



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-graduação – Ciências Ambientais

Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714. Alfenas - MG CEP 37130-000
Fone: (35) 3299-1379(Coordenação) / (35) 3299-1392 (Secretaria)
<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgca/>



DEIVID ARIMATEA SALDANHA DE MELO

**TAXA DE SEDIMENTAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DO BANCO
DE FORMAS DORMENTES (COMUNIDADE PASSIVA) PARA
A RIQUEZA DE ESPÉCIES DA COMUNIDADE
ZOOPLANCTÔNICA ATIVA EM UM PEQUENO
RESERVATÓRIO PERENE TROPICAL.**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-graduação – Ciências Ambientais

Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714. Alfenas - MG CEP 37130-000

Fone: (35) 3299-1379(Coordenação) / (35) 3299-1392 (Secretaria)

<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgca/>



DEIVID ARIMATEA SALDANHA DE MELO

**TAXA DE SEDIMENTAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DO BANCO DE FORMAS
DORMENTES (COMUNIDADE PASSIVA) PARA A RIQUEZA DE ESPÉCIES DA
COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA ATIVA EM UM PEQUENO
RESERVATÓRIO PERENE TROPICAL.**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Título de **Mestre em Ciências Ambientais** pela Universidade Federal de Alfenas/UNIFAL-MG.

Orientadora: Maria José Dos Santos Wisniewski

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central – Campus Sede

Melo, Deivid Arimatea Saldanha de
M528t Taxa de sedimentação e contribuição do banco de formas dormentes
(comunidade passiva) para a riqueza de espécies da comunidade zooplancônica
ativa em um pequeno reservatório perene tropical. / Deivid Arimatea Saldanha
de Melo. – Alfenas, MG, 2021.
73 f.: il. –

Orientadora: Maria José Dos Santos Wisniewski.
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de
Alfenas, 2020.
Bibliografia.

1. Zooplâncton. 2. Ovos - Peixes. 3. Morfometria. I. Wisniewski, Maria
José Dos Santos. II. Título.

CDD- 597

DEIVID ARIMATEA SALDANHA DE MELO

**TAXA DE SEDIMENTAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DO BANCO DE FORMAS DORMENTES
(COMUNIDADE PASSIVA) PARA A RIQUEZA DE ESPÉCIES DA COMUNIDADE
ZOOPLANCTÔNICA ATIVA EM UM PEQUENO RESERVATÓRIO PERENE TROPICAL**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Ciências Ambientais.

Aprovada em: 28 de agosto de 2020

Profa. Dra. Maria José dos Santos Wisniewski
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Profa. Dra. Odete Rocha
Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Profa. Dra. Erika dos Santos Silva
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

 Documento assinado eletronicamente por **Maria José dos Santos Wisniewski, Professor do Magistério Superior**, em 28/08/2020, às 17:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

 Documento assinado eletronicamente por **Erika dos Santos Silva, Usuário Externo**, em 28/08/2020, às 17:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

 Documento assinado eletronicamente por **ODETE ROCHA, Usuário Externo**, em 28/08/2020, às 17:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

 A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0363950** e o código CRC **B8DE5121**.

Dedico este trabalho as minhas mães
Tereza Boeri de Melo e Maria das Dores de Melo
que infelizmente não puderam me ver chegar até
aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Agradeço à minha orientadora a doutora Maria José dos Santos Wisniewski por aceitar o desafio de me orientar e pela grande contribuição no meu desenvolvimento acadêmico.

Aos senhores Gustavo de Magalhães Engel por disponibilizar o reservatório para o estudo e Adolfo de Magalhães Engel pela ajuda nas coletas e na identificação dos organismos. Aos colegas do laboratório de Limnologia, Erika dos Santos Silva, Hugo de Mello Batista, Adolfo Paulo Mattos Júnior, Célio Wisniewski, Pedro Orival e Carol de Oliveira Miranda, pela grande ajuda no desenvolvimento desta Dissertação e pela companhia. Não seria possível sem vocês.

Agradeço a banca avaliadora do projeto (Prof. Dr. Marcelo Luiz Martins Pompêo e Prof. Dr. José Valdecir de Lucca), a banca de qualificação (Profa. Dra. Renata Martins dos Santos e Profa. Dra. Erika dos Santos Silva), e a banca da defesa (Maria José dos Santos Wisniewski, Prof.^a Dr.^a Odete Rocha e Profa. Dra. Erika dos Santos Silva, por dedicarem seu tempo na avaliação deste trabalho e pelas contribuições para a melhoria e o desenvolvimento do mesmo.

Agradeço aos docentes, colegas discentes e a toda equipe do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais pela oportunidade de desenvolvimento intelectual e pessoal.

À minha esposa Regiane e à minha filha Valentina por estarem sempre a meu lado.

Aos colegas de trabalho da Unifal-MG que sempre me incentivaram a ingressar no mestrado e a me manter firme durante.

Aos meus amigos e incentivadores.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

RESUMO

Pequenos reservatórios geralmente abrigam uma grande biodiversidade e prestam inúmeros serviços ambientais. Organismos zooplanctônicos que habitam estes locais atuam como importantes elos da cadeia alimentar. Devido às flutuações e mudanças das condições ambientais, estes organismos produzem formas dormentes, que são depositadas nos sedimentos, e garantem o repovoamento do ambiente. Mesmo sendo cruciais na manutenção da comunidade, há certa carência de informações sobre as formas dormentes em pequenos corpos d'água de regiões tropicais, como também sobre suas interações com o processo de sedimentação local. Diante disso, o presente estudo teve como propósito avaliar a contribuição das formas dormentes para a riqueza de espécies zooplanctônicas na comunidade ativa correlacionando-as às variáveis físicas e químicas da água, taxas de sedimentação e ao banco de formas dormentes em um pequeno reservatório no município de Alfenas-MG. Foram realizadas quatro coletas no ano de 2019 e analisadas a morfometria; taxas de sedimentação; variáveis físicas e químicas da água e sedimento e riqueza de espécies zooplanctônicas para as comunidades ativa e dormente. O reservatório, foi caracterizado como oligotrófico, de pequena profundidade, com zona eufótica compreendendo toda a coluna d'água e apresentando uma grande diversidade de macrófitas. Foram identificados no local dezesseis táxons na comunidade ativa. No banco de formas dormentes, as amostras continham entre 480 e 5000 ovos/100g de sedimento. A taxa de eclosão foi baixa, com sete táxons identificados. Destes, dois não foram observados na coluna d'água, demonstrando a relevância que o banco de formas dormentes tem para a manutenção da diversidade. Características morfométricas e a presença de macrófitas provavelmente contribuíram para a diversidade de espécies. Apesar de se tratar de um pequeno corpo d'água, as taxas de sedimentação são distintas temporal e espacialmente (de 0,5 Kg a 2 Kg m⁻² ano⁻¹). Em relação à granulometria do sedimento, foi possível verificar que os cladóceros foram mais abundantes no sedimento do ponto de coleta onde havia maior concentração de areias fina e grossa. Portanto, apesar de grande parte das características morfológicas deste reservatório serem favoráveis à diversidade de espécies, provavelmente os impactos da introdução de predadores, como os peixes, podem ter contribuído para a pequena riqueza em espécies da comunidade ativa. O banco de ovos teve papel importante para a manutenção da riqueza de espécies neste local, mas serão necessários maiores esforços para se comprovar as relações entre as taxas de sedimentação e a granulometria dos sedimentos com o banco de formas dormentes nestes ambientes.

Palavras chave: zooplâncton. ovos de resistência e morfometria.

ABSTRACT

Small reservoirs usually have a great biodiversity and provide several ecosystemic services. Zooplanktonic organisms inhabiting these environments constitute important links in the food chains. Since environmental conditions might fluctuate, these organisms produce dormant forms, which sink to the sediment and guarantee the repopulation of species. Eventhough being crucial for community maintenance, there is a certain lack of information about dormant forms in smaller water bodies in tropical regions, as well as their interactions with the sedimentation process. This study aimed to evaluate the contribution of the dormant forms to the zooplanktonic species richness in the active community, correlating the environmental variables and the dormant forms bank, in a small dam located in the municipality of Alfenas-MG. Four samplings were carried out in 2019 and the following parameters were assessed: morphometry; sedimentation rates; physical and chemical aspects of water and sediment and zooplanktonic species richness of the active and passive community. The reservoir was classified as oligotrophic, shallow, with euphotic entire water column besides great diversity of macrophytes. Sixteen taxa were identified in the active community. The samples from the dormant forms bank had between 480 to 5000 eggs/100g of sediment. Hatching rate was low, with only seven taxa identified. From those, two were new to the active community, not found in the water column, thus revealing the relevance of dormant forms bank to maintenance of diversity. Morphometric characteristics and the presence of macrophytes contributed to the species diversity. Albeit being a small of reservoir, sedimentation rates were distinct across time and space, ranging from 0.5 kg to 2 kg per square meter per year. In relation to the sediment granulometry, it was possible to detect that Cladocera were abundant on site with highest fine and coarse sand concentration. Thus, despite many of the morphological characteristics of this reservoir were favorable to species richness, impacts as the introduction of predators suchas fish could be enhanced by its small size and small depth. The eggs bank has, therefore, an important role for the maintenance of the species richness in this site and future efforts to verify the relationships between sedimentation rates and the sediment's granulometry and of this with dormant forms bank should have priority in this type of environments.

Key-words: Zooplankton. Resistance eggs and Morphometry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do reservatório e dos pontos de coleta no reservatório da Amália, Alfenas, MG.....	24
Figura 2 - Localização dos pontos de coleta no reservatório da Amália, Alfenas, MG.....	25
Figura 3 - Microcosmos dos testes de eclosão sem separação dos ovos do sedimento	32
Figura 4 - Variação da Precipitação mensal acumulada (mm), de janeiro a setembro de 2019. Registros da estação meteorológica de Machado-MG, localizada próxima aos pontos estudados em abril de 2019.....	34
Figura 5 - Mapa batimétrico evidenciando a morfologia do leito do reservatório da Amália, mapa resultante de medições no local no dia 12/04/2019.	35
Figura 6 - Variação na profundidade da Zona eufótica, transparência da água e profundidade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália em 05/04/2019 e 30/08/2019.	36
Figura 7 - Variação de temperatura da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 05/04/2019	37
Figura 8 - Variação de temperatura da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 30/08/2019.	37
Figura 9 - Variação de temperatura da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 30/08/2019.	38
Figura 10 - Variação de temperatura da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 06/09/2019.	38
Figura 11 - Variação na concentração de Oxigênio dissolvido na coluna d'água dos pontos do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 05/04/2019.....	39
Figura 12 - Variação na concentração de Oxigênio dissolvido na coluna d'água dos pontos do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 12/04/2019.....	40
Figura 13 - Variação na concentração de Oxigênio dissolvido na coluna d'água dos pontos do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 30/08/2019.....	40
Figura 14 - Variação na concentração de Oxigênio dissolvido na coluna d'água dos pontos do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 06/08/2019.....	41
Figura 15 - Variação de pH na coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 08/04/2019.....	42
Figura 16 - Variação de pH na coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 12/04/2019.....	42
Figura 17 - Variação de pH na coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 30/08/2019.....	43
Figura 18 - Variação de pH na coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 06/09/2019.....	43
Figura 19 - Variação de condutividade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 05/04/2019.	44
Figura 20 - Variação de condutividade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 12/04/2019	44
Figura 21 - Variação de condutividade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 06/09/2019.	45
Figura 22 - Variação de condutividade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 30/08/2019	45
Figura 23 - Material em suspensão total , Material orgânico e inorgânico em (mg. L ⁻¹) na	

superfície (S) e no fundo (F) dos pontos de coleta do reservatório da Amália em 05/04/2019 e 30/08/2019.....	46
Figura 24 - Taxa aproximada de sedimentação anual em Kg.m ⁻² nos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG entre os dias 05/04/2019 e 12/04/2019 e entre 30/08/2019 e 06/09/2019.....	47
Figura 25 - Granulometria do sedimento expressa em (Targ) Teor de argila (< 0,002mm), (Ts) Teor de silte (0,002mm – 0,053mm), (Taf) Teor de areia fina (0,053mm – 0,2mm) e (Tag) Teor de areia grossa (> 0,2mm) do reservatório da Amália, Alfenas, MG em 05/04/2019.	48
Figura 26 - Concentração de clorofila a na superfície (s) e fundo (f) dos pontos de coleta do reservatório da Amália em 05/04/2019.	49
Figura 27 - Índice de Estado Trófico (IET) da água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG em 05/04/2019	50
Figura 28 - Média, variância e desvio padrão dos ovos nos pontos P1, P2 e P3 em 08/05/2019 e nas coletas preliminares (Pre) no reservatório da Amália, Alfenas, MG	52
Figura 29 - Alguns exemplares de ovos de resistência separados do sedimento do reservatório da Amália nas coletas para os testes de eclosão.	53
Figura 30 - Distribuição percentual de táxons de Cladocera, Rotifera e Copepoda registradas na comunidade ativa e passiva do reservatório da Amália nas coletas feitas em 2019.	55

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Variáveis físicas e químicas da água medidas nos testes de eclosão. RD = água reconstituída a partir da água destilada; RN = água reconstituída a partir da água de uma fonte natural e AR = água do reservatório.....31
- Tabela 2** - Variáveis morfométricas do reservatório da Amália, Alfenas, MG.....35
- Tabela 3** - Composição de táxons identificados da comunidade zooplanctônica ativa do reservatório da Amália nos pontos P1, P2 e P3 em 11/03/2019 e 05/04/2019 e nas coletas preliminares em 11/03/2019 (Pre).....51
- Tabela 4** - Composição de táxons identificados da comunidade zooplanctônica passiva do reservatório da Amália, eclodidos de amostras dos pontos P1, P2 e P3 coletadas em 11/03/2019 e 05/04/2019 e nas coletas preliminares em 11/03/2019 (Pre).....54
- Tabela 5** - Composição de táxons da comunidade zooplanctônica ativa e passiva do reservatório da Amália nos pontos P1, P2 e P3 em 11/03/2019 e 05/04/2019 e nas coletas preliminares em 11/03/2019 (Pre).55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1	RESERVATÓRIOS DE ÁGUA.....	12
2.1	COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA.....	14
2.3	ESTÁGIOS DORMENTES NOS ORGANISMOS ZOOPLANCTÔNICOS...	15
2.4	OS SEDIMENTOS EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA E AS FORMAS DORMENTES.....	19
3	OBJETIVO GERAL.....	21
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	21
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1	A ÁREA DE ESTUDO.....	21
4.2	COLETAS DE AMOSTRAS.....	24
4.3	VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	24
4.3.1	Dados climatológicos.....	25
4.3.2	Morfometria.....	25
4.3.3	Transparência da água e profundidade da zona eufótica.....	25
4.3.4	Medidas da temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH, Sólidos Totais Dissolvidos e Turbidez.....	26
4.3.4	Concentração de material em suspensão.....	26
4.3.6	Taxa de sedimentação.....	26
4.4	VARIÁVEIS BIÓTICAS.....	27
4.4.1	Concentração de clorofila <i>a</i>.....	27
4.4.2	Índice de estado trófico (IET).....	28
4.4.3	Comunidade zooplancônica.....	29
4.4.4	Testes de eclosão das formas dormentes.....	29
5	RESULTADOS.....	32
5.1	VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	32
5.1.2	Variáveis Climatológicas: Precipitação.....	32
5.1.3	Morfometria do reservatório da Amália.....	32
5.1.4	Profundidade do local de coleta, transparência da água e profundidade da zona eufótica.....	33
5.1.5	Temperatura da água.....	34
5.1.6	Concentração de Oxigênio dissolvido.....	36

5.1.7	pH.....	39
5.1.8	Condutividade elétrica.....	41
5.1.10	Material em Suspensão.....	43
5.1.11	Taxa de sedimentação.....	44
5.1.12	Granulometria dos sedimentos de fundo.....	45
5.1.13	Concentração de Clorofila <i>a</i>	46
5.1.14	Índice de estado trófico (IET).....	47
5.2	VÁRIAVEIS BIÓTICAS.....	48
5.2.1	Comunidade zooplanctônica ativa.....	48
5.2.2	Ovos de resistência/comunidade zooplanctônica passiva.....	49
5.2.3	Comunidade zooplanctônica ativa e passiva comparadas.....	52
6	DISCUSSÕES.....	54
7	CONCLUSÕES.....	61
	REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

Apesar da aparente abundância de água doce no mundo, a distribuição irregular e a crescente demanda por este recurso têm incentivado a construção de reservatórios. Reservatórios são classificados como ambientes de transição entre rios e lagos. Tais corpos de água fornecem diversos serviços ecossistêmicos sociais, econômicos e ambientais (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).

Serviços ecossistêmicos, como provisão de água para abastecimento, regulação de cheias, navegação e irrigação têm recebido atenção a algum tempo. Inicialmente, os enfoques se limitavam aos reservatórios de grande porte, porém estudos recentes têm demonstrado a relevância dos pequenos reservatórios. Devido a ampla distribuição, suas singularidades, altas taxa de sequestro de carbono e maior produtividade por área quadrada que outros os ecossistemas, estes ambientes têm sido considerados de grande importância para a manutenção do ecossistema global, além de serem verdadeiros bolsões de biodiversidade (COELHO *et al.*, 2014; DOWNING, 2009)

A conservação destes ecossistemas está intimamente ligada ao manejo do solo e das águas na bacia hidrográfica, uma vez que, este geralmente é o destino de todos os materiais orgânicos, minerais e sintéticos da bacia, sejam eles de origem natural ou antrópica (TUNDISI *et al.*, 2015).

Neste contexto, o reservatório da Amália, um pequeno reservatório com profundidade máxima de dois metros e meio e localizado no limite entre o setor urbano e o rural da cidade, apresenta indícios de degradação devido à urbanização, que altera as características sedimentológicas da bacia hidrográfica. De acordo com o proprietário, o empreendimento foi construído há mais de 70 anos e ultimamente tem recebido maior quantidade de sedimentos, o que em a causar uma aceleração no processo de assoreamento.

Estes sedimentos e poluentes que chegam até o reservatório podem influenciar toda a comunidade zooplanctônica. O zooplâncton geralmente apresenta metabolismo acelerado e um curto ciclo de vida e são estes fatores que os tornam tão sensíveis aos desequilíbrios ambientais (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Em muitos casos, a contaminação ambiental por compostos xenobióticos e a eutrofização do ambiente podem levar a mudanças na estrutura das comunidades e a problemas reprodutivos, como já observado por Terra; Gonçalves (2013) em um corpo d`água contaminado no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Em resposta a condições adversas, muitas espécies zooplanctônicas desenvolveram mecanismos de dormência como a diapausa e a quiescência. A diapausa é caracterizada pela

produção de ovos de resistência, onde os fatores que induzem a formação destes ovos podem ser de origem biótica e abiótica. Estes ovos podem suportar condições que as formas ativas não suportariam e assim permanecerem até que as condições ambientais sejam adequadas para a eclosão. Já a quiescência é um estado de animação suspensa que pode ocorrer em qualquer fase do desenvolvimento ontogenético do organismo, e é geralmente desencadeado por uma piora das condições ambientais (RADZIKOWSKI, 2013; RICCI, 2001; SANTANGELO, 2009).

Ovos de resistência se depositam no sedimento e podem permanecer viáveis por décadas, compondo um banco de ovos que promove um mecanismo para garantir a sobrevivência das espécies e promover a variabilidade funcional e genética da comunidade zooplanctônica. Estas comunidades têm um papel de extrema importância na transferência de energia entre produtores e consumidores, e sua ausência pode causar graves desequilíbrios ecológicos (HAIRSTON, 1996; TERRA, GONÇALVEZ, 2013).

Em face das alterações ambientais causadas por influência antrópica, o conhecimento da composição destes bancos de formas dormentes pode auxiliar na avaliação da capacidade de resiliência de determinados táxons e no dimensionamento dos riscos da perda de biodiversidade. Conhecendo-se o banco de ovos, pode-se estimar a futura composição da comunidade após qualquer tipo de alteração ambiental (PISCIA, *et al*, 2020)

Apesar da relevância destas formas dormentes, poucas informações sobre a contribuição do banco de ovos de resistência para a manutenção da comunidade zooplanctônica ativa e a para sua diversidade são encontradas na literatura, sobretudo de espécies em regiões neotropicais (IGLESIAS, *et al* 2016). O autor também verificou que há menor sucesso na incubação e eclosão dos ovos de resistência em laboratório e uma falta de consenso metodológico nos trabalhos publicados.

Dada a importância destes organismos para os ecossistemas e a relevância do seu banco de ovos para a manutenção destas comunidades, o presente estudo avaliou a dinâmica entre o banco de ovos de resistência e a comunidade ativa. Além disso, foram estudadas as possíveis relações entre a taxa de sedimentação, granulometria do sedimento e algumas características morfométricas do local com a comunidade zooplanctônica ativa e passiva.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir serão apresentados dados de revisão sobre os reservatórios de água doce, a comunidade zooplancônica que neles habitam, a reprodução destes organismos e a produção de formas dormentes.

2.1 RESERVATÓRIOS DE ÁGUA.

Reservatórios vêm sendo construídos há pelo menos 5.000 anos. Originalmente, suas funções principais eram voltadas ao controle de cheias, suprimento de água para abastecimento e irrigação (AGOSTINHO *et al.*, 2007). No entanto, com o crescimento demográfico dos últimos séculos, estes reservatórios artificiais amplificaram seus usos para os mais diversos fins. O elevado crescimento populacional também tem impactado a qualidade e disponibilidade de recursos hídricos, principalmente pelo processo de eutrofização, onde há enriquecimento de nutrientes, conseqüente proliferação de algas e depleção do oxigênio do corpo d'água (ESTEVES, 2011).

Estes ambientes artificiais também são caracterizados por outras perturbações importantes, como grande variação no volume de água no decorrer do ano. Esta diminuição no volume pode reduzir a capacidade de depuração da água, influenciar no aumento da temperatura e conseqüentemente na capacidade de dissolução de oxigênio na água. A variação no volume é resultante do padrão climático do clima tropical, com períodos secos e chuvosos. Esta sazonalidade, aliada à ação antrópica, resulta em certa instabilidade do ambiente (TUNDISI, 2007).

Apesar de muitas controvérsias acerca da implementação de reservatórios artificiais, estes empreendimentos, se devidamente manejados, são benéficos à população e ao ambiente local. Podem ser utilizados para a piscicultura, turismo, lazer e outras atividades que contribuem para o desenvolvimento econômico e social da região (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).

Reservatórios podem ser classificados em pequeno, médio e grande porte. Em contraste com grandes reservatórios, os de pequeno porte diferem dos demais em vários aspectos, seja na sua formação, por seus processos de circulação da água e sua hidrodinâmica (ESTEVES, 2011), seja por sua biodiversidade, que é melhor adaptada à dinâmica destes pequenos corpos (ALBRECHT; WILKE, 2008; WELLBORN *et al.*, 1996). Reservatórios de pequeno porte são geralmente construídos em propriedades rurais para abastecimento de água, criação de peixes, irrigação e lazer. São cada vez mais abundantes e estão ganhando notoriedade quanto aos

serviços ambientais que prestam. Tais ambientes são considerados por alguns pesquisadores como importantes bolsões de biodiversidade (COELHO *et al.*, 2014).

A quantidade de pequenos reservatórios tem crescido rapidamente. É previsto um que o número de reservatórios cresça acima de três por cento ao ano, devido ao baixo custo destes empreendimentos e a tendência crescente escassez de água, devido a mudanças climáticas em algumas regiões. A área total destes pequenos corpos d'água é maior que a área ocupada por reservatórios de grande porte (HEBETS *et al.*, 2018)

Estes pequenos corpos d'água, apesar de serem estudados com menor frequência, também têm características individuais que os tornam fundamentais na manutenção do ecossistema global, pois possuem uma alta taxa de sequestro de carbono e grande produtividade por área quadrada (DOWNING, 2009).

