

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

Material Suplementar Ambiente Marinho –Tema Ictioplâncton

RT-43/JUN 23

RA2022 PMBA/Fest

Vitória,

Junho de 2023

SUMÁRIO

1	HISTÓRICO DE MALHA E FREQUÊNCIA AMOSTRAL	3
2	METODOLOGIA	3
2.1	COLETA	3
2.2	ANÁLISE.....	5
2.3	HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES E ADAPTAÇÕES DE METODOLOGIAS.....	5
3	RESULTADOS DOS INDICADORES	5
3.1	DENSIDADE DE OVOS DE PEIXES	7
3.2	VIABILIDADE DE OVOS DE PEIXES	15
3.3	DENSIDADE E RIQUEZA DE LARVAS DE PEIXES.....	17
3.4	INTEGRIDADE MORFOLÓGICA DAS LARVAS DE PEIXES	29
4	ITENS PREVISTOS E NÃO REALIZADOS: JUSTIFICATIVAS	30
5	REFERÊNCIAS	30

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 continuação do monitoramento, apresentada no primeiro semestre de 2022 visando o “Novo Ciclo do PMBA/Fest”.

As modificações implementadas se encontram nos seguintes Materiais Suplementares: 1) **MS - Malha e frequência amostrais**, 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 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.

2 METODOLOGIA

A metodologia apresentada contempla o escopo em vigência no momento de entrega deste relatório, ou seja, as amostragens e análises previstas para o Novo Ciclo do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática – PMBA submetidas à Fundação Renova através do FORMULÁRIO DE APRESENTAÇÃO DE PLANO DE TRABALHO em 31 de agosto de 2022. Após a descrição da metodologia implementada, será apresentado um breve descritivo sobre as modificações metodológicas (parâmetros, análise de parâmetros ou grupo de parâmetros, dentre outros) que ocorreram ao longo da evolução do PMBA/Fest a fim de determinar os indicadores.

2.1 COLETA

O ictioplâncton estudado é proveniente das amostras coletadas durante o período noturno. Foram utilizadas as redes de nêuston e bongô, ambas com malhagem de 500 µm. Em cada rede foram acoplados fluxômetros, previamente aferidos, para o cálculo do volume de água filtrada.

A rede neustônica é constituída por duas redes de 400 cm de comprimento presas a duas bocas retangulares de 15 cm de altura por 30 cm de largura cada, sustentadas por uma armação tipo catamarã, sendo arrastadas horizontalmente (Figura 1). A rede superior fica na interface emersa e submersa capturando os organismos das camadas superficiais (0~15 cm de profundidade), enquanto que a rede inferior fica totalmente submersa durante todo o tempo, coletando os organismos das

camadas subsuperficiais (15~30 cm de profundidade). As amostras foram denominadas de superior e inferior.

Figura 1: Rede neustônica utilizada nas amostragens subsuperficiais do ictioplâncton.



A rede bongô é formada por duas redes cônico-cilíndricas, com 60 cm de diâmetro, 250 cm de comprimento, 50 cm da parte cilíndrica (material não filtrante) e 200 cm da parte filtrante (Figura 2). As amostras de cada arrasto foram denominadas de bongô A e bongô B.

Figura 2: Rede bongô utilizada nos arrastos noturnos do ictioplâncton.



A velocidade dos arrastos das duas redes foi de 2 nós, com duração média de 10 minutos. Logo após a coleta, as amostras foram fixadas em solução de formaldeído diluído a 4% e tamponado com tetraborato de sódio à razão de 20 g.L⁻¹.

2.2 ANÁLISE

Os ovos e larvas de peixes foram totalmente triados das amostras das redes neustônica e bongô sob microscópio estereoscópico. Nas amostras em que havia uma grande quantidade de ovos de peixes foi realizado o fracionamento com auxílio do Folsom Plankton Sample Splitter (Hidrobios®) (McEwen *et al.*, 1954). A triagem foi realizada sob microscópio estereoscópico. Os ovos de peixes foram preservados em solução de formaldeído tamponado a 4% e as larvas de peixes foram preservadas em álcool 70%, com exceção das larvas do grupo *leptocephali* que foram preservadas em formaldeído tamponado a 4%.

O volume de água filtrada pela rede foi padronizado em indivíduos por metro cúbico de água filtrada (ind.m^{-3}) e estimado através da fórmula: $V=a.n.c$

Onde: V= volume de água filtrada (m^3); a= área da boca da rede; n= número de rotações (rot); e, c= fator de aferição do fluxômetro após calibração do aparelho.

A abundância de ovos e larvas coletadas (ind.m^{-3}) foi extrapolada para um volume padrão utilizando-se a fórmula: $y = (x.V^{-1})$

Onde: y = densidade de ovos ou larvas de peixes; x = número de ovos ou larvas coletadas na amostra; e, V = volume de água filtrada pela rede (m^3).

