

**Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da
Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região
Marinha e Costeira Adjacente**

Material Suplementar Ambiente Dulcícola

Tema: Zooplâncton

RT- 44/ NOV 23

RSE2023 PMBA/Fest

Vitória,

Novembro de 2023

SUMÁRIO

1	HISTÓRICO DE MALHA E FREQUÊNCIA AMOSTRAL	3
2	RESULTADOS DOS INDICADORES	3
2.1	RIQUEZA.....	4
2.2	ABUNDÂNCIA, BIOMASSA E RECRUTAMENTO	15
2.3	RIQUEZA FUNCIONAL.....	17
2.4	DIVERSIDADE DE ESPÉCIES	18
3	REFERÊNCIAS	20

1 HISTÓRICO DE MALHA E FREQUÊNCIA AMOSTRAL

O histórico de malha e frequência amostrais do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I (PMBA/Fest) abrange informações de suma importância para o balizamento do presente programa, uma vez que passou por modificações ao longo do tempo, visando melhor atender aos objetivos do PMBA/Fest. Estas alterações foram aprovadas pela Câmara Técnica da Biodiversidade (CTBio) por meio de: (1) ofício SEI nº 1/2020-CTBio/DIBIO/ICMBio, de outubro de 2019 (para o período de transição) e (2) Proposta Técnica de continuidade do monitoramento, apresentadas e aprovadas em 2022, visando o “Novo Ciclo do PMBA/Fest”.

As modificações implementadas se encontram nos seguintes Materiais Suplementares: 1) **MS – Malha e Frequência amostral**, onde as diferentes malhas e frequências amostrais são apresentadas nas abas “Ano 1”, “Transição”, “Novo Ciclo” e “Histórico Frequências” e 2) **MS – Mapas das malhas amostrais**, com a espacialização histórica referente às malhas amostrais dos Ambientes. Como forma de esclarecer os períodos contemplados em cada uma delas, “Ano 1” se refere às estações amostrais coletadas entre setembro de 2018 e setembro de 2019, “Transição” às estações entre outubro de 2019 e julho de 2022 e “Novo Ciclo” referente às estações amostrais coletadas a partir de agosto de 2022, à exceção do grupo da Ecotoxicologia, que iniciou a amostragem referente ao Novo Ciclo em janeiro de 2023.

2 RESULTADOS DOS INDICADORES

Nesta seção serão apresentados os resultados dos indicadores de qualidade ambiental e da biodiversidade aquática do Tema, os quais foram desenvolvidos pelo PMBA/Fest e obtidos ao longo do monitoramento (setembro/2018 – março/2023) na área ambiental I. Vale ressaltar que, os indicadores aqui apresentados têm como propósito clarificar e sintetizar a historicidade dos resultados, interpretação e conclusões do monitoramento, promovendo o acompanhamento espaço-temporal da qualidade ambiental e biodiversidade, além de configurarem importantes ferramentas de suporte aos gestores ambientais. A partir destes indicadores, pode-se identificar os impactos com relação direta ou indireta ao rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana (MG).

Os indicadores do PMBA/Fest vêm se consolidando ao longo do monitoramento e, seguindo a proposta estabelecida desde o Relatório Anual de 2022 (RA2022), a apresentação dos resultados será exclusivamente a partir da apresentação dos indicadores, acompanhados de legenda estendida com a explicação de sua variação espaço-temporal de forma mais direta e objetiva como se segue:

2.1 RIQUEZA

Tabela 1: Lista de espécies do zooplâncton dulcícola e sua distribuição espacial entre outubro de 2018 e março de 2023 no Baixo Rio Doce.

Espécies	Fluvial									Lago				Lagoa				Reservatório		
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	1 7	0	2 1	2 2	2 6	E0 a	E 2	E 0	26 F	1 8	1 9	2 0	2 8	2 3	2 4	2 5	25 A	27	ER A	ER M
Rotífera																				
<i>Ascomorpha</i> sp.	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Asplanchna girodi</i> Guerne, 1888	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Beauchampiella eudactylota</i> (Gosse, 1886)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bdelloidea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Brachionus dolabratus</i> (Harring, 1915)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Brachionus havanaensis</i> Rousselet, 1911	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Brachionus leydigi</i> Cohn, 1862	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Brachionus mirus</i> Daday, 1905	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0