Tais ambientes contribuem para a manutenção da fauna e flora regional por possuírem a capacidade de abrigar uma grande variedade de espécies de macrófitas, que servem de alimento e abrigo para a fauna que se encontra no entorno destes corpos de água (SCHEFFER *et al.*, 2006). Seu tamanho também possibilita o surgimento de múltiplos micro-habitats, permite a sobrevivência de diversas espécies (MAIA-BARBOSA *et al.*, 2014), possuem uma grande riqueza por unidade de área (ELMBERG *et al.* 1994), com representantes de diversos grupos e espécies, algumas endêmicas.

Esta alta diversidade pode estar relacionada à diferença que pequenos corpos de água têm entre si, com ocorrência de espécies que são específicas destes locais. Em corpos de água temporários, por exemplo, adaptações específicas são necessárias para lidar com as variáveis físicas e químicas, o que resulta em biota específica (WIGGINS *et al.*, 1980) Estes pequenos corpos de água também funcionam como corredores de migração e *stepping stones* para a biota (MERRIAM, 1991), com um importante papel ecológico a nível de ecologia de paisagem (JEFFRIES, 1994)

Muitos processos, como menor tempo de residência, penetração de luz e ciclagem de nutrientes, são mais intensos nestes pequenos corpos de água, fazendo com que estes locais possuam a capacidade de abrigar uma ampla diversidade de organismos. A diversidade da comunidade zooplânctônica, por exemplo, pode ser influenciada pelas dinâmicas naturais destes locais (DAVIES *et al.*, 2008; WILLIAMS *et al.*, 2003).

Por serem menores, estes locais são sensíveis às alterações em seu entorno (SCHEFFER; *et al.*, 2006). A influência da temperatura externa e ação dos ventos, por exemplo, podem influenciar na deposição de materiais alóctones, acelerando o seu assoreamento (SINGH *et al.* 2013) e conseqüentemente afetando a comunidade zooplânctônica que ali habita.

A atividade antrópica nestes locais tem aumentado, fruto da expansão e do desenvolvimento regional e ampliação de serviços de saneamento, causando alterações na qualidade da água (SILVA, 2012), influenciando na velocidade da eutrofização do sistema e dificultando a sobrevivência de espécies sensíveis a alterações no ambiente (LACERDA; MALM, 2008). A diminuição da biodiversidade presente nestes corpos de água, causada principalmente por interferência antrópica, impacta e leva à extinção local de espécies e prejudica os serviços ecossistêmicos prestados à sociedade (HOOPER *et al.*, 2005).

2.2 COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

Zooplâncton é a denominação dada a diversos grupos de organismos, geralmente microscópicos, que habitam a coluna d'água. Estes organismos medem entre 40 µm a 2,5 cm e possuem capacidade natatória limitada. Os grupos Cladocera, Copepoda e Rotifera são representantes desta comunidade (ESTEVES, 2011; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Cladóceros habitam os mais diversos ambientes límnicos, com representantes na região pelágica, e espécies associadas a vegetação litorânea ou ao substrato do fundo. Se alimentam por filtração de partículas da água, predação e coleta de partículas no sedimento ou na vegetação submersa. Geralmente a reprodução destes organismos se dá por partenogênese ou pela produção sexuada de ovos de resistência, que se desenvolvem dentro da carapaça que se fecha ao seu redor (ELMOOR-LOUREIRO, 1997; ROCHA *et al.*, 2011).

Rotíferos são animais microscópicos, geralmente medem menos que 1mm, habitam de poças de lama a lagos abertos, possuem representantes planctônicos, semi-planctônicos e não planctônicos. Quanto a reprodução, as fêmeas podem produzir três tipos de ovos. As amícticas produzem ovos assexuais diploides que não podem ser fecundados, dando origem a fêmeas míticas ou amícticas. Fêmeas míticas, por sua vez, produzem pequenos ovos haploides que, se não fecundados, dão origem a machos e se fecundados, se tornam ovos de resistência, com estoque energético mais abundante e uma grossa casca ornamentada. Estes ovos podem ser liberados ou se desenvolver na carapaça da mãe morta (PONTIN, 1978; SANTANGELO, 2009).

Já os copépodos são representados principalmente por três ordens: Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida, e podem ser encontrados em diversos corpos d'água do mundo. Estes microcrustáceos geralmente são muito abundantes, contando com espécies onívoras,

herbívoras e carnívoras. Representantes destas ordens compõem parte significativa da cadeia alimentar pois servem de alimento para diversos invertebrados, peixes jovens e peixes planctófagos (REID, 1985).

Quanto à reprodução, ao contrário de rotíferos e cladóceros, os copépodos não são capazes de se reproduzir por partenogênese e ficam restritos à reprodução sexuada. A dormência nesta ordem se apresenta em duas formas distintas, sendo que nos ciclopóides de regiões temperadas geralmente ocorre a quiescência. Esta suspensão do desenvolvimento geralmente acontece na fase de copepodito mas, dependendo da espécie, pode ser observada em qualquer fase. Nos demais é comum a produção de ovos de resistência, com exceção para a espécie de Calanoida *Diaptomus graciloides* (ALEKSEEV; STAROGATOV, 1996; GYLLSTRÖM; HANSSON, 2004)

É evidente que os organismos zooplanctônicos desempenham funções fundamentais para a manutenção do ecossistema pois grande parte das espécies são consumidores primários, tem um papel fundamental na ciclagem dos nutrientes e atuam como elo entre os produtores (fitoplâncton) e os demais níveis da teia trófica. Além de exercerem a função de controle na proliferação do fitoplâncton, agem ativamente na ciclagem de nutrientes do corpo d'água (LAMPERT; SOMMER, 1997; NOGUEIRA JÚNIOR; COSTA, 2019).

Alguns táxons são encontrados em praticamente todas as regiões do globo. Entretanto, as espécies respondem de formas distintas às oscilações ambientais, o que as caracteriza como excelentes bioindicadores. Estas apresentam respostas específicas às variações de pH, concentração de fósforo, temperatura e ao estado trófico do meio (ZAWISZA *et al.*, 2016).

Além das variáveis físicas e químicas do ambiente, estudos demonstram que os organismos zooplanctônicos também são sensíveis a introdução de espécies predadoras, como os peixes, por exemplo (KNAPP *et al.*, 2016). De acordo com o autor esta sensibilidade à predação parece ser proporcional à profundidade do corpo d'água pois, quanto menor a profundidade, maior o acesso dos predadores aos organismos zooplanctônicos

Uma das respostas mais comuns ao decaimento das condições ambientais e à pressão por predação destes organismos é a produção de estágios de dormência, que são mecanismos para a manutenção da espécie em ambientes inóspitos ou instáveis, podendo ocorrer de duas formas: a quiescência e a diapausa. A primeira geralmente é desencadeada por fatores externos, como condições ambientais desfavoráveis, ocorrendo na maioria dos estágios de desenvolvimento do organismo. Já a segunda depende de gatilhos fisiológicos que podem ser acionados por diversos fatores, como alterações no fotoperíodo, na temperatura do ambiente, predação, disponibilidade de alimento e outros (RADZIKOWSKI, 2013).

2.3 ESTÁGIOS DORMENTES NOS ORGANISMOS ZOOPLANCTÔNICOS

Apesar da quiescência ser uma relevante estratégia de defesa para algumas espécies como os copépodos ciclopóides e rotíferos bdeloides, nos sistemas dulcícolas há predominância de diapausa entre os organismos zooplanctônicos, como é o caso de diversos rotíferos, branquiópodos e copépodos calanóides (SANTANGELO *et. al.*, 2015)

A diapausa é caracterizada pela produção de estágios dormentes específicos: os ovos de resistência. A reprodução dos organismos zooplanctônicos pode ser muito distinta entre as ordens e até mesmo entre as espécies. Espécies diapausantes são mais comuns, que em condições normais se reproduzem por partenogênese cíclica, gerando outras fêmeas geneticamente idênticas (SANTANGELO, 2009). Porém, quando detectada alguma alteração ambiental, as fêmeas partenogenéticas podem gerar ovos que darão origem a machos e fêmeas, reproduzindo-se sexualmente. Os ovos fecundados são liberados e, dependendo da espécie, podem se depositar no sedimento, flutuar na coluna d'água ou ficar aderidos ao substrato, aguardando os estímulos ambientais para a eclosão (ELMOOR-LOUREIRO, 1997; SANTANGELO, 2009).

Dependendo das características do ambiente, podem ser observados três padrões na produção destes ovos: em ambientes imprevisíveis encontra-se o padrão polifásico, no qual apenas alguns indivíduos produzem ovos de resistência continuamente; em ambientes previsíveis o padrão é monofásico, onde há a produção de ovos por toda a população em picos de atividade; e em ambientes temporários pode-se encontrar o padrão *bang-bang*, no qual a maioria da comunidade produz os ovos ao mesmo tempo (RICCI, 2001).

A produção de ovos de resistência tem uma demanda energética muito maior que a dos partenogenéticos, o que acarreta produção de apenas um ou dois por vez, dependendo da espécie. Estes ovos possuem maior concentração energética e de nutrientes e em muitas espécies de cladóceros são recobertos com uma camada protetora de quitina chamada de efípio (ABRUSÁN *et al.*, 2007).

Para que haja a quebra de dormência, não somente condições favoráveis, mas também outros fatores ainda pouco elucidados são necessários. Tais fatores podem variar entre espécies e entre algumas populações da mesma espécie. Os ovos são programados para passar por um período refratário e para que não eclodam simultaneamente, garantindo a população

temporalmente, caso os primeiros indivíduos a eclodir não sejam bem-sucedidos (DE MEESTER *et al.*, 1998). Esta característica leva à formação de um banco de ovos no sedimento. Estes bancos de ovos de resistência depositados no sedimento são importante reserva genética dos organismos zooplancctônicos, colaborando para a diversificação da comunidade ativa. Geralmente a biodiversidade potencial destes bancos é maior que a diversidade da coluna d'água. A viabilidade desses ovos também é fundamental para a dinâmica ecológica local, garantindo o repovoamento do habitat após perturbações ambientais, naturais ou antropogênicas por meio do acoplamento bentônico pelágico (MARCUS; BOERO, 1998)

Quanto à distribuição vertical dos ovos no sedimento, diversas faixas de profundidade podem ser utilizadas para se traçar um histórico das condições ambientais do local. Os ovos e vestígios encontrados podem indicar qual era a comunidade ativa em determinada época e quais eram as condições ambientais, a partir de análise da composição da comunidade. Porém, para a viabilidade, apenas os ovos depositados nos primeiros 2 cm de sedimento são considerados capazes de detectar e responder aos estímulos ambientais para quebra da dormência e eclosão. Há chances, porém menores, de eclosão para ovos soterrados em uma camada de até 5 cm de sedimento (BRENDONCK; DE MEESTER, 2003).

Os fatores que determinam a eclosão dos ovos de resistência ainda são investigados. Há indícios que aspectos como a programação genética, idade, tamanho e peso (que refletem o investimento materno) tem grande influência na viabilidade dos ovos. Outros fatores são a influência de estímulos ambientais como fotoperíodo, temperatura, pH, oxigenação, salinidade e entre outros. Sugere-se que a taxa de sedimentação do ambiente é um fator importante na viabilidade dos ovos pois, quanto mais soterrados, menores são as chances exposição destes ovos aos estímulos necessários. Não há ainda consenso sobre o nível de influência de cada fator. Certamente, a eclosão depende de um grupo de fatores concomitantes, que podem variar entre as espécies e até mesmo entre as comunidades de diferentes locais (SANTANGELO, 2009).

Segundo Hairston (1996), a duração da diapausa também pode ser determinada pelo efeito combinado de quatro grupos gerais de fatores: as características genéticas, o resultado de mecanismos de seleção, as restrições ambientais e a fisiologia do organismo. Mesmo após a quebra do estado de repouso, é possível que não ocorra eclosão imediata, por exemplo, quando a intensidade luminosa é um gatilho fundamental e o ovo está muito soterrado no sedimento. A junção destes fatores de estímulo e inibição das eclosões colaboram para a criação de um banco de ovos no sedimento e, como estes ovos podem permanecer viáveis por muitos anos, configuram uma reserva genética para a biodiversidade (BRENDONCK; DE MEESTER, 2003).

O banco de ovos de resistência é como uma resposta adaptativa às condições ambientais adversas, a fim de garantir a manutenção da comunidade zooplancônica ativa. Contudo, os padrões de produção e eclosão de formas dormentes em corpos d'água que passam por perturbações sazonais como os localizados em regiões temperadas com invernos rigorosos e locais sujeitos a grande variação no nível da água devem diferir dos padrões das populações de habitats perenes de clima quente (GYLLSTRÖM; HANSSON, 2004)

Apesar de um volume considerável de publicações sobre os bancos de ovos em locais de clima temperado como Estados Unidos e Europa, estudos que objetivam compreender a dinâmica entre o banco de ovos de resistência e a comunidade ativa, além dos fatores que desencadeiam a quebra de dormência destas formas de repouso em regiões tropicais e subtropicais da América do Sul, ainda são incipientes. Os primeiros estudos surgiram com publicações somente a partir do ano de 2001. Apesar do crescente número de publicações relativas a este tema, ainda há grande variação nas metodologias para separação e incubação das formas dormentes, principalmente quanto ao banco de ovos de pequenos reservatórios perenes que, geralmente, apresentam baixa taxa de eclosão (IGLESIAS *et al.*, 2016).

As investigações sobre a comunidade passiva no país são relativamente recentes. No Brasil, dentre os primeiros trabalhos publicados podemos observar o de Crispim; Watanabe (2001) e Maia-Barbosa *et al.*, (2003). O primeiro utilizou a metodologia dos testes de eclosão proposta por Sars (1901), enquanto o segundo utilizou o método de flotação por açúcar, proposto por Onbe (1978). No método de Sars, o sedimento coletado é diretamente disposto em um microcosmos com temperatura e iluminação controlados. Já no de Onbe, os ovos são separados do sedimento e só então levados ao microcosmos.

As diferenças metodológicas dificultam a comparação dos resultados. Apesar de ambos obterem sucesso na eclosão de alguns espécimes, o fato de em um deles as formas dormentes não serem separadas do sedimento, impossibilita observar, por exemplo, onde houve uma maior taxa de eclosão.

O uso de diferentes metodologias é uma característica marcante desde os primeiros estudos até as publicações contemporâneas. Por exemplo, em alguns trabalhos, as formas dormentes foram incubadas juntamente com o sedimento (CRISPIM; WATANABE, 2001; FREIRY *et al.*, 2020; PALLAZO *et al.*, 2008b; PANARELLI *et al.*, 2008; VAN DAMME; DUMONT, 2010). Já em outros, (FERNANDES *et al.*, 2012; MAIA-BARBOSA *et al.*, 2003; PALLAZO *et al.*, 2008a; PAES *et al.*, 2016a; PAES *et al.*, 2016b; SANTANGELO *et al.*, 2010; SANTANGELO *et al.*, 2011a; SANTANGELO *et al.*, 2011b; SANTANGELO *et al.*, 2014; SANTANGELO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2019; VARGAS *et al.*, 2019) esta incubação de

deu após separação dos ovos do sedimento.

Além disso, os detalhes metodológicos dos estudos supracitados são bem mais abrangentes. Também não há consenso sobre a profundidade de amostragem em relação a superfície do sedimento, a quantidade de amostras por área, o volume de sedimento processado, o meio para incubação, as unidades de medidas, o cálculo da taxa de eclosão e nem mesmo sobre o tempo de incubação das formas dormentes.

Outra questão evidente é a utilização de métodos criados para estudos em regiões temperadas. Podemos observar, por exemplo, a disposição do sedimento em geladeira, a -4°C com objetivo de quebrar a dormência das formas de resistência. Este método eficaz em regiões com invernos rigorosos se mostrou adverso em ensaios realizados com material de regiões neotropicais (SANTANGELO *et al.*, 2011a).

Apesar das diferenças entre os ensaios, a contribuição do banco de formas dormentes para a diversidade e a manutenção da comunidade zooplancônica ativa dos corpos d'água brasileiros é evidente (CRISPIM; WATANABE, 2001; FREIRY *et al.*, 2020; MAIA-BARBOSA *et al.*, 2003; PALLAZO *et al.*, 2008a; VAN DAMME, K.; DUMONT, H. J., 2010; SANTANGELO *et al.*, 2015).

2.4 OS SEDIMENTOS EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA E AS FORMAS DORMENTES.

Estimativas apontam que, considerando a descarga sólida atual de todos os rios do planeta, são transportados anualmente 16 bilhões de toneladas de sedimentos clásticos e de 2 a 4 bilhões de toneladas de sedimentos suspensos, sendo grande parte desse volume associado à ação humana sobre os recursos naturais. Acredita-se que antes do surgimento do homem a descarga total de sedimentos girava em torno de 9 bilhões de toneladas (PRESS *et al.*, 2006)

As formações dos reservatórios normalmente alteram as condições naturais dos cursos d'água, podendo causar sérios danos ambientais. Do ponto de vista sedimentológico, estas obras geram a diminuição da velocidade das correntes provocando a deposição dos sedimentos carregados pelos cursos d'água, ocasionando o assoreamento, diminuindo gradativamente a capacidade do reservatório e vir a inviabilizar a operação (CARVALHO, 2008).

Os efeitos do acúmulo de sedimentos nos reservatórios podem ser agravados pelas ações antrópicas, pois na busca pela evolução tecnológica, o homem está constantemente criando novas substâncias, cuja interação com ambiente são desconhecidas e merecem total atenção dos pesquisadores. Os sedimentos representam uma parte fundamental para a compreensão das

interações entre estas substâncias e os ecossistemas aquáticos, sejam os poluentes de origem antrópica ou natural (POLETO *et al.*, 2013).

Os sedimentos podem ser um dos maiores poluentes da água e servem como catalisadores, carreadores e como agentes fixadores para outros agentes poluidores. Dessa forma as partículas de sedimento agem como veículos dos pesticidas, agentes químicos, resíduos tóxicos, nutrientes, bactérias patogênicas e vírus (CARVALHO, 2008).

Em relação aos organismos da comunidade zooplancônica, estes xenobióticos presentes nos sedimentos podem ser tóxicos para a comunidade. Esta toxicidade foi demonstrada através de testes com *Daphnia magna* Straus, 1820, realizados Gillis *et al.* (2006) e Terra e Gonçalves (2013).

Embora os efeitos nocivos dos sedimentos contaminados, principalmente por metais, para a comunidade zooplancônica ativa sejam relevantes, estudos conduzidos com as formas dormentes denotam uma resistência considerável dos ovos a estes poluentes. O que corrobora a importância do banco de ovos no repovoamento da coluna d'água após períodos de estresse ambiental (OSKINA *et al.*, 2018; ZADEREEV *et al.*, 2019)

No entanto, a eclosão destes ovos de resistência também está ligada a diversos fatores ambientais. A intensidade luminosa e o fotoperíodo são apontados como importantes gatilhos para a quebra da diapausa em diversas espécies (SANTANGELO, 2009; SMIRNOV, 2017). Nesta linha, Davison (1969) demonstra que ovos efípias de *Daphnia pulex* são ativados com maior eficiência quando passam um curto período no escuro e após isto são expostos à luz, com melhores respostas com a luminosidade mais intensa.

Em tese, além dos contaminantes carreados com os sedimentos, a própria carga sedimentar poderia interferir negativamente na eclosão das formas dormentes, agindo como uma barreira para os estímulos de incubação dos ovos. Haja visto que em estudo conduzido com amostras de bancos de ovos, uma fina cobertura de sedimento, com espessura de 0,25 a 0,5 cm pode levar a reduções acima de 97,7% na incubação de ovos de invertebrados aquáticos (GLEASON *et al.*, 2003; RADZIKOWSKI *et al.*, 2016).

Sendo assim, a compreensão das interações entre os sedimentos e os ambientes lacustres são de fundamental importância para a criação de estratégias e a implementação de ações de prevenção e/ou mitigação de impactos, seja a nível ecossistêmico, de populações ou de espécies (POLETO *et al.*, 2013).

Um dos métodos para a avaliação do volume de água e sedimentação nos reservatórios são os mapeamentos batimétricos. A ANA (Agência Nacional das Águas) preconiza que estas medições devem ser feitas com o uso de ecosondas. São medidas as profundidades de diversos

pontos e a interpolação destes dados permitem mapear o leito do reservatório e assim acompanhar o assoreamento do local (ALMEIDA *et al.*, 2016)

Outro método para a avaliação da taxa de sedimentação seria o emprego de armadilhas sedimentométricas, equipamentos dispostos na coluna d'água que captam o material sedimentado. Existem diversos estudos com diferentes formatos e volumes de recipientes, mas, equipamentos cilíndricos produzidos a partir de tubo de PVC se mostraram muito eficazes. São equipamentos de baixo custo e de fácil construção, que podem auxiliar na medição do volume de sedimento e ainda possibilitam a análise da composição deste material (LEITE, 1998).

3 OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo conhecer a contribuição do banco de ovos de resistência do zooplâncton para a diversidade de espécies da comunidade ativa de um pequeno reservatório perene de clima neotropical. Também visou avaliar os aspectos morfométricos e a taxa de sedimentação em busca de correlacionar estas variáveis a dinâmica da comunidade zooplanctônica local. Com isso, pretende-se contribuir para a melhor compreensão da dinâmica entre a comunidade ativa e passiva de outros corpos d'água com características similares.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Descrever as características morfométricas do reservatório;
- b) Avaliar a potencial contribuição do banco de ovos de resistência para a diversidade de espécies da comunidade ativa;
- c) Relacionar as variáveis físicas e químicas da água do reservatório com a ocorrência de organismos zooplanctônicos da comunidade ativa e passiva;
- d) Relacionar as características sedimentológicas com a comunidade zooplanctônica local.

