

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

A3DZS1 – Material Suplementar 1

Anexo 3 – Dulcícola/Zooplâncton

RT-39 RRDM/FEV 22

RA2021 PMBA/Fest-RRDM

Vitória,

Fevereiro de 2022

MATERIAL SUPLEMENTAR 1 (A3DZS1)

Anexo 3 Dulcícola – Subprojeto Zooplâncton

Figura 1 – Concentração de metais (fração total - dissolvida + particulada) nos ambientes estudados (C1 – dezembro/2018 a março/2019; C2 – novembro/2019 a março/2020; S1 – abril a setembro/2019; C3 – dezembro/2020 a fevereiro/2021; S3 - abril a agosto/2021).

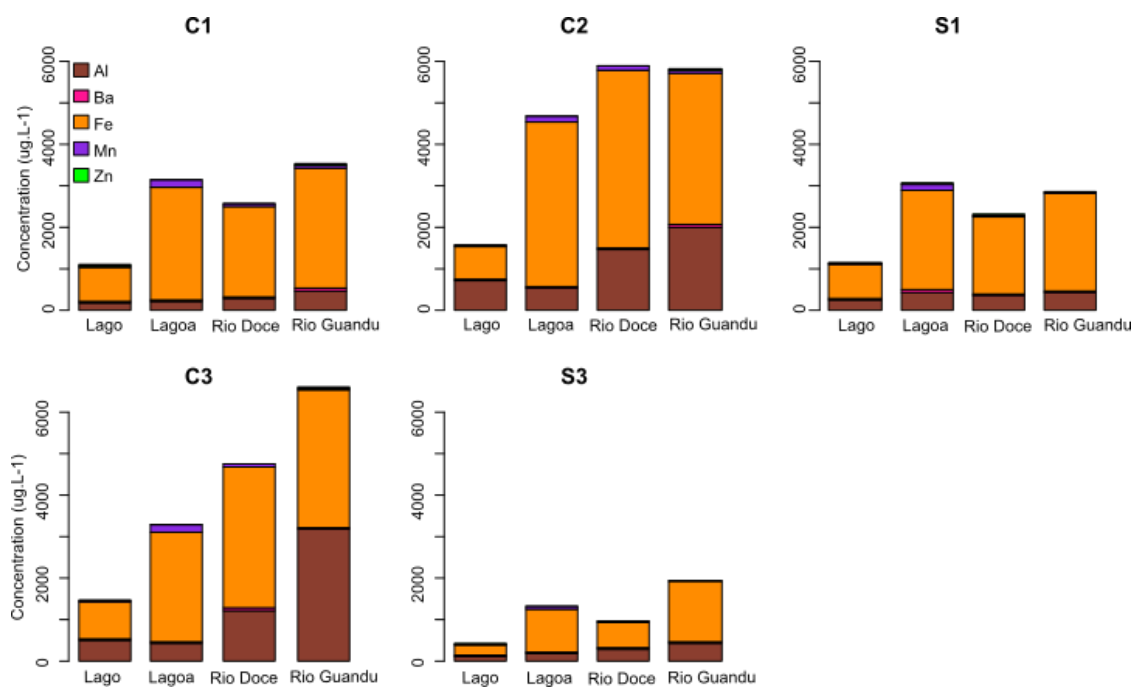


Figura 2 – Diagrama de Sankey representando a contribuição de metais e da abundância do zooplâncton nos ambientes estudados durante todo o período do monitoramento (C1 – dezembro/2018 a março/2019; C2 – novembro/2019 a março/2020; S1 – abril a setembro/2019; C3 – dezembro/2020 a fevereiro/2021; S3 - abril a agosto/2021). Zn: zinco; Mn: manganês; Fe: ferro; Ba: bário; Al: alumínio e Zoo: densidade do zooplâncton (ind.L⁻¹).

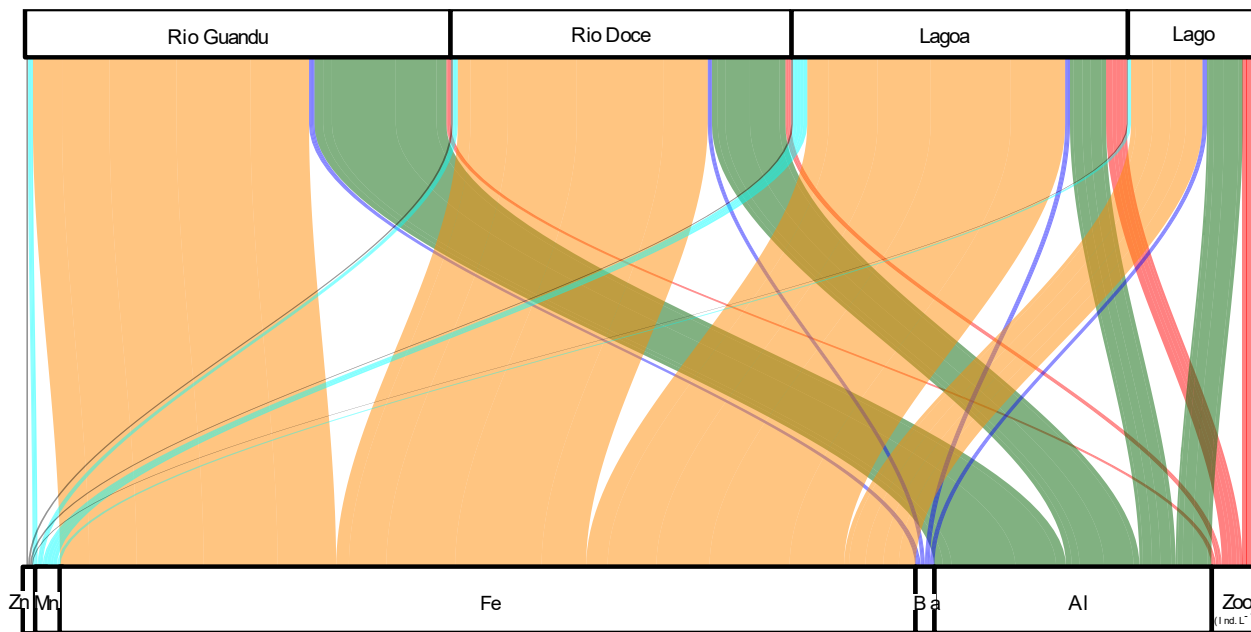


Figura 3 – Limites de concentração de ferro dissolvido (mg/L), segundo CONAMA classe 2, em todos os pontos amostrais ao longo de 3 anos.