A identificação do ictioplâncton foi realizada até o menor nível taxonômico possível, utilizando alguns parâmetros merísticos e morfométricos, com auxílio de microscópio estereoscópico. Foi utilizada bibliografia especializada, tais como: Richards (2006), Bonecker e Castro (2006), Bonecker *et al.* (2014), entre outros. As larvas vitelínicas e/ou danificadas permaneceram como não identificadas. O inventário de larvas de peixes foi baseado na classificação de Nelson *et al.* (2016). Todos os nomes dos táxons identificados nesse estudo foram conferidos em Fricke *et al.* (2022).

2.3 HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES E ADAPTAÇÕES DE METODOLOGIAS

A metodologia de coleta e análise, assim como os indicadores do Ictioplâncton são os mesmos desde o início do projeto.

3 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 – setembro/2022) 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 a 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 de quatro anos de monitoramento, onde seus principais resultados foram discutidos em todos os relatórios técnicos entregues até o presente, entretanto a partir do novo modelo de relatório solicitado via ofício SEI nº 85/2022-CTBio/DIBIO/ICMBio, proposto via ofício FR.2023.0214 (SEI13515133) e aprovado via ofício SEI nº4/2023-CTBio/DIBIO/ICMBio, 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:

3.1 DENSIDADE DE OVOS DE PEIXES

Tabela 1: Densidade de ovos de peixes (ovos.100 m⁻³) coletados na superfície em cada estação de coleta no Ano 1, Ano 2, Ano 3 e Ano 4 do monitoramento. São apresentados os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão em cada setor e cada campanha.

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
CA1	7,08	2,94	28,43	119,05	688,63	403,33	-				126,73	1609,35	62,95		2110,43	154,93	236,88
CA2	181,54	373,59	76,49	4,83	449,80	120,50	-				592,28	927,27	489,01		40,30	1623,53	330,70
CA3	32,87	-	240,80	41,06	152,80	132,76	-				919,92	1709,34	438,18		60,06	222,18	125,71
CA4	8,57	151,63	21,95	25,07	2410,41	23,85	-				762,23	150,72	125,54		34,49	79,17	213,80
CA5	68,21	308,22	1499,63	188,16	197,71	688,40	-				216,23	64,99	291,14		53,77	3639,53	280,84
CA6	-	5,00	30,76	62,79	81,17	80,94	-				71,68	879,44	124,31		105,74	0,00	87,53
CA7	-	9,63	207,50	37,24	3750,38	206,38	-				241,47	830,66	102,33		2024,26	216,17	81,02
CA8	45,00	237,95	49,39	37,37	218,92	58,98	-				761,97	2076,70	86,64		39,09	236,08	141,44
CA9	34,84	54,84	1777,74	16,40	145,34	42,00	-				331,13	3604,35	121,03		73,94	451,64	183,63
CA10	139,62	66,55	42114,28	188,66	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA11	-	27,94	255,25	64,42	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA12	-	28,07	33325,39	38,52	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA13	102,19	-	396,40	81,16	209,87	116,14	-				490,00	663,70	777,10		81,82	391,72	418,46
CA14	35,93	-	72,25	91,46	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA15	-	35,86	82,55	126,48	70,82	63,40	-				533,47	1419,57	210,74		218,05	111,46	119,52
média	65,59	108,52	5345,25	74,84	761,44	176,06	-				458,83	1266,92	257,18		440,18	647,86	201,78
desvio	57,99	129,08	13259,43	57,98	1198,39	200,05	-				283,46	998,29	224,60		806,35	1087,06	107,41
mínimo	7,08	2,94	21,95	4,83	70,82	23,85	-				71,68	64,99	62,95		34,49	0,00	81,02
máximo	181,54	373,59	42114,28	188,66	3750,38	688,40	-				919,92	3604,35	777,10		2110,43	3639,53	418,46