4 MATERIAIS E MÉTODOS.

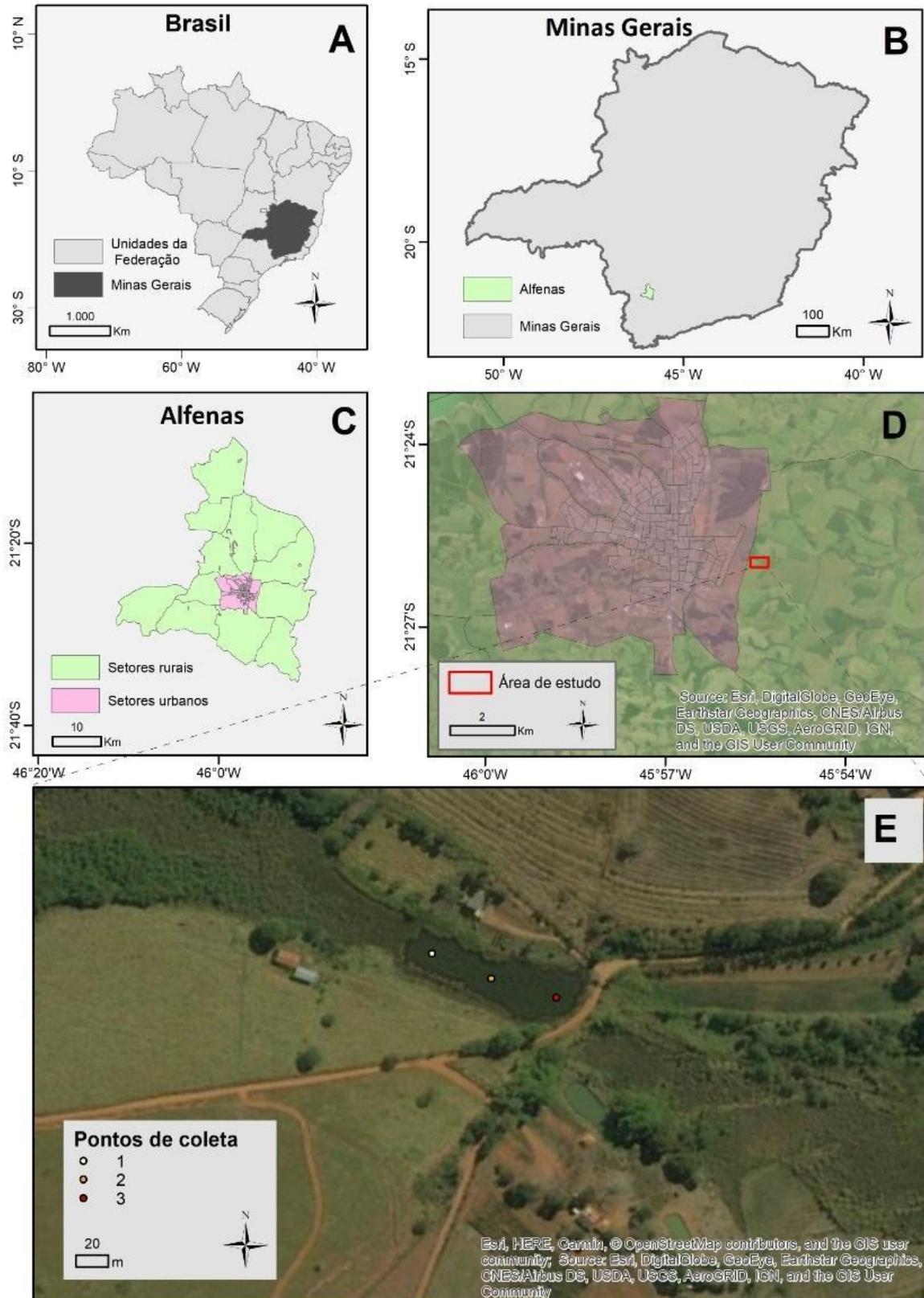
A seguir serão apresentados a caracterização da área de estudo, época das coletas e os métodos utilizados para amostragem, análise das amostras e análises estatísticas dos dados obtidos.

4.1 A ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no reservatório da Amália, localizado na zona rural do município de Alfenas, região sul do estado de Minas Gerais (21°S25'55" W 45°55'25.4") (Figura 1). Este reservatório está localizado em uma microbacia bem delimitada, numa área em processo de urbanização. Devido às características do relevo e por estar localizado a uma curta distância da nascente que o abastece, a área de drenagem da microbacia é relativamente pequena. No uso e ocupação do solo há predominância de pastagens e cafeicultura com algumas manchas de culturas anuais e de mata. Destaca-se também a presença de mata ciliar na nascente e em todo percurso do córrego até o reservatório.

No sistema de Köppen o clima da região é classificado como clima subtropical moderado úmido (Cwb), com invernos secos e verões chuvosos. A temperatura anual média é de cerca de 23°C e a precipitação média anual em torno de 1500 mm (COSTA *et al.*, 1994).

Figura 1 - Localização do reservatório e dos pontos de coleta no reservatório da Amália, Alfenas, MG.



Deivid Saldanha;
 Datum: SIRGAS 2000
 Sistema de Coordenadas Geográficas
 Fonte: Mapa Hidrogeológico da Região Sudeste (IBGE, 2015)
 21/05/2018

Foram selecionados três pontos de coleta: P1 localizado na entrada do córrego no reservatório (21° S 25'52'' e 45° W55'25''); P2 na região central (21° S 25'53'' e 45° W' 24'') e P3 próximo a barragem (21° S 25'53'' 45° W 55'22'') (Figura 2)

Figura 2 - Localização dos pontos de coleta no reservatório da Amália, Alfenas, MG.



Fonte: Do autor (2020)

4.2 COLETAS DE AMOSTRAS.

No dia 11 de março de 2019 foi feita uma coleta preliminar a partir da margem do reservatório para amostragens de sedimento, análise da comunidade zooplanctônica ativa e passiva, (PRE), além de levantamento de algumas variáveis físicas e químicas da água.

Foram realizadas duas coletas posteriores (05/04/2019 e 30/08/2019) para o levantamento das características morfométricas do reservatório, medidas das variáveis físicas e químicas, coleta de sedimento para análise das suas características e da comunidade zooplanctônica passiva, bem como coleta de amostras da comunidade zooplanctônica ativa. Durante estas coletas foram montados os experimentos para a determinação da taxa de sedimentação, que foram retirados na semana posterior à coleta (12/04/2019 e 06/09/2019).

4.3 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

4.3.1 Dados climatológicos.

Os dados climatológicos como pluviosidade, temperatura do ar, velocidade do vento foram obtidas da estação climatológica de Machado-MG, localizada a aproximadamente 30km dos pontos de amostragem. Estes dados são disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

4.3.2 Morfometria.

Para a determinação da profundidade dos pontos de coleta foi realizada a medição com corda graduada presa em um peso de metal.

O mapeamento do leito e as características morfometrias do reservatório foram obtidos no dia 09/04/2019 com um Sonar digital da marca Hawkeye modelo H22PX e um GPS Garmim Etrex H. As coordenadas e a profundidade dos pontos foram medidas de cinco em cinco metros aproximadamente originando um mosaico com 88 pontos de referência. Estes dados foram tratados no Origin.

As medidas primárias, área (A), comprimento máximo (Cmax), largura máxima (Lmax) e perímetro (M) foram obtidos com uso de imagens de satélite através do programa Google Earth. Já o Índice de desenvolvimento de margem (Ds) foi calculado conforme (SILVA, 2015). Utilizando se a seguinte equação:

$$Ds = P / (2 * \pi * R)$$

Sendo:

P é o perímetro do reservatório.

R é o raio maior (m) do reservatório

2 e π são constantes

4.3.3 Transparência da água e profundidade da zona eufótica.

Determinou-se a transparência da água nos três pontos de amostragem pelo método de desaparecimento do disco de Secchi. O Limite da zona eufótica (1%) foi obtido multiplicando-se a transparência da água pelo coeficiente 2,7 de acordo com MARGALEF (1983).

4.3.4 Medidas da temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH, Sólidos Totais Dissolvidos e Turbidez.

As medidas da temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH e sólidos totais dissolvidos e turbidez foram realizadas com uso de sonda Multisensor Horiba U-50, na superfície e fundo da coluna d'água e nos dias 30/08/2019 e 06/09/2019 a cada meio metro.

4.3.5 Concentração de material em suspensão

A concentração de material em suspensão foi realizada utilizando-se o método gravimétrico descrito em Teixeira et al. (1965). Foi filtrado um volume conhecido utilizando-se uma bomba de sucção a vácuo e microfiltros de fibra de vidro GFC de 1,2 µm de abertura de poro. Os filtros foram previamente calcinados em mufla a 450°C por ½ hora e depois pesados em uma balança analítica para a obtenção do peso inicial (P1). Após a filtração, estes filtros foram secos em estufa por 24 horas a 60° C até atingir peso constante, transferidos para dessecador, permanecendo por 1 hora e posteriormente pesados em balança analítica, para a determinação de P2. Para a obtenção da quantidade de material em suspensão total foi feita a diferença entre o peso P2 e o P1. Os filtros são novamente calcinados em mufla (450°C) por ½ hora transferidos para o dessecador e depois de uma hora, são pesados em balança analítica obtendo-se o peso P3. A diferença entre P2 e P3 representa a quantidade de matéria orgânica. Finalmente, a matéria inorgânica foi obtida pela diferença entre o material em suspensão total e a matéria orgânica e expressos em mg. L⁻¹.

4.3.6 Taxa de sedimentação.

Para a taxa de sedimentação foram construídas câmaras de sedimentação baseados nos utilizados por Maricato (1994). Os coletores foram confeccionados com tubos de PVC de 100mm de diâmetro cortados com 300mm de comprimento respeitando-se a proporção de 1:3 entre o tamanho da boca e a profundidade do coletor e os fundos dos tubos foram vedados com um *cap*. Para cada coletor foram utilizados quatro tubos de 100mm presos a um tubo de 50mm com abraçadeiras de nylon. Visando a estabilização dos coletores foram construídos lastros de concreto e aço que foram amarrados ao tubo central de 50mm pela parte de baixo e na parte superior foram presas duas garrafas pet de 2 litros cheias de ar para servirem como boias. Tanto

o lastro como as boias foram atrelados ao coletor com uso de corda de nylon medida e cortada no local de acordo com a profundidade do ponto selecionado.

Posicionou-se uma câmara em cada um dos três pontos previamente determinados do reservatório, devido à pequena profundidade do local, os coletores cheios de água destilada foram fixados a 70% da profundidade em cada ponto. Estes ficaram no local por 7 dias e após este período foram cuidadosamente retirados e seu conteúdo disposto em galões de 10 litros.

O material coletado foi imediatamente levado ao laboratório e filtrado com uso de aparelho de uma bomba de sucção a vácuo e microfiltros de fibra de vidro GFC de 1,2 µm de abertura de poro. A massa de sedimento no coletor é determinada pela diferença de peso do filtro antes e após a filtração de uma alíquota conhecida de água coletada e secagem do filtro em estufa a 50° C. Para determinação de matéria orgânica na amostra, os filtros foram calcinados a 450 °C novamente conforme metodologia descrita por Teixeira et al. (1965).

Para o cálculo da taxa de sedimentação foi aplicada a equação proposta:

$$T.S. = \frac{Vc * C}{Ac * T}$$

Em que:

Vc = Volume da câmara de sedimentação (2,2 L)

C = Concentração de material em suspensão dentro da câmara (mg. L⁻¹)

Ac = Área da abertura da câmara de sedimentação

T = Tempo de exposição da câmara de sedimentação em dias

4.4 VARIÁVEIS BIÓTICAS

A seguir é apresentada a descrição dos métodos utilizados para obtenção e análise das variáveis bióticas.

4.4.1 Concentração de clorofila *a*.

A coleta para a determinação da clorofila *a* foi realizada na superfície e a 90% da profundidade nos três pontos de amostragem com uma garrafa de Van Dorn com capacidade de 5L.

Para a determinação da concentração de clorofila *a* foi utilizada a técnica descrita por Golterman *et al.* (1978). Foi filtrado um volume conhecido de água em filtros de microfibras de vidro GFC de 1,2 µm de abertura de poro. Os filtros foram colocados em envelopes de papel

dentro de frascos escuros contendo sílica-gel e mantidos no freezer até a extração. A extração foi feita através da maceração manual dos filtros em acetona 90% a frio em ambiente com menor quantidade de luz possível, devido à rápida fotodegradação da clorofila. Após a maceração o extrato foi colocado em tubos de centrífuga graduados e levados à geladeira por 24 horas. Após este período, o extrato foi centrifugado por 10 minutos a 3200 rpm retirando-se o sobrenadante. Em seguida foi feita a leitura em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda de 663 nm e 750 nm, utilizando-se como branco a solução de acetona 90%. A leitura a 663 nm é aquela em que se detecta a absorção de clorofila *a*, enquanto que a leitura a 750 nm a clorofila praticamente não absorve luz, mas sim, outros pigmentos e materiais em suspensão. Para o cálculo foi utilizado a seguinte fórmula:

$$E_{clor} = E_{663} - E_{750}$$

$$P_{clor} = \frac{E_{clor} * 1000 * V_{extr} (mL)}{K_{clor} * V_{filt} (L)}$$

Em que:

E₆₆₃ – leitura a 663 nm

E₇₅₀ – leitura a 750 nm

E_{clor} – leitura corrigida para clorofila *a*

P_{clor} – concentração de clorofila *a*

1000 – correção do volume para litro

V_{extr} (mL) – volume de acetona utilizado (10 mL)

K_{clor} – coeficiente de extinção para clorofila *a* (89)

V_{filt} (L) - volume de água filtrado

4.4.2 Índice de estado trófico (IET).

Este índice foi obtido com base na metodologia proposta por Carlson (1977), posteriormente adaptado por Toledo *et al.* (1983), para regiões subtropicais e tropicais. O resultado é obtido pelas médias ponderadas das concentrações de clorofila *a*, fósforo total, fosforo total dissolvido e transparência da água. Para a classificação do IET foi considerado: (IET) ≤ 44 – oligotrófico, (IET) 44 < - mesotrófico e ≥ 54 eutrófico.

4.4.3 Comunidade zooplanctônica

As amostras para análise qualitativa do zooplâncton foram obtidas a partir de 3 arrastos horizontais em cada ponto, utilizando-se para isso uma rede de Plâncton com malha de 68 µm

na superfície da coluna d'água. As amostras obtidas foram acondicionadas em frascos de polietileno, os organismos foram narcotizados por saturação de CO₂ com a adição de água gaseificada para evitar a contração dos mesmos durante a fixação com formol 4%. As amostras foram levadas para identificação no Laboratório de Limnologia da UNIFAL-MG.

As amostras foram analisadas sob microscópio estereoscópio Zeiss modelo Stemi 2000 (aumento até 50x) e microscópio óptico Zeiss modelo Scope 20 (aumento até 1000x). Os organismos encontrados foram e identificados com auxílio de bibliografia especializada (KOSTE, 1978; REID, 1985; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; KOTOV; DUMONT, 2000; SILVA, 2003; SILVA; MATSUMURA-TUNDISI, 2005; SEGERS, 2007).

4.4.4 Testes de eclosão das formas dormentes.

O sedimento foi coletado com um testemunhador modelo Kajak-Brinkhurst (K-B corer) de 0-50 cm. Este equipamento permite coletar amostras indeformadas do sedimento do leito e o fatiamento destas amostras de acordo com a profundidade desejada. Em cada um dos pontos selecionados para o estudo foram coletadas três amostras que em alguns casos foram fatiadas em 5, 10 e 15 centímetros de profundidade. As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos pretos e levadas ao laboratório.

Para a separação dos ovos de resistência, cada amostra foi homogeneizada de acordo com o ponto de coleta e a profundidade de obtenção. Foram separados 100 gramas deste sedimento úmido e diluído em uma solução de 1000ml de água destilada saturada com 1000g de açúcar. Após a diluição a solução foi centrifugada a 3.600 rpm por 5 minutos (ONBE, 1978). O sobrenadante foi filtrado em uma rede de plâncton de 20µm e lavado com água destilada.

Uma alíquota da amostra com os ovos foram contados em lâmina Sedgewick-Rafter sob microscópio óptico Zeiss modelo Scope 20 (aumento até 1000x) em aumento de 400x. Após estimado o número de ovos em cada amostra foram realizados os testes descritos na sequência.

Estas formas dormentes foram fotografadas e acondicionadas em frascos de poliestireno transparentes, devidamente numerados e preenchidos com 40 ml da água. Os experimentos foram mantidos em câmara de germinação sob temperatura 25°C (\pm 2°C) e fotoperíodo controlado (12 horas claro/12 horas escuro). Os recipientes foram monitorados diariamente e a água trocada a cada dois dias durante 30 dias (MAIA-BARBOSA et al., 2003; COELHO, 2015)

Outro teste foi realizado com todos os ovos obtidos na separação que foram acondicionados em recipientes transparentes com capacidade de 1 litro, preenchidos com 600

ml da água como descrito no item 4.4.4 e dispostos na câmara de germinação sob as mesmas condições do teste para identificação dos ovos. Os frascos foram checados diariamente durante 30 dias e os indivíduos eclodidos foram retirados, identificados, armazenados em frascos com solução de formol a 4% e depositados na coleção do laboratório de Limnologia da UNIFAL-MG. Para os testes de eclosão foi utilizada água reconstituída a partir de água destilada (RD). Também foram realizados testes com água reconstituída a partir da água proveniente da uma nascente próxima ao campus sede da UNIFAL-MG (RN). Esta água foi filtrada três vezes em rede de 20µm e mantida em aeração constante. As variáveis físicas e químicas da água estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis físicas e químicas da água medidas nos testes de eclosão. RD = água reconstituída a partir da água destilada; RN = água reconstituída a partir da água de uma fonte natural e AR = água do reservatório.

	(RD)	(RN)	(AR)
pH	6,67	6,79	4,74
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	0,253	0,453	0,029
Turbidez (NTU)	1,1	1,3	4,3
OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	5,01	4,76	4,41
STD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0,167	0,294	0,019

Fonte – Do autor (2020).

Além disso foram realizados testes de eclosão baseados na metodologia proposta por Sars (1901). As amostras de sedimento coletadas nos três pontos foram levadas a estufa regulada a aproximadamente 50°C para secagem. Após secas, as amostras foram divididas em alíquotas de 100g e dispostas em frascos de poliestireno recobertos om papel alumínio, o sedimento foi reidratado com 500ml de água proveniente do reservatório da Amália filtrada três vezes em rede de 20µm (RF), resultando em cinco microcosmos denominados P1, P2, P2r, P3

e P3r (Figura 3).

Figura 3 - Microcosmos dos testes de eclosão sem separação dos ovos do sedimento



Fonte: Do autor (2020)

Os microcosmos foram acondicionados em câmara de germinação com fotoperíodo de 12 horas de luz/12 horas escuro e temperatura controlada de aproximadamente 25°C e monitorados por 147 dias. O teste de incubação foi adaptado de Fialek (2018), monitorada da seguinte forma:

- A. 1° fase: durante 14 dias o monitoramento foi feito de dois em dois dias totalizando 7 análises;
- B. 2° fase: nos próximos 105 dias as análises foram realizadas semanalmente totalizando 15 verificações;
- C. 3° fase: nos últimos 28 dias as filtrações foram realizadas a cada duas semanas, ou seja, mais duas vezes.

No monitoramento toda água dos microcosmos foi filtrada em rede de 20µm, o material retido na rede analisado foi analisado sob microscópio estereoscópio Zeiss modelo Stemi 2000 (aumento até 50x) e microscópio óptico Zeiss modelo Scope 20 (aumento até 1000x). Os organismos observados foram separados e identificados com auxílio de bibliografia

especializada descrita no item anterior. Após a filtragem a água dos microcosmos foi trocada por água do reservatório filtrada e mantida em aeração constante.

5 RESULTADOS

A seguir os dados obtidos através de medição em campo e de experimentos realizados no laboratório.

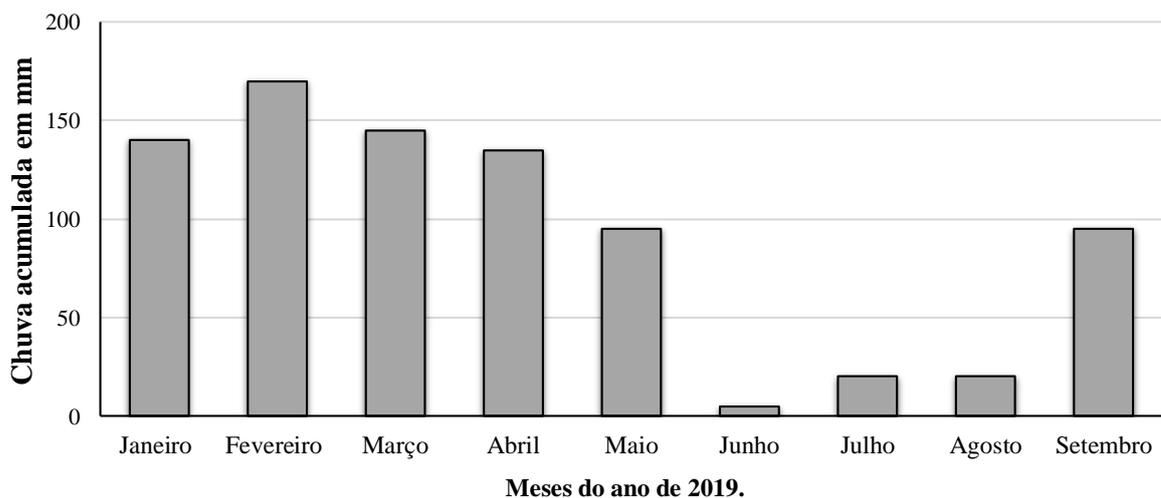
5.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

Serão apresentados os dados inerentes as características espaciais e climatológicas do local de estudo.

5.1.2 Variáveis Climatológicas: Precipitação.

A pluviosidade variou de acordo com o período do ano, isto é, maior precipitação de janeiro a maio de 2019 e em setembro de 2018, e menor precipitação entre junho e agosto de 2019. Em abril de 2019, quando foram realizadas as primeiras coletas, embora a precipitação tenha sido alta, foi observada uma diminuição, principalmente a partir de maio até o fim de agosto de 2019, data da segunda coleta (Figura 4).

Figura 4 - Variação da Precipitação mensal acumulada (mm), de janeiro a setembro de 2019. Registros da estação meteorológica de Machado-MG, localizada próxima aos pontos estudados em abril de 2019.



Fonte: Modificado de Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

5.1.3 Morfometria do reservatório da Amália.

O reservatório da Amália é de pequeno porte com comprimento máximo (Cmax) de

103m , largura máxima (Lmax) de 33m e área de superfície (A) de apenas 2.833 m². Com um perímetro (M) de 261 metros, o índice de desenvolvimento de margem (Ds) do local é de 1,38 (Tabela 2).

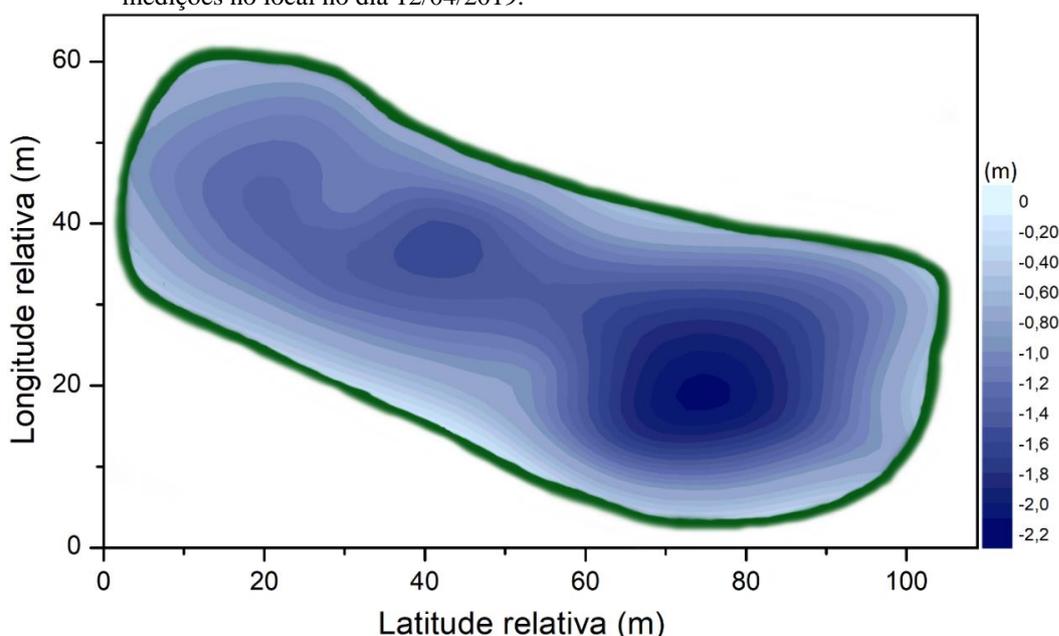
Tabela 2 - Variáveis morfométricas do reservatório da Amália, Alfenas, MG.

Variáveis morfométricas:	Sigla	
Área (m ²)	A	2.833
Comprimento máximo (m)	Cmax	103
Largura máxima (m)	Lmax	33
Profundidade máxima (m)	Zmax	2,2
Profundidade média (m)	Z	1,17
Perímetro (m)	M	261
Índice de desenvolvimento de margem	Ds	1,38
Desenvolvimento de volume	Dv	1,59

Fonte: Do autor (2020).

