

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

A1DS2 – Material Suplementar 3

Anexo 1 – Dulcícola/Ecotoxicologia

RT-39 RRDM/FEV 22

RA2021 PMBA/Fest-RRDM

Vitória,

Fevereiro de 2022

Figura 1 - Índice de bioacumulação de metais e As (IBR bioacumulação) no plâncton coletado nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco). Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

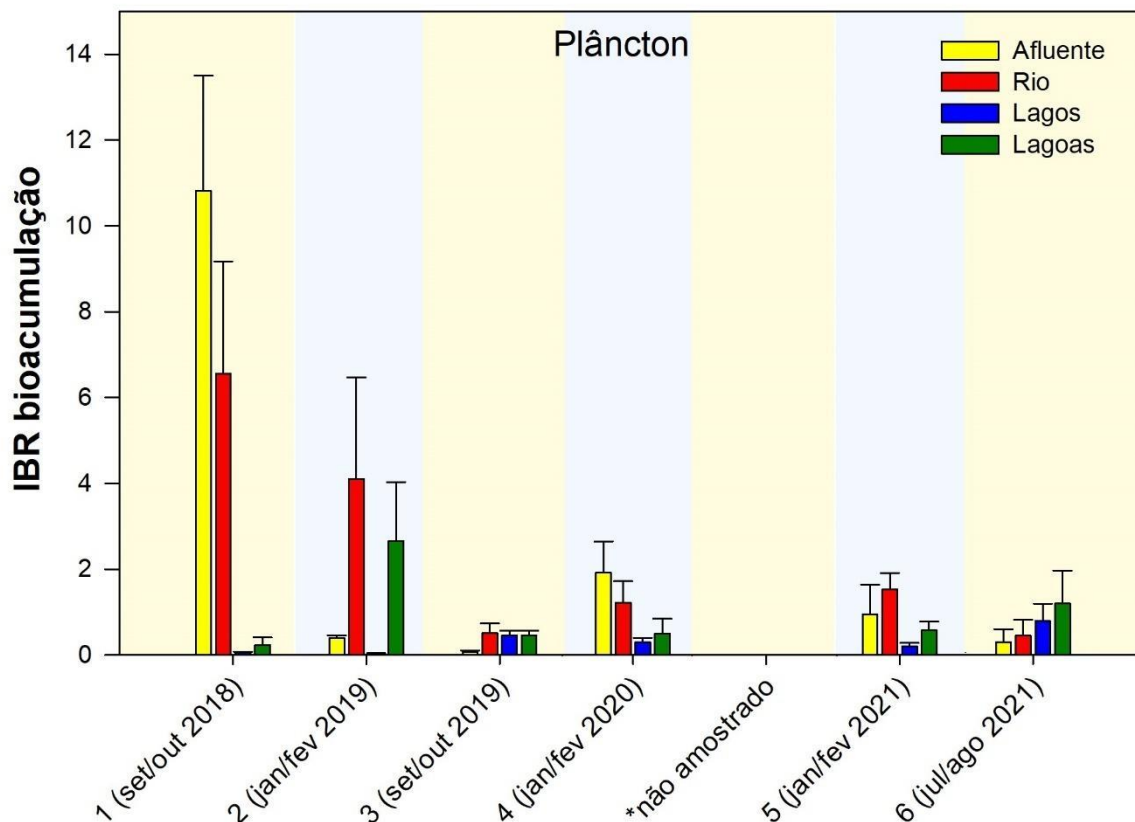
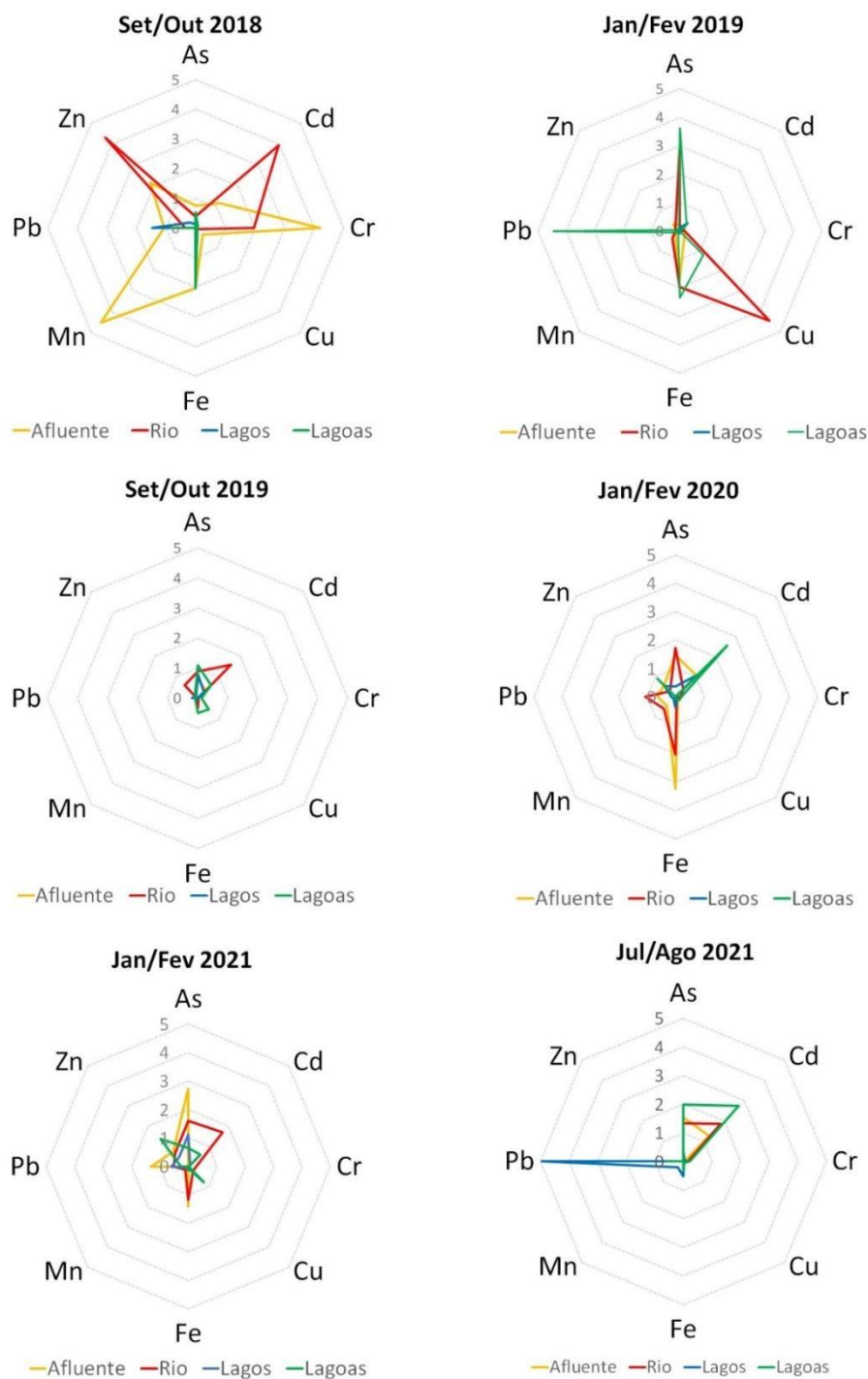


Figura 2 - Gráficos de radar obtidos a partir do Índice de bioacumulação de metais e As (IBR bioacumulação) no plâncton coletado nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco), mostrando a variação espaço-temporal de cada metal e a contribuição destes para a composição do índice. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).



Quadro 1 - Concentração média de metais (mg.Kg⁻¹) em amostras de zooplâncton coletadas nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018), Campanha 2 (jan/fev 2019), Campanha 3 (set/out 2019), Campanha 4 (jan/fev 2020), Campanha 5 (jan/fev 2021) e Campanha 6 (jul/ago 2021) pelo Anexo 1 do PMBA/Fest- RRDM, e em amostras de zooplâncton coletadas na foz do Rio Doce antes da chegada dos rejeitos oriundos do rompimento da barragem de Fundão (Bianchini, 2019). Concentrações dos metais abaixo dos dados pretéritos estão destacadas em verde, enquanto concentrações acima dos valores pretéritos estão destacadas em vermelho. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lago (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoa (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

