in the rainy and dry seasons. *Journal of Plankton research*, 28(2), 181-193.
- Oberhaus, L., Gélinas, M., Pinel-Alloul, B., Ghadouani, A., & Humbert, J.-F. (2007). Grazing of two toxic Planktothrix species by Daphnia pulex: potential for bloom control and transfer of microcystins. *Journal of Plankton research*, 29(10), 827-838.
- Oksanen, J., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, R., Simpson, G., et al. (2013). Vegan: Community Ecology Package. R package version 1.17-1, 2010. *R package version*, 1.17-16.
- 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(10), 1912-1923.
- Sánchez-Moyano, J., Fa, D., Estacio, F., & García-Gómez, J. (2006). Monitoring of marine benthic communities and taxonomic resolution: an approach through diverse habitats and substrates along the Southern Iberian coastline. *Helgoland Marine Research*, 60(4), 243-255.
- Siqueira, T., & de Oliveira Roque, F. (2010). O Desafio da Normatização de Informações de Biodiversidade para Gestão de Águas: Aproximando Cientistas e Gestores. *Brazilian Journal of Nature Conservation*, 8(2), 190-193.

- Soininen, J., Kokocinski, M., Estlander, S., Kotanen, J., & Heino, J. (2007). Neutrality, niches, and determinants of plankton metacommunity structure across boreal wetland ponds. *Ecoscience*, *14*(2), 146-154.
- Team, R. C. (2013). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Vieira, A. C. B., Medeiros, A. M. A., Ribeiro, L. L., & Crispim, M. C. (2011). Population dynamics of *Moina minuta* Hansen (1899), *Ceriodaphnia cornuta* Sars (1886), and *Diaphanosoma spinulosum* Herbst (1967)(Crustacea: Branchiopoda) in different nutrients (N and P) concentration ranges. *Acta Limnologica Brasiliensia*, *23*(1), 48-56.
- Villasenor, J. L., IBARRA-MANRÍQUEZ, G., Meave, J. A., & Ortiz, E. (2005). Higher taxa as surrogates of plant biodiversity in a megadiverse country. *Conservation Biology*, *19*(1), 232-238.