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
SDS13	-	3,39	1095,76	109,74	73,47	72,26	134,29				78,72	57,55	62,82		0,00	957,38	164,65
SDS19	-	-	-	-	-	53,06	110,41				189,90	3727,12	84,16		9,21	1475,63	215,63
SDS20	18,34	0,00	31,13	431,58	465,41	94,91	31,54				399,00	428,60	37,89		22,28	1326,72	170,52
SDS30	-	218,44	304,62	14074,92	135,26	225,90	1488,52				1713,74	1731,86	107,27		1625,76	4753,89	314,30
SDS35	-	-	-	-	-	380,36	670,33				2799,84	2414,47	155,36		153,85	1493,85	1692,00
SD1	8,31	0,00	1745,61	14,72	115,04	167,94	138,47				135,28	732,73	28,51		6,17	115,40	67,27
SD2	2,35	8,36	28,02	15,41	105,17	707,01	77,51				262,10	576,42	68,72		0,00	816,81	59,55
SD3	-	44,08	21,70	273,43	195,45	782,58	2917,26				1822,47	622,85	173,24		109,82	2497,85	174,86
SD4	-	56,33	97,51	698,41	1258,84	20,68	528,32				-	489,32	402,65		53,21	538,82	5325,04
SD5	38,49	5,15	22,26	381,02	302,65	138,58	940,01				-	127,94	994,65		104,11	70,94	164,02
SDN12	-	-	-	-	961,73	755,06	-				110,52	303,37	17,87		1718,18	676,57	44,99
SDN13	48,01	0,00	95,15	15,69	364,21	65,82	-				125,70	1511,34	7,43		6816,35	3350,23	153,47
SDN20	0,00	4,63	265,53	487,14	156,20	-	-				190,23	624,11	84,45		128,87	0,00	213,37
SDN29	-	-	-	-	1051,07	221,02	-				242,10	857,07	60,54		69,11	1716,34	240,14
SDN30	3,13	69,49	60,84	25,72	732,00	-	163,54				30,44	-	95,84		234,93	4483,82	110,22
SDN36	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	171,22
média	16,95	37,26	342,56	1502,53	455,12	283,47	654,56				623,08	1014,62	158,76		736,79	1618,28	580,08
desvio	19,13	65,20	560,83	4176,30	409,16	281,59	877,97				888,00	1019,35	250,34		1773,65	1520,11	1323,44
mínimo	0,00	0,00	21,70	14,72	73,47	20,68	31,54				30,44	57,55	7,43		0,00	0,00	44,99
máximo	48,01	218,44	1745,61	14074,92	1258,84	782,58	2917,26				2799,84	3727,12	994,65		6816,35	4753,89	5325,04

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
DEG1	-	28,96	680,31	42,01	-	324,33	-				0,00	7753,86	78,78		105,71	999,13	34,24
DEG2	-	-	14,89	71,20	166,77	1155,42	-				77,24	3453,03	190,61		294,24	239,55	1734,13
DEG3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	427,67
BN1	6,26	-	48,45	93,64	-	-	-				106,73	189,31	-		53,18	633,06	604,28
BN2	0,00	12,98	1382,30	250,13	75,89	-	-				4,78	238,96	16,35		107,48	452,96	129,38
BN3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	362,55
ITA1	172,88	132,77	8,34	325,18	-	-	-				89,27	29,91	129,81		208,19	436,66	653,40
ITA2	5,69	-	17,12	81,27	-	0,00	-				200,21	20,84	6,05		17,23	83,29	103,83
ITA3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	96,20
BS1	-	-	-	-	-	168,46	-				179,67	301,98	432,91		87,83	1085,29	142,52
BS2	-	-	-	-	314,95	-	-				522,15	36,61	40,69		385,75	181,90	4775,57
BS3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	271,10
CB1	-	-	-	-	-	-	-				72,47	134,50	65,60		31,85	726,39	-
CB2	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CB3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	-
MUC1	-	-	-	-	-	30,87	-				24,80	-	-		11071,34	-	-
MUC2	-	-	-	-	-	43,55	-				35,12	-	73,73		10,45	-	-
média	46,21	58,24	358,57	143,91	185,87	287,10	-				119,31	1351,00	114,95		1124,84	537,58	777,91
desvio	84,50	65,04	566,58	115,12	120,67	442,00	-				148,62	2641,59	132,09		3301,06	366,80	1341,30
mínimo	0,00	12,98	8,34	42,01	75,89	0,00	-				0,00	20,84	6,05		10,45	83,29	34,24
máximo	172,88	132,77	1382,30	325,18	314,95	1155,42	-				522,15	7753,86	432,91		11071,34	1085,29	4775,57

De maneira geral, as densidades de ovos de peixes são baixas ($< 100 \text{ ovos} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$) nos quatro setores estudados. Entretanto, foram observados alguns picos de densidade de ovos na superfície sugerindo desovas pontuais na área de estudo. As maiores médias de densidade de ovos de peixes coletados na superfície foram observadas na campanha de abril/2019 nos setores Costa das Algas e Abrolhos. No Setor Foz do Rio Doce as maiores médias foram registradas em abril/2022 e abril/2019. No Setor Norte a maior média ocorreu em janeiro/2022. A campanha de abril/2019 ocorreu após a passagem da Tempestade Tropical Iba que se formou na costa do Espírito Santo em março de 2019, com intensa ação de ondas, influenciando no sistema de ventos e aumento da temperatura da água do mar (de até 3°C) favorecendo a desova. A distribuição temporal e espacial das abundâncias médias de ovos de peixes variou muito ao longo do monitoramento e não foi observado um padrão até o momento. Foram observadas diferenças significativas entre os setores, entre as campanhas e entre os períodos seco e chuvoso nas amostras coletadas na superfície.

Tabela 2: Densidade de ovos de peixes (ovos.100 m⁻³) coletados na coluna de água em cada estação de coleta no Ano 1, Ano 2, Ano 3 e Ano 4 do monitoramento. São apresentados os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão em cada setor e cada campanha.