Fonte de Dados	Período de coleta	Localidades	Organismo	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb
Dados pretéritos à chegada dos rejeitos	Expedição ICMBio (nov/2015)	Foz do Rio Doce	Zooplâncton	0,1210	0,0011	0,1500	0,0690	15,5500	6,6840	0,0053
Dados PMBA - Fest/RRDM (Anexo 1)	Campanha 1 (set/out 2018)	Afluente	Zooplâncton	0,1936	0,1073	5,1478	2,2843	123,5623	124,6489	0,0731
		Rio		0,1225	0,1585	0,0253	0,0985	306,1952	0,4602	0,0455
		Lagos		0,0198	0,0187	0,0315	0,1906	14,1911	0,9178	0,0890
		Lagoas		0,1440	0,0256	0,0762	1,1130	229,4271	1,1148	0,0956
	Campanha 2 (jan/fev 2019)	Afluente	Zooplâncton	0,0218	0,0301	0,2721	3,2772	107,3269	20,2887	0,0141
		Rio		0,5198	0,0203	0,0347	55,5461	198,5319	41,1916	0,0227
		Lagos		0,0333	0,0487	0,0490	0,1974	14,7858	2,4845	0,0160
		Lagoas		0,4786	0,0427	0,0079	10,3561	265,6681	8,7931	0,1698
	Campanha 3 (set/out 2019)	Afluente	Zooplâncton	0,0198	0,0694	0,0162	0,3840	27,2844	4,6578	0,0140
		Rio		0,1333	0,2177	0,0534	0,5669	50,0551	3,1173	0,0090
		Lagos		0,1415	0,0452	0,0212	0,2687	12,9926	1,2878	0,0216
		Lagoas		0,1369	0,0641	0,2523	6,9925	48,2001	12,3412	0,0119
	Campanha 4 (jan/fev 2020)	Afluente	Zooplâncton	0,0413	0,1461	0,0347	0,8164	224,5134	42,8602	0,0819
		Rio		0,1641	0,0412	0,6008	0,5174	143,1363	52,0499	0,1057
		Lagos		0,0821	0,1353	0,0491	0,5448	40,6039	10,3113	0,0243
		Lagoas		0,0263	0,1680	0,2923	1,4917	17,7705	2,3541	0,0051
	Campanha 5 (jan/fev 2021)	Afluente	Zooplâncton	0,2298	0,0138	0,0501	0,2265	75,2044	1,9800	0,0861
		Rio		0,2879	0,1438	0,4972	2,2510	87,0017	14,8098	0,0213

Fonte de Dados	Período de coleta	Localidades	Organismo	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb
		Lagos		0,1290	0,0205	0,0358	0,6341	20,4479	7,0374	0,0573
		Lagoas		0,0851	0,0292	0,0310	1,5755	9,8632	1,0453	0,0264
	Campanha 6 (jul/ago2021)	Afluente	Zooplâncton	0,1835	0,1157	0,0463	0,0500	1,4796	0,1183	0,1784
		Rio		0,1534	0,1535	0,2508	0,2840	1,2162	0,2770	0,2211
		Lagos		0,0719	0,0208	0,1409	0,3441	22,6193	12,6890	1,2953
		Lagoas		0,2464	0,2513	0,2394	0,5129	11,9390	0,2645	0,3801

Fonte: Bianchini, A. (2019). Monitoramento dos efeitos ecotoxicológicos da pluma de sedimentos oriunda da foz do Rio Doce sobre o ambiente marinho. Relatório Técnico-Científico - FURG/ICMBio, Rio Grande, RS.

Figura 3 - Índice de bioacumulação de metais e As (IBR bioacumulação) nos camarões coletados nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco). Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

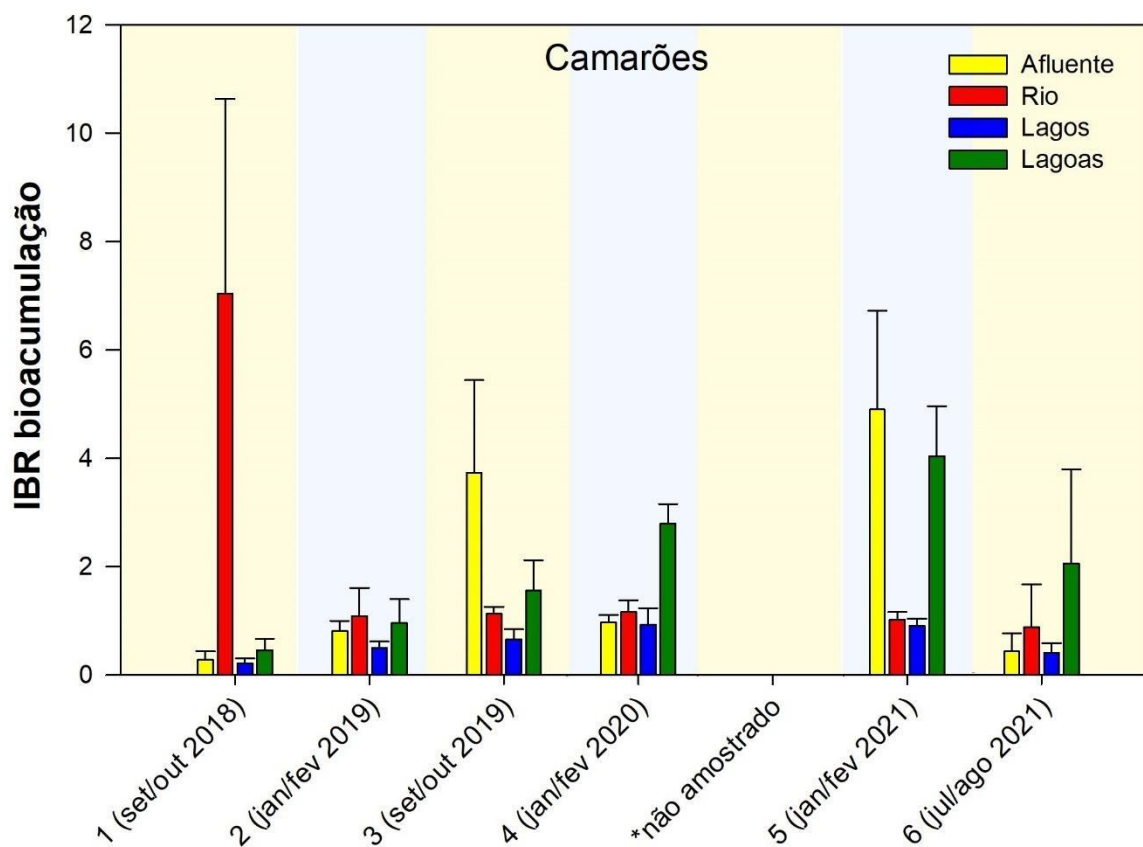
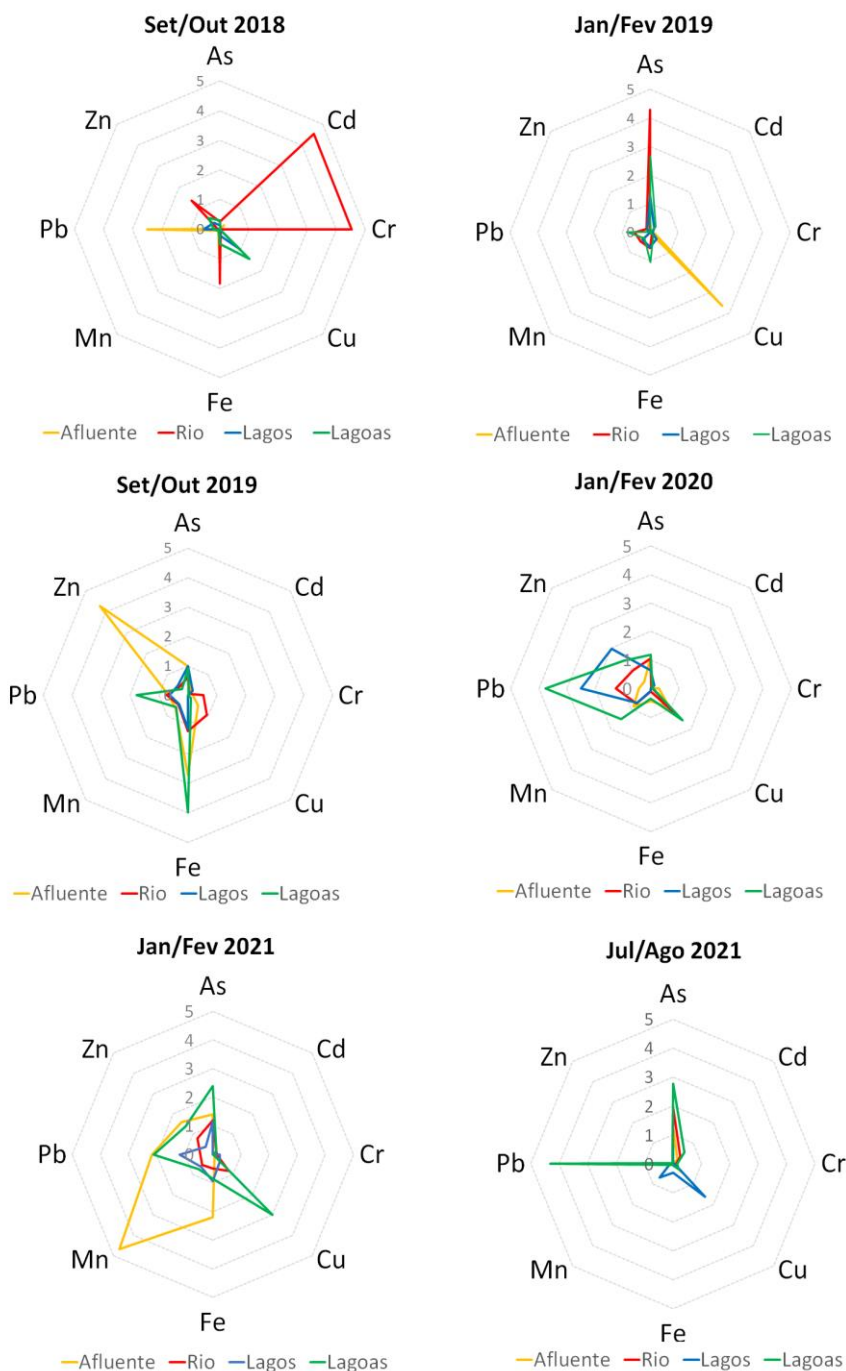


Figura 4 - Gráficos de radar obtidos a partir do Índice de bioacumulação de metais e As (IBR bioacumulação) em camarões coletados nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco), mostrando a variação espaço-temporal de cada metal e a contribuição destes para a composição do índice. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).