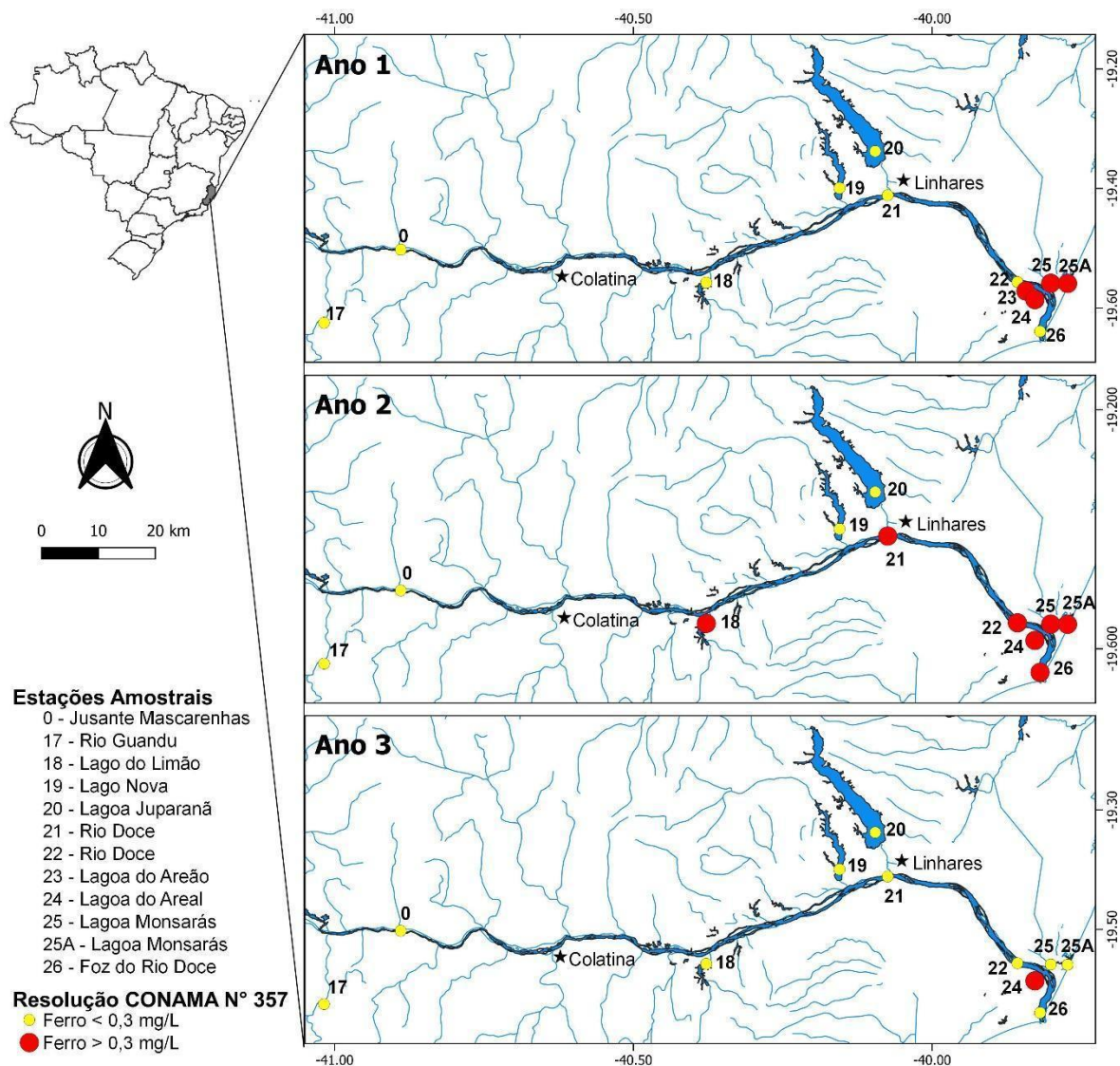


Figura 4 – Esquema ilustrativo do comportamento do ferro dissolvido (mg/L), segundo CONAMA classe 2, durante o período chuvoso.

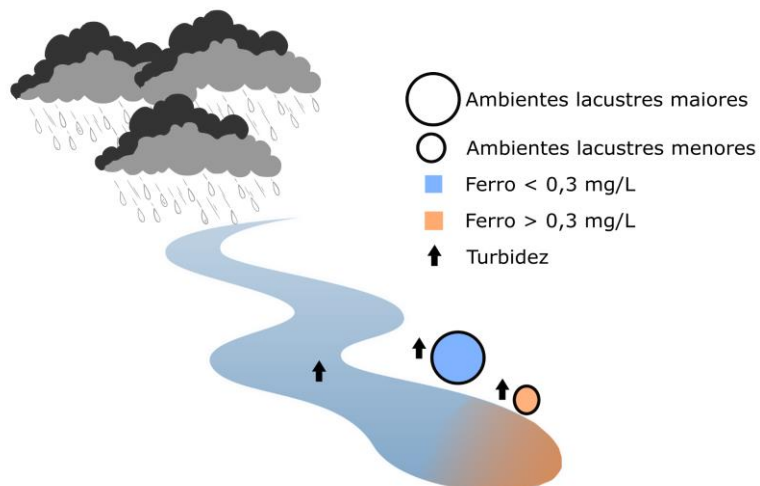


Tabela 1 - Composição e distribuição espacial do zooplâncton nos ambientes estudados no contexto do projeto da RRDM - outubro de 2018 a agosto de 2021. (Constância de espécies: ***constantes, **acessórias e *acidentais com > 50%, de 20 a 50% e < 20% de frequência de ocorrência, respectivamente).