Espécies	Fluvial									Lago				Lagoa				Reservatório		
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
	1		2	2	2	E0	E	E	26	1	1	2	2	2	2	2	25		ER	
	7	0	1	2	6	a	2	0	F	8	9	0	8	3	4	5	A	27	A	M
Brachionus patulus Muller, 1786	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Brachionus quadridentatus Hermann, 1783	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
Brachionus urceolaris Gosse, 1851	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cephalodella biungulata Wulfert, 1937	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cephalodella gibba (Ehrenberg, 1830)	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
Cephalodella gracilis (Ehrenberg, 1830)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cephalodella mucronata Myers, 1924	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Colurella obtuse (Gosse, 1886)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conochilus coenobasis (Skorikov, 1914)	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
Conochilus dossuarius (Hudson, 1885)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Conochilus unicornis Rousselet, 1892	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dicranophorus caudatus (Ehrenberg, 1834)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Dicranophorus grandis (Ehrenberg, 1832)	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Dicranophorus robustus Harring & Myers, 1928	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epiphanes sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Espécies	Fluvial										Lago				Lagoa				Reservatório	
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	1 7	0	2 1	2 2	2 6	E0 a	E 2	E 0	26 F	1 8	1 9	2 0	2 8	2 3	2 4	2 5	25 A	27	ER A	ER M
<i>Euchlanis dilatata</i> Hauer, 1930	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson, 1886	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Filinia opoliensis</i> (Zacharias, 1898)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Hexarthra intermedia</i> (Wiszniewski, 1929)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Hexarthra oxyuris</i> (Sernov, 1903)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Keratella lenzi</i> (Hauer, 1953)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane clara</i> (Bryce, 1892)	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0

Espécies	Fluvial										Lago				Lagoa				Reservatório	
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	1	0	2	2	2	E0	E	E	26	1	1	2	2	2	2	2	25	27	ER	ER
	7		1	2	6	a	2	0	F	8	9	0	8	3	4	5	A		A	M
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Lecane elongata</i> Harring & Myers, 1926	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lecane hornemanni</i> (Ehrenberg, 1834)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lecane imbricata</i> Carlin, 1939	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lecane leontina</i> (Turner, 1892)	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane ludwigii</i> (Eckstein, 1883)	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>Lecane nana</i> (Murray, 1913)	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Lecane papuana</i> (Murray, 1913)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane proiecta</i> Hauer, 1956	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Lecane scutata</i> (Harring & Myers, 1926)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lecane stichaea</i> Harring, 1913	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0

Espécies	Fluvial									Lago				Lagoa				Reservatório	
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	1	0	2	2	2	E0	E	E	26	1	1	2	2	2	2	2	25	27	ER
	7		1	2	6	a	2	0	F	8	9	0	8	3	4	5	A		A
<i>Lecane stenroosi</i> (Meissner, 1908)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Lecane unguitata</i> (Fadeev, 1925)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1786)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
<i>Macrochaetus longipes</i> Myers, 1934	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Monommata pseudophoxa</i> Wulfert, 1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Mytilina mucronata</i> (Müller, 1773)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1830)	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
<i>Platyias leloupi</i> Gillard, 1967	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Ploesoma truncatum</i> (Levander, 1894)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
<i>Pompholyx triloba</i> Pejler, 1957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
<i>Proales minima</i> (Montet, 1915)	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Synchaeta jollyae</i> (Shiel & Koste)	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
<i>Testudinella mucronata</i> (Gosse, 1886)	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0

Espécies	Fluvial									Lago				Lagoa				Reservatório		
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
	1	0	2	2	2	E0	E	E	26	1	1	2	2	2	2	2	25	27	ER	ER
	7		1	2	6	a	2	0	F	8	9	0	8	3	4	5	A		A	M
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>Trichotria tetractys</i> (Ehrenberg, 1830)	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
Cladocera																				
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Anthalona verrucosa</i> Sars, 1901	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
<i>Bosmina hagmanni</i> Stingelin, 1904	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Bosmina tubicen</i> Brehm, 1953	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
<i>Camptocercus australis</i> Sars, 1896	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> (Sars, 1886)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Espécies	Fluvial										Lago				Lagoa				Reservatório	
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	1 7	0	2 1	2 2	2 6	E0 a	E 2	E 0	26 F	1 8	1 9	2 0	2 8	2 3	2 4	2 5	25 A	27	ER A	ER M
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> Daday, 1902	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
<i>Chydorus nitidulus</i> (Sars, 1901)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Chydorus pubescens</i> Sars, 1901	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0
<i>Chydorus cf. sphaericus</i> (Müller, 1776)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Coronatella monacantha</i> (Sars, 1901)	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
<i>Coronatella undata</i> Sousa, Elmoor-Loureiro & Santos, 2015	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Dadaya macrops</i> (Daday, 1898)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst, 1967	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Daphnia laevis</i> Birge 1878	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korínek, 1981	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diaphanosoma polypina</i> Korovchinsky, 1982	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> Herbst, 1975	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Disparalona leptorhyncha</i> Smirnov, 1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ephemeropterus barroisi</i> (Richard, 1894)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