Outra característica deste corpo d'água é a pequena profundidade com valores máximos observados no dia 12/04/2019 (2,20m) e uma profundidade média (Z) de 1,17m. O mapa batimétrico (Figura 5) evidenciou que as maiores profundidades estão concentradas em duas áreas relativamente pequenas com predominância de baixas profundidades.

Figura 5 - Mapa batimétrico evidenciando a morfologia do leito do reservatório da Amália, mapa resultante de medições no local no dia 12/04/2019.



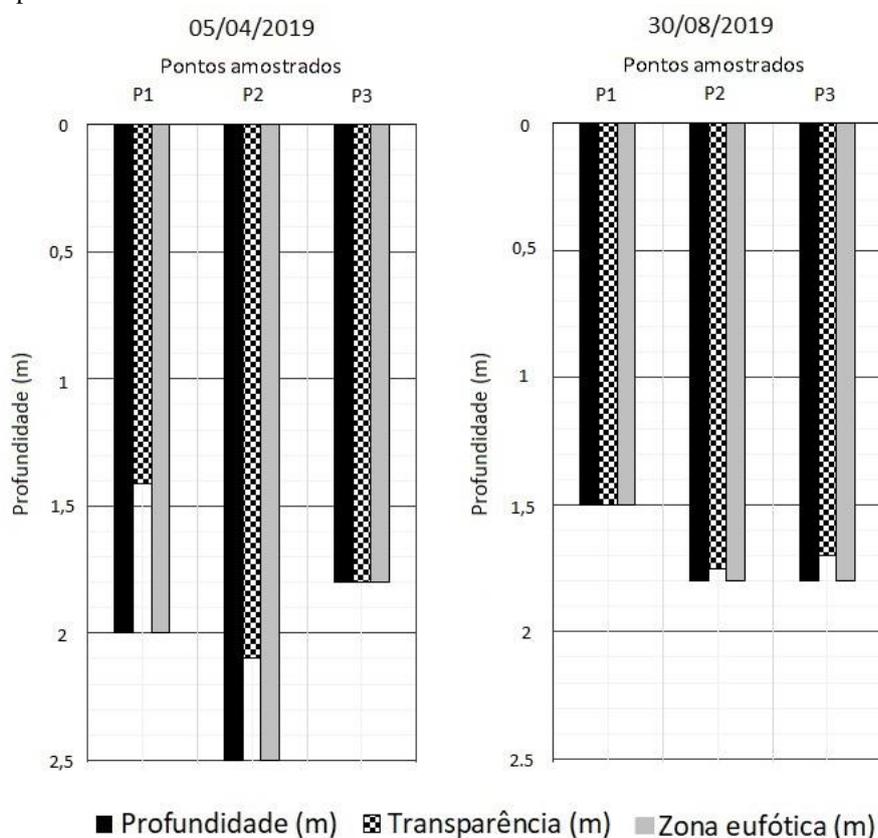
Fonte: Do autor (2020)

5.1.4 Profundidade do local de coleta, transparência da água e profundidade da zona eufótica.

Nota-se uma variação na profundidade dos pontos em função dos períodos de chuvoso e seco, no primeiro há um acréscimo médio de meio metro na profundidade da coluna d'água dos pontos de coleta, o que corresponde a um incremento médio de 25% na profundidade de um período para o outro (Figura 6).

A transparência da água divergiu entre os pontos, de acordo com a profundidade destes de 1,4 metros a 2,1 metros. A profundidade da zona eufótica foi total em todas as medições realizadas (Figura 6), devido a pequena profundidade do local.

Figura 6 - Variação na profundidade da Zona eufótica, transparência da água e profundidade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália em 05/04/2019 e 30/08/2019.



Fonte: Do autor

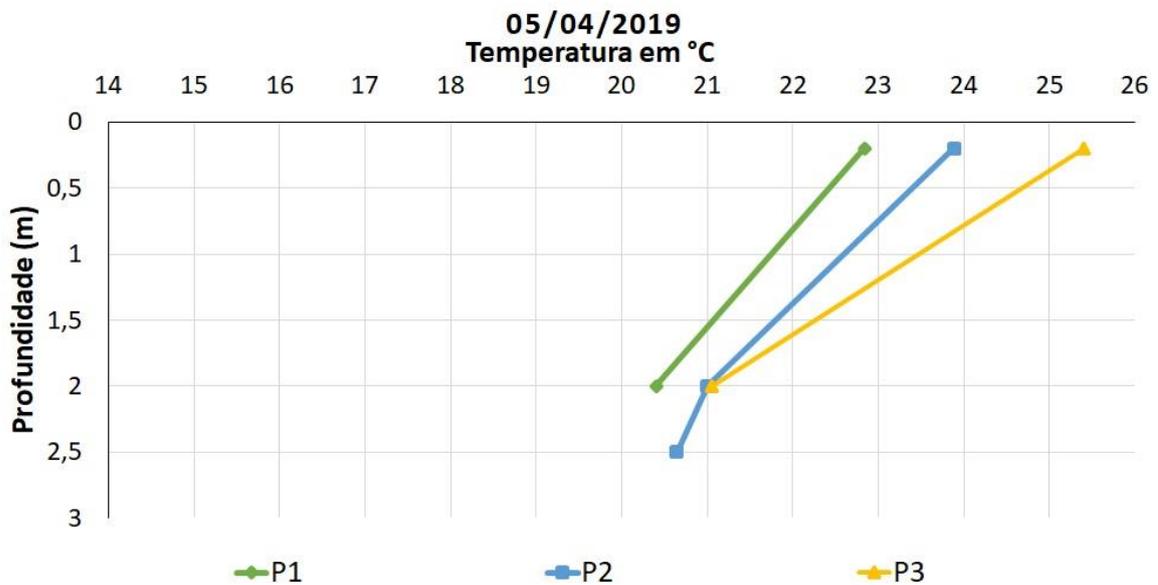
5.1.5 Temperatura da água

A variação na temperatura da água nos pontos de amostragem do reservatório durante o período de coleta é apresentada nas Figuras 7, 8, 9 e 10. Foi observada uma diminuição da

temperatura da água da superfície para o fundo em todos os pontos de coleta. Nas duas primeiras coletas as temperaturas foram maiores que nas coletas seguintes, com diferença de até 6,2°C entre o dia cinco de abril e o dia seis de outubro.

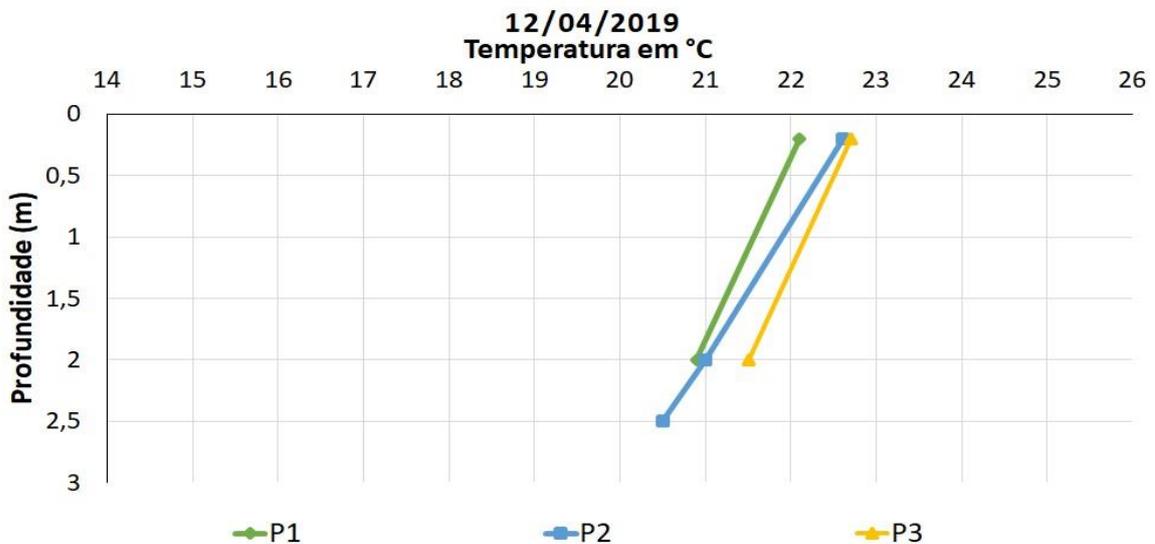
Apesar de se tratar de um reservatório relativamente raso foram observadas diferenças consideráveis de temperatura entre a superfície e o fundo, com amplitude de variações que chegaram a 4,3°C no P3 no dia 05/04/2019 e de 4,9° no mesmo ponto em 30/08/2019.

Figura 7 - Variação de temperatura da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 05/04/2019



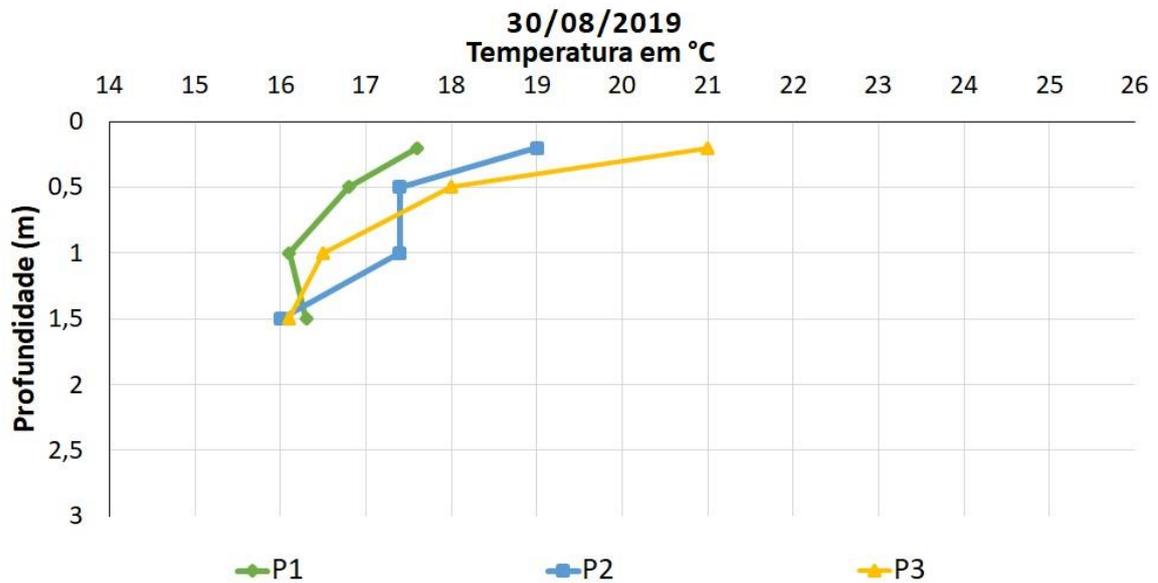
Fonte: Do Autor (2020)

Figura 8 - Variação de temperatura da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas,



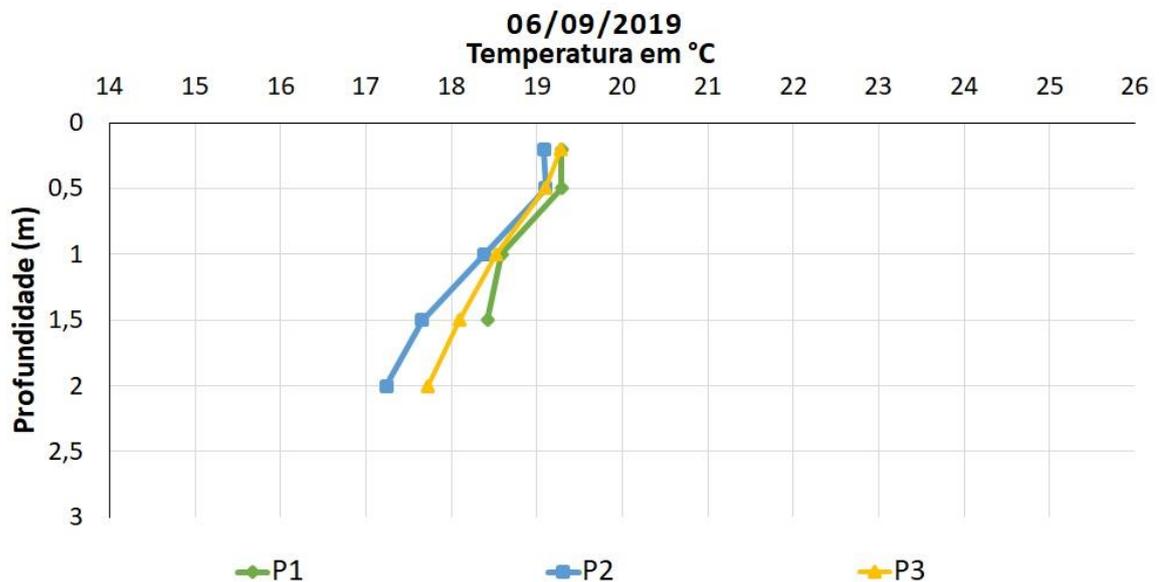
Fonte: Do autor (2020)

Figura 9 - Variação de temperatura da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 30/08/2019.



Fonte: Do autor (2020).

Figura 10 - Variação de temperatura da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 06/09/2019.



Fonte: Do autor (2020).

5.1.6 Concentração de Oxigênio dissolvido

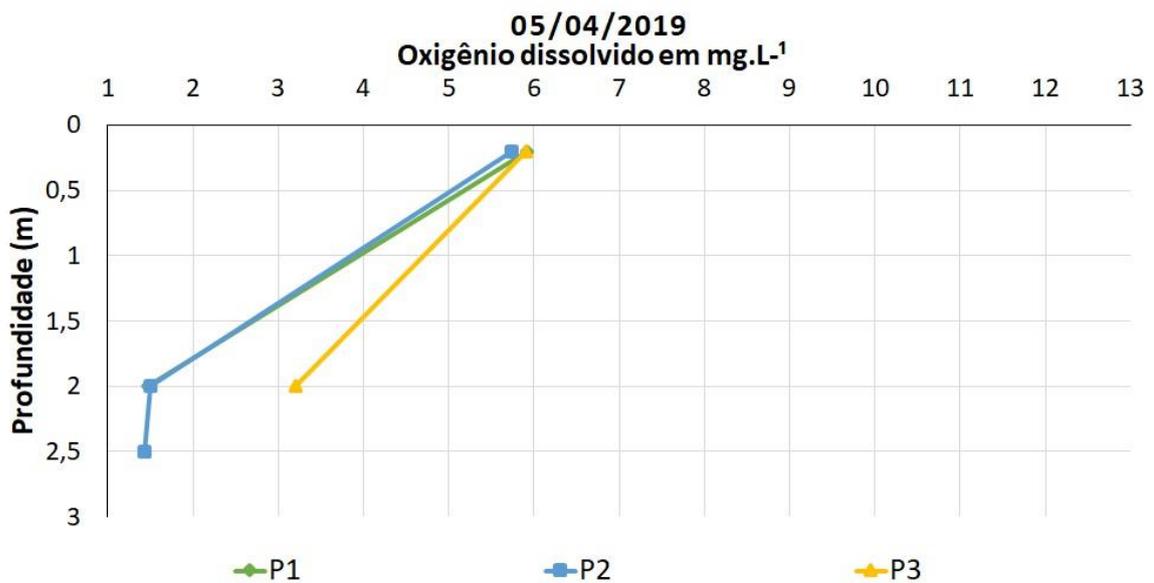
As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) tiveram uma queda em função da profundidade. Este padrão pode ser observado em todas as coletas, com uma maior amplitude

de variação no dia 30/08/2019 (Figuras,11,12,13 e 14) em um metro e meio de profundidade do ponto P3 (12 mg L⁻¹ a 4,8 mg L⁻¹).

Na superfície do reservatório o OD variou entre 4,34 mg L⁻¹ a 12 mg L⁻¹, com valores acima de 5,5 mg L⁻¹, na maioria das medições. Como é natural, ao contrário da superfície, os valores observados no fundo do reservatório de modo geral foram baixos, situando se entre (5,43 mg. L⁻¹) e (1,83 mg. L⁻¹). A diminuição do OD fica evidenciada nas Figuras 11,12,13 e 14 e na média entre os dados da superfície (5,92 mg. L⁻¹) e do fundo (3,21 mg. L⁻¹) dos pontos, sendo a concentração de OD 184,42% maior na superfície.

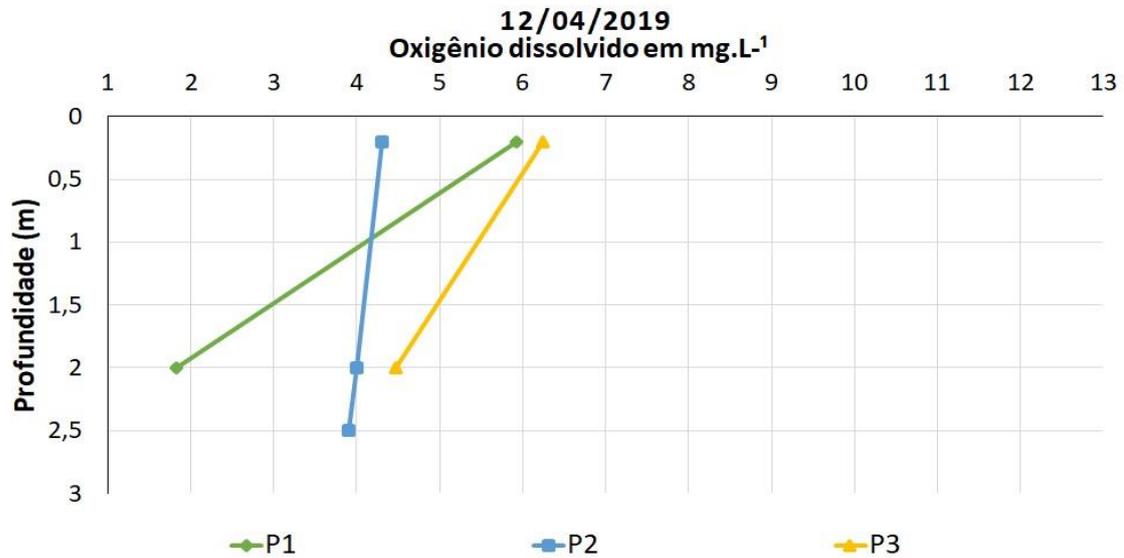
Outra variação evidente foi entre os períodos de coleta, as duas primeiras ocorreram com espaço de quatro meses das segundas, em diferentes estações do ano. Nas primeiras coletas, de modo geral, foram verificadas menores concentrações de oxigênio dissolvido.

Figura 11 - Variação na concentração de Oxigênio dissolvido na coluna d'água dos pontos do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 05/04/2019.



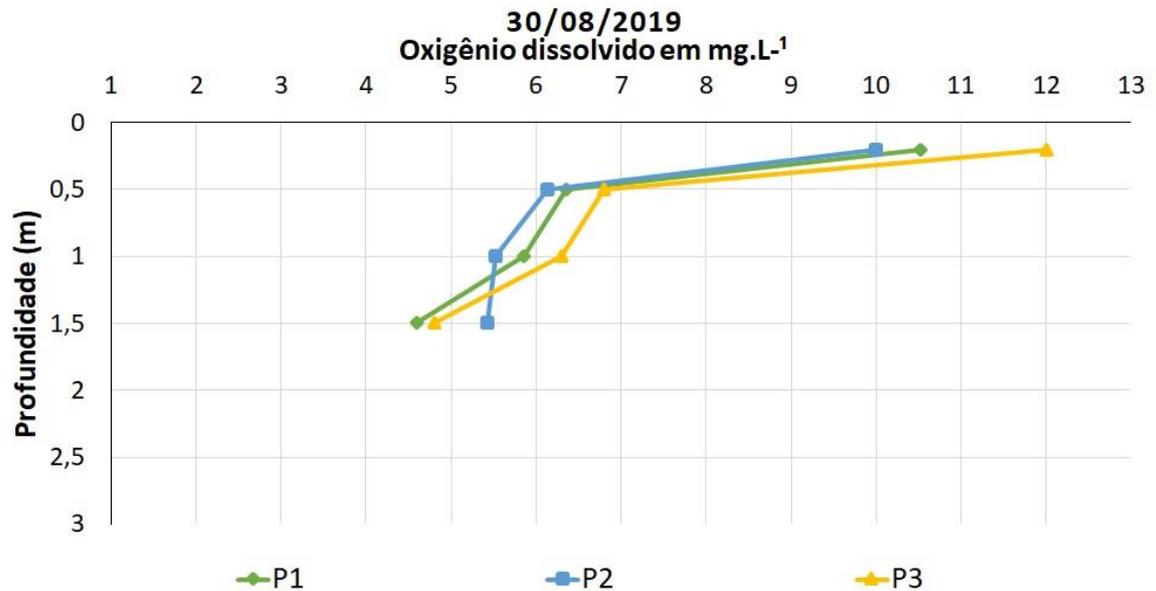
Fonte: Do autor (2020).

Figura 12 - Variação na concentração de Oxigênio dissolvido na coluna d'água dos pontos do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 12/04/2019.



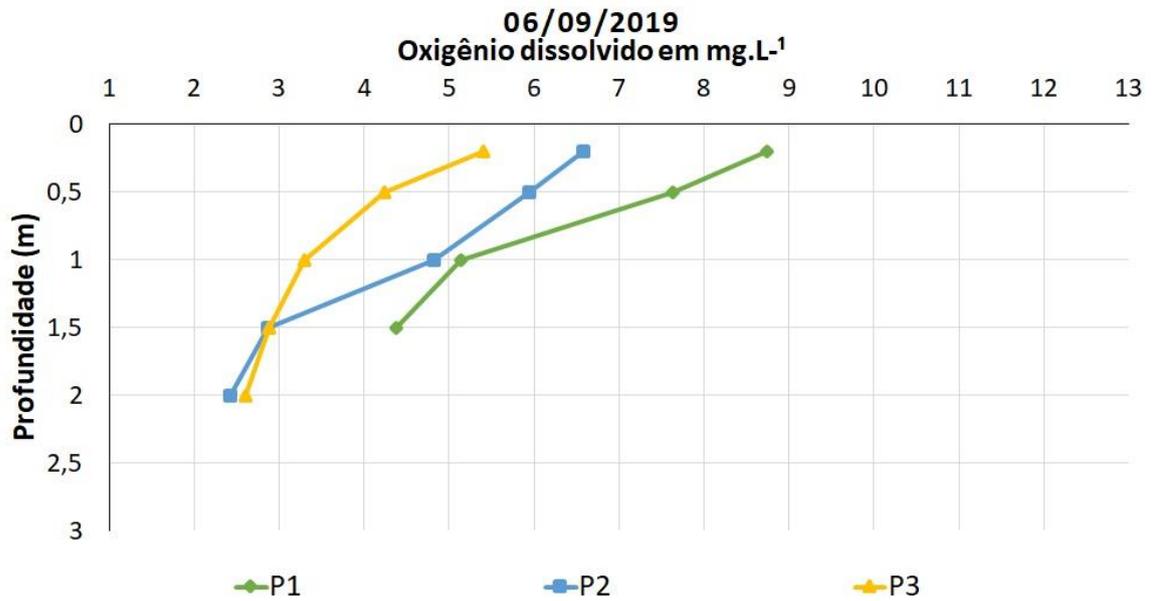
Fonte: Do autor (2020).

Figura 13 - Variação na concentração de Oxigênio dissolvido na coluna d'água dos pontos do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 30/08/2019.



Fonte: Do autor (2020).

Figura 14 - Variação na concentração de Oxigênio dissolvido na coluna d'água dos pontos do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 06/08/2019.