Espécies		Fluvial				Lago				Lagoa			
		E 17	E0	E 21	E 22	E 26	E 18	E 19	E 20	E 23	E 24	E 25	E 25A
Rotifera													
<i>Ascomorpha sp.*</i>	Perty, 1850	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Bdelloidea**</i>	Hudson, 1884	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Brachionus angularis*</i>	Gosse, 1851	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
<i>Brachionus calyciflorus**</i>	Pallas, 1766	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>Brachionus caudatus*</i>	Barrois & Daday, 1894	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Brachionus dolabratus**</i>	(Harring, 1915)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Brachionus falcatus***</i>	Zacharias, 1898	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	1	0
<i>Brachionus leydigi*</i>	Cohn, 1862	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Brachionus mirus**</i>	Daday, 1905	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Brachionus patulus**</i>	Muller, 1786	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Brachionus quadridentatus*</i>	Hermann, 1783	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Cephalodella gibba*</i>	(Ehrenberg, 1830)	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
<i>Cephalodella mucronata*</i>	Myers, 1924	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Conochilus coenobasis*</i>	(Skorikov, 1914)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
<i>Conochilus dossuarius**</i>	(Hudson, 1885)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Conochilus unicornis**</i>	Rousselet, 1892	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Dicranophorus caudatus*</i>	(Ehrenberg, 1834)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Epiphanes sp.*</i>	Ehrenberg, 1832	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Euchlanis dilatata*</i>	Hauer, 1930	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Euchlanis lyra*</i>	Hudson, 1886	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Filinia longiseta*</i>	(Ehrenberg, 1834)	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Filinia opoliensis**</i>	(Zacharias, 1898)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Filinia terminalis**</i>	(Plate, 1886)	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Hexarthra intermedia*</i>	(Wiszniewski, 1929)	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Hexarthra mira*</i>	(Hudson, 1871)	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
<i>Hexarthra oxyuris*</i>	(Sernov, 1903)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
<i>Kellicottia bostoniensis*</i>	(Rousselet, 1908)	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
<i>Keratella americana**</i>	Carlin, 1943	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Keratella cochlearis*</i>	(Gosse, 1851)	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Keratella lenzi*</i>	(Hauer, 1953)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
<i>Keratella tropica**</i>	(Apstein, 1907)	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1

Espécies		Fluvial				Lago				Lagoa			
		E 17	E0	E 21	E 22	E 26	E 18	E 19	E 20	E 23	E 24	E 25	E 25A
<i>Lecane bulla</i> *	(Gosse, 1851)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane clara</i> *	(Bryce, 1892)	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Lecane closterocerca</i> *	(Schmarda, 1859)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lecane cornuta</i> *	(Müller, 1786)	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>Lecane elongata</i> *	Harring & Myers, 1926	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lecane hornemanni</i> *	(Ehrenberg, 1834)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lecane imbricata</i> *	Carlin, 1939	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lecane leontina</i> *	(Turner, 1892)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane luna</i> *	(Müller, 1776)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane lunaris</i> *	(Ehrenberg, 1832)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Lecane nana</i> *	(Murray, 1913)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lecane papuana</i> *	(Murray, 1913)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecane proiecta</i> *	Hauer, 1956	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
<i>Lecane quadridentata</i> *	(Ehrenberg, 1830)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lecane scutata</i> *	(Harring & Myers, 1926)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Lecane stichaea</i> *	Harring, 1913	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
<i>Lecane unguitata</i> *	(Fadeev, 1925)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Lepadella patella</i> *	(Müller, 1786)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Macrochaetus longipes</i> *	Myers, 1934	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Monommata pseudophoxa</i> *	Wulfert, 1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Mytilina mucronata</i>	(Müller, 1773)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mytilina ventralis</i> *	(Ehrenberg, 1830)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platylas leloupi</i> *	Gillard, 1967	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Platylas quadricornis</i> *	(Ehrenberg, 1832)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Ploesoma truncatum</i>	(Levander, 1894)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Polyarthra vulgaris</i> *	Carlin, 1943	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Pompholyx triloba</i> *	Pejler, 1957	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
<i>Synchaeta jollyae</i> *	(Shiel & Koste)	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
<i>Testudinella patina</i> *	(Hermann, 1783)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Trichocerca bicristata</i> *	(Gosse, 1887)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Trichocerca bidens</i> *	(Lucks, 1912)	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Trichocerca elongata</i> *	(Gosse, 1886)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Trichocerca similis</i> *	(Wierzejski, 1893)	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Trichotria tetractis</i> *	(Ehrenberg, 1830)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
Cladocera													
<i>Alona guttata</i> *	Sars, 1862	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1