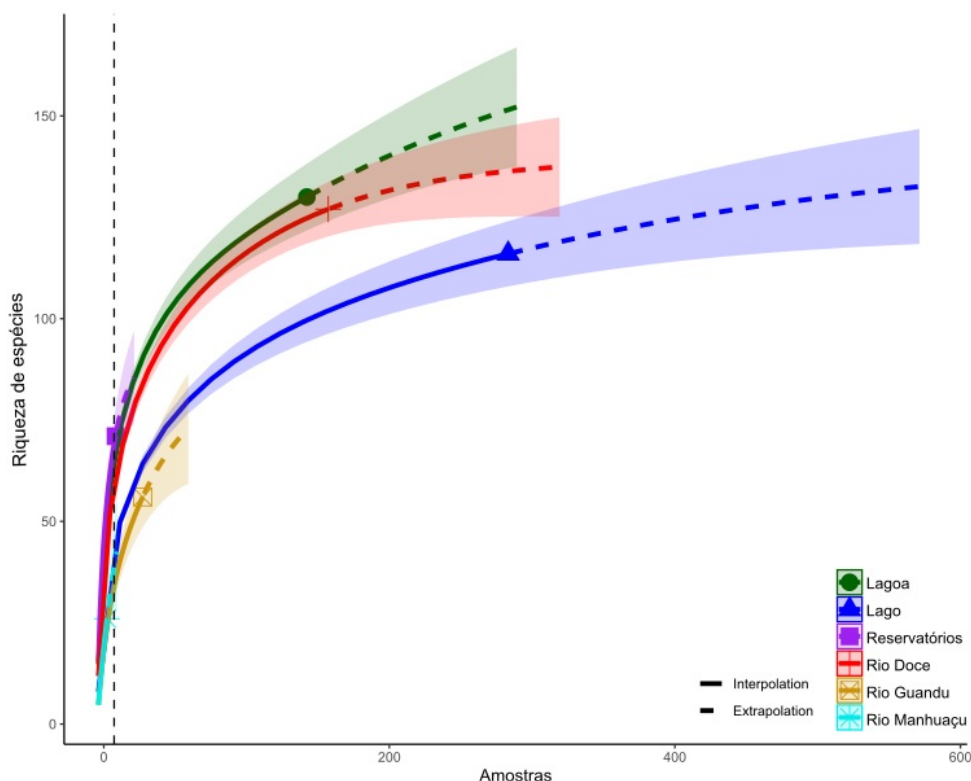
Espécies	Fluvial									Lago				Lagoa				Reservatório		
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
	1	0	2	2	2	E0	E	E	26	1	1	2	2	2	2	2	25	27	ER	ER
	7		1	2	6	a	2	0	F	8	9	0	8	3	4	5	A		A	M
<i>Ephemeroporus hybridus</i> (Daday, 1905)	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Ephemeroporus tridentatus</i> (Bergamin, 1931)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Euryalona brasiliensis</i> Brehm & Thomsen, 1936	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Flavalona iheringula</i> (Kotov & Sinev, 2004)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Leydigia striata</i> Berabén, 1939	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1875	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
<i>Moina minuta</i> Hansen (1899)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Moinodaphnia macleaya</i> (King, 1853)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notoalona sculpta</i> (Sars, 1901)	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Ovalona glabra</i> Sars, 1901	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ovalona kaingang</i> (Sousa, Elmoor-Loureiro & Santos, 2015)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Scapholeberis rammneri</i> Dumont & Pensaert, 1983	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Espécies	Fluvial									Lago				Lagoa				Reservatório		
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	1 7	0	2 1	2 2	2 6	E0 a	E 2	E 0	26 F	1 8	1 9	2 0	2 8	2 3	2 4	2 5	25 A	27	ER A	ER M
<i>Simocephalus latirostris</i> Stingelin, 1906	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Simocephalus mixtus</i> Sars, 1903	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Copepoda																				
<i>Argyrodaptomus azevedoi</i> (Wright, 1935)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Argyrodaptomus furcatus</i> (Sars, 1901)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Diaptomus corderoi</i> Wright 1936	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Notodiaptomus conifer</i> (Sars, 1901)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Notodiaptomus iheringi</i> (Wright, 1935)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Notodiaptomus isabelae</i> Wright, 1936	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Notodiaptomus nordestinus</i> (Wright, 1935)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucyclops cf. elegans</i> (Herrick, 1884)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ectocyclops rubescens</i> Brady, 1904	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Eucyclops cf. serrulatus</i> (Fischer, 1851)	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Macrocylops cf albidus</i> (Jurine, 1820)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Mesocyclops aspericornis</i> (Daday, 1906)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Espécies	Fluvial									Lago				Lagoa				Reservatório		
	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	1 7	0	2 1	2 2	2 6	E0 a	E 2	E 0	26 F	1 8	1 9	2 0	2 8	2 3	2 4	2 5	25 A	27	ER A	ER M
<i>Mesocyclops cf. ellipticus</i> Kiefer, 1936	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>Mesocyclops cf. oggunus</i> Onabamiro, 1957	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Mesocyclops meridianus</i> (Kiefer, 1926)	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Mesocyclops cf. longisetus</i> Dussart, 1987	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Microcyclops anceps</i> (Ricard, 1897)	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Microcyclops cf. ceibaensis</i> (Marsh, 1919)	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Microcyclops finitimus</i> Dussart, 1984	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Paracyclops</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowndes, 1934)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Thermocyclops inversus</i> (Kiefer, 1936)	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Riqueza total	5	7	8	7	9					8	8	9	4	4	8	9				
	5	7	4	3	4	41	25	45	63	3	5	9	2	0	1	3	81	59	43	43