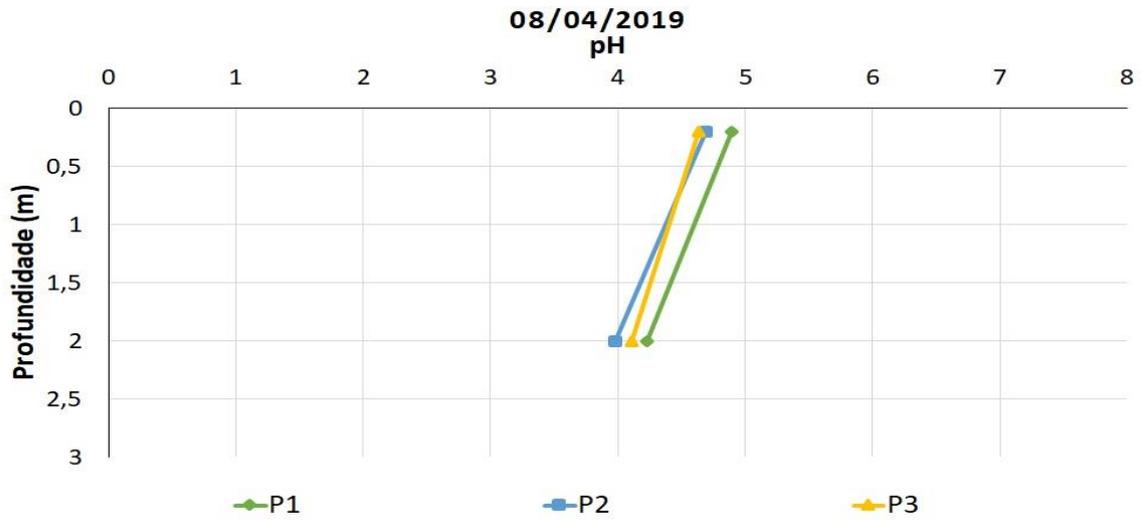


Fonte: Do autor (2020).

5.1.7 pH.

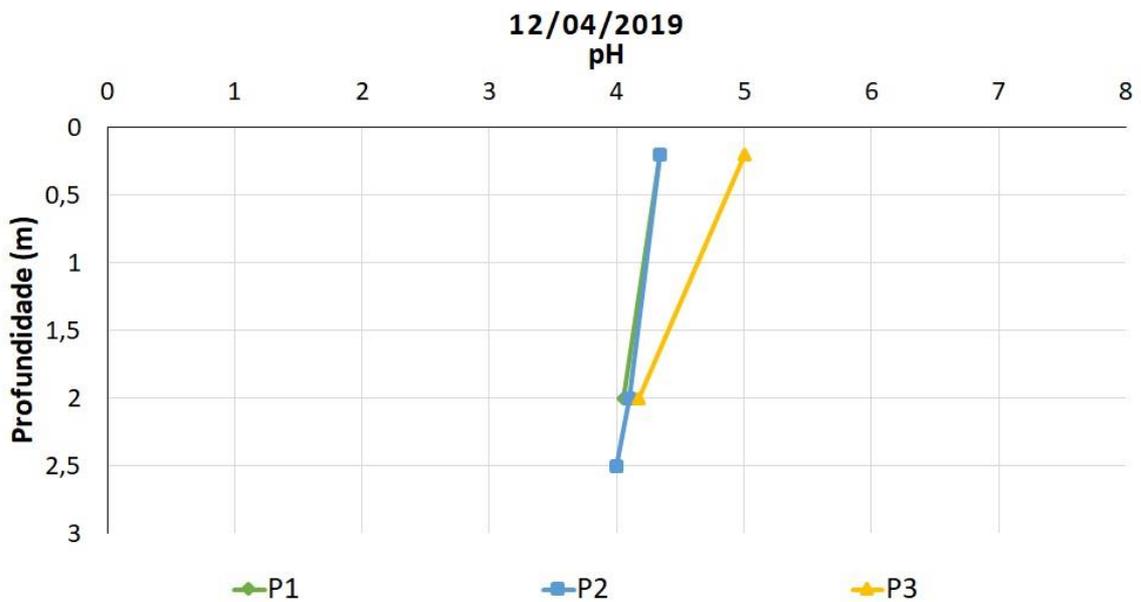
Foi detectada uma diferença entre o pH da superfície e do fundo, com todas as amostras do fundo mais ácidas que as da superfície. Nas Figuras 15,16,17 e 18 observa-se um padrão gradual de decréscimo do pH em função da profundidade. Embora haja variações na coluna d'água, destaca-se a constante acidez da água, com pH sempre abaixo de 5,9.

Figura 15 - Variação de pH na coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 08/04/2019.



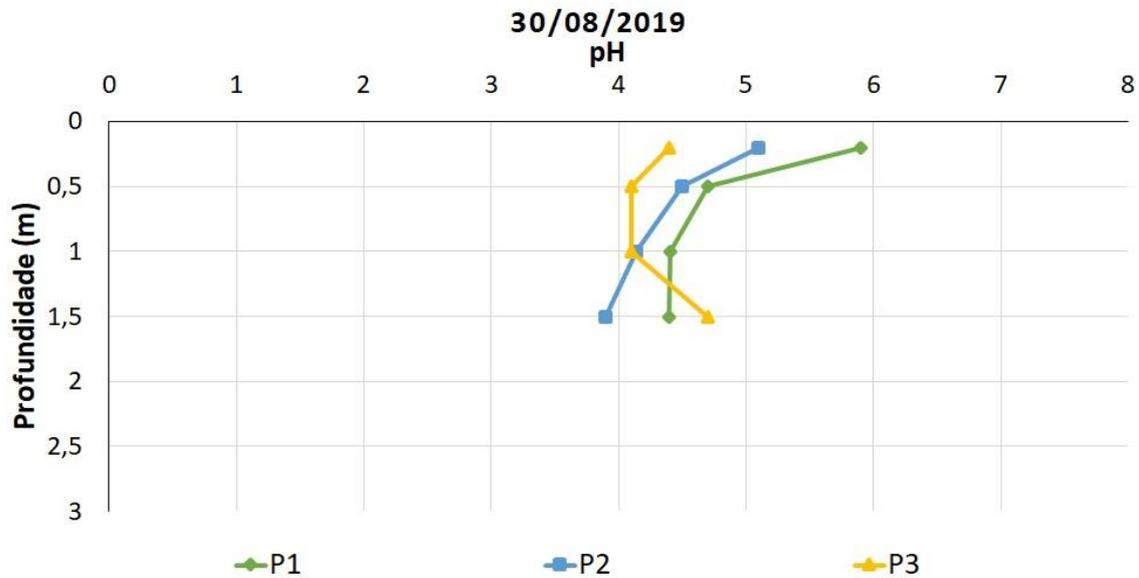
Fonte: Do autor (2020)

Figura 16 - Variação de pH na coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 12/04/2019.



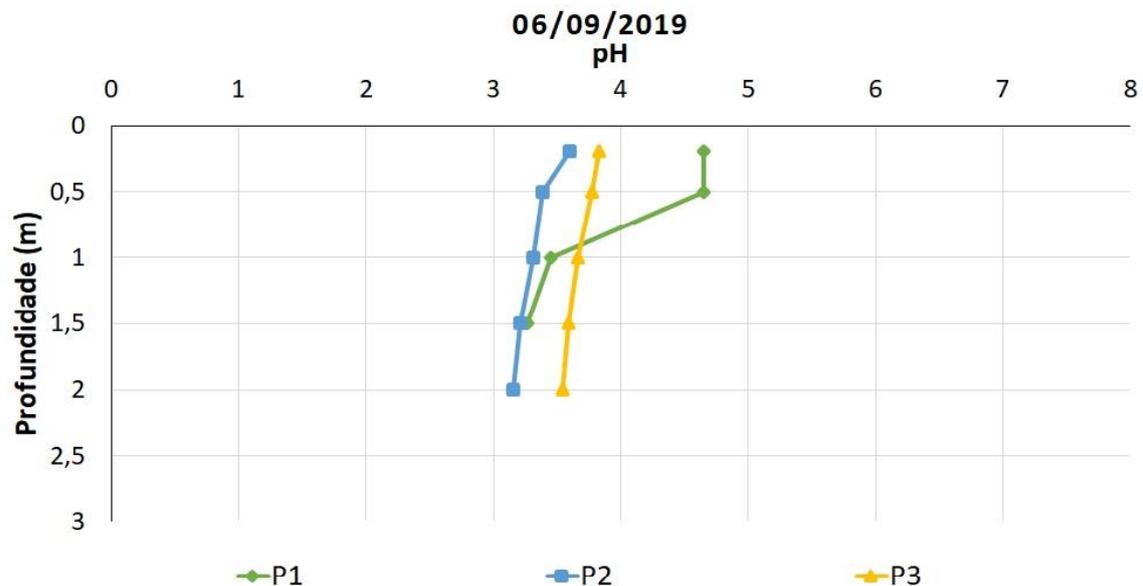
Fonte: Do autor (2020)

Figura 17 - Variação de pH na coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 30/08/2019.



Fonte: Do autor (2020)

Figura 18 - Variação de pH na coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 06/09/2019.



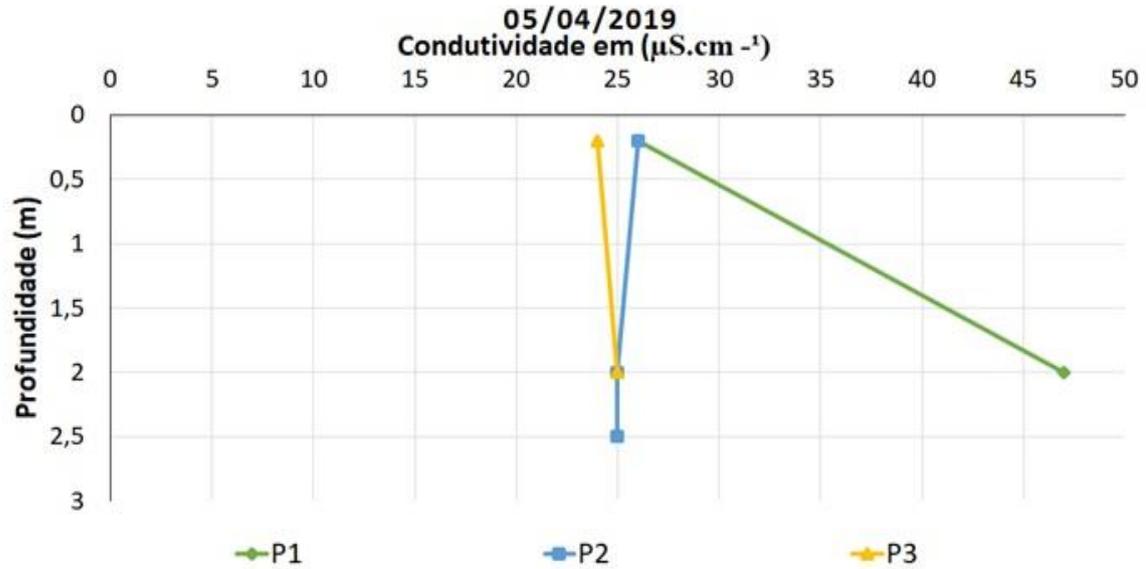
Fonte: Do autor (2020)

5.1.8 Condutividade elétrica

Os valores de condutividade elétrica foram baixos e não variaram muito entre os pontos e os períodos de amostragem (Figuras 19,20,21 e 22) e nem mesmo entre a superfície e o fundo do reservatório. Houve um aumento nos valores no fundo da coluna d'água com máxima de 47

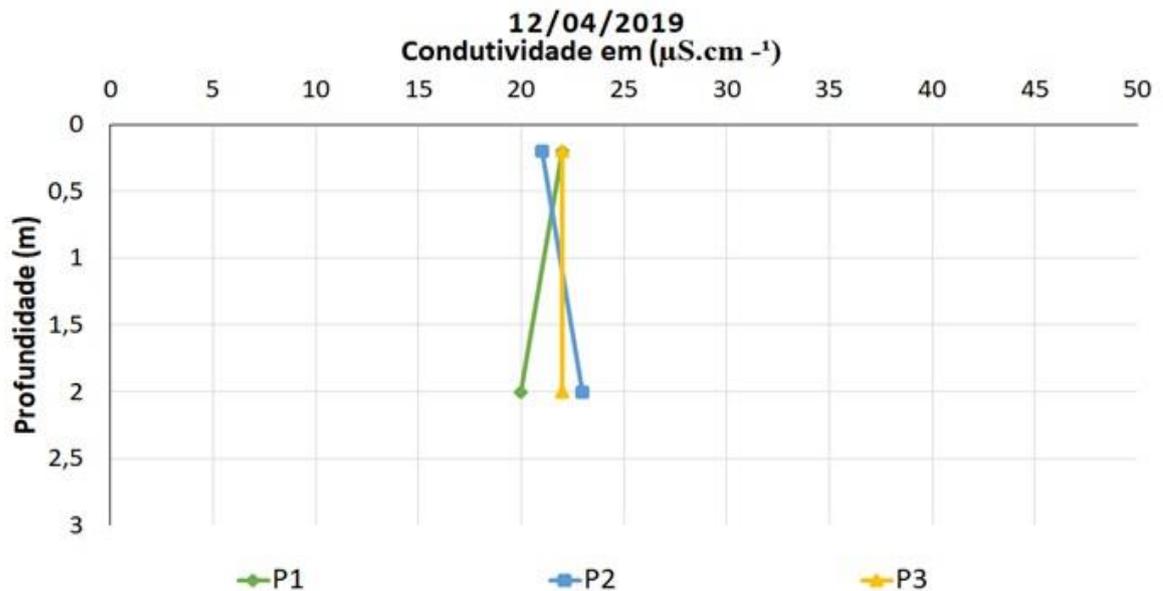
$\mu\text{S cm}^{-1}$ no ponto P1 da primeira coleta. Nos demais pontos os valores variaram de 15 a 26 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Figura 19 - - Variação de condutividade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 05/04/2019.



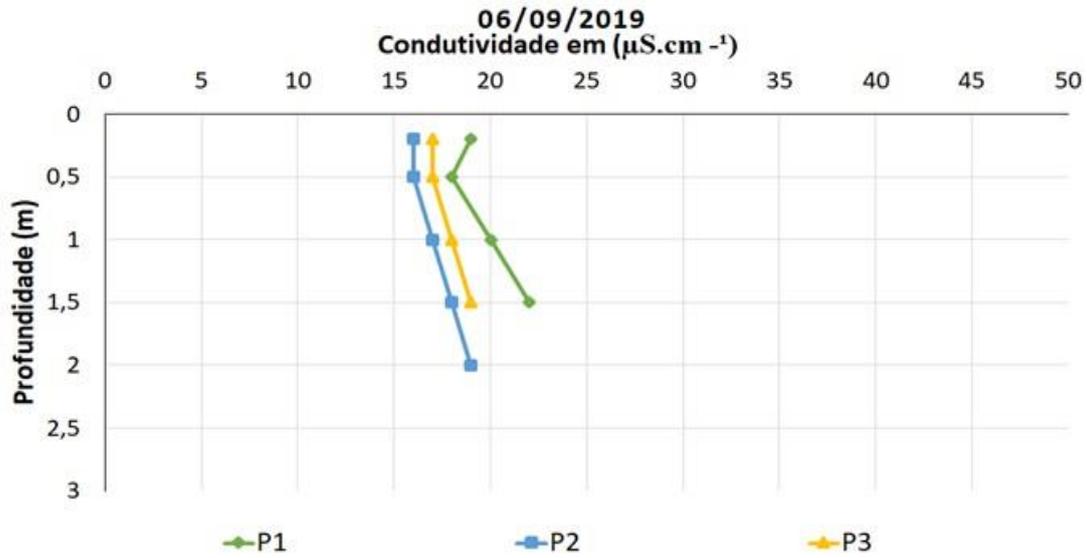
Fonte: Do autor (2020)

Figura 20 - Variação de condutividade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 12/04/2019



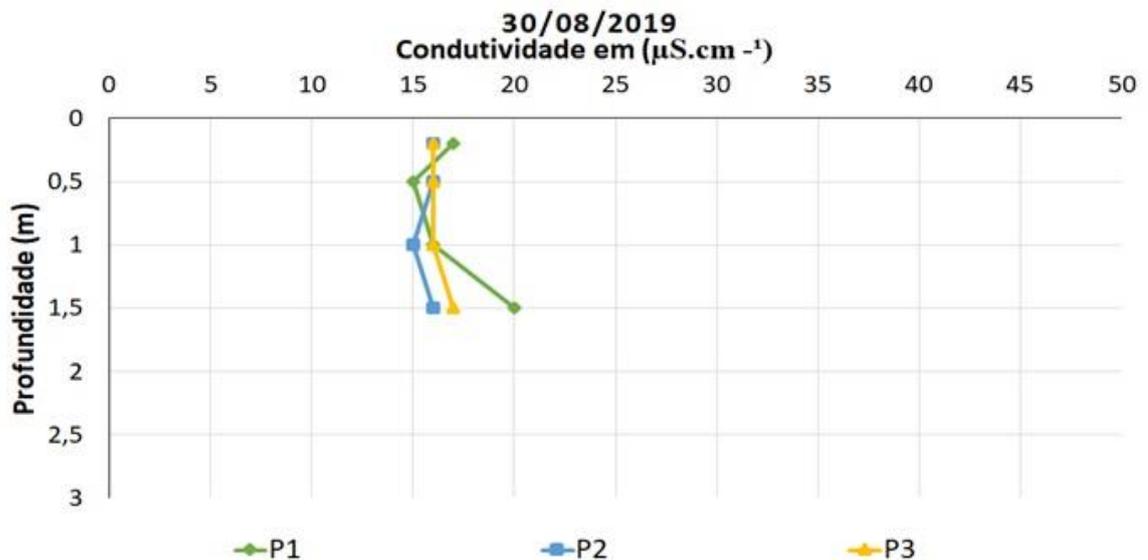
Fonte: Do autor (2020).

Figura 21 - Variação de condutividade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 06/09/2019.



Fonte: Do autor (2020).

Figura 22 - Variação de condutividade da coluna d'água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG, em 30/08/2019



Fonte: Do autor (2020).

5.1.10 Material em Suspensão.

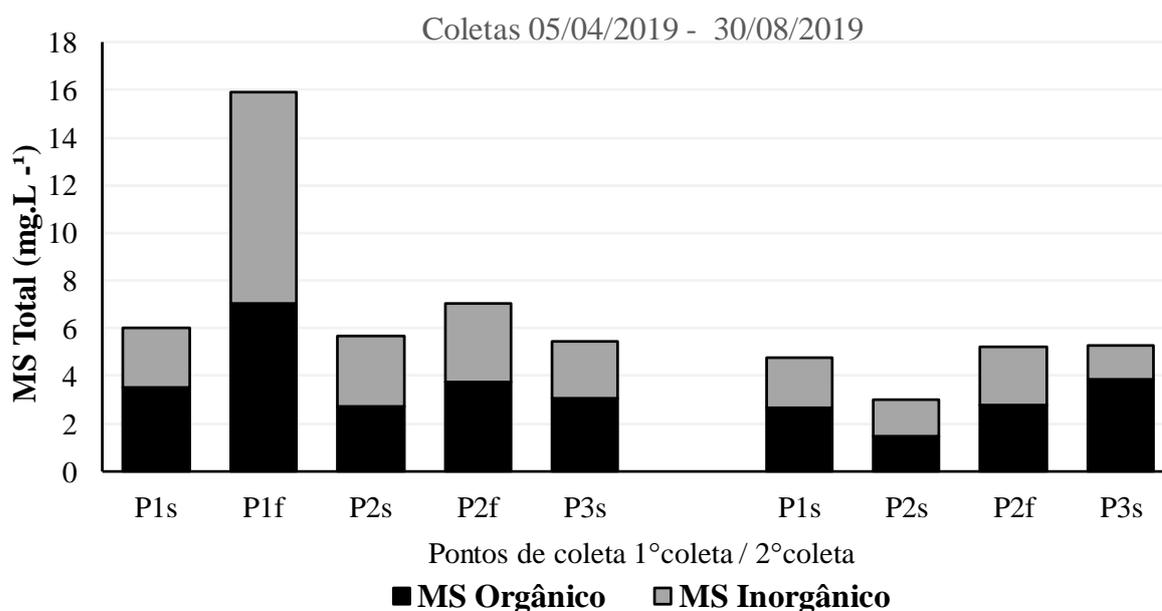
Para o material em suspensão observa-se discrepância nos valores obtidos no ponto (P3f) na primeira coleta (05/04/2019) e nos pontos (P1f) e (P3f) da coleta posterior (30/08/2019). Estes valores ficaram bem acima dos demais, provavelmente por estas amostras terem sido coletadas próximas ao fundo do reservatório, o que provocou a ressuspensão do

material sedimentado. Os resultados das concentrações de material em suspensão destes pontos foram suprimidos do gráfico (Figura 23).

Na primeira coleta, que corresponde ao período chuvoso as concentrações de material em suspensão total foram um pouco maiores que na coleta posterior que representa o período seco. No ponto P1f foi notada uma maior concentração de material em suspensão, pois, está localizado logo na entrada do reservatório e há grande concentração de macrófitas neste ponto. Os demais pontos de coleta, não diferem muito.

Quanto a composição do material amostrado, de modo geral não foi observado grandes diferenças na proporção de matéria orgânica e inorgânica, mesmo quando comparadas amostras obtidas na superfície com as próximas ao fundo.

Figura 23 - Material em suspensão total, Material orgânico e inorgânico em ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) dos pontos de coleta do reservatório da Amália em 05/04/2019 e 30/08/2019.



Fonte: Do autor (2020).

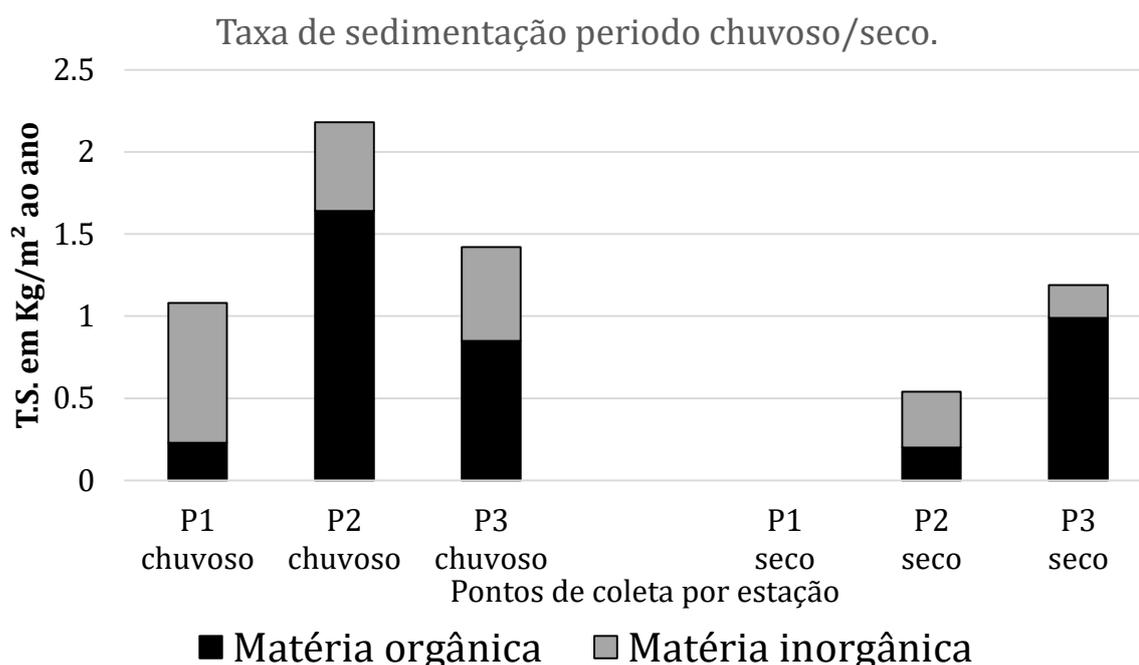
5.1.11 Taxa de sedimentação

A taxa de sedimentação assim como a concentração de material em suspensão foi maior no período chuvoso (Figura 24). Esta diferença foi mais evidente no P2 variando de $2,18 \text{ Kg m}^{-2}$ ao ano no período chuvoso a $0,55 \text{ Kg m}^{-2}$ ao ano no período seco, uma diferença de 397%, ou seja, uma taxa de sedimentação quase quatro vezes maior entre as estações do ano neste ponto. Já no P3 não houve diferenças na sedimentação entre um período e outro.