Quadro 2 – Concentração média de metais (mg.Kg^{-1}) no músculo de camarões coletados nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018), Campanha 2 (jan/fev 2019), Campanha 3 (set/out 2019), Campanha 4 (jan/fev 2020), Campanha 5 (jan/fev 2021) e Campanha 6 (jul/ago 2021) pelo Anexo 1 do PMBA/Fest- RRDM, e no músculo de camarões coletados na foz do Rio Doce antes da chegada dos rejeitos oriundos do rompimento da barragem de Fundão (Bianchini, 2019). Concentrações dos metais abaixo dos dados pretéritos estão destacadas em verde, enquanto concentrações acima dos valores pretéritos estão destacadas em vermelho. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lago (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoa (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

Fonte de Dados	Período de coleta	Localidades	Organismo	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb
Dados pretéritos à chegada dos rejeitos	Expedição ICMBio (nov/2015)	Foz do Rio Doce	Camarões	0,7720	0,0010	0,0030	0,8350	26,9000	0,1640	0,2860
Dados PMBA - Fest/RRDM (Anexo 1)	Campanha 1 (set/out 2018)	Afluente	Camarões	0,0371	0,0361	0,1397	0,4843	6,2662	0,1494	0,2240
		Rio		0,0318	0,0827	0,0557	0,1136	17,6685	0,1914	0,0564
		Lagos		0,0601	0,0421	0,0216	0,8182	4,1530	0,2377	0,0309
		Lagoas		0,0605	0,0293	0,0305	1,6644	6,7484	0,4462	0,0231
	Campanha 2 (jan/fev 2019)	Afluente	Camarões	0,0314	0,0378	1,4655	2,6000	4,8969	1,5006	0,0454
		Rio		1,2740	0,0273	0,6114	0,3411	59,0219	2,4008	0,0398
		Lagos		0,1236	0,1061	0,2177	1,6554	8,4426	1,3728	0,0218
		Lagoas		0,5508	0,0896	0,0551	2,8199	52,2980	2,9142	0,0449
	Campanha 3 (set/out 2019)	Afluente	Camarões	0,2745	0,0233	0,5234	1,7616	9,9427	1,2208	0,0047
		Rio		0,1970	0,0700	0,2421	4,7483	50,3542	1,6465	0,0168
		Lagos		0,1299	0,0741	0,0385	0,1588	28,1492	1,8533	0,0611
		Lagoas		0,2868	0,0495	0,1326	1,1481	30,7090	3,0565	0,0087
	Campanha 4 (jan/fev 2020)	Afluente	Camarões	0,0192	0,0324	1,1598	2,2677	5,0574	1,4213	0,0602
		Rio		0,3141	0,0396	0,3548	2,2770	3,2271	2,5185	0,0764
		Lagos		0,0475	0,1828	0,1134	0,2741	4,7008	2,4130	0,0904
		Lagoas		0,2738	0,2132	0,1774	14,4481	24,2823	2,2055	0,0272
	Campanha 5 (jan/fev 2021)	Afluente	Camarões	0,1686	0,0239	0,0466	0,2795	128,1383	74,6369	0,1264
		Rio		0,0888	0,1030	0,3510	3,3497	9,8579	3,7124	0,0662

Fonte de Dados	Período de coleta	Localidades	Organismo	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb
		Lagos		0,1923	0,0494	0,2020	1,3781	44,7589	10,4155	0,1573
		Lagoas		0,1523	0,1644	0,0612	0,4817	15,7895	2,1400	0,0553
	Campanha 6 (jan/fev 2021)	Afluente	Camarões	0,1351	0,0802	0,0419	0,5005	0,5982	0,1948	0,1240
		Rio		0,2504	0,2335	0,3092	0,7161	0,7425	0,3873	0,3450
		Lagos		0,0875	0,0224	0,1554	1,9369	2,2600	0,8464	0,0145
		Lagoas		0,1991	0,1896	0,3727	0,8725	1,8505	0,5439	0,3101

Fonte: Bianchini, A. (2019). Monitoramento dos efeitos ecotoxicológicos da pluma de sedimentos oriunda da foz do Rio Doce sobre o ambiente marinho. Relatório Técnico-Científico - FURG/ICMBio, Rio Grande, RS.

Figura 5 - Índice de bioacumulação de metais e As (IBR bioacumulação) nos peixes coletados nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco). Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01 e LMN-01).

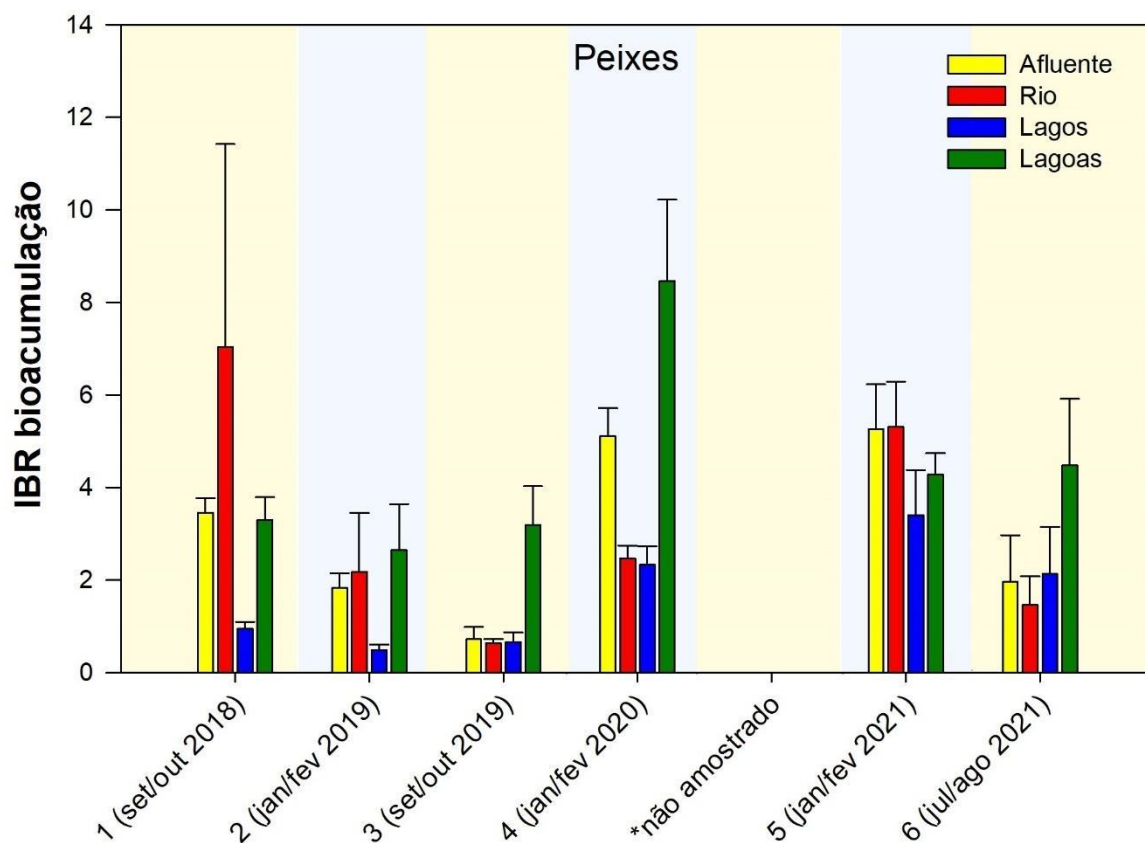
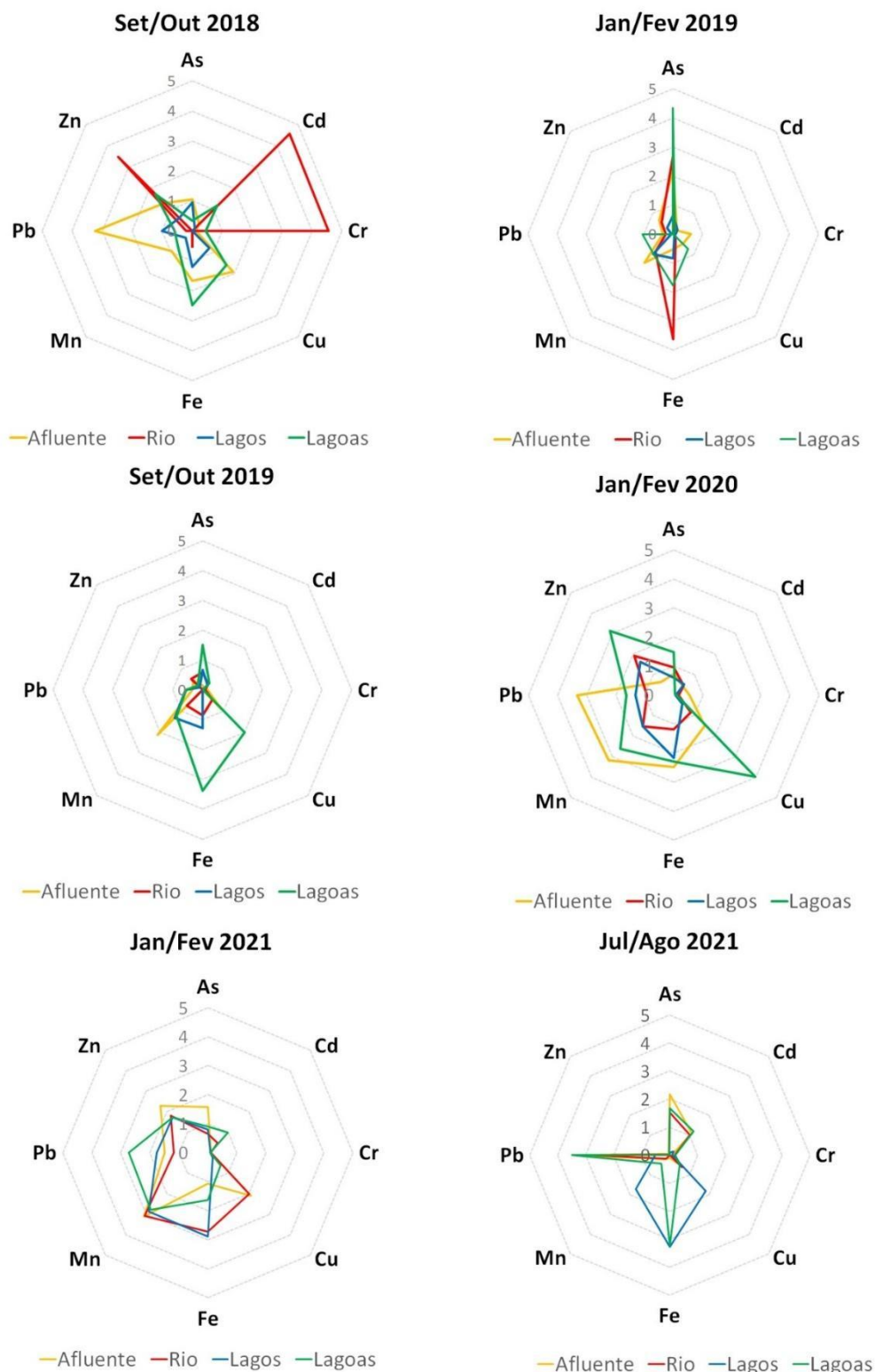