Ao longo do monitoramento (outubro de 2018 a março de 2023) registramos um total de 141 taxa de zooplâncton, sendo Rotifera o grupo mais representativo (77), seguido por Cladocera (41) e Copepoda (23).

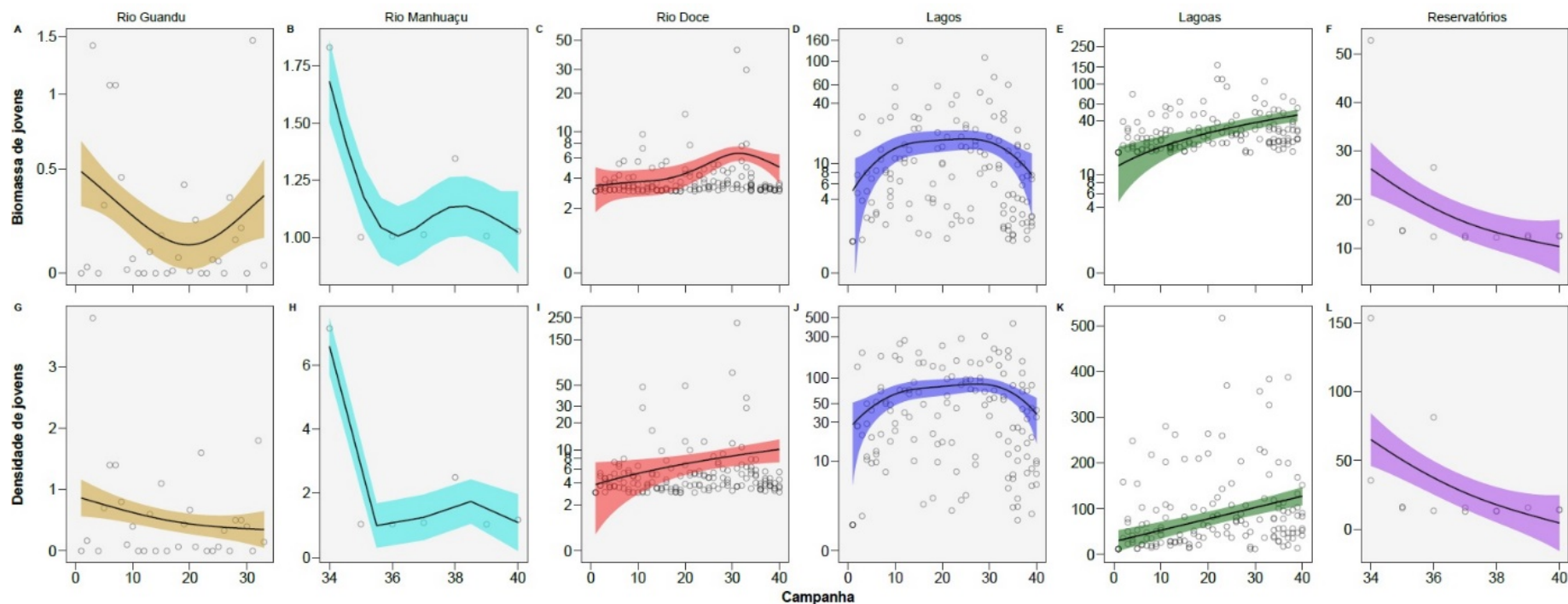
Figura 1: Curvas de rarefação para Rio Guandu, Rio Manhuaçu, Rio Doce, lagos, lagoas e reservatórios ao longo do monitoramento do PMBA/Fest no Baixo Rio Doce. Período amostral: outubro de 2018 a março de 2023. Amarelo – Rio Guandu; azul claro Rio Manhuaçu; vermelho – Rio Doce; azul – lagos; verde – lagoas; roxo - reservatórios.