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
CA1	30,22	22,22	17,73	12,05	62,55	59,17	-				33,79	51,48	11,88		86,50	77,76	32,36
CA2	17,78	2,71	6,52	5,92	136,53	12,48	-				42,72	74,39	49,74		31,29	282,66	80,52
CA3	8,49	7,96	22,86	18,47	31,16	12,09	-				28,10	113,58	43,10		12,96	28,48	24,44
CA4	10,29	0,75	5,70	2,17	62,53	12,39	-				32,88	149,10	24,89		33,76	15,47	23,78
CA5	2,52	19,72	131,02	23,21	50,67	102,33	-				66,48	22,56	45,78		34,51	537,29	101,34
CA6	8,05	3,66	10,63	9,05	31,49	14,34	-				14,70	170,02	36,44		23,94	39,75	25,37
CA7	3,85	5,82	27,07	5,58	890,36	161,34	-				98,68	95,11	21,41		231,24	49,29	10,72
CA8	4,97	7,33	2,55	7,30	73,80	11,84	-				17,96	43,69	10,19		64,74	64,95	26,08
CA9	11,99	18,78	93,39	25,91	114,19	45,83	-				32,59	77,46	12,79		20,18	73,34	27,98
CA10	2,76	230,68	146,70	12,60	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA11	9,91	7,97	47,69	13,07	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA12	4,82	2,04	371,92	5,68	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA13	3,20	12,26	20,44	13,68	45,55	16,77	-				54,73	235,00	47,19		37,68	34,98	188,46
CA14	8,65	5,70	5,64	8,76	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA15	6,10	7,99	30,54	13,10	23,32	12,65	-				8,63	107,07	42,89		30,89	39,34	23,48
média	8,91	23,71	62,69	11,77	138,38	41,93	-				39,20	103,59	31,48		55,25	113,03	51,32
desvio	7,19	57,64	97,17	6,66	251,84	49,00	-				26,00	61,92	15,51		61,97	158,60	53,18
mínimo	2,52	0,75	2,55	2,17	23,32	11,84	-				8,63	22,56	10,19		12,96	15,47	10,72
máximo	30,22	230,68	371,92	25,91	890,36	161,34	-				98,68	235,00	49,74		231,24	537,29	188,46

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
SDS13	8,02	2,20	460,91	38,36	2,12	2,29	9,16				2,58	18,10	27,35		4,14	80,60	6,45
SDS19	-	-	-	-	19,11	10,43	7,07				13,22	135,95	13,33		19,81	46,01	38,10
SDS20	1,21	0,00	99,11	17,60	2,20	17,18	2,67				34,31	164,71	6,27		7,12	53,33	19,17
SDS30	3,04	1,46	6,72	623,19	17,09	6,18	466,21				69,11	52,83	33,67		125,16	100,20	62,91
SDS35	-	-	-	-	72,01	18,88	138,79				1265,46	589,63	56,38		149,78	107,33	137,50
SD1	0,00	0,00	1704,01	13,13	1,88	8,30	11,10				3,76	39,42	22,22		11,70	79,04	7,74
SD2	0,00	0,00	0,79	1,54	3,71	4,43	9,40				8,57	71,17	14,87		66,16	124,85	3,18
SD3	1,28	1,72	12,40	25,54	45,70	51,53	76,49				131,78	58,24	48,22		236,72	285,71	19,11
SD4	2,04	7,53	46,30	88,94	102,24	20,41	70,20				38,99	148,77	92,47		27,61	95,34	47,03
SD5	0,00	0,21	20,43	32,36	172,23	17,72	136,06				74,89	32,15	115,20		111,02	6,41	27,11
SDN12	-	-	-	-	143,03	121,75	79,66				3,72	37,68	14,14		54,00	136,68	8,91
SDN13	1,70	0,00	71,75	2,51	14,25	21,84	162,53				15,67	45,12	4,83		87,09	183,25	3,16
SDN20	18,91	0,30	69,20	14,77	21,35	8,56	2,55				2,95	54,99	3,04		52,91	9,80	11,26
SDN29	-	-	-	-	139,43	85,09	13,96				28,84	108,52	33,77		44,32	130,16	31,19
SDN30	0,35	0,00	11,37	1,16	198,79	53,66	31,63				5,28	51,59	20,41		73,69	182,08	5,84
SDN36	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	43,33
média	3,32	1,22	227,55	78,10	63,67	29,88	81,17				113,28	107,26	33,74		71,42	108,05	29,50
desvio	5,66	2,25	506,87	182,50	69,35	34,20	119,94				320,80	140,90	32,57		63,47	72,18	33,94
mínimo	0,00	0,00	0,79	1,16	1,88	2,29	2,55				2,58	18,10	3,04		4,14	6,41	3,16
máximo	18,91	7,53	1704,01	623,19	198,79	121,75	466,21				1265,46	589,63	115,20		236,72	285,71	137,50