Espécies		Fluvial				Lago				Lagoa			
		E 17	E0	E 21	E 22	E 26	E 18	E 19	E 20	E 23	E 24	E 25	E 25A
<i>Alonella dadayi</i> *	Birge, 1910	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anthalona verrucosa</i> *	Sars, 1901	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>Bosmina hagmanni</i> **	Stingelin, 1904	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Bosmina longirostris</i> **	(Müller, 1785)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bosmina tubicen</i> *	Brehm, 1953	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Bosminopsis deitersi</i> *	Richard, 1895	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Camptocercus australis</i> *	Sars, 1896	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> **	(Sars, 1886)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> *	Daday, 1902	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Chydorus cf. sphaericus</i> *	(Müller, 1776)	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>Chydorus pubescens</i> *	Sars, 1901	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
<i>Coronatella monacantha</i> *	(Sars, 1901)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>Coronatella undata</i> *	Sousa, Elmoor-Loureiro & Santos, 2015	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dadaya macrops</i> *	(Daday, 1898)	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Daphnia gessneri</i> *	Herbst, 1967	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Daphnia laevis</i> *	Birge 1878	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diaphanosoma birgei</i> **	Korínek, 1981	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diaphanosoma polyspina</i> *	Korovchinsky, 1982	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> **	Herbst, 1975	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Disparalona leptorhyncha</i> *	Smirnov, 1996	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Ephemeroporus barroisi</i>	(Richard, 1894)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ephemeroporus hybridus</i> *	(Daday, 1905)	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
<i>Ephemeroporus tridentatus</i> *	(Bergamin, 1931)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Euryalona brasiliensis</i> *	Brehm & Thomsen, 1936	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euryalona orientalis</i> *	(Daday, 1898)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Flavalona iheringula</i> *	(Kotov & Sinev, 2004)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ilyocryptus spinifer</i> *	Herrick, 1882	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Leydigia striata</i> *	Berabén, 1939	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrothrix laticornis</i> *	(Jurine, 1820)	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Moina micrura</i> *	Kurz, 1875	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Moina minuta</i> **	Hansen (1899)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Moinodaphnia macleayi</i> *	(King, 1853)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notoalona sculpta</i> *	(Sars, 1901)	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>Ovalona kaingang</i> *	(Sousa, Elmoor-Loureiro & Santos, 2015)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
<i>Scapholeberis rammneri</i> *	Dumont & Pensaert, 1983	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Espécies	Fluvial				Lago				Lagoa			
	E 17	E0	E 21	E 22	E 26	E 18	E 19	E 20	E 23	E 24	E 25	E 25A
<i>Simocephalus latirostris</i> * Stingelin, 1906	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Copepoda												
<i>Argyrodiaptomus azevedoi</i> * (Wright, 1935)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i> * (Sars, 1901)	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
<i>Diaptomus corderoi</i> * Wright 1936	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Notodiaptomus conifer</i> ** (Sars G.O., 1901)	1	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
<i>Notodiaptomus isabellae</i> ** Wright, 1936	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Notodiaptomus nordestinus</i> * (Wright S., 1935)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ectocyclops rubescens</i> * Brady, 1904	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucyclops cf. elegans</i> * (Herrick, 1884)	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Eucyclops cf. serrulatus</i> * (Fischer, 1851)	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Macrocyclus cf. albidus</i> * (Jurine, 1820)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Mesocyclops aspericornis</i> * (Daday, 1906)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Mesocyclops cf. ellipticus</i> * Kiefer, 1936	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Mesocyclops cf. longisetus</i> * Dussart, 1987	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Mesocyclops cf. oggunus</i> * Onabamiro, 1957	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Mesocyclops meridianus</i> * (Kiefer, 1926)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Microcyclops anceps</i> * (Ricard, 1897)	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Microcyclops cf. ceibaensis</i> * (Marsh, 1919)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Microcyclops finitimus</i> * Dussart, 1984	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Thermocyclops decipiens</i> * (Kiefer, 1929)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Thermocyclops inversus</i> * (Kiefer, 1936)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Thermocyclops minutus</i> ** (Lowndes, 1934)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	46	42	55	61	65	69	69	77	33	65	66	60

Figura 5 - Variação temporal e espacial da riqueza, diversidade e equitabilidade do zooplâncton nos ambientes estudados ao longo dos meses. As linhas tracejadas correspondem aos períodos chuvoso e seco (C1 – dezembro/2018 a março/2019; S1 – abril a setembro/2019; C2 – novembro/2019 a março/2020; S2 - abril/2020 a setembro/2020; C3 – dezembro/2020 a fevereiro/2021; S3 - abril a agosto/2021). No período S2 não houve coleta devido ao COVID-19, (NC - não coletado).