Ao longo do monitoramento (outubro de 2018 a março de 2023) foram identificadas 141 taxa zooplanctônicas, sendo que todas ocorreram na calha fluvial, enquanto nos ambientes lênticos foram observadas 109 espécies nos lagos, 116 nas lagoas e 57 nos reservatórios (Tabela 1). Duas espécies exóticas foram registradas: o copépode *Mesocyclops ogunnus* Onabamiro, 1957, que ocorreu em os tipos de ambientes estudados, com exceção dos reservatórios e o rotífero *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908), que ocorreu nos lagos e lagoas amostrados. Nenhum dos ambientes atingiu a estabilidade, indicando a necessidade do monitoramento para uma estimativa real da biodiversidade zooplanctônica no Baixo Rio Doce (Figura 1).

2.2 ABUNDÂNCIA, BIOMASSA E RECRUTAMENTO

Figura 2: Curvas de suavização obtidas com modelos GAMM, mostrando flutuações temporais na abundância (ind.L⁻¹) e biomassa de formas jovens do zooplâncton (náuplios e copepoditos) ao longo dos anos de monitoramento no baixo Rio Doce, considerando o Rio Guandu, Rio Manhuaçu, Rio Doce, lagos, lagoas e reservatórios. As linhas sombreadas indicam o intervalo de confiança dos dados $\pm 95\%$. Em cinza (A, B, C, D, F, G, H, I, J e L) os modelos que não foram significativos. Amarelo – Rio Guandu; azul claro – Rio Manhuaçu; vermelho – Rio Doce; azul – lagos; verde – lagoas; roxo - reservatórios. Período amostral: outubro de 2018 a março de 2023.

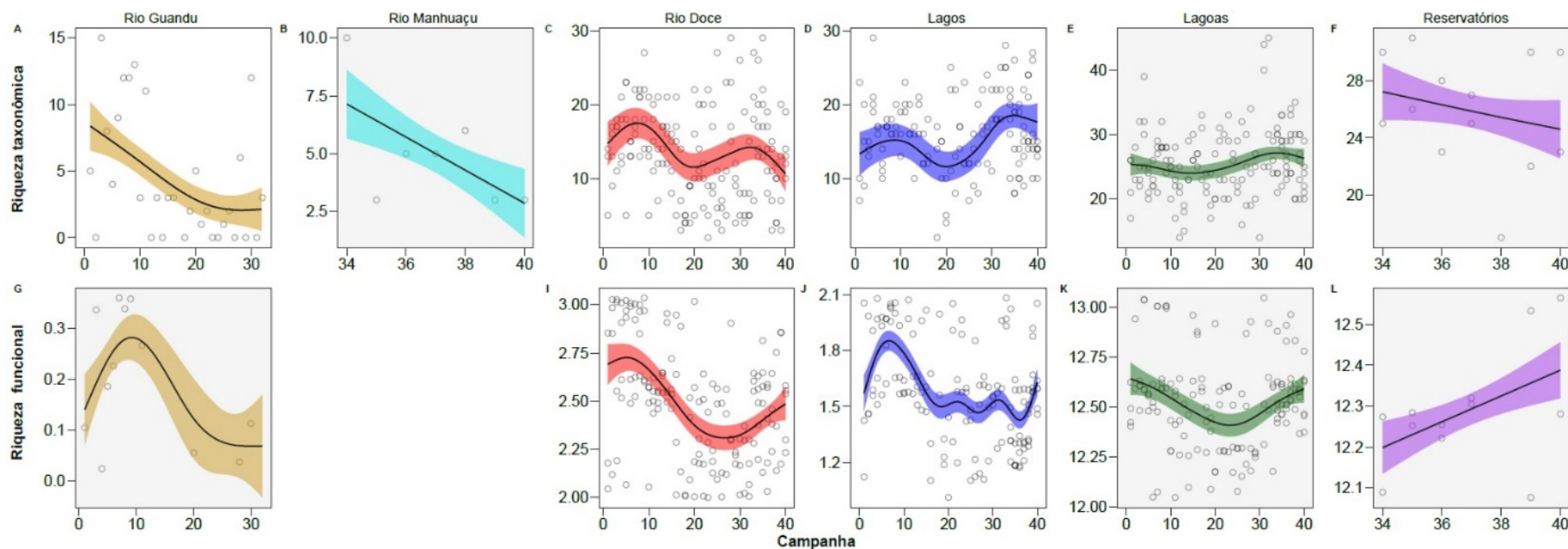


A tendência temporal na abundância e a biomassa das formas jovens de zooplâncton (ind.L⁻¹) não flutuaram de forma significativa ao longo do tempo para nenhum dos ambientes da calha fluvial: Rio Doce (abundância: $F=1,51$; $P = 0,221$ / biomassa: $F= 2,40$; $P = 0,087$), Rio Manhuaçu (abundância: $F = 7,38$; $P = 0,115$ / biomassa: $F = 3,78$; $P = 0,177$) e Rio Guandu (abundância: $F = 0,74$; $P = 0,333$ / biomassa: $F = 1,16$, $P = 0,255$) (Figura 2). A abundância e a biomassa nos lagos (abundância: $F = 2,98$, $P = 0,0496$ / biomassa: $F= 2,39$, $P = 0,093$) e reservatórios (abundância: $F = 2,45$; $P = 0,103$ / biomassa: $F = 2,07$; $P = 0,124$)