Figura 6 - Gráficos de radar obtidos a partir do Índice de bioacumulação de metais e As (IBR bioacumulação) em peixes coletados nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco), mostrando a variação espaço temporal de cada metal e a contribuição destes para a composição do índice. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).



Quadro 3 - Concentração média de metais (mg.Kg-1) no músculo de peixes coletados nos diferentes setores do ambiente dulcícola (Afluente, Rio, Lagos e Lagoas) durante a Campanha 1 (set/out 2018), Campanha 2 (jan/fev 2019), Campanha 3 (set/out 2019), Campanha 4 (jan/fev 2020), Campanha 5 (jan/fev 2021) e Campanha 6 (jul/ago 2021) pelo Anexo 1 do PMBA/Fest- RRDM, e no músculo de peixes coletados em diferentes pontos da calha do Rio Doce no estado do ES, antes da chegada dos rejeitos oriundos do rompimento da barragem de Fundão (ACQUA, 2016).

Concentrações dos metais abaixo dos dados pretéritos estão destacadas em verde, enquanto concentrações acima dos valores pretéritos estão destacadas em vermelho. Classificação por setores:

Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lago (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoa (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

Fonte de Dados	Período de coleta	Localidades	Espécies	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb
Dados pretéritos à passagem da pluma (ACQUA, 2016)	(nov/2015)	Rio Doce (UHE Mascarenhas; jusante da UHE Mascarenhas; Colatina; Marilândia e Regência)	<i>Centropomus undecimalis</i> ; <i>Cichla monoculus</i> ; <i>Genidens genidens</i> ; <i>Geophagus brasiliensis</i> ; <i>Hypomasticus mormyrops</i> ; <i>Mugil sp.</i> , <i>Pimelodus maculatus</i> ; <i>Polydactylus sp.</i> ; <i>Pochiclodus argenteus</i> ; <i>Pygocentrus nattereri</i> ; <i>Serrasalmus rhombeus</i>	0,703	0,020	0,111	0,200	9,300	0,460	0,020
Dados PMBA - Fest/RRDM (Anexo 1)	Campanha 1 (set/out 2018)	Afluente	Peixes onívoros	0,2609	0,1063	0,9022	0,6827	49,0298	1,6150	0,0684
		Rio		0,0619	0,1041	17,6976	0,1790	7,2519	0,1443	0,0187
		Lagos		0,0663	0,0471	0,0476	0,2119	4,3821	0,4060	0,0466
		Lagoas		0,0486	0,2151	0,9567	2,0778	40,8776	0,1918	0,0393
	Campanha 2 (jan/fev 2019)	Afluente		0,3898	0,0414	0,2997	1,8136	10,7691	2,4524	0,0123
		Rio		0,3602	0,0386	0,0332	1,2258	37,8819	2,7610	0,0521
		Lagos		0,1175	0,0654	0,2494	0,7413	17,1699	1,1828	0,0192
		Lagoas		0,5693	0,0312	0,0768	2,5824	42,2339	4,3775	0,0444
	Campanha 3 (set/out 2019)	Afluente		0,0863	0,0479	0,6272	1,0948	10,1693	3,8407	0,0250
		Rio		0,2282	0,1107	0,2085	0,9724	31,4115	2,8614	0,0097

Fonte de Dados	Período de coleta	Localidades	Espécies	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb
		Lagos		0,1551	0,0593	0,0251	0,1309	16,2511	2,6534	0,0329
		Lagoas		1,0411	0,1106	0,5105	1,9414	80,8205	3,7246	0,1443
	Campanha 4 (jan/fev 2020)	Afluyente		0,1732	0,1056	0,0995	1,9560	48,4158	10,3964	0,0695
		Rio		0,1588	0,1565	0,6051	5,1969	33,6968	6,2052	0,0558
		Lagos		0,2090	0,1886	0,2539	0,4676	47,7691	3,1384	0,0907
		Lagoas		0,4047	0,0712	0,7037	14,2856	59,4077	3,2582	0,1736
	Campanha 5 (jan/fev 2021)	Afluyente		0,2006	0,0967	0,5795	4,2717	5,4639	3,6362	0,0543
		Rio		0,1201	0,1276	0,2114	1,4417	29,7292	4,4562	0,0411
		Lagos		0,1958	0,0875	0,2542	1,8334	30,6766	4,3071	0,0708
		Lagoas		0,1557	0,1489	0,1018	1,3777	33,8227	3,4887	0,1226
	Campanha 6 (jul/ago 2021)	Afluyente		0,2675	0,2509	0,5270	0,4966	2,4841	0,5880	0,3708
		Rio		0,3324	0,2069	0,1447	0,1387	2,0249	0,4536	0,3281
		Lagos		0,0645	0,0437	0,2508	0,3300	10,6324	0,8807	0,0338
		Lagoas		0,2432	0,2381	0,5189	0,5757	11,4897	0,6302	0,3737
	Campanha 1 (set/out 2018)	Afluyente	Peixes carnívoros	0,0229	0,0040	0,0790	1,8141	7,7411	0,0600	0,0050
		Rio		0,0307	0,0466	0,0200	0,0765	7,0024	0,2951	0,0219
		Lagos		0,1141	0,0315	0,0386	0,2961	9,5676	0,3035	0,0370
		Lagoas		0,0635	0,0357	0,0377	0,6218	14,2411	0,2443	0,0495
	Campanha 2 (jan/fev 2019)	Afluyente		0,2173	0,0295	2,1714	2,1102	7,6879	1,6556	0,0069
		Rio		0,6425	0,0176	0,0212	0,7055	60,8063	2,8197	0,0216
		Lagos		0,2505	0,0638	0,0847	0,4467	20,2113	0,8604	0,0090
		Lagoas		0,6413	0,0348	0,0564	1,8793	44,8095	4,2069	0,0234
	Campanha 3 (set/out 2019)	Afluyente		0,0190	0,0232	0,0815	0,8433	10,5330	1,6003	0,0718
		Rio		0,1091	0,0647	0,2303	1,3621	23,9203	2,1203	0,0150