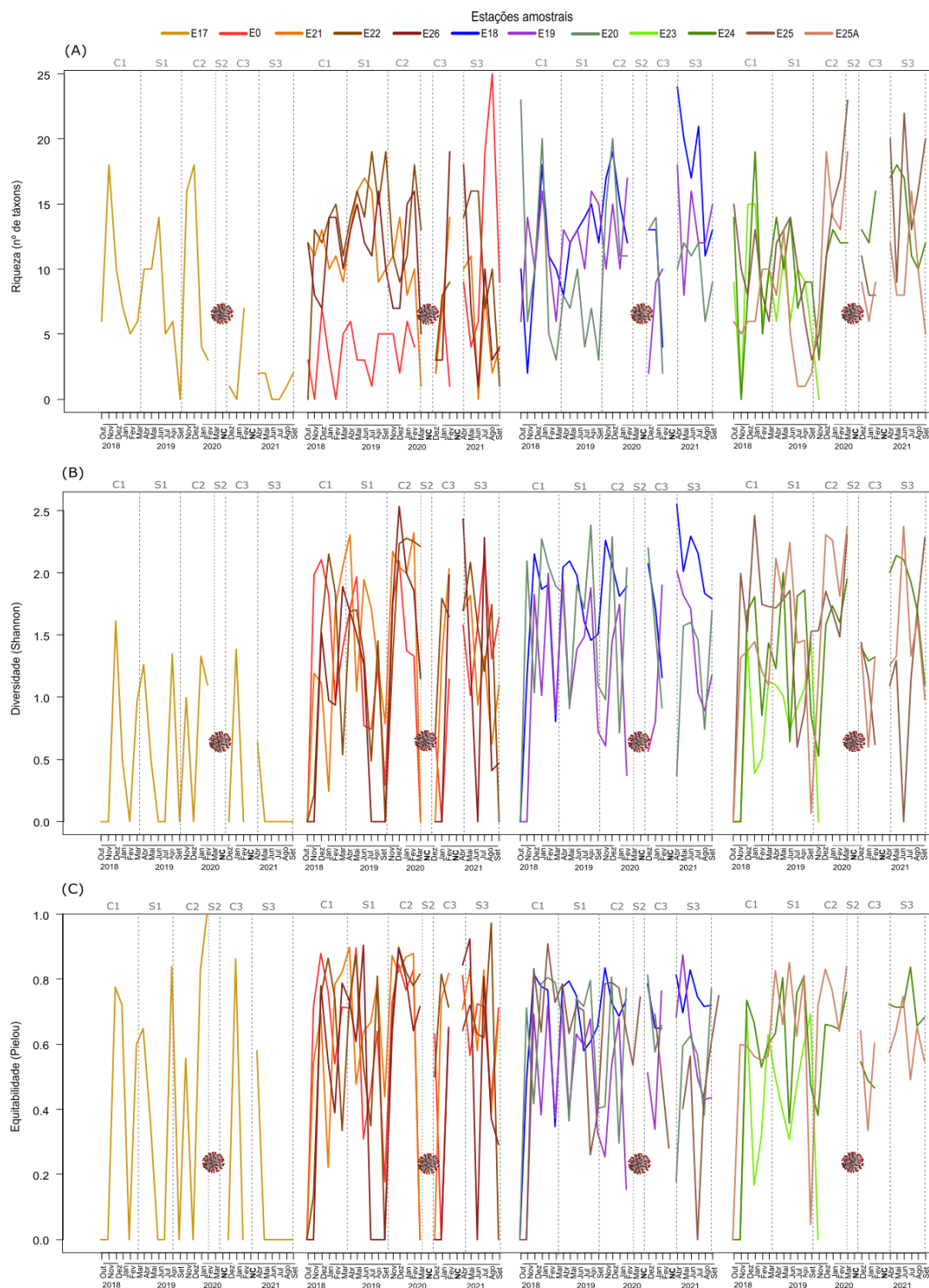


Figura 6 - Variação temporal e espacial da abundância, biomassa e recrutamento do zooplâncton nos ambientes lestudados ao longo dos meses. As linhas tracejadas correspondem aos períodos chuvoso e seco (C1 – dezembro/2018 a março/2019; S1 – abril a setembro/2019; C2 – novembro/2019 a março/2020; S2 - abril/2020 a setembro/2020; C3 – dezembro/2020 a fevereiro/2021; S3 - abril a agosto/2021). No período S2 não houve coleta devido ao COVID-19, (NC - não coletado).