também não exibiram tendências temporais claras. Apenas as lagoas exibiram uma tendência de aumento na abundância ($F = 11,05$; $P = 0,001$) e a biomassa ($F = 11,14$; $P = 0,001$) dos jovens ao longo do tempo (Figura 2 E e K). Embora o zooplâncton possa apresentar várias demandas conflitantes “trade-offs” ao longo de sua história de vida, uma das vantagens de investir em reprodução e alcançar o recrutamento, é conseguir manter populações estáveis mesmo diante das variações ambientais (Litchman et al., 2013). Assim, esse aumento no incremento de jovens indica que as vias tróficas que estruturam a comunidade zooplanctônica mostram sinais de estabilidade, pelo menos para lagoas, propiciando a reprodução e reduzindo a vulnerabilidade da comunidade diante de impactos ou alterações ambientais.

2.3 RIQUEZA FUNCIONAL

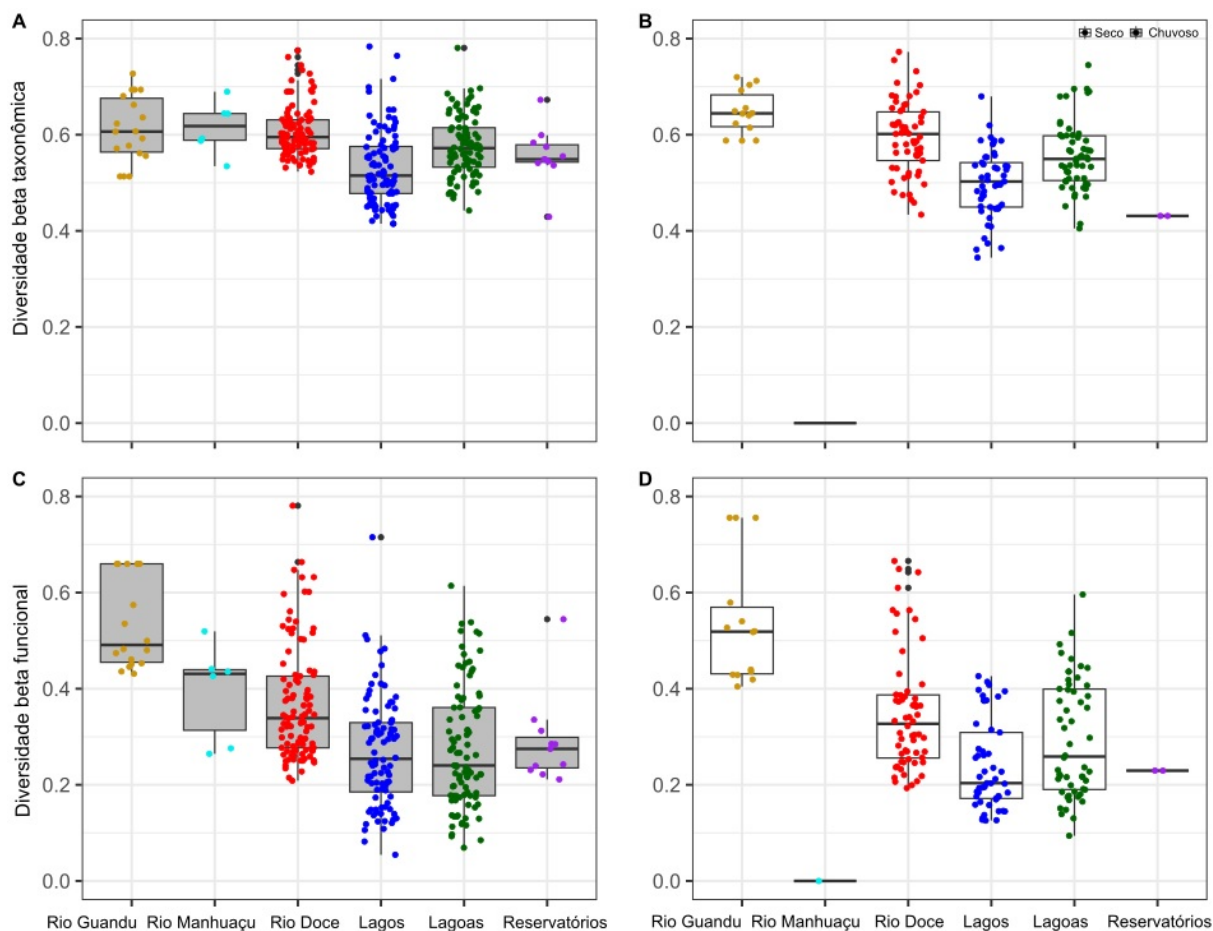
Figura 3: Curvas de suavização obtidas com modelos GAMM, mostrando flutuações temporais na riqueza taxonômica (A a F) e funcional (G a L) do zooplâncton ao longo dos anos de monitoramento no baixo Rio Doce, considerando o Rio Guandu, Rio Manhuaçu, Rio Doce, lagos, lagoas e reservatórios. As linhas sombreadas indicam o intervalo de confiança dos dados $\pm 95\%$. Em cinza (B, E, F, G, K e L) os modelos que não foram significativos. Amarelo – Rio Guandu; azul claro – Rio Manhuaçu; vermelho – Rio Doce; azul – lagos; verde – lagoas; roxo - reservatórios. Período amostral: outubro de 2018 a março de 2023. Para o Rio Manhuaçu não foi possível calcular a riqueza funcional, uma vez que as amostras desse rio tinham menos de três espécies, impossibilitando o cálculo.