Fonte de Dados	Período de coleta	Localidades	Espécies	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb
		Lagos		0,1029	0,0957	0,0253	0,5477	55,7974	7,5568	0,0328
		Lagoas		0,0969	0,0742	0,0295	0,5175	55,6456	6,4262	0,0459
	Campanha 4 (jan/fev 2020)	Afluyente		0,0463	0,0602	1,2567	2,6441	21,7280	3,3431	0,2643
		Rio		0,1967	0,1157	0,2395	2,5809	3,4553	1,6102	0,0582
		Lagos		0,1309	0,1960	0,0949	1,6149	4,9289	1,6274	0,1028
		Lagoas		0,7588	0,0285	0,8960	4,4097	4,0881	1,9618	0,0359
	Campanha 5 (jan/fev 2021)	Afluyente		0,3248	0,0246	0,1383	5,0623	54,4423	2,5855	0,0446
		Rio		0,3256	0,1825	0,5712	14,7749	88,5308	7,1161	0,1271
		Lagos		0,0963	0,0239	0,1466	0,6411	66,8675	6,6888	0,0551
		Lagoas		0,1367	0,1157	0,1364	1,8760	11,9978	7,8775	0,0359
	Campanha 6 (jul/ago 2021)	Afluyente		0,1230	0,0989	0,3922	0,0727	1,0448	0,4725	0,1328
		Rio		0,4399	0,3620	0,4885	0,7293	2,8085	0,6598	0,5385
		Lagos		0,0580	0,0377	0,2190	0,2677	7,5274	0,6504	0,0301
		Lagoas		0,2592	0,2569	0,4507	0,5838	5,1886	0,7970	0,3968

Fonte: ACQUA (2016). Avaliação de elementos químicos em peixes na área de influência do acidente com o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, Mariana, MG. Trecho do Rio Doce.

ACQUA Consultoria e Recuperação de Ambientes Aquáticos Ltda. Belo Horizonte – MG.

Figura 7 - Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) no plâncton coletado nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco). Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

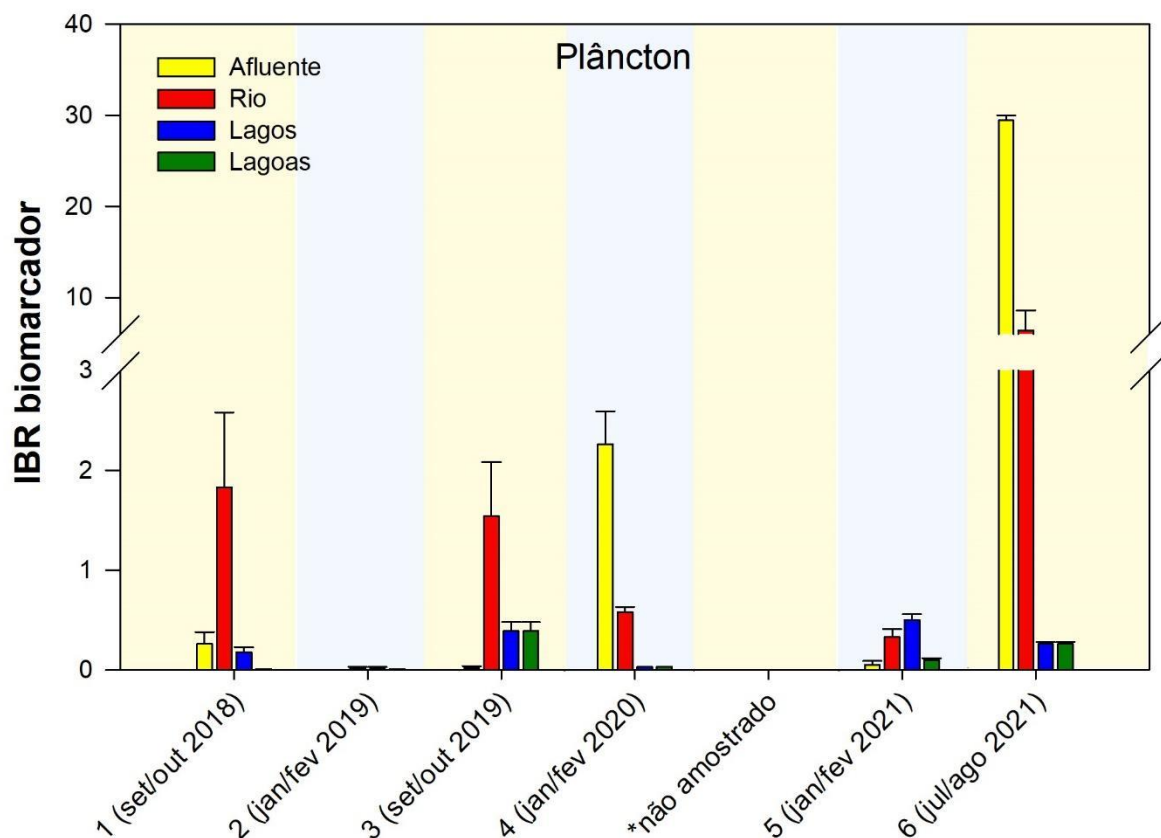


Figura 8 - Gráficos de radar obtidos a partir do Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) no plâncton coletado nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco), mostrando a variação espaço temporal de cada biomarcador e a contribuição destes para a composição do índice. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

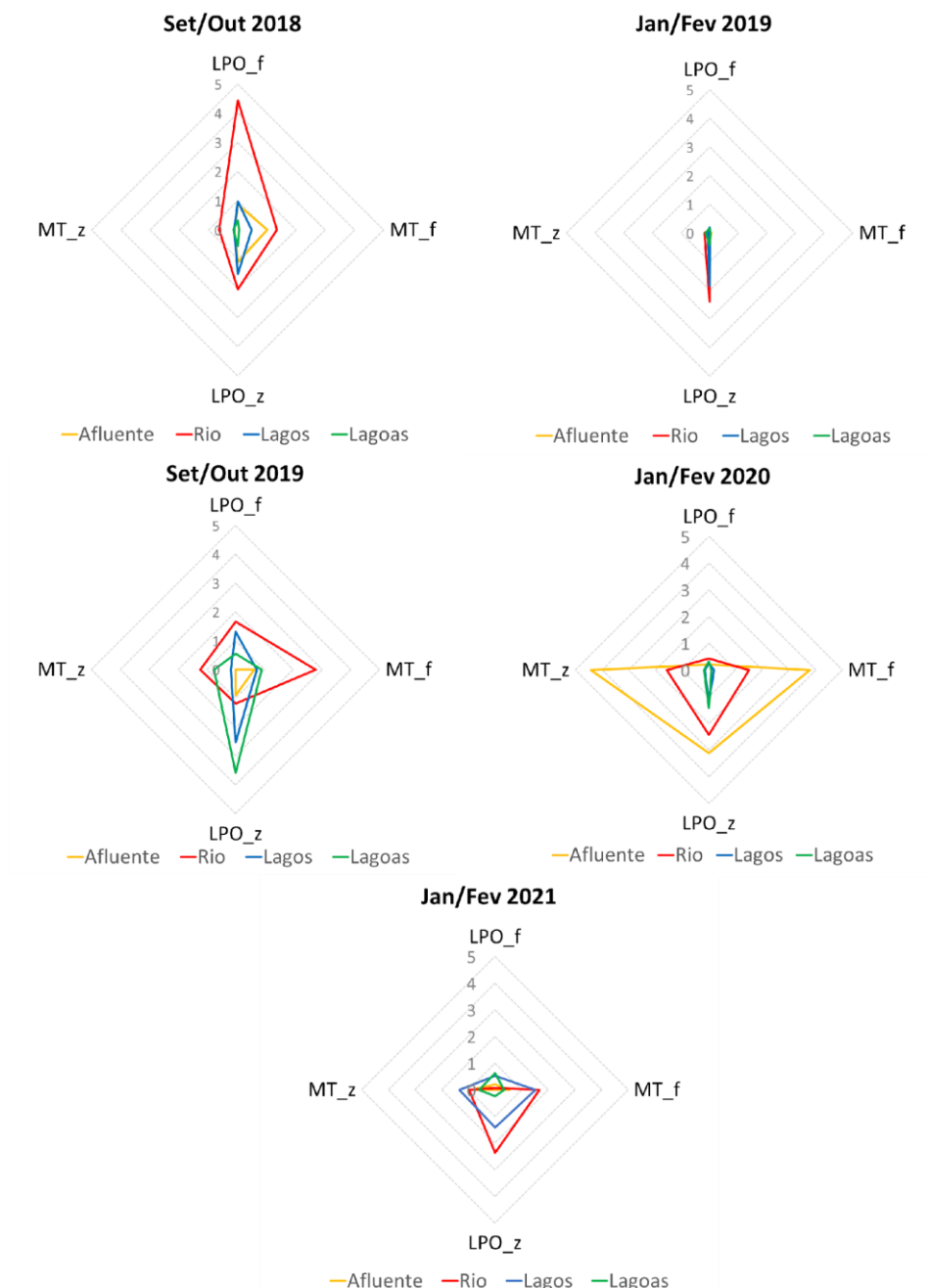


Figura 9 - Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) em camarões coletados nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco). Os cálculos para Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco) foram feitos em separado, visto a ausência dos resultados de sítios AP. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