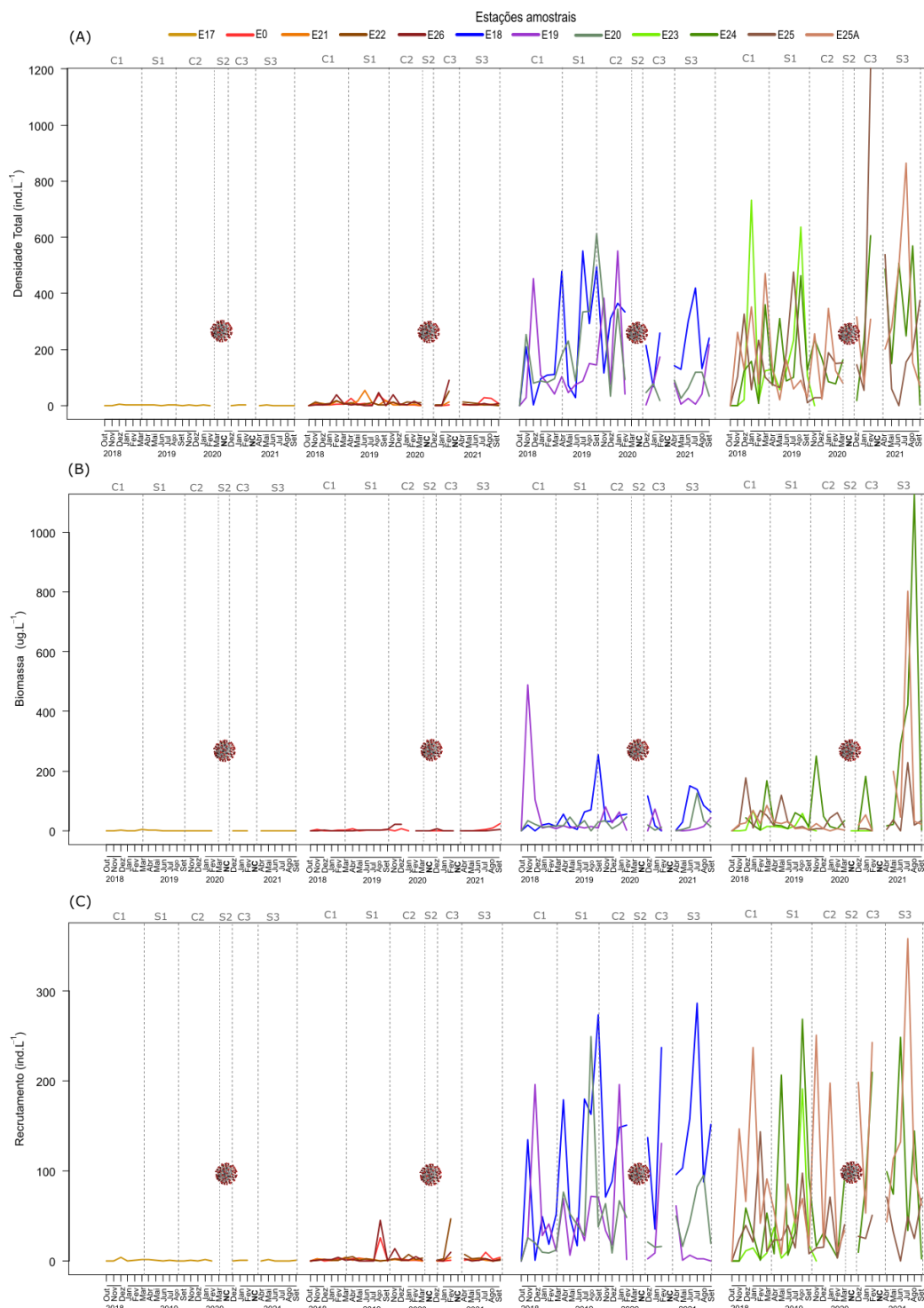


Figura 7 - Curvas de suavização mostrando flutuações temporais na abundância total (A, B, C e D), biomassa total (E, F, G e H) e biomassa de jovens (I, J, K e L) do zooplâncton ao longo dos 3 anos de monitoramento, considerando o Rio Guandu, rio Doce, lagos e lagoas. As linhas sombreadas indicam o intervalo de confiança dos dados $\pm 95\%$. Em vermelho os modelos que não foram significativos. C1 – dezembro/2018 a março/2019; C2 – novembro/2019 a março/2020; S1 – abril a setembro/2019; C3 – dezembro/2020 a fevereiro/2021; S3 - abril a agosto/2021.

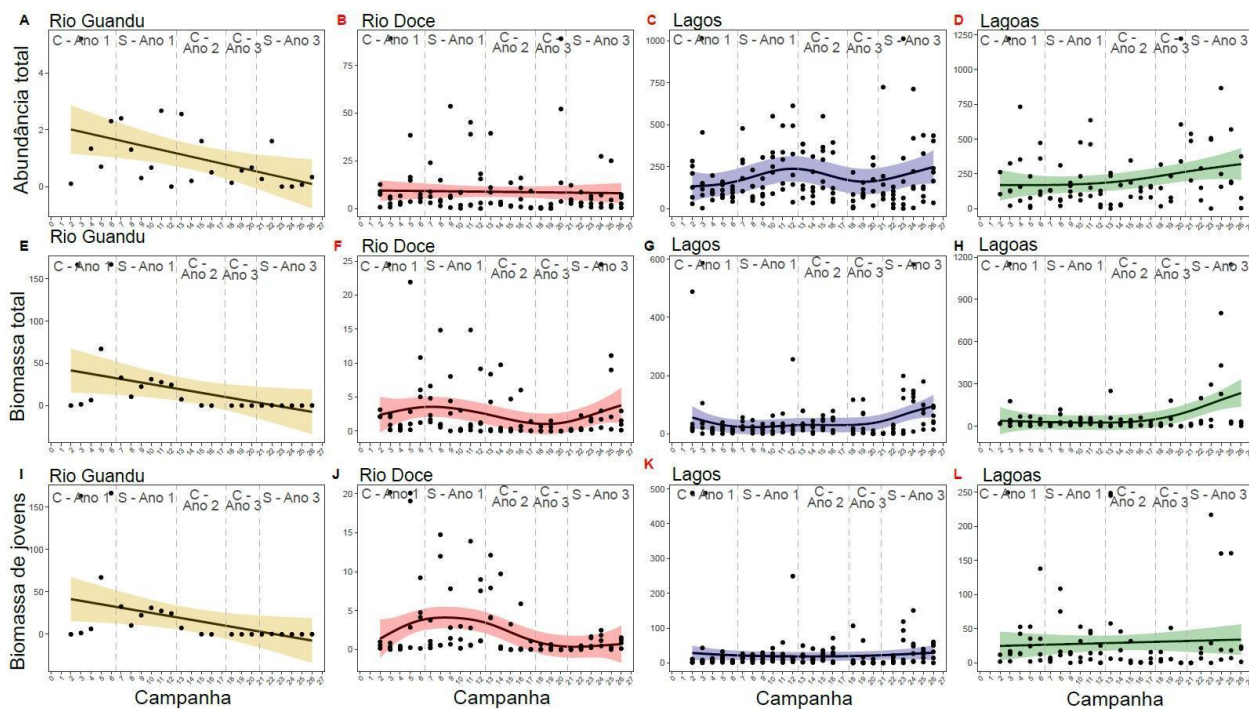


Figura 8 - Diversidade beta taxonômica (A) e funcional (B), considerando os tipos de ambientes e os períodos. As caixas cinzas representam o período chuvoso e as caixas brancas o período seco. Amarelo – Rio Guandu; vermelho – Rio Doce; azul – lagos; verde – lagoas.