A riqueza de espécies do Rio Guandu ($F = 3,99$; $P = 0,02$) e Rio Doce ($F = 2,41$; $P = 0,044$) diminuíram ao longo do tempo (Figura 3 A e C), enquanto nos lagos a tendência foi de ganho de espécies ao longo dos anos ($F = 3,86$; $P = 0,004$) (Figura 3 D). Quanto a riqueza funcional, ocorreu uma perda de traços funcionais no Rio Doce ($F = 5,43$; $P < 0,001$) (Figura 3 I), enquanto que para lagos, após um pequeno declínio, a riqueza dos traços funcionais exibiu pequenas flutuações cíclicas ao longo dos anos ($F = 6,61$; $P < 0,001$) (Figura 3 J). Para as lagoas e os reservatórios, a tendência temporal na riqueza taxonômica e funcional não flutuaram significativamente ao longo do tempo ($P > 0,05$) (Figura 3 E, F, K e L).

2.4 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

Figura 4: Diversidade beta taxonômica (A e B) e funcional (C e D), considerando os tipos de ambientes e os períodos ao longo dos anos de monitoramento no baixo Rio Doce. As caixas cinzas representam o período chuvoso e as caixas brancas o período seco. Amarelo – Rio Guandu; azul claro – Rio Manhuaçu; vermelho – Rio Doce; azul – lagos; verde – lagoas; roxo - reservatórios. Período amostral: outubro de 2018 a março de 2023.