Em relação a concentração de matéria orgânica (MO) e inorgânica (MI), houve uma

maior concentração da primeira tanto no período seco, quanto no período chuvoso. Devido à perda do coletor, que representaria o P1 no período chuvoso, este foi representado como zero na plotagem do gráfico. Por este motivo, visando a consistência dos dados, as comparações entre os pontos e os períodos de coleta foram feitas somente nas amostras com representação dos dois períodos.

Figura 24 - Taxa aproximada de sedimentação anual em Kg.m⁻² nos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG entre os dias 05/04/2019 e 12/04/2019 e entre 30/08/2019 e 06/09/2019.



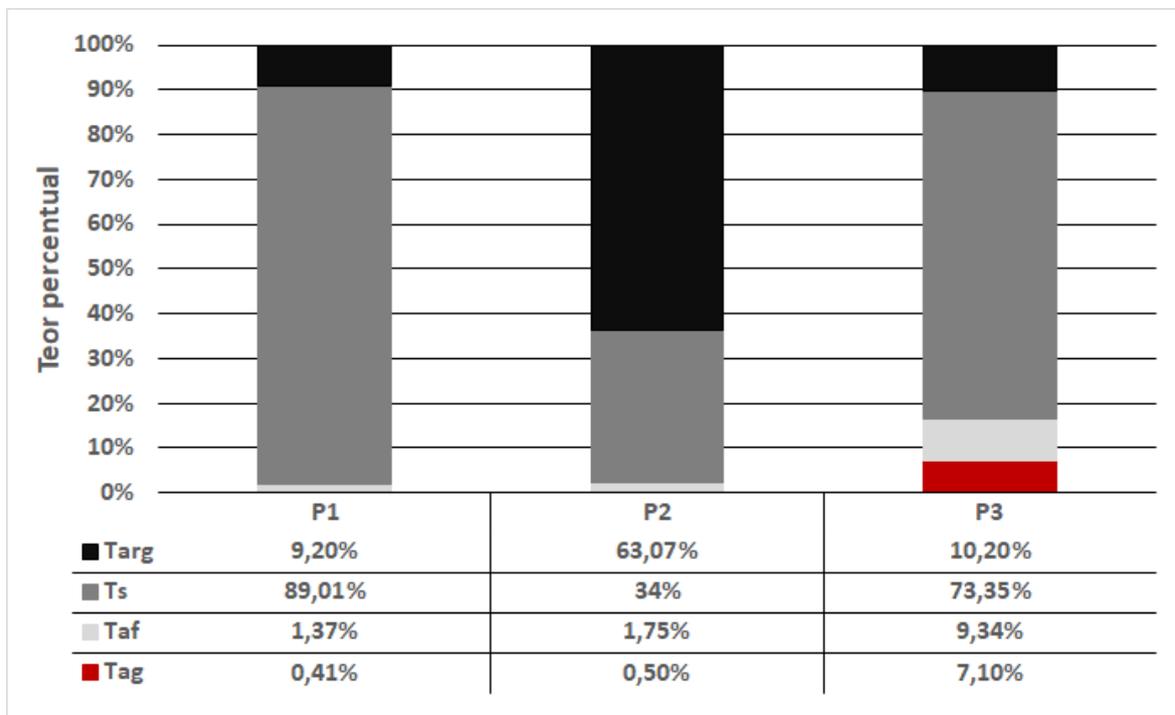
Fonte: Do Autor

5.1.12. Granulometria dos sedimentos de fundo.

Em relação à granulometria dos sedimentos ocorreu (Figura 25) um teor expressivamente maior de material fino, com partículas menores que 0,053mm, uma vez que os teores de argila e silte juntos ultrapassaram 83% em todas os pontos. No Ponto 3, localizado mais a montante no reservatório e próximo ao vertedouro há uma pequena variação, com uma concentração um pouco maior de material grosso, sendo o teor de areia fina 9,34% e de areia grossa 7,10%.

Outra variação que chama atenção é a concentração de argila no Ponto 2, que é maior que nos demais com 63,07% neste ponto contra 9,20% no Ponto 1 e 10,20% no Ponto 3.

Figura 25 - Granulometria do sedimento expressa em (Targ) Teor de argila (< 0,002mm), (Ts) Teor de silte (0,002mm – 0,053mm), (Taf) Teor de areia fina (0,053mm – 0,2mm) e (Tag) Teor de areia grossa (> 0,2mm) do reservatório da Amália, Alfenas, MG em 05/04/2019.

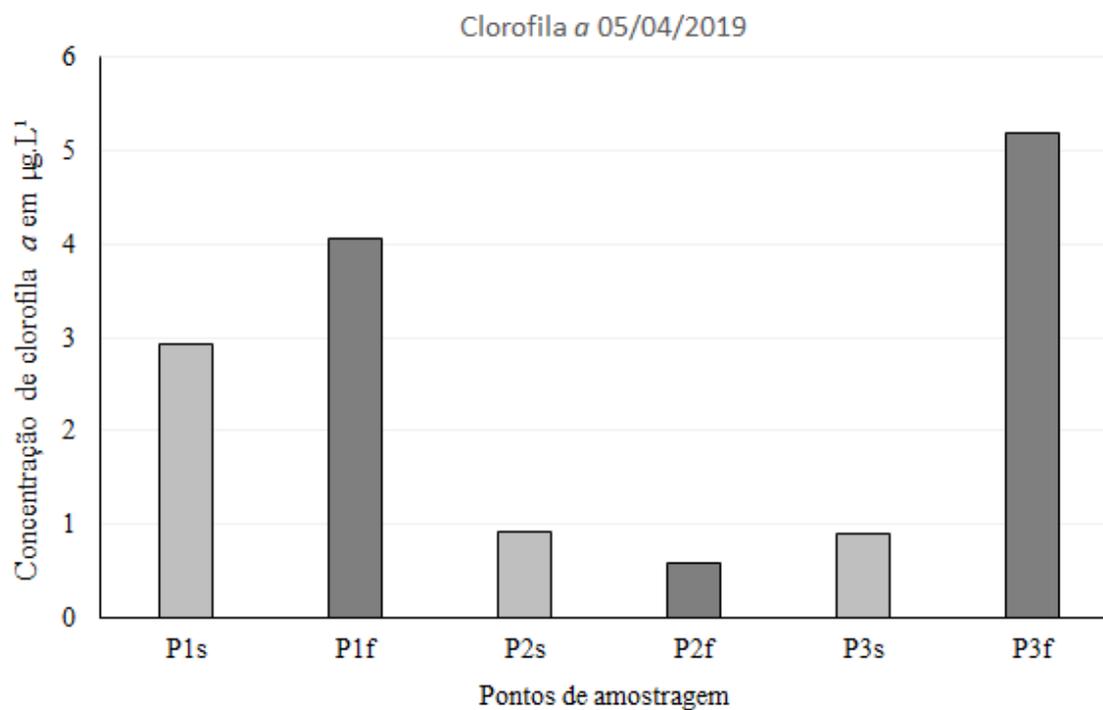


Fonte: Do Autor

5.1.13 Concentração de Clorofila *a*.

As concentrações de clorofila *a* variaram entre os pontos de coleta, com maior valor observado no ponto P3f (5,29 $\mu\text{g. L}^{-1}$) e o menor no P2f (0,58 $\mu\text{g. L}^{-1}$). As médias entre superfície e fundo nos pontos P1, P2 e P3 foram de 3,49 $\mu\text{g. L}^{-1}$, 0,76 $\mu\text{g. L}^{-1}$ e 3,05 $\mu\text{g. L}^{-1}$ respectivamente (Figura 26).

Figura 26 - Concentração de clorofila *a* na superfície (s) e fundo (f) dos pontos de coleta do reservatório da Amália em 05/04/2019.

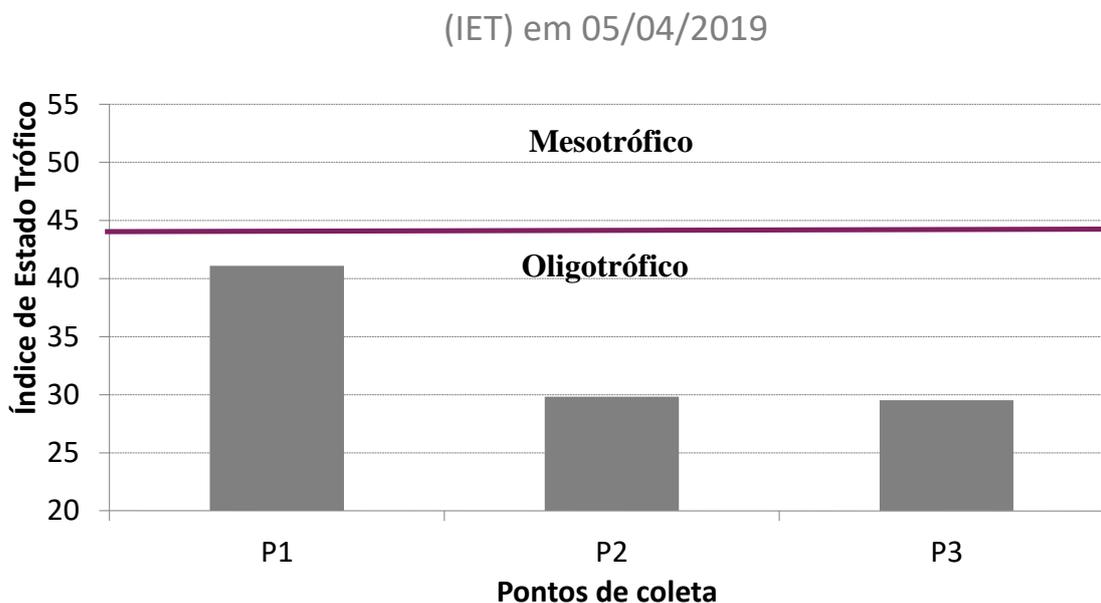


Fonte: Do autor (2020)

5.1.14 Índice de estado trófico (IET)

O índice de estado trófico foi calculado com a concentração de clorofila *a* na superfície dos pontos. Todos os pontos analisados se enquadraram como oligotróficos. O maior valor foi registrado no ponto P1 (IET de 41), com valores próximos a mesotrofia (Figura 27).

Figura 27 - Índice de Estado Trófico (IET) da água dos pontos de coleta do reservatório da Amália, Alfenas, MG em 05/04/2019



Fontes: Do autor (2020).

5.2 VÁRIAVEIS BIÓTICAS

Neste item serão abordadas as análises dos organismos zooplanctônicos do reservatório da Amália, isto é, a comunidade zooplanctônica ativa. Também serão apresentados os dados sobre as formas dormentes ou ovos de resistência coletados no sedimento e os organismos eclodidos destes ovos, designados como organismos da comunidade zooplanctônica passiva.

5.2.1 Comunidade zooplanctônica ativa.

Nas amostras analisadas foram identificados vinte e um táxons que são classificados como parte do zooplâncton. Foram observadas espécies representantes dos principais grupos zooplanctônicos, com quatro espécies de Cladocera, cinco de Rotifera e seis representantes da subclasse Copepoda.. (Tabela 3).

No entanto, apesar de coletadas em um pequeno reservatório, não foi constatado uma distribuição homogênea das espécies entre os pontos de coleta. Os representantes dos cladóceros, por exemplo, foram identificados apenas nos pontos (Pré) e P3 que são os pontos localizados próximos as margens do reservatório.

Tabela 3 - Composição de táxons identificados da comunidade zooplanctônica ativa do reservatório da Amália nos pontos P1, P2 e P3 em 11/03/2019 e 05/04/2019 e nas coletas de 11/03/2019 (Pre).

	Comunidade ativa			
	Pre	P1	P2	P3
Cladocera				
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	X	-	-	-
<i>Diaphanosoma birgei</i>	X	-	-	-
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	X	-	-	-
<i>Macrothrix sp.</i>	X	-	-	X
Rotifera				
<i>Euchlanis dilatata</i>	-	-	X	-
<i>Lecane bulla</i>	-	X	X	X
<i>Lecane leontina</i>	X	-	-	-
<i>Lecane signifera</i>	-	-	X	-
<i>Synchaeta jollyae</i>	-	-	X	X
Copepoda				
Calanoida				
Náuplio	-	X	-	-
Cyclopoida				
<i>Ectocyclops sp.</i>	X	-	-	-
<i>Tropocyclops prasinus</i>	X	-	-	-
Adulto	-	X	-	X
Copepodito	-	-	X	X
Nauplio	-	X	-	X
Outros				
<i>Arcella gibbosa</i>	-	X	X	-
<i>Arcella vulgaris</i>	-	-	X	X
<i>Centropyxis aculeata</i>	-	-	-	X
Chironomidae	X	X	-	X
Nematoda	-	X	-	-
Oligochaeta	-	X	-	-

Fonte: Do autor (2020).

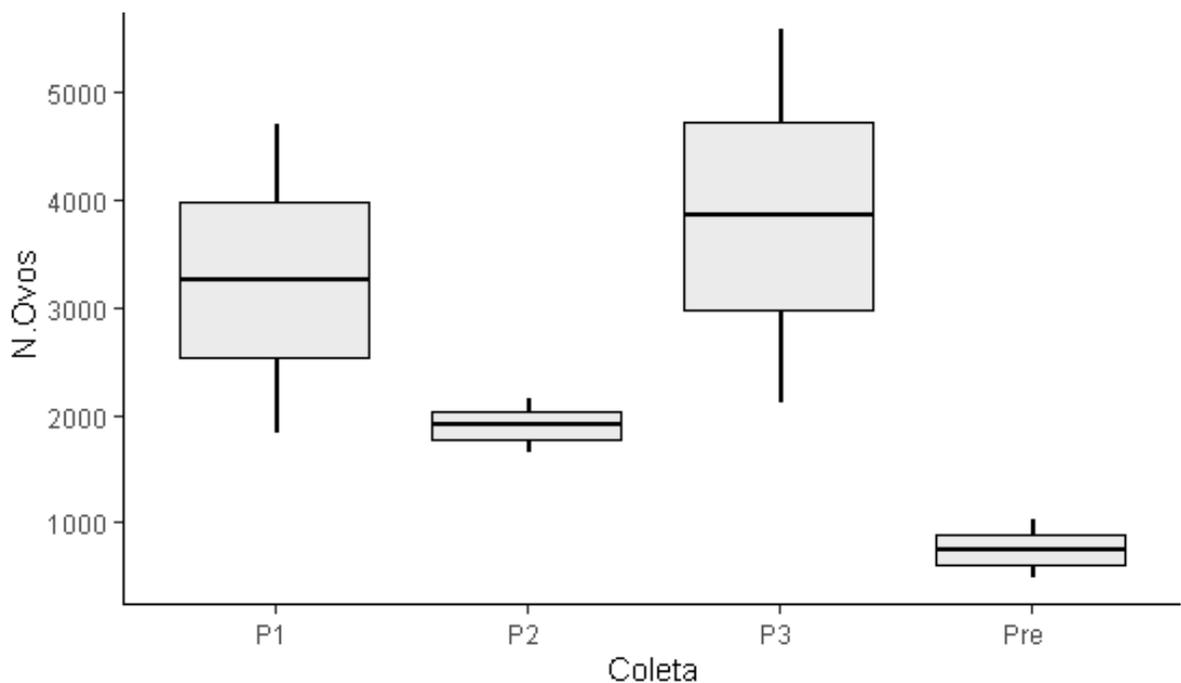
5.2.2 Ovos de resistência/comunidade zooplanctônica passiva.

Para os testes de eclosão com separação dos ovos do sedimento pelo método de flotação de açúcar foram constatadas diferenças entre a quantidade de ovos extraídos de cada ponto e em alguns casos até mesmo entre testes com a mesma amostra de sedimento. Entre os pontos, a amplitude máxima de variação chegou a aproximadamente 4250 ovos, com 480 ovos em uma das amostras preliminares a 4695 ovos em uma amostra do ponto P1 (Figura 28).

O número médio de ovos registrados em cada ponto também foram distintos, com valores entre três e quatro mil ovos em P1 e P3, próximos a dois mil em P2 e inferiores a mil no ponto Pre. Parece haver uma maior homogeneidade em relação a quantidade de ovos nas amostras dos pontos P2 e Pre, pois, o desvio padrão amostral denota uma certa homogeneidade das amostras neste ponto (Pre).

De modo geral foi observado uma grande densidade de ovos nas amostras, no entanto, se comparadas todas as amostras analisadas a partir do método de separação dos ovos, até o momento não foi possível identificar um padrão para a distribuição dos ovos no sedimento, tanto entre pontos de coleta quanto em alíquotas dos mesmos pontos, que apesar de ser feita a homogeneização da amostra apresentaram grande flutuação no número de ovos, vide pontos P1 e P3 na (Figura 28).

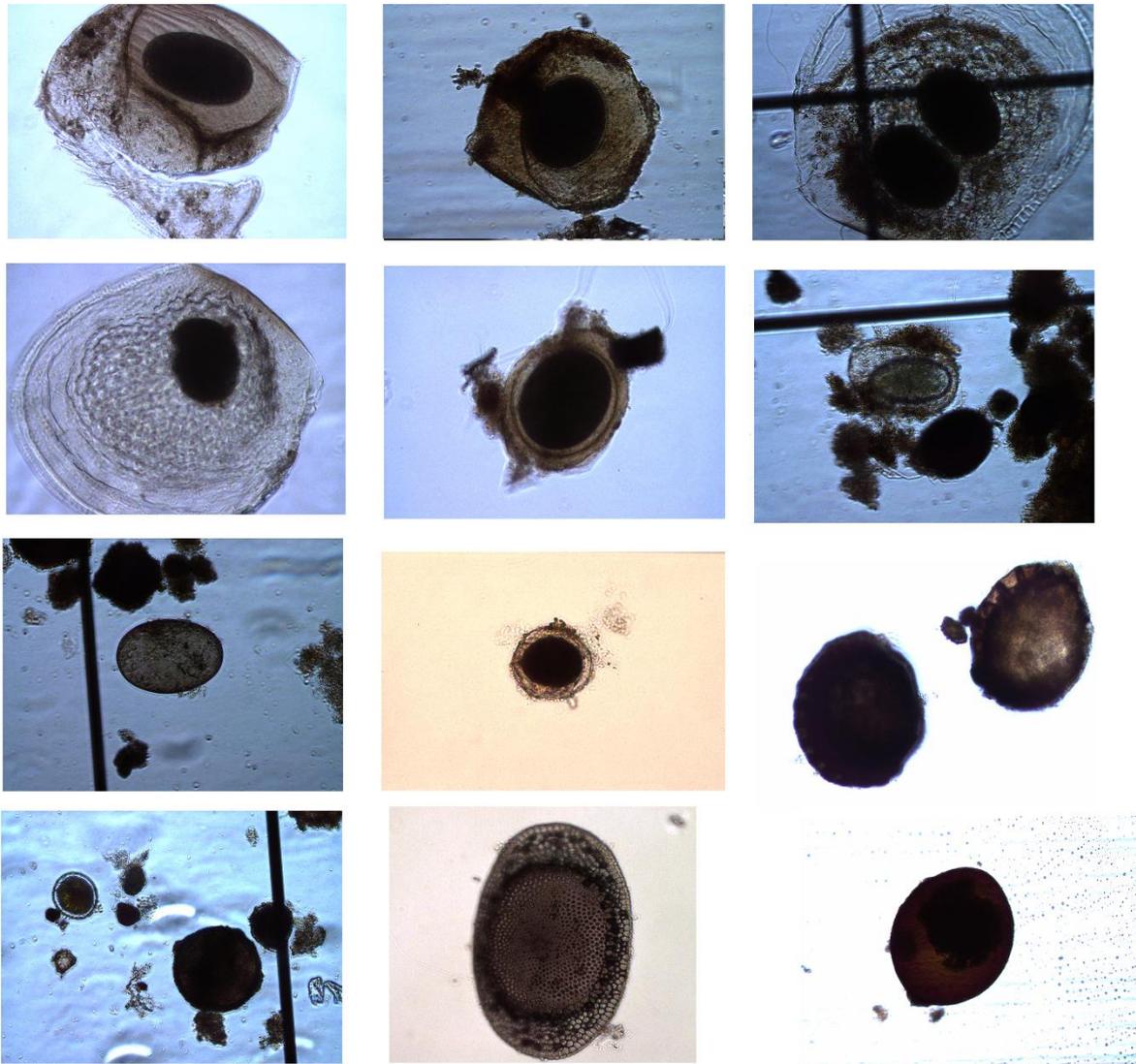
Figura 28 - Média, variância e desvio padrão dos ovos nos pontos P1, P2 e P3 em 08/05/2019 e nas coletas preliminares (Pre) no reservatório da Amália, Alfenas, MG .



Fonte: Do autor (2020).

Além disso também foi constatado uma variabilidade de ovos de resistência tanto no tamanho como na morfologia dos ovos, com diversos exemplares envoltos por estruturas que geralmente contém um ou dois ovos, provavelmente efípios de Cladocera (Figura 29).

Figura 29 - Alguns exemplares de ovos de resistência separados do sedimento do reservatório da Amália nas coletas para os testes de eclosão.



Fonte: Do autor (2020).

Quanto à composição da comunidade zooplancônica passiva, foram considerados apenas os organismos que eclodiram dos ovos incubados, pois, ainda não é possível identificar a que espécie pertencem as formas dormentes. Assim, foram identificadas sete espécies, sendo que seis delas são de representantes do zooplâncton. Destes grupos zooplancônicos foram identificadas, três espécies de cladóceros, duas espécies de rotíferos e um táxon de copépode (Tabela 4).

As amostras provenientes dos pontos próximos à margem (Pre e P3) contribuíram com o maior número de espécies nos experimentos de eclosão, com representantes dos seis grupos citados. Já nos pontos P1, e P2 localizado no meio do reservatório, eclodiram apenas duas espécies.

Além disso, grande parte dos cladóceros eclodidos foram identificados nas amostras do

ponto P3, localizado próximo a margem e ao vertedouro do reservatório. Nos testes de incubação, amostras deste ponto deram origem a todos os representantes de cladóceros identificados, *Ceriodaphnia sp.*, *Macrothrix sp.* e *Ilyocryptus spinifer*. Enquanto isso, não foi registrada ocorrência desta ordem nos pontos Pre e P1 e *Ilyocryptus spinifer* identificado nas amostras do P2.

Tabela 4 - Composição de táxons identificados da comunidade zooplanctônica passiva do reservatório da Amália, eclodidos de amostras dos pontos P1, P2 e P3 coletadas em 11/03/2019 e 05/04/2019 e nas coletas preliminares em 11/03/2019 (Pre).