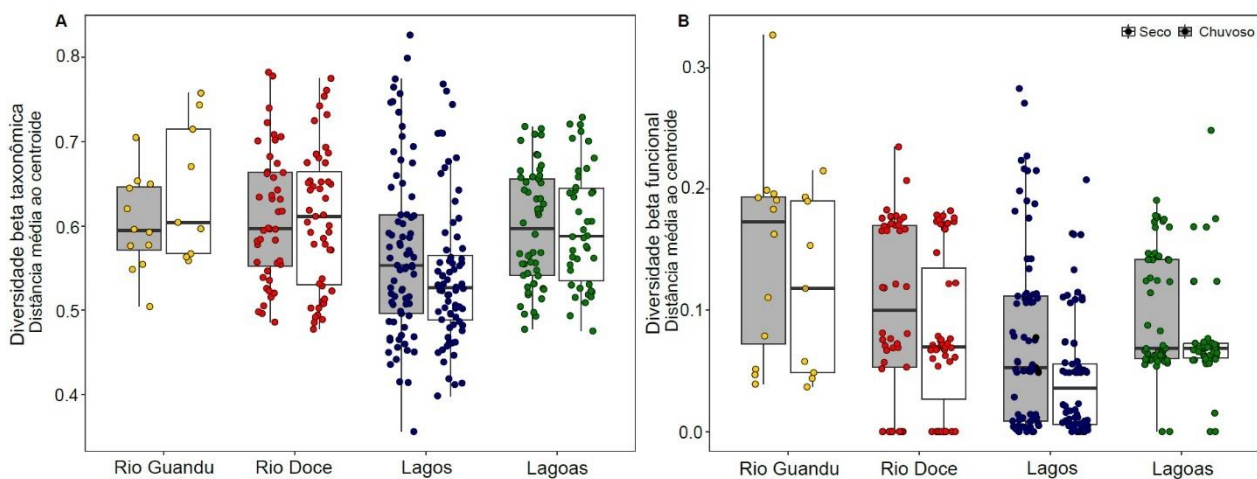


Figura 9 - Diversidade beta ao longo dos três anos de estudo, considerando o período chuvoso (A, B, C e D) e seco (E, F, G e H). Em vermelho os ambientes onde a diversidade beta não difere entre os anos. As caixas cinzas representam o período chuvoso e as caixas brancas o período seco. Amarelo – Rio Guandu; vermelho – Rio Doce; azul – lagos; verde – lagoas.

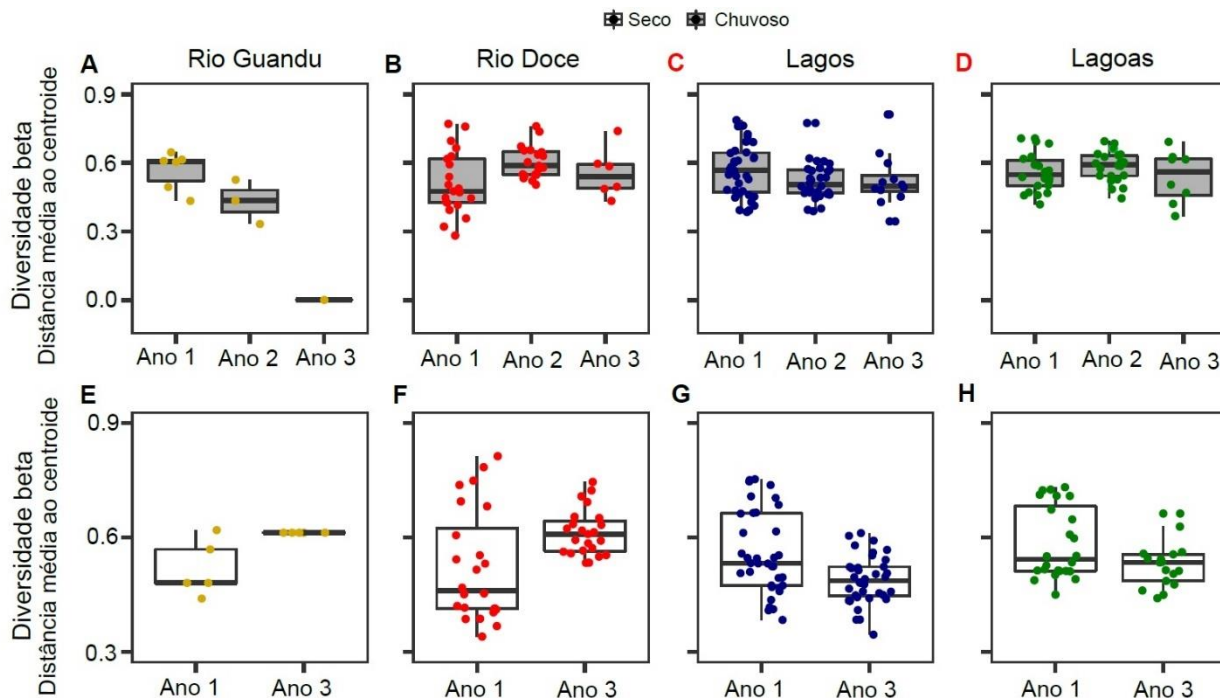


Figura 10 - Regressão linear da riqueza (FRic) e equitabilidade (FEve) funcional entre a concentração de metais totais em $\mu\text{g.L}^{-1}$. Al: alumínio; Ba: bário; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco.