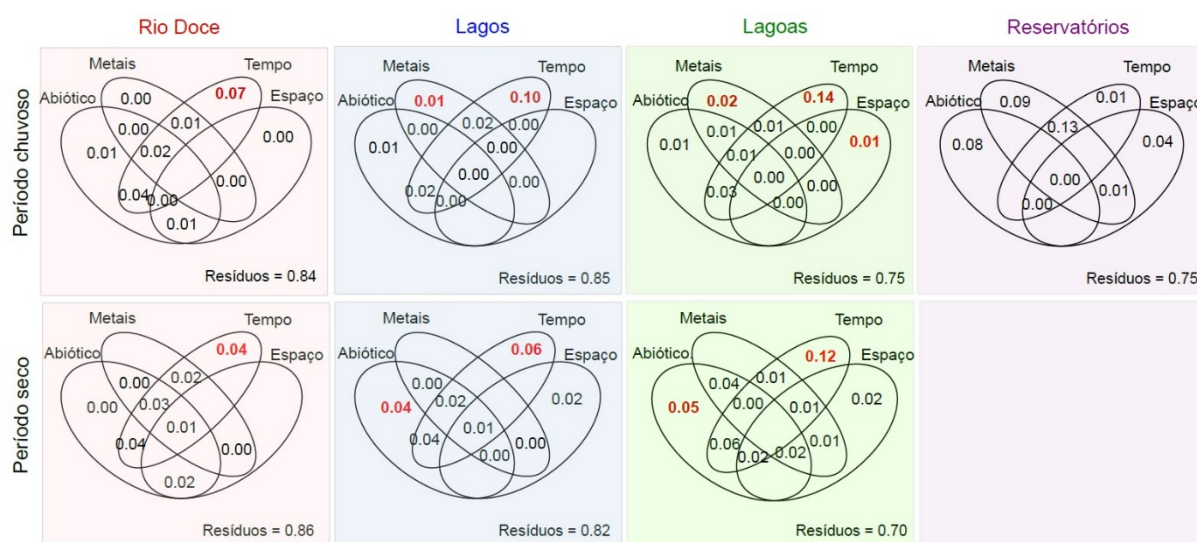


A composição de espécies (Pseudo-F = 6,70; $p < 0,001$) e de traços funcionais (Pseudo-F = 11,82; $p < 0,001$) diferiu entre os tipos de ambiente ao longo do monitoramento, sendo que independentemente do período hidrológico (chuvoso ou seco), a diversidade beta taxonômica (período chuvoso: $F = 14,13$; $P < 0,001$ / período seco: $F = 27,45$; $P < 0,001$) e funcional (período chuvoso: $F = 22,86$; $P < 0,001$ / período seco: $F = 16,11$; $P < 0,001$) foi maior para a calha fluvial do que para os lagos e lagoas (Figura 4). No período seco não foi possível calcular a diversidade beta taxonômica e funcional do Rio Manhuaçu já que temos apenas uma amostragem nesse período (agosto de 2022). Nesse caso, a comunidade zooplancônica na calha fluvial apresentou uma composição de espécies e funcional particularmente distinta da observada nos outros ecossistemas aquáticos adjacentes (sobretudo lagos). Essa maior variabilidade de espécies e traços na calha é esperada, uma vez que em sistemas lóticos a troca de espécies tende a ser maior, se comparada a ambientes lênticos. Entretanto, ainda não há elementos para avaliar se o aumento da variabilidade na calha fluvial ou o incremento de formas jovens (Figura 2) é uma resposta positiva na evolução da qualidade ambiental do Baixo Rio Doce após a passagem e a permanência da onda de rejeito de mineração. Porém, ressaltamos que como a calha

fluvial ainda está perdendo espécies e traços funcionais é difícil prever um cenário de recuperação ambiental. Assim, embora esteja ocorrendo uma elevada troca de espécies e traços funcionais, principalmente no Rio Doce, como esse ambiente está perdendo traços ao longo do tempo (Figura 3), há um “risco ambiental médio” no cenário de perda de funções ecossistêmicas (Simões et al., 2020). O risco é enquadrado como médio, pois mesmo diante da simplificação taxonômica e dos traços funcionais, a calha fluvial ainda consegue manter uma elevada diversidade beta (Simões et al., 2020).

3.4.1 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES: ANÁLISE DE PARTIÇÃO DA VARIÂNCIA

Figura 5: Diagramas de Venn, com base na partição de variância, mostrando a importância relativa do ambiente (dados abióticos), dos metais (Al, Ba, Fe e Zn), do tempo (vetores próprios AEM temporais) e do espaço (que indiretamente refletem a importância da dispersão) para diversidade beta do zooplâncton, considerando o período chuvoso e seco ao longo dos anos de monitoramento no baixo Rio Doce. Valores em vermelho indicam relacionamentos significativos. Período amostral: outubro de 2018 a março de 2023. Para os reservatórios não foi possível calcular a análise de partição no período seco pelo número baixo de réplicas (um único período e apenas dois reservatórios: Aimorés e Mascarenhas).



A importância relativa do filtro ambiental (dados abióticos), dos metais, dos processos temporais e do espaço variaram de acordo com o período hidrológico e os tipos de ambientes (Figura 5). Os metais influenciaram a diversidade do zooplâncton apenas no período chuvoso e nos lagos e lagoas. A distância espacial entre os ambientes foi importante apenas para as lagoas (no período chuvoso). Os processos temporais e o filtro ambiental, ao longo dos anos de monitoramento, foram os principais impulsionadores dos padrões de diversidade encontrados, especialmente no período chuvoso. Isso é um indicativo de que os organismos zooplanctônicos conseguem sustentar processos efetivos de dispersão, mas os filtros ambientais e os processos temporais são fatores determinantes para sua permanência nos diferentes ecossistemas aquáticos do Baixo Rio Doce.

3 REFERÊNCIAS

Pinto-Coelho, R. M. Métodos de coleta, preservação, contagem e determinação de biomassa em zooplâncton de águas epicontinentais. Amostragem em limnologia. In: Bicudo, C. E. M., Bicudo, D. C. (Eds.) Amostragem em Limnologia. (pp. 149-165). São Carlos, São Paulo, 2004.

Simões, N.R., Braghin, L.M.S., Dure, G.A., Santos, J.S., Sonoda, S.L., Bonecker, C.C., Changing taxonomic and functional β -diversity of cladoceran communities in Northeastern and South Brazil. *Hydrobiologia*, 847, 3845-3856, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04234-w>.

Litchman, E., Ohman, M.D., Kiørboe, T. Trait-based approaches to zooplankton communities. *Journal of Plankton Research*, 35, 473-484, 2013. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbt019>.

R Core Team, 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>. version 4.3.1.