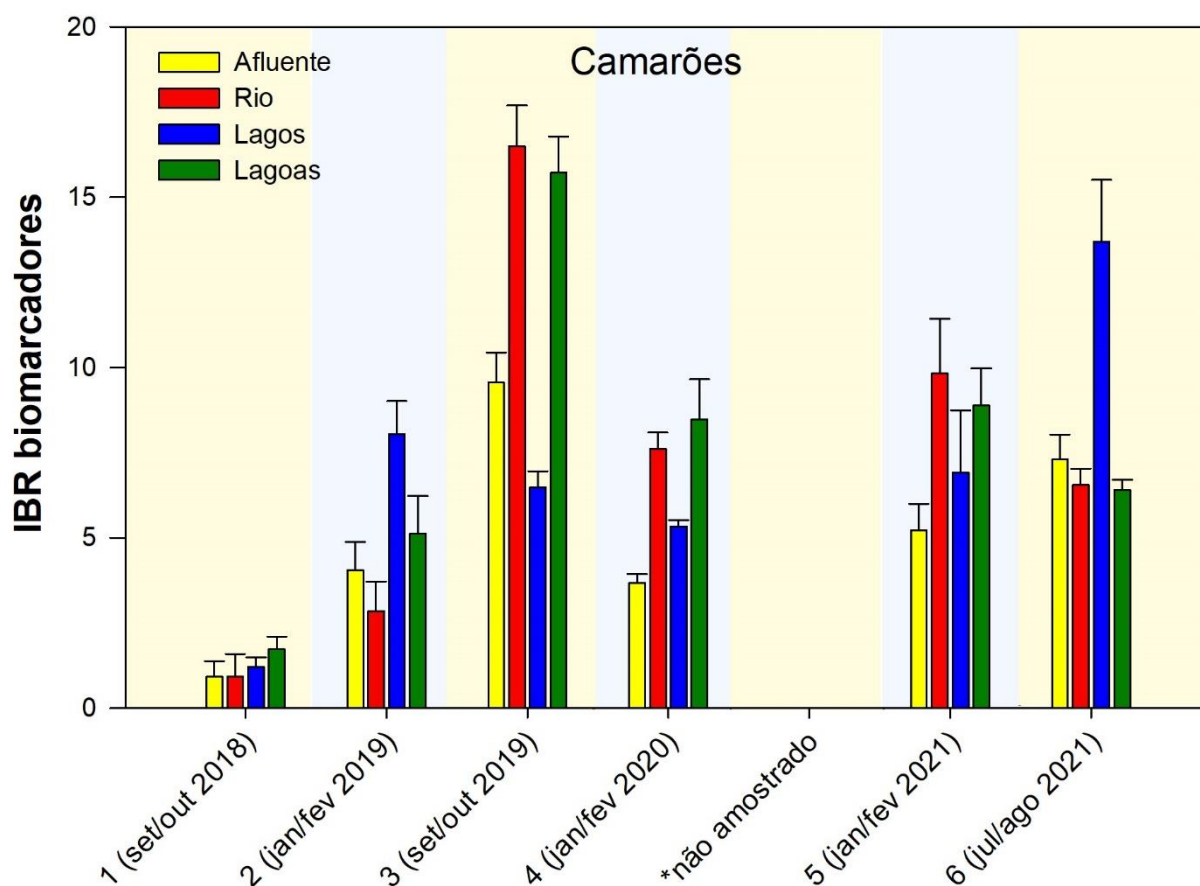


Figura 10 - Gráficos de radar obtidos a partir do Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) nos camarões coletado nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco), mostrando a variação espaço temporal de cada biomarcador e a contribuição destes para a composição do índice. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

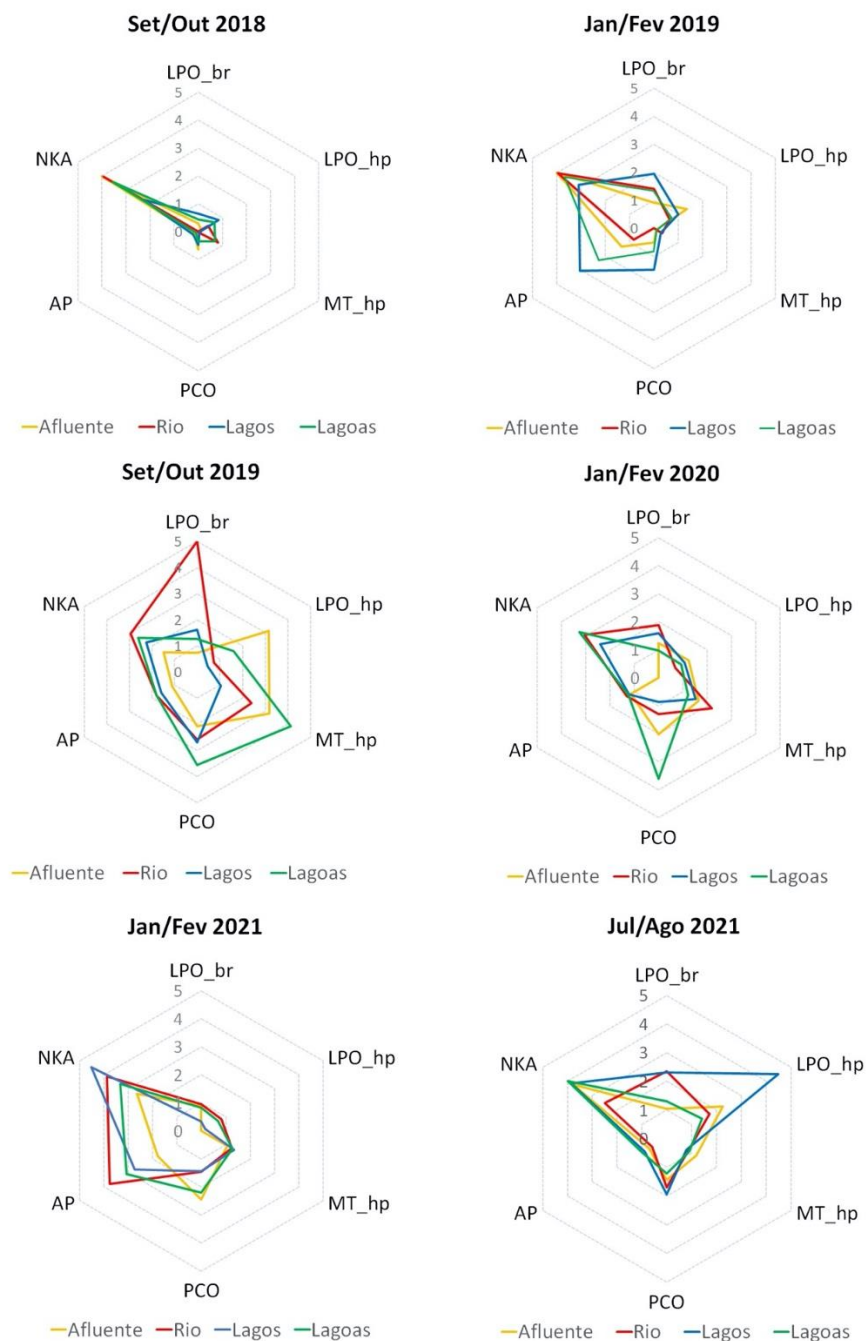


Figura 11 - Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) em peixes coletados nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco). Os cálculos para Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco) foram feitos em separado, visto a ausência dos resultados de sítios AP. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