	Comunidade passiva			
	Pre	P1	P2	P3
Cladocera				
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	-	-	-	X
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	-	-	X	X
<i>Macrothrix sp.</i>	-	-	-	X
Rotifera				
Bdelloidea	X	-	-	-
<i>Lecane lunaris</i>	X	X	X	-
Copepoda				
Harpacticoida	X	-	-	-
Outros				
Ostracoda sp.	-	X	-	X

Fonte: Do autor (2020)

5.2.3 Comunidade zooplanctônica ativa e passiva comparadas.

Nos dois compartimentos amostrados (coluna d'água e sedimentos), foram identificadas um total de 25 táxons. No entanto, a riqueza de espécies zooplanctônicas da comunidade ativa e passiva, está representada nesse trabalho por dezoito grupos, distribuídos em quatro táxons de Cladocera, sete de Rotifera e seis de Copepoda. Foram observados sete táxons de outros grupos, como protozoários, nemátodos, oligoquetos e ostrácodos (Tabela 5).

Apesar da baixa riqueza observada na comunidade ativa e passiva foram identificados rotíferos da classe Bdelloidea, da espécie *Lecane lunaris* e, também representantes de Copepoda Harpacticoida que estavam representados apenas no material analisado dos testes de eclosão da comunidade passiva. Já os Copepoda e Rotifera coletados na coluna d'água não tiveram representantes eclodidos nos testes de eclosão da comunidade passiva.

Outra observação é que as quatro espécies representantes dos cladóceros na comunidade ativa foram coletadas no ponto Pre, mas, na comunidade passiva, as formas dormentes

incubadas do sedimento coletado neste ponto não deram origem a nenhum organismo desta ordem. Como vimos anteriormente os cladóceros identificados a partir da eclosão das formas dormentes estavam mais concentrados no ponto P3, o mais próximo ao vertedouro do reservatório.

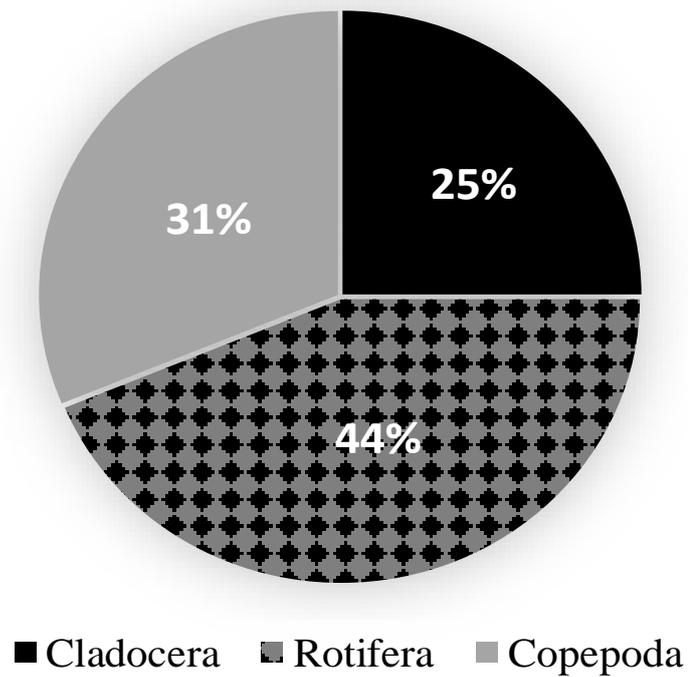
Tabela 5 - Composição de táxons da comunidade zooplancônica ativa e passiva do reservatório da Amália nos pontos P1, P2 e P3 em 11/03/2019 e 05/04/2019 e nas coletas preliminares em 11/03/2019

	Comunidade ativa				Comunidade passiva			
	Pre	P1	P2	P3	Pre	P1	P2	P3
Cladocera								
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Diaphanosoma birgei</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	X	-	-	-	-	-	X	X
<i>Macrothrix sp.</i>	X	-	-	X	-	-	-	X
Rotifera								
Bdelloidea	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Euchlanis dilatata</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Lecane bulla</i>	-	X	X	X	-	-	-	-
<i>Lecane leontina</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lecane lunaris</i>	-	-	-	-	X	X	X	-
<i>Lecane signifera</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Synchaeta jollyae</i>	-	-	X	X	-	-	-	-
Copepoda								
Calanoida								
Náuplio	-	X	-	-	-	-	-	-
Cyclopoida								
<i>Ectocyclops sp.</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropocyclops prasinus</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
Adulto	-	X	-	X	-	-	-	-
Copepodito	-	-	X	X	-	-	-	-
Nauplio	-	X	-	X	-	-	-	-
Harpacticoida								
Harpacticoida	-	-	-	-	X	-	-	-
Outros								
<i>Arcella gibbosa</i>	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Arcella vulgaris</i>	-	-	X	X	-	-	-	-
<i>Centropyxis aculeata</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
Chironomidae	X	X	-	X	-	-	-	-
Nematoda	-	X	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	-	X	-	-	-	-	-	-
Ostracoda sp.	-	-	-	-	-	X	-	X

Fonte: Do autor (2020).

Além disso, houve uma predominância dos táxons de Rotifera nos dois compartimentos. Considerando o total de táxons identificados, estes organismos representaram 44% do número total de espécies zooplancônicas seguido dos Copepoda com 31% e Cladocera com 25% (Figura 30).

Figura 30 - Distribuição percentual de táxons de Cladocera, Rotifera e Copepoda registradas na comunidade ativa e passiva do reservatório da Amália nas coletas feitas em 2019.



Fonte: Do autor (2020).

6 DISCUSSÕES

O reservatório da Amália apresenta características morfométricas que o enquadram no grupo dos pequenos reservatórios, pois é curto, estreito e raso. Apresenta uma profundidade média em torno de 1,17m e grande diversidade de macrófitas na região litorânea. A morfometria dos ambientes aquáticos atua na dinâmica das variáveis abióticas e conseqüentemente tem efeitos na distribuição das comunidades aquáticas, entre elas, as macrófitas (LOVERDE-OLIVEIRA *et al.*, 2007). A profundidade é um dos fatores que pode influenciar na ocorrência de macrófitas, pois, ambientes rasos permitem o enraizamento de diversas espécies (THOMAZ; BINI, 2003), o que explica a grande diversidade de macrófitas nas margens do reservatório estudado.

Quanto ao formato, devido a se tratar de um pequeno reservatório artificial o índice de desenvolvimento de margens (Ds) do reservatório foi de 1,38, o que denota um ambiente com padrão menos dendrítico. Este índice de desenvolvimento de margem dos ecossistemas aquáticos seria o equivalente ao “efeito de borda” nos biomas terrestres. Estes efeitos se intensificam à medida que o sistema apresenta mais reentrâncias permitindo a formação de refúgios para a biodiversidade, com desenvolvimento de diversas espécies de macrófitas e de animais (CARDOSO *et al.*, 2017).

Portanto, supõe-se que a riqueza de macrófitas observadas nas margens está mais relacionada à pouca profundidade, uma vez que corpos d’água com padrões muito recortados apresentam alto índice de desenvolvimento de margem (Ds). Esta característica influencia diretamente na produtividade e na riqueza de espécies do ambiente devido à influência das margens no aporte de nutrientes e a maior heterogeneidade de habitats, que podem ser proporcionados por ambientes com padrões mais dendríticos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Outros parâmetros que também estão diretamente relacionados com as características morfométricas e com a produtividade do ambiente são a transparência da coluna d’água e a profundidade da zona eufótica (ESTEVES, 2011). Apesar de no reservatório em estudo haver uma maior concentração de material em suspensão no período chuvoso não foram detectadas alterações na zona eufótica, que foi total em todas as medições, o que indica que a disponibilidade de luz não foi um fator limitante para o desenvolvimento dos produtores neste ambiente.

Além da luminosidade, a temperatura também é uma variável a ser considerada, pois influencia diretamente na produtividade do fitoplâncton e nas taxas metabólicas dos organismos

zooplanctônicos, o que pode levar a alterações nestas comunidades (THRELKELD, 1987). No reservatório da Amália foi observada uma variação na temperatura da água de acordo com o período de coleta, e o decréscimo da temperatura da superfície para o fundo, chegando a 4,9°C de amplitude em 1,5m de profundidade. Tal variação provavelmente está ligada ao fato das coletas serem realizadas pela manhã, pois, a radiação solar direta age mais intensamente nas primeiras camadas da coluna d'água (SANTOS *et al.*, 2011). No entanto estas diferenças de temperatura podem influenciar diretamente a distribuição dos organismos no ambiente, pois, afetam a disposição dos nutrientes, do oxigênio e das partículas na coluna d'água (GELLER; PINTO-COELHO; PAULI, 1992).

Os níveis de oxigênio dissolvido são extremamente relevantes para a manutenção da diversidade em ambientes lênticos, influenciando nos processos metabólicos como a decomposição e a produção primária (APRILE; DARWICH, 2009). Este parâmetro variou bastante entre os pontos de amostragem, o período de coleta e a profundidade, variando entre 4,34 mg L⁻¹ a 12 mg L⁻¹ na superfície e 1,83 mg. L⁻¹ a 5,43 mg. L⁻¹ no fundo.

Como apontado anteriormente, também houve grandes variações na temperatura da água. Ao analisar o material em suspensão e a taxa de sedimentação, temos que, há predominância de matéria orgânica em grande parte das amostras. Com isso, pode-se supor que, as variações dos níveis de OD no reservatório podem estar atreladas à instabilidade na temperatura da água. Esta variação de temperatura pode afetar os processos de decomposição da matéria orgânica disponível, e na solubilidade do oxigênio (CARPENTER; LODGE, 1986).

Quanto a taxa de sedimentação, ou seja, o aporte de sedimentos em suspensão no reservatório e o depósito destas partículas, detectamos uma diferença considerável entre as estações seca e chuvosa. Com um maior volume de sedimentos na segunda, pois, o volume de sedimento transportado durante eventos de chuvas intensas é extremamente maior que o encontrado corriqueiramente nas bacias hidrográficas (RAHMANI *et al.*, 2018)

Em termos de volume e distribuição dos sedimentos, os reservatórios naturalmente apresentam taxas de sedimentação muito distintas, pois, estão condicionadas a um grande número de fatores, como por exemplo: Topografia da bacia hidrográfica, posição do reservatório na bacia, uso e ocupação do entorno, formação do solo da região, hidrodinâmica dos afluentes, morfometria do reservatório, processos físicos, químicos e biológicos do reservatório e do entorno, capacidade de retenção do reservatório, entre outros (CARVALHO, 2008; GLYMPH, 1973) sendo necessário o estabelecimento de séries históricas de monitoramento para avaliar as possíveis alterações ambientais.

Já as relações entre esta taxa de sedimentação e a viabilidade do banco de formas dormentes, os estudos ainda são incipientes para se estabelecer qual nível de correlação destes fatores. No entanto, considerando que a comunidade zooplancônica parece se adaptar as condições do habitat, com a duração da diapausa determinada pelas características genéticas, pelos mecanismos de seleção, pelas restrições ambientais e pela fisiologia dos organismos. Caso haja alterações nas cargas sedimentares, após passarem pelo período refratário, os ovos que estejam soterrados nos sedimentos podem ter a eclosão inibida (HAIRSTON, 1996; BRENDONCK; DE MEESTER, 2003).

É provável que os ovos de diapausa soterrados não recebam os estímulos necessário para a incubação, pois, gatilhos como a intensidade luminosa, fotoperíodo e o nível de oxigênio dissolvido, são apontados como fatores preponderantes para a eclosão destas formas dormentes (DAVISON, 1969; SANTANGELO, 2009; SMIRNOV, 2017). Experimentos demonstram que a cobertura dos ovos de resistência até mesmo por finas camadas, entre vinte e cinco e cinquenta milímetros de sedimento é um fator extremamente limitante, chegando a inibir a incubação de mais 97,7% destes ovos (GLEASON *et al.*, 2003; RADZIKOWSKI *et al.*, 2016).

Quanto à granulometria do material coletado nas câmaras sedimentação, nos três pontos analisados o material fino predomina, com maiores teores de silte e argila em todas as amostras. No entanto, no ponto P3, apesar da maior fração, 73,35% da amostra ser composta por silte, ao contrário do que ocorre nos pontos P1 e P2 encontramos quantidades significativas de partículas um pouco maiores, com 9,3% de areia fina e 7,3% de areia grossa.

Assim como as partículas retidas nas câmaras de sedimentação, as formas de resistência no sedimento do reservatório parecem estar distribuídas de acordo com a sua densidade, haja visto que, apesar das espécies de cladóceros identificadas na comunidade ativa terem sido amostradas nos pontos Pre as três espécies de Cladocera eclodidos da comunidade passiva foram identificadas no ponto P3 onde há concentração de partículas mais grossas.

Esta distribuição pode estar ligada à densidade dos efípios, que geralmente são maiores que as formas dormentes dos demais grupos zooplactônicos. Uma vez que a densidade dos ovos de resistência variam de acordo com a espécie e com o investimento materno (MARCUS; FULLER, 1986). Por isso, segundo o autor, baseado na lei de Stokes, esta diferença de densidade determina a velocidade de sedimentação destas formas dormentes. Portanto, em função dessa característica os ovos podem ser dispersos mais próximos ou mais distantes do local de origem. Assim, partículas com a mesma densidade tendem a se agrupar no leito dos corpos d'água.

Estes indícios apontam que alterações abruptas no padrão sedimentométrico, principalmente no aporte de sedimentos para os reservatórios, podem interferir na dinâmica entre a comunidade zooplanctônica ativa e a passiva. Sendo assim, considerando que não há normatização para as taxas de sedimentação, uma vez que, cada reservatório apresenta um padrão particular de volume e movimentação dos sedimentos e os possíveis impactos de anomalias na taxa de sedimentação para a comunidade zooplanctônica ainda são desconhecidos. São necessários estudos mais detalhados, com séries históricas e novas metodologias para melhor compreender as interações do banco de formas dormentes e a dinâmica sedimentológica dos reservatórios.

No entanto, no reservatório da Amália foi verificada uma riqueza de espécies zooplanctônicas relativamente baixa, até mesmo para rotíferos, pois, todas as amostras analisadas foram compostas por apenas 16 táxons. Este pequeno número de representantes foi menor que o registrado por outros autores em pequenos corpos d'água da mesma região. Silva; Santos-Wisniewski (2016) registraram maior riqueza de espécies em dois corpos d'água da cidade de Guaxupé-MG com 56 e 34 táxons identificados. Coelho *et al.* (2014) identificaram 50 espécies em um pequeno corpo d'água localizado na zona rural da cidade de Alfenas-MG.

Até mesmo na região litorânea, onde foram realizadas as coletas preliminares, a riqueza de espécies foi pequena, contando com apenas 7 táxons. Nesta região foram observadas quatro espécies de Cladocera: *Ceriodaphnia sp.*, *Diaphanosoma birgei*, *Macrothrix sp.* e *Ilyocryptus spinifer*. Na região litorânea é esperada uma maior riqueza de espécies em relação à região limnética, pois, as macrófitas contribuem para a heterogeneidade ambiental, o que promove uma maior diversidade de comunidades aquáticas, entre elas a comunidade zooplanctônica (AGOSTINHO *et al.*, 2003).

Estas plantas podem proporcionar abrigo para fauna aquática (DORN *et al.*, 2001), proteção e estabilização das margens do reservatório (WETZEL, 2001). Além disso, fornecem área para o estabelecimento da comunidade perifítica e retêm material particulado alóctone (CUNHA-SANTINO; BIANCHINI JR, 2011). Normalmente estes compartimentos são habitados por organismos fitófilos, ou seja, organismos que não são verdadeiramente planctônicos, vivem associados à vegetação, como os representantes das famílias Chydoridae, Macrothricidae e Ilyocryptidae, pertencentes aos cladóceros (Elmoor-Loureiro, 2007). A presença de três representantes desta família somente nas amostras litorâneas evidencia a importância destas plantas para a diversidade do ambiente aquático.

Considerando que o reservatório apresenta diversas características favoráveis à manutenção de uma maior diversidade. Uma hipótese para a pequena riqueza de espécies do

reservatório da Amália seria uma grande pressão de predação sobre esta comunidade pela ictiofauna, uma vez que, várias espécies de organismos zooplancctônicos são utilizados como alimento por peixes, principalmente rotíferos, nauplios, copepoditos e adultos de copépodos tais como *Argyrodiaptomus furcatus* (MAIA-BARBOSA; MATSUMURA-TUNDISI, 1984) e cladóceros como *Moina minuta* (LAZZARO, 1987).

Neste reservatório observou-se a presença de tilápia, lambari e traíra. Também foi observada a presença de *Aphyocharax*. Num estudo da dieta de peixes do alto rio Paraná foi observado que esta espécie de peixe tem Calanoida como o item alimentar mais consumido. Portanto, a ausência de adultos de Calanoida na água do reservatório da Amália pode ser devido à predação por peixes, uma vez que, foram observadas jovens (náuplios) de calanóides (RUSSO; HAHN, 2006).

A introdução de peixes em ambientes lênticos pode levar a uma perda considerável de diversidade de espécies, inclusive do zooplâncton. Foi o que demonstrou Knapp *et al.*, (2016) em estudo realizado em centenas de lagos do parque nacional de Yosemite. Além disso o autor demonstrou uma forte correlação entre a profundidade do lago com os efeitos da introdução de peixes, admitindo a hipótese de que quanto mais raso o ambiente maior o acesso dos peixes a estes organismos.

Esta pequena riqueza de espécies, parece realmente estar ligada a algum desequilíbrio ambiental no reservatório da Amália. Um estudo conduzido por Reis (2015) em pequenos corpos d'água identificou uma grande riqueza de espécies na comunidade ativa. Porém, ao analisar a comunidade passiva, relata uma baixa taxa de eclosão, o que atribui aos diferentes estímulos necessários para eclosão das formas dormentes de cada espécie.

Além disso, o filo Rotifera representou 44% do total de táxons identificadas. Os rotíferos realmente são predominantes na maioria dos lagos e reservatórios brasileiros, tanto em termos de densidade quanto de riqueza de espécies (Rocha *et al.*, 1995). Macedo; Sipaúba-Tavares (2005) também apontaram que os representantes deste filo foram os mais representativos da comunidade zooplancctônica em viveiros de piscicultura, tanto em época de chuva quanto de seca. Esta proporcionalidade também foi observada por Negreiros (2007) em viveiros com criação de Tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Em consequência da predação e ou de outros eventos, a comunidade zooplancctônica do reservatório estudado de fato apresentou uma riqueza e densidade de táxons baixa, o que acentua a necessidade de maiores informações sobre o banco de formas dormentes deste ambiente. Uma vez que, a viabilidade destas formas dormentes é fundamental para garantir o repovoamento do habitat após perturbações ambientais, pois, são uma importante reserva

genética que pode colaborar para diversificação da comunidade ativa (MARCUS; BOERO, 1998).

Sobre as formas dormentes coletadas neste estudo, a abundância destas formas dormentes e baixa riqueza de espécies contrastam com os resultados de Coelho (2015). Mesmo contando com um maior esforço amostral, a autora identificou menores densidades de ovos dormentes (entre 45 e 331 ovos/100gramas) e mesmo assim obteve um maior número de táxons nos testes de eclosão, com 26 táxons identificados no banco de ovos de dois pontos do reservatório de Furnas, pontos localizados no município de Alfenas-MG.

Já Santangelo et. al., 2015 em um estudo comparativo entre 26 lagos de 4 regiões do Brasil, observou uma grande variação no número de eclosões (1 a 295 com uma mediana de 30) e de riqueza de espécies eclodidas (1 a 18 com mediana de 7). Não foram detectados padrões entre as regiões e nem mesmo entre corpos d'água da mesma região. O que indica que os resultados do presente estudo, apesar de distintos dos demais trabalhos encontrados na região, são perfeitamente plausíveis.

É certo que ainda não há consenso sobre os fatores que desencadeiam a eclosão dos ovos de resistência, apenas indícios de que o fotoperíodo, pH, temperatura e oxigenação influenciam na viabilidade dos ovos, mas, fatores inerentes as espécies ou as comunidades de cada local, como a programação genética, idade e a massa dos ovos também são apontados como preponderantes e provavelmente o banco de ovos de cada ambiente depende de combinações particulares de fatores de estímulo (SANTANGELO, 2009). O que pode explicar os resultados obtidos nos testes realizados até o momento.

Uma vez que, durante estes testes de eclosão foi observado uma grande densidade de ovos e também uma variabilidade morfológica considerável. Com o propósito de alcançar um maior número de eclosões, para possibilitar um melhor conhecimento da composição do banco de ovos do local, testes de eclosão utilizando água de diferentes locais e variações metodológicas foram realizados. Afinal, geralmente a biodiversidade potencial destes bancos é muito maior que a diversidade da coluna d'água, pois, estes são formados por ovos acumulados de diversos períodos, semelhante ao que ocorre com os bancos de sementes de plantas (HAIRSTON JR, 1996; MARCUS; BOERO, 1998).

Apesar dos esforços para induzir a incubação das formas dormentes, o volume de eclosões foi muito menor que o esperado, com a maioria dos experimentos sem nenhum indivíduo encontrado. Por mais que o número de publicações relacionadas à comunidade zooplanctônica passiva em países de clima tropical, especialmente no Brasil, tenha crescido consideravelmente nos últimos anos, ainda há muito a ser desvendado neste campo.

Dos trabalhos verificados com amostras da comunidade passiva em corpos d'água brasileiros até a finalização deste estudo (Araújo *et al.*, 2013; Crispim; Watanabe, 2001; Fernandes *et al.*, 2012; Freiry *et al.*, 2020; Maia-Barbosa *et al.*, 2003; Pallazo *et al.*, 2008^a; Pallazo *et al.*, 2008^b; Paes *et al.*, 2016^a; Paes *et al.*, 2016^b; Panarelli *et al.*, 2008; Santangelo *et al.*, 2010; Santangelo *et al.*, 2011^a; Santangelo *et al.*, 2011^b; Santangelo *et al.*, 2014; Santangelo *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2019; Vargas *et al.*, 2018; Van Damme; Dumont, 2010) as metodologias utilizadas são derivadas de dois trabalhos, Sars (1901) e Onbe (1978).

No entanto, apesar de serem baseados em matrizes comuns, há muitas diferenças metodológicas entre os trabalhos. A falta de consenso em questões como profundidade de amostragem do sedimento, área amostrada, tempo de armazenamento das amostras de sedimento, volume de sedimento usado para incubação, meio de incubação das formas dormentes, tempo do experimento, a temperatura e o foto período utilizados, tornam a tarefa de comparar os resultados difícil e arriscada.

Em termos gerais, mesmo que as pesquisas voltadas ao banco de formas dormentes em reservatórios tropicais sejam relativamente novas e estejam ganhando volume nas últimas décadas, existem muitas questões a serem respondidas. Uma maior uniformidade metodológica, alterando menos variáveis por vez, possivelmente seja mais produtivo, visto que, possibilitaria uma melhor compreensão dos efeitos destes fatores e simplificaria a confrontação dos resultados entre os estudos.

Quanto ao banco de formas dormentes do reservatório da Amália, há evidências da sua potencial para o repovoamento e para a manutenção da diversidade de espécies da coluna d'água. Isto é comprovado pela variedade morfológica de ovos e pelas eclosões de dois táxons do banco que não foram observadas nas amostras da comunidade ativa, indivíduos de Copepoda da ordem Harpacticoida e de rotíferos Bdelloidea.