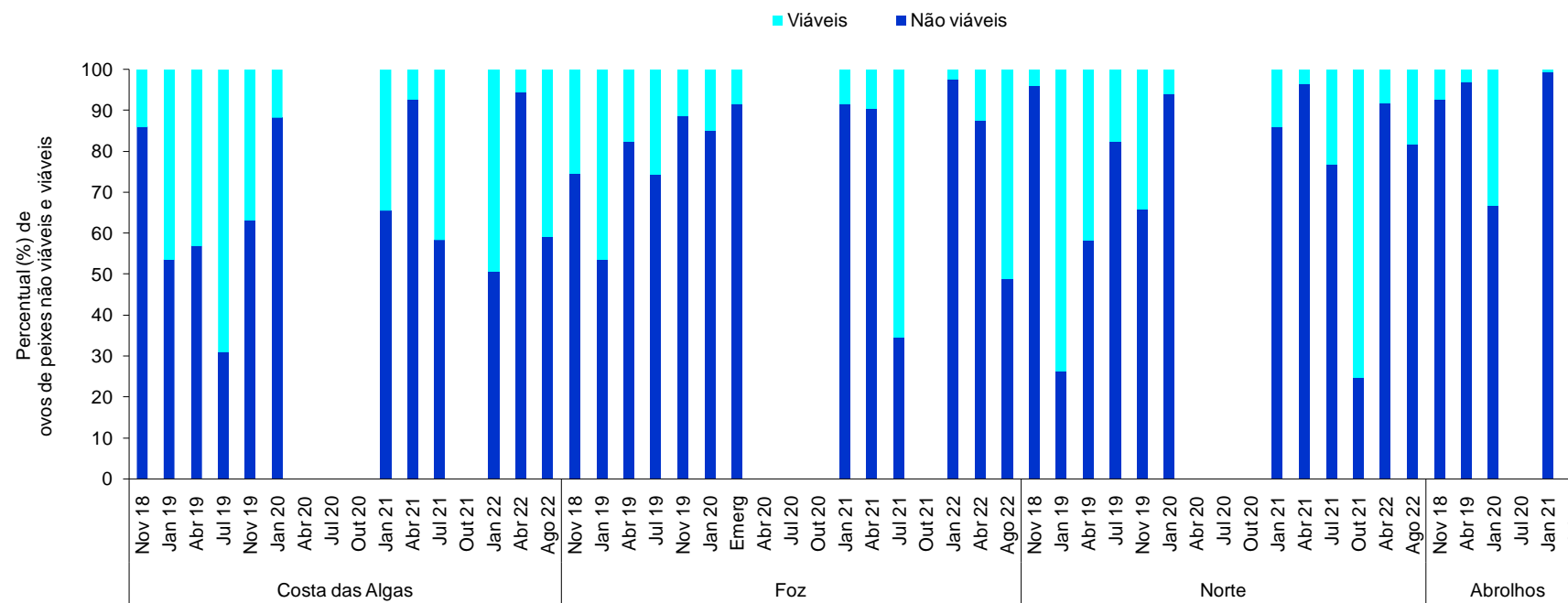
	ANO 1				ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
DEG1	0,00	0,51	38,62	4,47	11,29	129,33	-				10,44	23,54	9,90		617,87	33,45	9,29
DEG2	0,65	0,58	3,45	25,12	40,72	40,65	-				7950,48	66,32	40,01		102,45	53,17	338,97
DEG3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	92,50
BN1	0,24	0,00	26,19	6,85	36,99	20,94	-				28,01	18,34	23,91		17,25	25,12	73,57
BN2	0,00	1,38	11544,98	4,52	30,05	117,09	-				4,14	72,47	2,94		123,49	102,63	41,39
BN3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	36,92
ITA1	0,00	5,00	10,12	14,94	18,91	68,64	-				3,63	1,85	20,85		24,01	115,17	494,97
ITA2	0,83	1,79	2,28	5,51	3,17	3,05	-				24,07	2,32	2,83		33,06	22,10	10,22
ITA3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	30,88
BS1	-	-	-	-	15,19	14,72	-				0,53	51,27	15,46		395,34	50,26	28,19
BS2	-	-	-	-	15,76	28,81	-				8,13	14,46	9,85		98,13	55,33	169,74
BS3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	64,42
CB1	-	-	-	-	8,06	17,70	-				2,00	20,45	9,47		41,96	236,79	69,92
CB2	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	151,26
CB3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	34,28
MUC1	-	-	-	-	-	5,92	-				4,88	-	1,74		636,16	-	-
MUC2	-	-	-	-	-	12,52	-				10,11	-	8,64		5,55	-	-
média	0,29	1,54	1937,61	10,23	20,02	41,76	-				731,49	30,11	13,24		190,48	77,11	109,77
desvio	0,37	1,81	4706,65	8,29	13,05	44,29	-				2394,28	26,56	11,39		241,41	68,01	136,29
mínimo	0,00	0,00	2,28	4,47	3,17	3,05	-				0,53	1,85	1,74		5,55	22,10	9,29
máximo	0,83	5,00	11544,98	25,12	40,72	129,33	-				7950,48	72,47	40,01		636,16	236,79	494,97