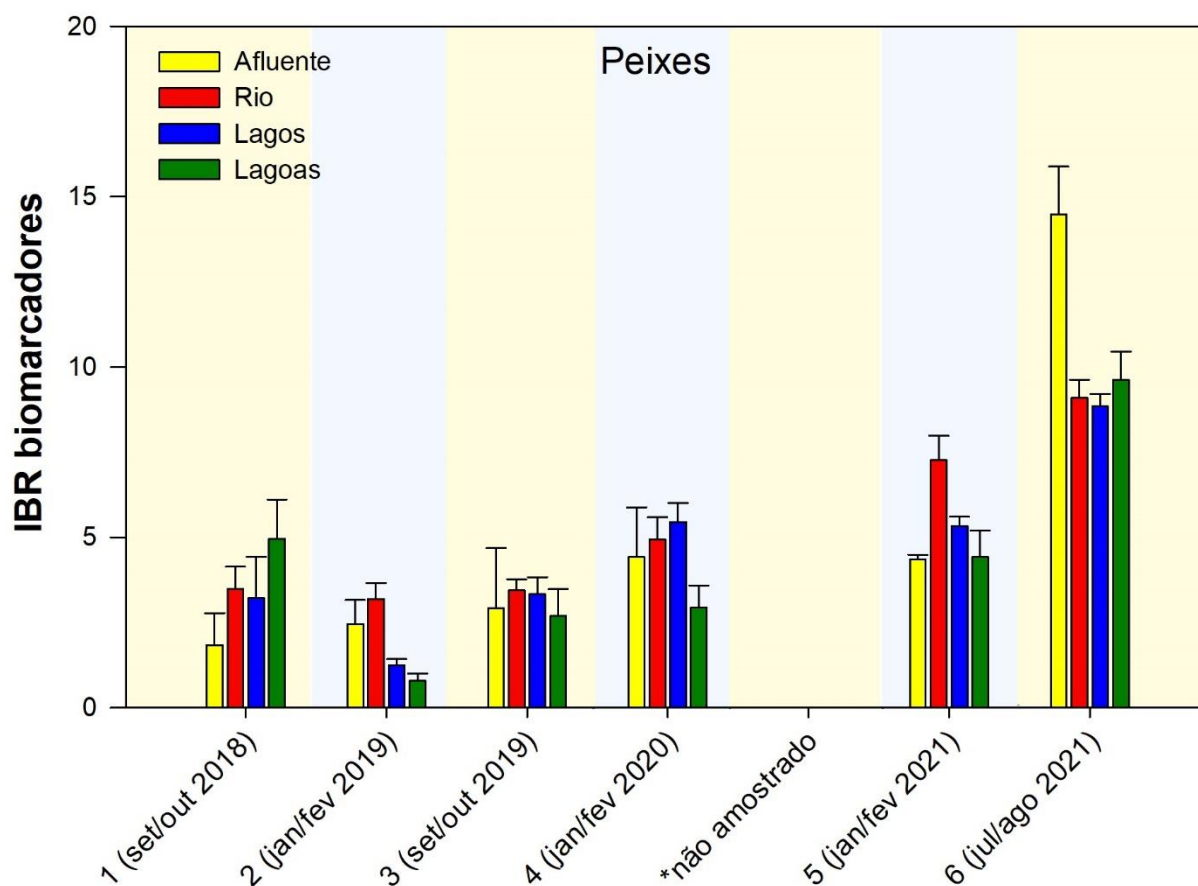


Figura 12 - Gráficos de radar obtidos a partir do Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) em peixes coletados nos diferentes setores do ambiente dulcícola durante a Campanha 1 (set/out 2018 – período seco), Campanha 2 (jan/fev 2019 – período chuvoso), Campanha 3 (set/out 2019 – período seco), Campanha 4 (jan/fev 2020 – período chuvoso), Campanha 5 (jan/fev 2021 – período chuvoso) e Campanha 6 (jul/ago 2021 – período seco), mostrando a variação espaço-temporal de cada biomarcador e a contribuição destes para a composição do índice. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01, LMN-01 e LAO-02).

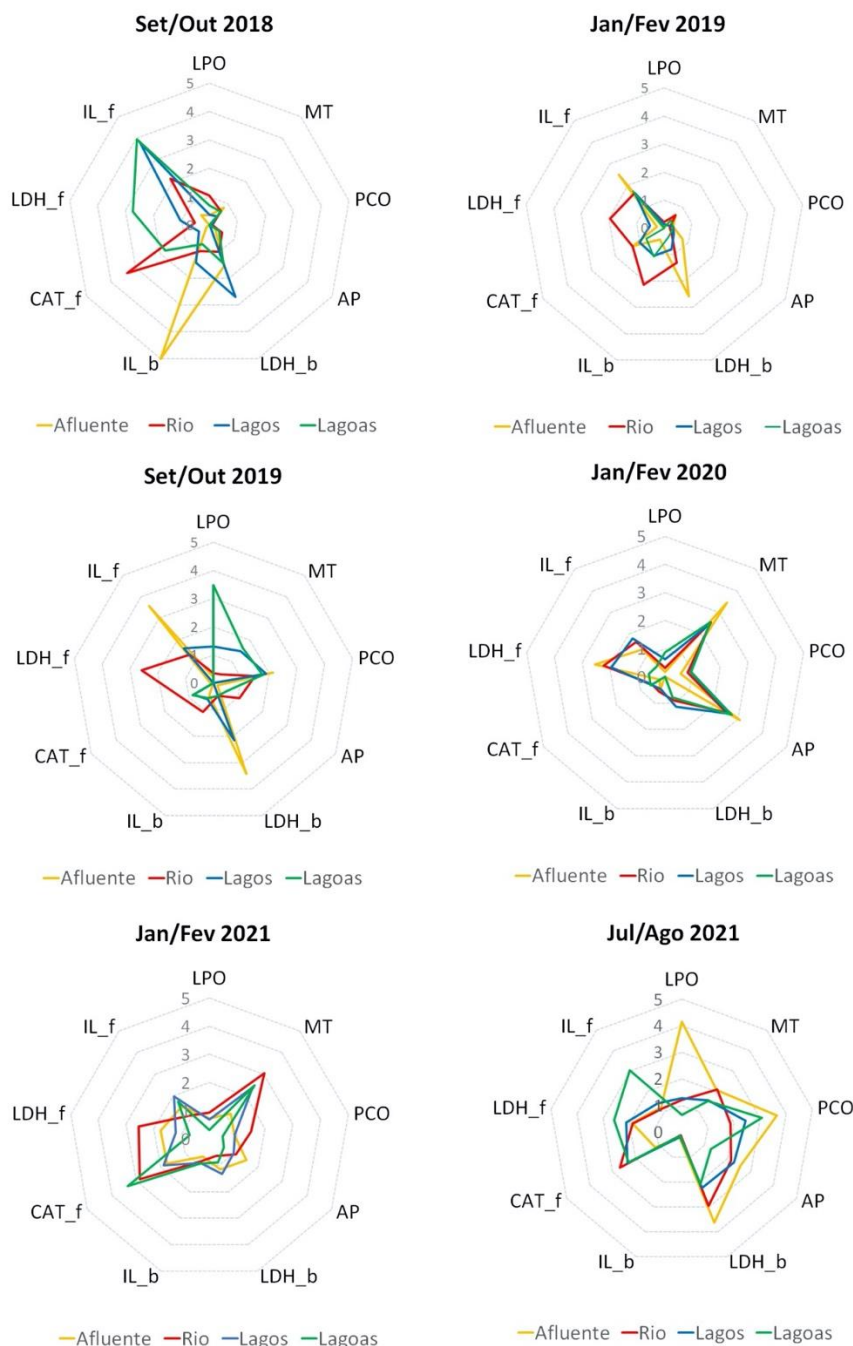


Figura 13 - Abundância relativa dos grupos bacterianos utilizados como bioindicadores da presença de metais. Os gráficos de pizza representam as abundâncias encontradas nas seis Campanhas realizadas (de dentro para fora). Da esquerda para direita encontram-se: água de superfície (AS), água de fundo (AF) e sedimento (S), respectivamente. Classificação por setores: Afluente (RGU-01), Rio (RDO-11, RDO-13, RDO-15 e RDO-16), Lagos (LLM-01, LNV-01, LJP-01 e LPA-01) e Lagoas (LAL-01 e LMN-01).