7 CONCLUSÕES

1. A pequena riqueza de espécies da comunidade zooplanctônica parece estar relacionada com a predação por peixes, pois foram observadas várias espécies de peixes e em grande densidade, e a morfometria do reservatório poderia agravar os efeitos da predação.
2. O banco de formas dormentes tem um papel fundamental na manutenção da riqueza de espécies deste reservatório, pois, ainda que os testes de eclosão tenham resultado em apenas seis espécies, duas destas espécies não foram observadas na comunidade ativa.
3. A baixa riqueza de espécies obtida nos testes de eclosão destoam do número de ovos registrados. É necessário desvendar os fatores que induzem a eclosão das formas dormentes em regiões tropicais, a fim de se estabelecer uma maior homogeneidade e eficácia metodológica para estudos deste compartimento.
4. As características morfométricas, as variáveis físicas e químicas da água e a presença de macrófitas são favoráveis para a manutenção da riqueza de espécies zooplanctônicas. Isto é comprovado pela pequena riqueza de espécies na coluna d'água e maior riqueza de espécies nas coletas realizadas a partir da margem.
5. Houve uma grande variação da taxa de sedimentação entre o período seco e chuvoso. Esta maior taxa de sedimentação no período das chuvas pode indicar que as atividades antrópicas no entorno reduziram a cobertura do solo na micro bacia, o que acarreta no desprendimento e o carreamento de partículas do solo para o reservatório.
6. Há fortes indícios de que alterações na dinâmica sedimentológica podem afetar diretamente o tempo de incubação dos ovos de resistência no reservatório. São necessários mais estudos, com novas metodologias e um maior esforço amostral para se compreender o nível de correlação entre a taxa de eclosão dos ovos de resistência do banco de formas dormentes e estes distúrbios cada vez mais comuns e críticos.

REFERÊNCIAS

- ABRUSÁN, G.; FINK, P.; LAMPERT, W. Biochemical limitation of resting egg production in *Daphnia*. **Limnology and Oceanography**, v. 52, 2007. p. 1724–1728.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007. p. 501.
- AGOSTINHO, AA., GOMES, LC. e JULIO Jr., HF. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. *In*: THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003. p. 261-279.
- ALBRECHT, C.; WILKE, T. Ancient Lake Ohrid: biodiversity and evolution. **Hydrobiologia**. v. 615: 2008. P. 103–140.
- ALEKSEEV, V. R.; Y. I. STAROBOGATOV. Types of diapause in the Crustacea: efinitions, distribution, evolution. **Hydrobiologia**. V. 320: 1996. p. 15–26.
- ALMEIDA, L.; FIGUEIREDO, Flávio; OLIVEIRA, Flávio. Estimates of volume and sedimentation of the reservoir of the Itacarambi River dam, Minas Gerais, Brazil. **Nativa**. v. 04. 2016. p. 231-237.
- APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater**. New York, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF), 2012. p. 1496.
- APRILE, F. M.; DARWICH, A. J. Regime térmico e a dinâmica do oxigênio em um lago meromítico de águas pretas da região Amazônica. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 13, n. 1. 2009. p. 37-43.
- ARAÚJO, L. R.; *et. al.* Zooplankton resting egg banks in permanent and temporary tropical aquatic systems. **Acta Limnol. Bras.**, Rio Claro, v. 25, n. 3, 2013. p. 235-245.
- CUNHA-SANTINO; BIANCHINI JR. CUNHA-SANTINO, M.B.; BIANCHINI JR., I. Colonização de macrófitas aquáticas em ambientes lênticos. **Boletim Ablimno**, v. 39: 2011. p. 1-2.
- BRENDONCK, L.; DE MEESTER, L. Egg banks in freshwater zooplankton: evolutionary and ecological archives in the sediment. **Hydrobiologia**, v. 491, 2003. p. 65–84.
- CAVALCANTE, P. P., *et. al.* Contamination from an affluent of Furnas reservoir by trace metals. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 4, 2014. p. 877-885.
- CARDOSO, S.J. *et al.* Fatores ambientais que impulsionam a diversidade taxonômica e funcional do fitoplâncton em lagos de várzea amazônica. **Hydrobiologia**, v. 802, 2017. p. 115-130.
- CARVALHO, N. O., **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro, Interciência, 2008.

CARPENTER, S. R.; LODGE, D. M. Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. *Aquatic botany*, v. 26, 1986. p. 341-370.

COELHO, P. N. **Comparação da Diversidade da Comunidade Zooplancônica ativa e dos Ovos de Resistência Presentes no Sedimento do Reservatório da UHE de Furnas-MG.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências da Natureza, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2015.

COELHO, P. N.; SANTOS-WISNIEWSKI, M. J.; OLIVEIRA, E. B. B. Comunidade zooplancônica em um pequeno corpo d'água associado a um fragmento florestal e pastagem no município de Alfenas – MG. **Fórum da Alta Paulista**, v. 10, n. 3, 2014.

COSTA, M. R. C. *et al.* **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação.** Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998.

Crispim, M. C., Watanabe, T. What can dry reservoir sediments in a semi-arid region in Brazil tell us about cladocera?, **Hydrobiologia** v. 442, 2001. p. 101–105.

DANTAS, Ê. W. *et al.* Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplancônica em um reservatório do Nordeste brasileiro. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v. 99, n. 2, p. 132-141, 2009.

DAVIES, B. R. *et al.*, A comparison of the catchment sizes of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implications for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape. **Hydrobiologia**, v. 597, 2008. p. 7-17.

DAVISON, J. Activation of the ephippial egg of *Daphnia pulex*. **Journal of General Physiology**. v. 53, 1969 p. 562-575.

DE MEESTER, L.; COUSYN, C.; VANOVERBEKE, J. Chemical interactions, maternal effects and the hatching of *Daphnia* diapausing eggs. **Archiv Fur Hydrobiologie**, v. 53, 1988. p. 263-272.

DE MEESTER, L. *et al.* Ponds and pools as model systems in conservation biology, ecology and evolutionary biology. **Aquatic Conserv**, v. 15, 2005. p. 715–725.

DONAGEMMA, G. K. *et al.* **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2011. p. 132.

DORN, JN., CRONIN, G. e LODGE, DM. Feeding preference and performance of an aquatic lepidopteran on macrophytes: plants hosts as food and habitat. **Oecologia**, v. 128, 2001. p. 406-415.

DOWNING, J. A., Global limnology: Up-scaling aquatic services and processes to planet Earth. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v 30, 2009, p. 1149-1166.

ELMBERG, J., P. NUMMI, H. POYSA & K. SJOBERG, Relationships between species number, lake size and resource diversity in assemblages of breeding waterfowl. **Journal of Biogeography**, v 21, 1994. p. 75-84.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília: Universa, 1997.

ELMOOR-LOUREIRO, Lourdes M. A.. Phytophilous cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Paranã River Valley, Goiás, Brazil. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba , v. 24, n. 2, 2007. p. 344-352.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERNANDES, A. P. C. *et al.* Zooplankton community in different environments of a neotropical floodplain. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 34, n. 4, 2012. p. 413-418.

FIALEK, G. C. **Banco de formas dormentes do zooplâncton: A “memória ecológica” de um ambiente temporário neotropical**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais). Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2018.

FREIRY, R.F. *et al.* Additive partitioning of the diversity of the dormant zooplankton communities in intermittent ponds along a forest–grassland transition. **Hydrobiologia**. v. 847, 2020. p. 1327–1342.

GELLER, W.; PINTO-COELHO, R.; PAULI, H. R. The vertical distribution of zooplankton (Crustacea, Rotatoria, Ciliata) and their grazing over the diurnal and seasonal cycles in Lake Constance. **Archiv fur Hydrobiologie**, v. 35, 1992. , p. 79-85.

GILLIS, P. L. *et al.* Bioavailability of sediment-associated Cu and Zn to *Daphnia magna*. **Aquatic Toxicology**, v. 77, 2006. , p. 402-411.

GLEASON, R.A. *et al.* Effects of sediment load on emergence of aquatic invertebrates and plants from wetland soil egg and seed banks. **Wetlands**. v. 23, 2003. p. 26-34.

GLYMPH, L. M. Sedimentation of Reservoir. *In*: ACKERMANN, W. C. *et al.* **Man-mode Lakes: Their problems and environmental effects**. Washinton, D. C. American Geophysical Union. 1973. p. 342-348.

GYLLSTRÖM, M.; HANSSON, L. A. Dormancy in freshwater zooplankton: Induction, termination and the importance of benthic-pelagic coupling. **Aquatic Sciences**, v. 66, 2004. , p.274-295,

HAIRSTON JR, N. G. Zooplankton egg banks as biotic reservoirs in changing environments. **Limnology and Oceanography**, v. 41, 1996. p. 1087-1092.

HABETS, F. *et al.* The cumulative impacts of small reservoirs on hydrology: A review, **Science of The Total Environment**, v, 643, 2018. p. 850-867.

HOOPER, D. U. *et al.* Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. **Ecological Monographs**. V.75, 2005. p. 3–35.

IGLESIAS, C. *et al.* O conhecimento atual da diapausa cladócero sul-americana: Uma breve revisão. **Revista Internacional de Hidrobiologia**. v. 101, 2016. p. 1 – 14.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Resumo Executivo do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago de Furnas** / Instituto Mineiro de Gestão das Águas; Alago - Fupai. Belo Horizonte: IGAM, 2012.

JEFFRIES M. Invertebrate communities and turnover in wetland ponds affected by drought. **Freshwater Biology**, v. 32, 1994. p. 603–612.

JUNIOR, L. U. R.; ZUFFO, A. C.; SILVA, B. C. Development of a tool for hydroelectric reservoir operation with multiple uses considering effects of climate changes. Case study of Furnas HPP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 21, 2016. p. 300-313.

KNAPP, R.A *et al.* Fauna of yosemite national park lakes has low resistance but high resilience to fish introductions. **Ecological Applications**, v 15, 2005. p. 835-847.

KOSTE, W. **Rotatoria: Die Rädertiere mitteleuropas ein bestimmungswerk begrundet von Max Voigt. Überordnung monogononta.** Berlin: Gebruder Borntraeger, 1978.

KOTOV, A. A.; DUMONT, H. J. Analysis of the *Ilyocryptus spinifer*-species group (Anomopoda, Branchiopoda), with description of a new species. **Hydrobiologia**, v. 428, 2000. p. 85-113.

LACERDA, L. D.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. **Estudos Avançados, [S.l.]**, v. 22, n. 63, 2008. p. 173-190.

LANDA, G. G.; DEL AGUILA, L. M. R.; PINTO-COELHO, R. M. Distribuição espacial e temporal de *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera) em um grande reservatório tropical (reservatório de Furnas), Estado de Minas Gerais, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, 2002. p. 313-319,

LAMPERT, W.; SOMMER, U. **LIMNOECOLOGY: The ecology of lakes and streams**– Oxford University Press. New York, 1997.

LAZZARO, X. A. A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding, behaviours, selectivities and impacts. **Hydrobiologia**, v. 146, 1987. p. 97-167

LEITE, M. A. **Variação espacial e temporal da taxa de sedimentação no reservatório de Salto Grande (Americana – SP) e sua influência sobre as características limnológicas do sistema.** 1998. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 1998.

LOVERDE-OLIVEIRA, S.M; HUSZAR, V.L.M.; FANTIN-CRUZ. Implications of the flood pulse on morphometry of a Pantanal lake (Mato Grosso state, Central Brazil). . **Acta Limnol. Bras.**, v. 19, 2007. p. 453-461.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Comunidade planctônica em viveiros de criação de peixes em disposição sequencial. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, 2005. p. 21-27.

MAIA-BARBOSA, P.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Consumption of zooplanktonic organisms by *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819 (Osteichthyes, Characidae) in Lobo (Broa) Reservoir, São Carlos, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, vol. 113, 1984. p. 177-181.

MAIA-BARBOSA, P. M. *et al.* The resting eggs of zooplankton from a tropical, eutrophic reservoir (Pampulha Reservoir, south-east Brazil). **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v. 8, 2003. p. 269–275.

MAIA-BARBOSA, P. M. *et al.* Zooplankton (Copepoda, Rotifera, Cladocera and Protozoa: Amoeba Testacea) from natural lakes of the middle Rio Doce basin, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotrop.**, v. 14, n. 1, 2014. , p. 1-20.

MARCOS, N. H.; BOERO, F. Minireview: the importance of benthic-pelagic coupling and the forgotten role of life cycles in coastal aquatic systems. **Limnology and Oceanography**, v. 43, 1988. p. 763-768.

MARCUS, N. H.; FULLER C. M., Subitaneous and diapause eggs of *Labidocera aestiva* Wheller (Copepoda: Calanoida): differences in fall velocity and density. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** v. 99, 1986. p. 247–56.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983.

MARICATO, F. E. **Caracterização físico-química e sedimentação nas regiões de desembocadura dos rios Paranapanema e Taquari, e no Reservatório de Jurumirim (Alto Paranapanema – SP)**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.

MELO, R.R.R. *et al.* Morphological Abnormalities in Cladocerans Related to Eutrophication of a Tropical Reservoir. **Journal of Limnology**, v. 76, n.1, 2017.

MERRIAM G. Corridors and connectivity: animal populations in heterogeneous environments. *In: Nature Conservation 2: The Role of Corridors*. Saunders, D.A. , Hobbs, R.J. (eds). Beatty & Sons: Surrey; 1991. p. 133–142.

NEGREIROS, N. F. *et al.* Composition, diversity and short-term temporal fluctuations of zooplankton communities in fish culture ponds (Pindamonhangaba), SP. **Braz. J. Biol.**, v. 69, 2009. p. 785-794.

NOGUEIRA - JÚNIOR, M.; COSTA, M.D.P. Zooplâncton da Baía da Babitonga e plataforma continental adjacente: diagnóstico e revisão bibliográfica, **CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 8, 2019.

ONBE, T. Sugar floatation method for sorting the resting eggs of marine cladocerans and copepods from sea bottom sediment. **Bulletin Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 44, 1978. p. 1141.

LOPATIA, T.S. *et al.* The sensitivity of resting eggs of the Cladoceran *Moina macrocopa* to the effect of ionizing radiation during the reactivation of eggs. **Dokl Biochem Biophys**, v. 480, 2018. p. 169-172.

OSKINA, N. *et al.* High Resistance of Resting Eggs of Cladoceran *Moina macrocopa* to the Effect of Heavy Metals. **Bull Environ Contam Toxicol**, v. 102, 2019. p. 335–340.

PAES, T. A. S. V.; RIETZLER, A. C.; MAIA-BARBOSA, P. M. Methods for selection of *Daphnia* resting eggs: the influence of manual decapsulation and sodium hypochlorite solution on hatching rates. **Braz. J. Biol.**, v. 76, n. 4, 2016. p. 1058-1063.

PAES, T.A.S.V. *et al.* High temperatures and absence of light affect the hatching of resting eggs of *Daphnia* in the tropics. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, v. 88, n. 1, 2016. p. 179-186.

PALAZZO, F. ; BONECKER, C. C. ; NAGAE, M.Y. Zooplankton dormancy forms in two environments of the upper Paraná River floodplain (Brazil). **Acta Limnol. Bras.**, vol. 20, n. 1, 2008a. p. 55-62.

PALAZZO, F. ; BONECKER, C. C. ; FERNANDES, A. P. C. Resting cladoceran eggs and their contribution to zooplankton diversity in a lagoon of the Upper Paraná River floodplain. **Lakes Reserv.** v.13, 2008b. p. 207–214.

PANARELLI, E.; CASANOVA, S.; HENRY, R. The role of resting eggs in the recovery of zooplankton community in a marginal lake of the Paranapanema River (São Paulo, Brazil), after a long drought period. **Acta Limnol Bras.** v. 20, 2008. p. 73–88.

PISCIA, R. *et al.* Evaluation of the Egg Bank of Two Small Himalayan Lakes. **Water**, v. 12, 2020. p. 491.

PRESS, F. *et al.* **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

POLETO, C.; MERTEM, G. H. **Qualidade dos Sedimentos**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2013. PONTIN, R. M. A Key to the freshwater planktonic and semi-planktonic Rotifera of the British Isles. Ambleside: **Freshwater Biological Association** (FBA), v. 38, 1978.

RADZIKOWSKI, J. Resistance of dormant stages of planktonic invertebrates to adverse environmental conditions. **Journal of Plankton Research**, v. 35, e. 4, 2013. p. 707–723.

RADZIKOWSKI, J.; SIKORA, A.; ŚLUSAECZYK, M. The effect of lake sediment on the hatching success of *Daphnia* ephippial eggs. **J Limnol.** v. 75, 2016. p. 597– 605.

RAHMANI, V. *et al.* Examining the loss of storage capacity and the rate of sedimentation of large reservoirs in the Great Plains of the USA. **Water**. v. 10, 2018. p. 190,

REID, J. W. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). **Boletim de Zoologia**, v. 9, 1985. p. 17-143.

RICCI, C. Dormancy patterns in rotifers. **Hydrobiologia**, v. 446/ 447, 2001. p. 1–11.

REIS, K. P., **Estrutura da comunidade zooplanctônica em lagos de grande altitude com ênfase nas alterações das populações de *Bosmina freyi* (Cladocera, Bosminidae) (ocorrência de macho e ovos de resistência)**. 2015. Dissertação. (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2015.

ROCHA *et al.* Checklist de Cladocera de água doce do Estado de São Paulo. **Biota Neotrop.**, v. 11, n. 1, 2011. p. 1-22.

ROCHA, O. *et al.* Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs of Brazil. **Limnology in Brazil**. 1995. p. 376.

RODRIGUES, L. C. A. *et al.* Fitotoxicidade e citogenotoxicidade da água e sedimento de córrego urbano em bioensaio com *Lactuca sativa*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, 2013. p.1099–1108.

RUSSO, M. R.; HAHN, N. S. Importance of zooplankton in the diet of a small fish in lagoons of the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Acta limnol. Bras.** v. 18, 2006. p. 357-366.

SANTANGELO, J. M. Produção, eclosão, implicações ecológicas e evolutivas dos estágios dormentes do zooplâncton. **Limnotemas**, v. 7, 2009. p. 1-35.

SANTANGELO, J. M. *et al.* Predation cues do not affect the induction and termination of diapause in small-bodied cladocerans. **Freshwater Biol.** v. 55, 2010. p. 1577–1586.

SANTANGELO, J. M. *et al.* Method for hatching resting eggs from tropical zooplankton: effects of drying or exposing to low temperatures before incubation, **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23, 2011a. p. 42-47.

SANTANGELO, J. M. *et al.* Abundance, composition and spatial variation in the egg bank of a tropical zooplankton Community, **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 46, 2011b. p. 225–232.

SANTANGELO, J. M. *et al.* Disturbances due to increased salinity and the resilience of zooplankton communities: the potential role of the resting egg bank, **Hydrobiologia**, v. 722, 2014. p.103–113.

SANTANGELO, J. M. *et al.* Community structure of resting egg banks and concordance patterns between dormant and active zooplankters in tropical lakes. **Hydrobiologia**, v. 758, 2015. p. 183–195.

SANTOS, M. G.; CUNHA-SANTINO, M. B.; BIANCHINI-JÚNIOR, I. Alterações espaciais e temporais de variáveis limnológicas do reservatório do Monjolinho (Campus da Ufscar). **Oecologia Australis**, v. 13, n. 3, 2011. p. 682-696.

SANTOS-WISNIEWSKI, M. J. *et al.* O estado atual do conhecimento da diversidade dos Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) nas águas doces do estado de Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 11, 2011. p. 287-301.

SANTOS; SANTOS-WISNIEWSKI, M. J. Comunidade zooplanctônica de dois corpos d'água em uma área prioritária de conservação no município de Guaxupé –MG, **Fórum ambiental da Alta Paulista**. v 12, 2016.

SARS, G. O., Contributions to the knowledge of the freshwater entomostraca of South America, as shown by artificial hatching from dried material. **Archiv for Mathematik Og Naturevidenskab**, v. 23, 1901. p. 1–102.

SCHEFFER, M., G. J. *et al.* Small habitat size and isolation can promote species richness: second order effects on biodiversity in shallow lakes and ponds. **Oikos**, v. 112, 2006. p. 227-231.

SEGGERS, H. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. **Zootaxa**, v. 1564, 2007. p. 1- 104.

SILVA, W. M. **Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) d'água doce do estado de São Paulo: taxonomia, ecologia e genética**. 2003. 154 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

SILVA, W. M; MATSUMURA-TUNDISI. 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 Biology**, v. 65, n. 3, 2005.

SILVA, L. C., NEGREIROS N. F., SANTOS R. M., Zooplâncton de um lago urbano dominado pela macrófita pistia stratiotes (araceae). **Forum Ambiental da Alta Paulista** v. 8, n 3, 2012. p. 77-89.

SILVA, M. I. B. *et al.* Rethinking resting eggs decapsulating, **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. 31, e. 28, 2019.

SINGH U. B. *et al.* Planktonic indicators: A promising tool for monitoring water quality (early-warning signals). **Eco. Env. & Cons.** v. 19, 2013. p. 793-800.

SMIRNOV, N. N. **Physiology of Cladocera**. 2 ed. London: Academic press. 2017.

SONDERGAARD, M.; JEPPESEN, E.; JENSEN J. P. Pond or lake: does it make any difference? **Arch. Hydrobiol.**, v. 162, n. 2, 2005. p. 143–165.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. **Gerenciamento da qualidade da água de represas**, São Paulo-SP, Oficina do texto, 2013.

THRELKELD, S. T., Resource-mediated demographic variation during the midsummer succession of a cladoceran community. **Freshwater Biology**. v. 16, 1987. p. 673-683.

THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidos no Brasil. *In*: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. **Ecologia de manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003.

TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. G.; KUTNER, M. B. Plankton studies in a mangrove IV: size fraction of phytoplankton. **Boletim do Instituto Oceanográfico** v.26, 1965. p. 39-42.

TERRA, N.R; GONÇALVES S.P. *Daphnia magna* Straus, 1820 response to sediment samples from a contaminated river (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 25, n. 1, 2013. p. 19-33.

THRELKELD, S. T., Resource-mediated demographic variation during the midsummer succession of a cladoceran community, **Freshwater Biology**, v. 16, 1986. p. 673-683.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. *In*: HENRY, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, v. 2, 2007. p. 21-38.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

TUNDISI, J.G.; Matsumura-Tundisi, T.; Tundisi, J.E.M. Environmental Impact Assessment of reservoir construction: new perspectives for restoration economy, and development: the Belo Monte Power Plant case study. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, 2015. p. 10-15.

VAN DAMME, K.; DUMONT, H. J. Cladocera of the Lençóis Maranhenses (NE - Brazil): faunal composition and a reappraisal of Sars' Method, **Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 3, 2010. p. 755-779.

VITI, T. **Diversidade e biomassa da comunidade zooplanctônica e produção secundária (Cladocera e Rotífera) em pontos com influência do esgoto sanitário no reservatório da UHE de Furnas-MG, no município de Alfenas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) – Instituto de Ciências da Natureza, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2013.

VARGAS, A.L.; SANTANGELO, J.M.; BOZELLI, R.L., Recuperação da seca: Viabilidade e padrões de eclosão de ovos de zooplâncton hidratado e dessecado em repouso. **Internat Rev Hydrobiol**, v. 104, 2019. p. 26 – 33.

WELLBORN, G. A.; SKELLY, D. K.; WERNER, E. E., Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. **Annual Review of Ecology and Systematics Annual Reviews**, v. 27, 1996. p. 337–363.

WETZEL, R.G., **Limnology: Lake and River ecosystems**. Philadelphia: Academic Press. 2001.

WIGGINS G.B.; MACKAY R.J.; SMITH, I.M., Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools. **Archiv fu**. 1980.

WILLIAMS, P. *et al.* Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. **Biological Conservation**, v.115, 2003. p. 329–341.

ZAWISZA, E.; ZAWISKA, I.; CORREA-METRIO, A. Cladocera Community Composition as a Function of Physicochemical and Morphological Parameters of Dystrophic Lakes in NE Poland. **Wetlands**, v 36, n. 6, 2016. p. 1131.

ZADEREEV E.; LOPATINA, T.S.; OSKINA, N., Resistance of dormant Cladocera eggs to anthropogenic pollutants. *In*: ALEKSEEV, V., Pinel-Alloul B., Dormancy in aquatic organisms. Theory, Human Use and Modeling. **Monographiae Biologicae**, v. 92. Springer, Cham, 2019.