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11- 2018	01- 2019	04- 2019	07- 2019	11- 2019	01- 2020	Emergencial	04- 2020	07- 2020	10- 2020	01- 2021	04- 2021	07- 2021	10- 2021	01- 2022	04- 2022	08- 2022
ABR1	0,21	-	9,93	-	-	13,17	-				5,31	-	3,49		34,68	-	-
ABR2	1,39	-	12,21	-	-	-	-				-	-	-		-	-	-
ABR3	0,69	-	6,45	-	-	26,39	-				14,64	-	8,65		8,02	-	-
ABR4	2,11	-	155,40	-	-	88,60	-				51,63	-	8,23		19,87	-	-
ABR5	3,35	-	13,49	-	-	12,13	-				42,25	-	5,60		19,22	-	-
média	1,55	-	39,50	-	-	35,07	-				28,46	-	6,49		20,45	-	-
desvio	1,24	-	64,85	-	-	36,27	-				22,02	-	2,42		10,94	-	-
mínimo	0,21	-	6,45	-	-	12,13	-				5,31	-	3,49		8,02	-	-
máximo	3,35	-	155,40	-	-	88,60	-				51,63	-	8,65		34,68	-	-

Os maiores valores médios foram registrados na campanha de abril/2019, com exceção do Setor Costa das Algas que foi em novembro/2019. A distribuição temporal e espacial das abundâncias médias de ovos de peixes variou muito ao longo do monitoramento e não foi observado um padrão até o momento. Foram observadas diferenças significativas entre os setores, entre as campanhas e entre os períodos seco e chuvoso.

3.2 VIABILIDADE DE OVOS DE PEIXES

Figura 3: Percentual dos ovos de peixes coletados na superfície classificados como não viáveis e viáveis ao longo do monitoramento (Ano 1, Ano 2, Ano 3 e Ano 4) nos quatro setores.



As maiores densidades de ovos ocorreram na superfície, nos períodos secos. Entretanto a maioria dos peixes teleósteos desova no período de final de primavera e início de verão (período chuvoso). Geralmente neste período é quando vem ocorrendo as altas vazões carreando o rejeito do rompimento da barragem para a região marinha, provocando a morte dos ovos de peixes. Grande parte dos ovos coletados foi classificada como não viáveis, ou seja, os mesmos já estavam mortos antes de serem coletados, representando em média mais de 50% em cada setor e campanha. Esse padrão se manteve ao longo de todo o monitoramento em todos os setores com algumas exceções. Em alguns casos, a contribuição desses ovos não viáveis foi maior que 90% como em abril/2021 e agosto/2022 no setor Costa das Algas, emergencial (janeiro/2020), janeiro/2021 e 2022 e abril/2021 no setor Foz e novembro/2018, janeiro/2020 e abril/2021 e 2022 no setor Norte. Testes estatísticos (ACP e GLM) realizados com os parâmetros ambientais e as densidades de ovos de peixes ao longo do monitoramento mostraram que os ovos não viáveis têm relação direta com a alta disponibilidade de metais/semi-metais, principalmente manganês, cromo, ferro, bário e cobalto, oriundos do rompimento da barragem (RRDM/RA, 2020; RRDM/RSE, 2021; RRDM/RA, 2022; RRDM/RA, 2022; FEST/RSE Síntese, 2023).

3.3 DENSIDADE E RIQUEZA DE LARVAS DE PEIXES

Tabela 3: Densidade de larvas de peixes (larvas.100 m⁻³) coletadas na superfície em cada estação de coleta no Ano 1, Ano 2, Ano 3 e Ano 4 do monitoramento. São apresentados os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão em cada setor e cada campanha.

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
CA1	17,69	0,00	0,00	2,27	0,00	6,80	-				3,88	3,88	23,19		0,00	112,81	50,67
CA2	62,64	0,00	0,00	0,00	46,00	0,00	-				12,57	4,96	7,00		0,00	93,85	27,87
CA3	58,08	-	10,76	520,50	13,89	10,34	-				2,88	4,43	81,83		44,77	151,55	48,14
CA4	48,99	0,00	52,13	13,79	11,92	19,51	-				23,10	177,19	46,25		18,26	285,65	170,79
CA5	2,44	0,00	32,99	18,47	12,81	0,00	-				4,50	7,46	10,65		2,64	47,28	15,76
CA6	-	0,00	21,97	153,04	68,08	54,34	-				2,39	155,06	84,81		29,08	0,00	57,94
CA7	-	2,41	72,76	83,50	24,62	21,13	-				8,42	157,12	98,63		8,27	53,13	76,60
CA8	10,98	0,00	0,00	7,47	11,06	0,00	-				11,45	5,58	114,31		0,00	115,87	24,65
CA9	3,48	0,00	35,36	0,00	16,77	0,00	-				4,94	3,47	3,53		5,41	40,63	13,22
CA10	1,53	33,27	5,12	0,00	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA11	-	10,16	21,79	207,46	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA12	-	4,32	57,54	186,37	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA13	0,00	-	2,37	0,00	68,44	3,91	-				12,69	8,09	6,36		2,00	87,20	35,51
CA14	24,38	-	18,58	111,39	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CA15	-	7,17	19,75	200,66	76,98	18,11	-				0,00	307,67	91,99		16,00	547,41	162,60
média	23,02	4,78	23,41	100,33	31,87	12,20	-				7,89	75,90	51,69		11,49	139,58	62,16
desvio	24,60	9,59	22,81	141,77	27,74	16,25	-				6,66	105,66	43,19		14,47	154,66	55,03
mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-				0,00	3,47	3,53		0,00	0,00	13,22
máximo	62,64	33,27	72,76	520,50	76,98	54,34	-				23,10	307,67	114,31		44,77	547,41	170,79