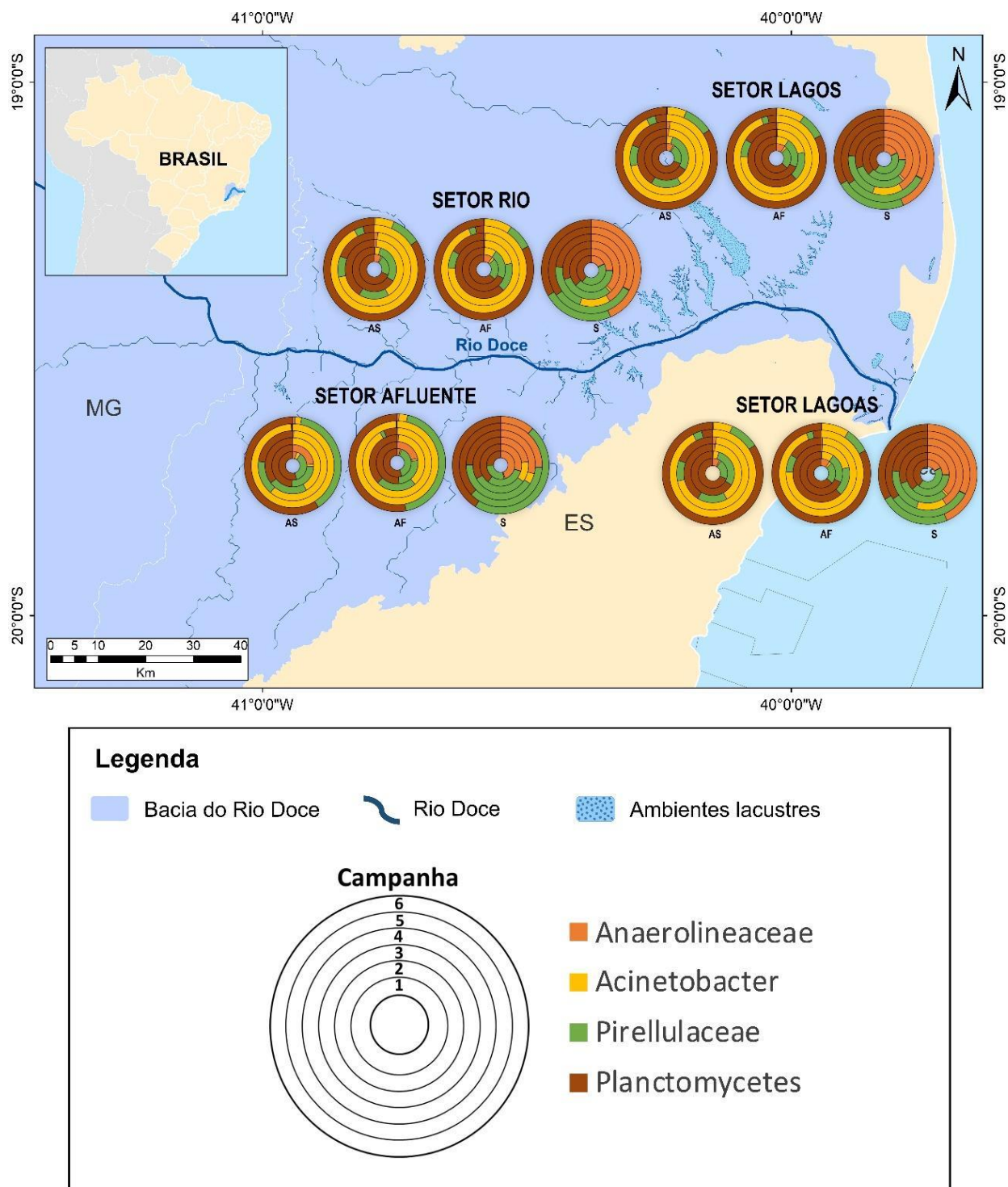
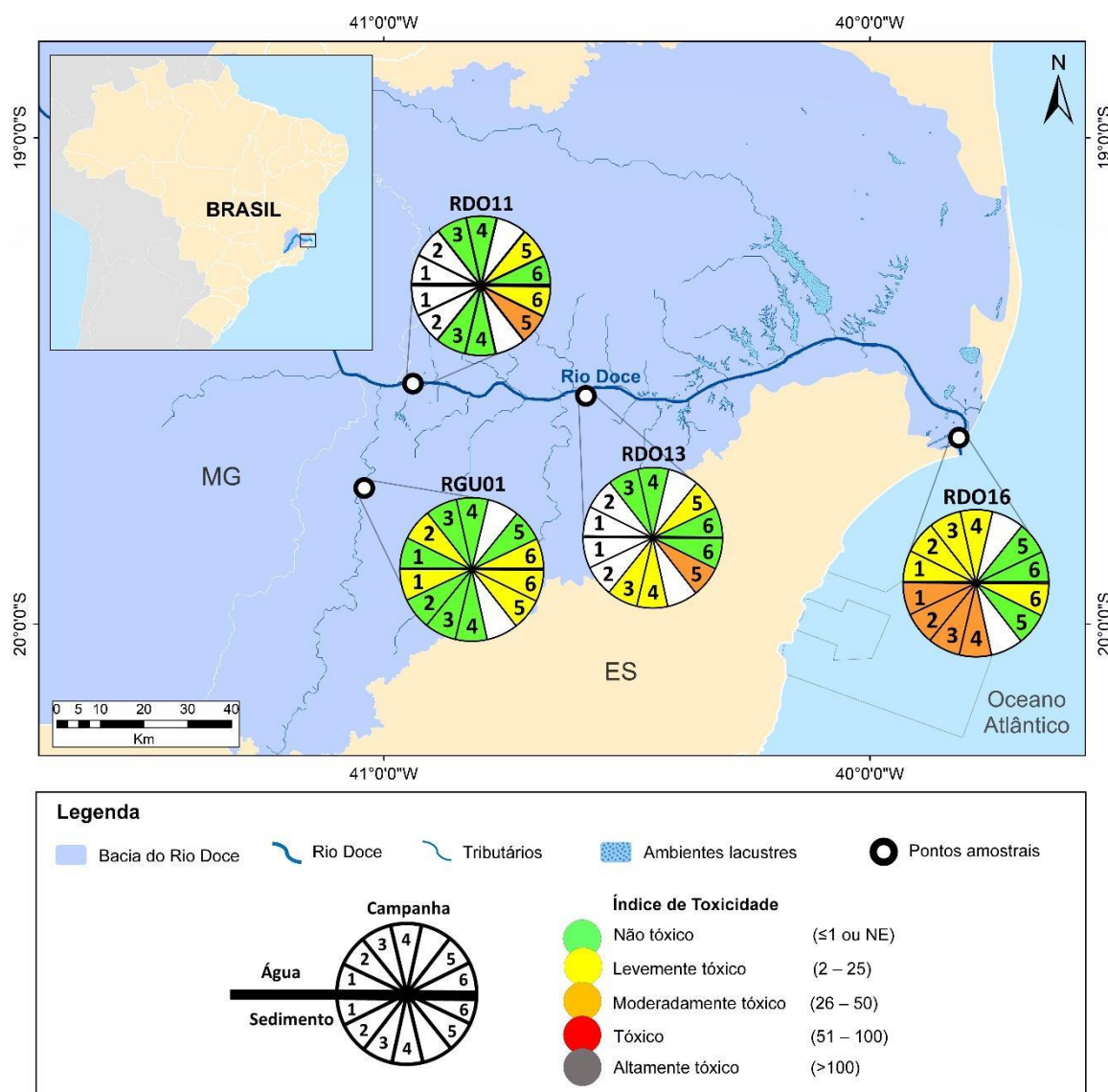


Figura 14 - Classificação ecotoxicológica das amostras de água e sedimento coletadas pelo Anexo 1 ao longo do Ano 1 (Campanha 1, set/out de 2018 - período seco e Campanha 2, jan/fev de 2019 - período chuvoso), Ano 2 (Campanha 3, set/out de 2019 - período seco e Campanha 4, jan/fev de 2020 - período chuvoso) e Ano 3 (Campanha 5, jan/fev - período chuvoso e Campanha 6, jul/ago de 2021 - período seco) do monitoramento. A sigla NE, na legenda da Figura, significa não estimável, e é atribuída quando não se observa efeito tóxico da amostra bruta (100 %). O código dos pontos amostrais é: RGU-01 (Rio Guandú), RDO-11 (Rio Doce – Baixo Guandú), RDO-13 (Rio Doce – Colatina) e RDO-16 (foz do Rio Doce). Os pontos RDO-11 e RDO-13 não foram monitorados pelo Anexo 1 durante o Ano 1. Nos gráficos de pizza, as fatias com numeração, mas sem cor, significam que a campanha foi realizada, mas o ponto não foi amostrado (não fazia parte da malha amostral). Por conta da pandemia da COVID-19, não houve monitoramento em ago/set de 2020, representado pelo espaço em branco e, sem numeração, nos gráficos.



Quadro 4 - Descrição metodológica do Índice de Impacto Ecotoxicológico (IIE). Os níveis e respectivos valores foram atribuídos de acordo com o tipo de resposta biológica (do menor para o maior): bioacumulação (contaminação dos organismos), biomarcador (resposta biológica de exposição e efeito em nível organizmico) e microbiologia (resposta biológica em nível de comunidade).

Níveis ecotoxic.	Descrição de cada critério	Cálculo de cada critério	Peso de cada critério	Cálculo do IIE por nível	IIE Máximo
Nível 1 Bioacumulação (18%)	Dados pretéritos: M= 0 inferior/1 superior n= número de metais comparados	$C1_{plâncton} = \Sigma M/n$	$C1 * 3\%$	$\Sigma(c1*3\%)$	18
		$C1_{camartão} = \Sigma M/n$	$C1 * 3\%$		
		$C1_{peixe} = \Sigma M/n$	$C1 * 3\%$		
	IBR Bioacumulação: Normalizado pelo valor máximo de ocorrência entre campanhas e setores.	$IBR_{plâncton} / IBR_{máx}$	$C1 * 3\%$		
		$IBR_{camartão} / IBR_{máx}$	$C1 * 3\%$		
		$IBR_{peixe} / IBR_{máx}$	$C1 * 3\%$		
Nível 2 Biomarcador (27%)	IBR Biomarcador	$IBR_{plâncton} / IBR_{máx}$	$C2 * 9\%$	$\Sigma(c2*9\%)$	27
		$IBR_{camartão} / IBR_{máx}$	$C2 * 9\%$		
		$IBR_{peixe} / IBR_{máx}$	$C2 * 9\%$		
Nível 3 Microbiologia (55%)	Táxons bioindicadores: T= % abundância do táxon. Normalizado pelo valor máximo de ocorrência entre campanhas e setores.	$\Sigma T_{água} / T_{máx}$	$C3 * 27,5\%$	$\Sigma(c3*27.5\%)$	55
		$\Sigma T_{sedimento} / T_{máx}$	$C3 * 27,5\%$		

Classificação IIE	Não impactado	Levemente Impactado	Moderadamente Impactado	Impactado	Altamente Impactado
	<1	$1 \leq IIE < 15$	$15 \leq IIE < 50$	$50 \leq IIE < 75$	$75 \leq IIE \leq 100$