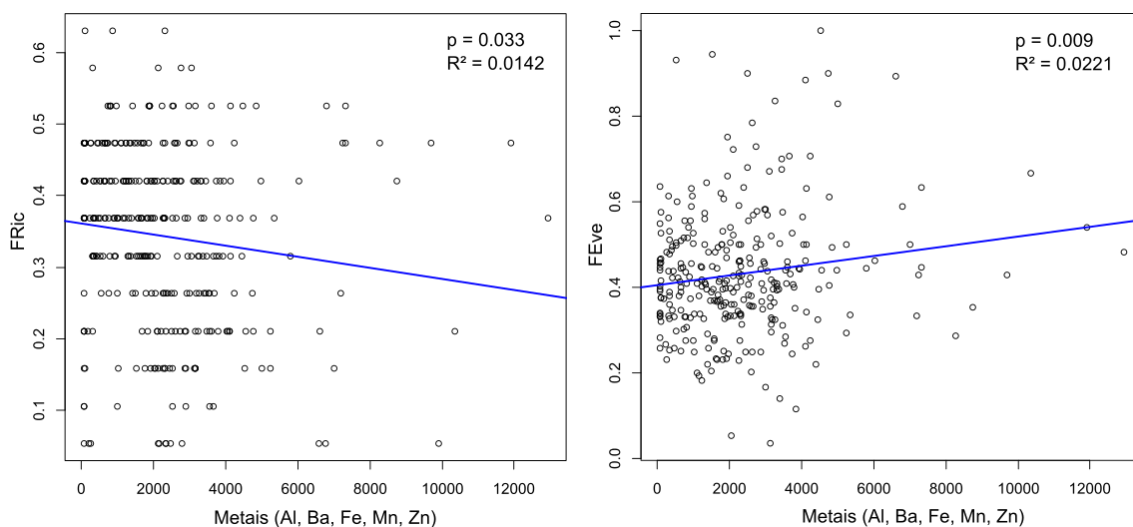


Figura 11 - Modelo conceitual da relação da riqueza (FRic) e equitabilidade (FEve) funcional do zooplâncton entre a concentração de metais totais em $\mu\text{g.L}^{-1}$. Al: alumínio; Ba: bário; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco.

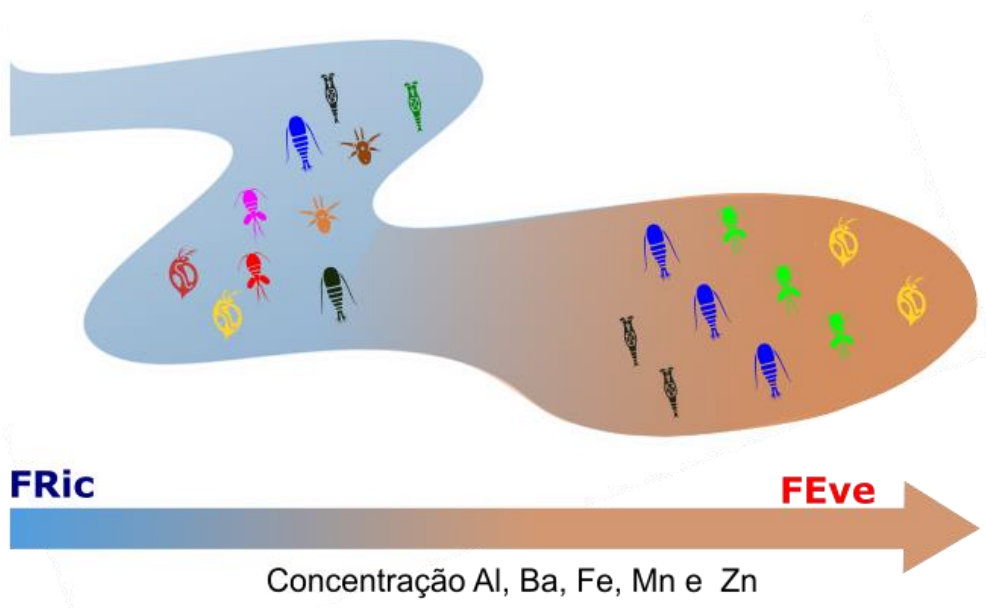


Figura 12 - Diagrama de Venn com a análise de redundância parcial (pRDA), considerando a abundância do zooplâncton no período chuvoso e seco. Contribuição relativa (R^2 ajustado) do componente ambiental, do componente espacial, dos metais, do componente compartilhado e dos resíduos que impulsionaram a comunidade zooplancônica no período estudado. Em vermelho apenas as relações que foram significativas.

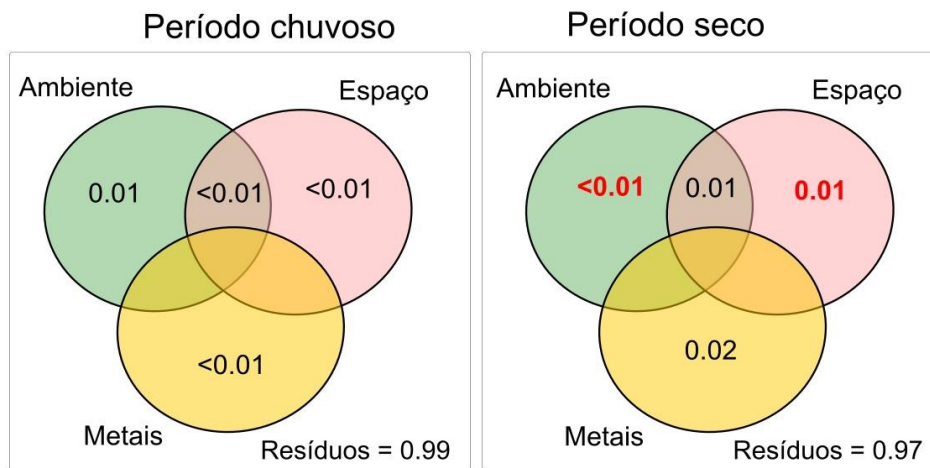


Tabela 2 – Variáveis ambientais, espaciais e os metais selecionados pelo método de seleção direta (*forward selection*) e usados para particionar a variância (pRDA), considerando a abundância do zooplâncton.

Período hidrológico	Ambiente	Espaço	Metal
Seco	Fósforo total	PCNM 2 e PCNM 4	Manganês e zinco
Chuvoso	Clorofila a, alcalinidade	PCNM 2 e PCNM 4	Manganês