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
SDS13	-	0,00	11,07	2,47	0,00	0,00	6,10				4,07	19,27	41,88		3,38	2,94	23,34
SDS19	-	-	-	-	-	4,61	12,67				3,22	26,14	17,65		0,00	19,51	17,25
SDS20	11,00	10,21	14,89	5,03	5,08	19,28	3,50				44,48	112,84	28,74		5,81	29,45	2,94
SDS30	-	3,24	5,29	0,00	7,98	10,76	24,59				15,24	2,50	84,82		19,82	42,10	27,87
SDS35	-	-	-	-	-	0,00	23,55				30,51	17,27	79,31		49,58	40,86	44,69
SD1	21,81	124,22	21,48	0,00	36,81	19,45	88,76				318,55	23,65	4,75		31,88	39,28	15,38
SD2	3,53	14,34	31,52	0,00	18,36	63,17	0,00				45,87	59,31	54,74		25,57	15,25	6,22
SD3	-	0,00	11,25	30,64	8,01	30,92	9,24				29,64	12,30	85,33		9,55	9,56	6,67
SD4	-	0,00	16,96	25,82	8,68	29,87	73,05				-	285,83	47,60		34,92	34,19	31,98
SD5	2,65	7,73	112,61	8,89	50,72	0,00	57,93				-	349,29	19,02		59,32	79,38	36,45
SDN12	-	-	-	-	6,49	44,73	-				152,13	53,35	41,11		54,02	9,18	46,36
SDN13	6,86	0,00	14,22	36,21	5,69	4,88	-				24,67	54,39	67,95		5,95	8,28	5,74
SDN20	14,16	31,26	1,71	6,73	0,00	-	-				28,32	26,04	56,68		2,63	0,00	35,85
SDN29	-	-	-	-	25,99	49,33	-				30,59	94,99	57,73		5,03	2,88	9,61
SDN30	21,88	0,00	129,52	8,57	0,00	-	7,98				8,91	-	63,08		8,24	6,95	5,25
SDN36	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	110,79
média	11,70	17,36	33,68	11,31	13,37	21,31	27,94				56,63	81,23	50,03		21,05	22,65	26,65
desvio	8,01	36,70	44,07	13,19	15,60	20,98	30,82				87,32	105,67	24,78		20,36	21,63	26,83
mínimo	2,65	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00				3,22	2,50	4,75		0,00	0,00	2,94
máximo	21,88	124,22	129,52	36,21	50,72	63,17	88,76				318,55	349,29	85,33		59,32	79,38	110,79

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
DEG1	-	4,29	14,22	16,40	-	19,24	-				116,17	6,29	26,26		2,38	10,71	20,93
DEG2	-	-	23,41	6,57	24,07	126,76	-				26,13	93,89	51,36		14,80	32,80	48,25
DEG3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	75,55
BN1	26,07	-	4,73	9,69	-	-	-				38,60	169,92	-		11,20	16,70	31,13
BN2	25,73	2,16	7,84	20,28	0,00	-	-				31,67	31,61	52,32		68,23	7,52	25,34
BN3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	8,56
ITA1	12,01	0,00	17,88	46,97	-	-	-				85,44	79,83	96,63		12,81	84,46	74,48
ITA2	5,69	-	0,00	5,42	-	39,65	-				33,37	35,80	7,26		19,04	48,22	57,68
ITA3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	25,65
BS1	-	-	-	-	-	0,00	-				172,41	52,47	6,61		22,20	17,23	16,29
BS2	-	-	-	-	190,69	-	-				41,26	37,63	46,95		28,41	40,56	113,51
BS3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	19,84
CB1	-	-	-	-	-	-	-				80,35	271,55	52,48		19,60	51,99	-
CB2	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	-
CB3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-		-	-	-
MUC1	-	-	-	-	-	248,26	-				95,62	-	-		441,84	-	-
MUC2	-	-	-	-	-	137,45	-				41,01	-	10,88		32,53	-	-
média	17,37	2,15	11,35	17,55	71,59	95,23	-				69,28	86,55	38,97		61,18	34,46	45,07
desvio	10,18	2,15	8,73	15,52	103,84	93,94	-				45,83	84,31	29,38		127,40	24,85	31,54
mínimo	5,69	0,00	0,00	5,42	0,00	0,00	-				26,13	6,29	6,61		2,38	7,52	8,56
máximo	26,07	4,29	23,41	46,97	190,69	248,26	-				172,41	271,55	96,63		441,84	84,46	113,51

ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
ABR1	14,19	-	104,88	-	-	99,87	-				22,08	-	93,61		29,46	-	-
ABR2	7,69	-	47,84	-	-	-	-				-	-	-		-	-	-
ABR3	50,36	-	62,95	-	-	73,03	-				176,13	-	229,78		39,32	-	-
ABR4	36,65	-	170,18	-	-	16,26	-				48,13	-	108,08		73,74	-	-
ABR5	24,84	-	0,00	-	-	80,91	-				59,24	-	55,20		7,37	-	-
média	26,75	-	77,17	-	-	67,52	-				76,39	-	121,67		37,47	-	-
desvio	17,18	-	64,10	-	-	35,98	-				68,29	-	75,45		27,62	-	-
mínimo	7,69	-	0,00	-	-	16,26	-				22,08	-	55,20		7,37	-	-
máximo	50,36	-	170,18	-	-	99,87	-				176,13	-	229,78		73,74	-	-

As densidades de larvas de peixes também foram baixas (< 100 larvas.100 m⁻³). Nos setores Costa das Algas e Abrolhos as maiores abundâncias médias ocorreram em abril/2022 e julho/2021, respectivamente. Nos setores Foz do Rio Doce e Norte as maiores médias ocorreram em janeiro/2021 e janeiro/2020, respectivamente. Houve diferenças significativas entre os setores, entre as campanhas e entre os períodos seco e chuvoso nas amostras coletadas na superfície.

Tabela 4: Densidade de larvas de peixes (larvas.100 m⁻³) coletadas na superfície em cada estação de coleta no Ano 1, Ano 2, Ano 3 e Ano 4 do monitoramento. São apresentados os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão em cada setor e cada campanha.

	ANO 1				ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
CA1	8,35	1,74	15,32	35,68	1,97	0,58	-				3,00	4,94	10,26	1,46	72,27	26,75	26,75
CA2	36,83	3,09	28,10	29,68	19,61	0,71	-				4,30	17,52	2,22	3,61	40,43	10,94	10,94
CA3	18,28	11,36	7,08	228,23	128,42	26,49	-				8,75	26,20	51,78	11,98	174,15	26,77	26,77
CA4	25,53	5,52	60,00	43,96	70,11	7,67	-				2,79	36,67	21,47	12,73	67,49	17,18	17,18
CA5	3,23	11,18	14,02	12,53	3,24	3,93	-				2,93	5,56	3,55	1,56	16,22	13,68	13,68
CA6	28,49	28,85	18,75	96,40	31,01	31,46	-				31,14	27,44	33,90	35,04	91,78	66,44	66,44
CA7	9,37	28,74	41,12	25,83	25,84	18,60	-				12,14	316,46	67,39	42,59	157,22	13,07	13,07
CA8	14,80	2,06	28,08	22,75	7,45	1,28	-				0,34	1,74	7,42	1,08	37,55	10,29	10,29
CA9	0,63	5,96	29,97	19,75	3,24	0,54	-				4,47	1,94	3,84	1,27	40,46	10,23	10,23
CA10	2,64	14,81	27,75	41,41	-	-	-				-	-	-	-	-	-	-
CA11	13,46	26,81	14,45	74,11	-	-	-				-	-	-	-	-	-	-
CA12	25,42	17,38	19,36	62,56	-	-	-				-	-	-	-	-	-	-
CA13	0,37	8,15	66,62	4,46	27,28	13,37	-				9,64	9,34	3,29	5,47	26,95	5,85	5,85
CA14	25,56	12,21	80,36	65,93	-	-	-				-	-	-	-	-	-	-
CA15	24,71	11,56	7,05	30,21	66,01	11,18	-				45,70	30,04	45,42	6,27	112,89	62,82	62,82
média	15,84	12,63	30,54	52,90	34,93	10,53	-				11,38	43,44	22,78	11,19	76,13	24,00	24,00
desvio	11,57	9,23	22,22	54,53	38,97	10,95	-				14,19	91,40	23,22	14,35	52,83	21,15	21,15
mínimo	0,37	1,74	7,05	4,46	1,97	0,54	-				0,34	1,74	2,22	1,08	16,22	5,85	5,85
máximo	36,83	28,85	80,36	228,23	128,42	31,46	-				45,70	316,46	67,39	42,59	174,15	66,44	66,44

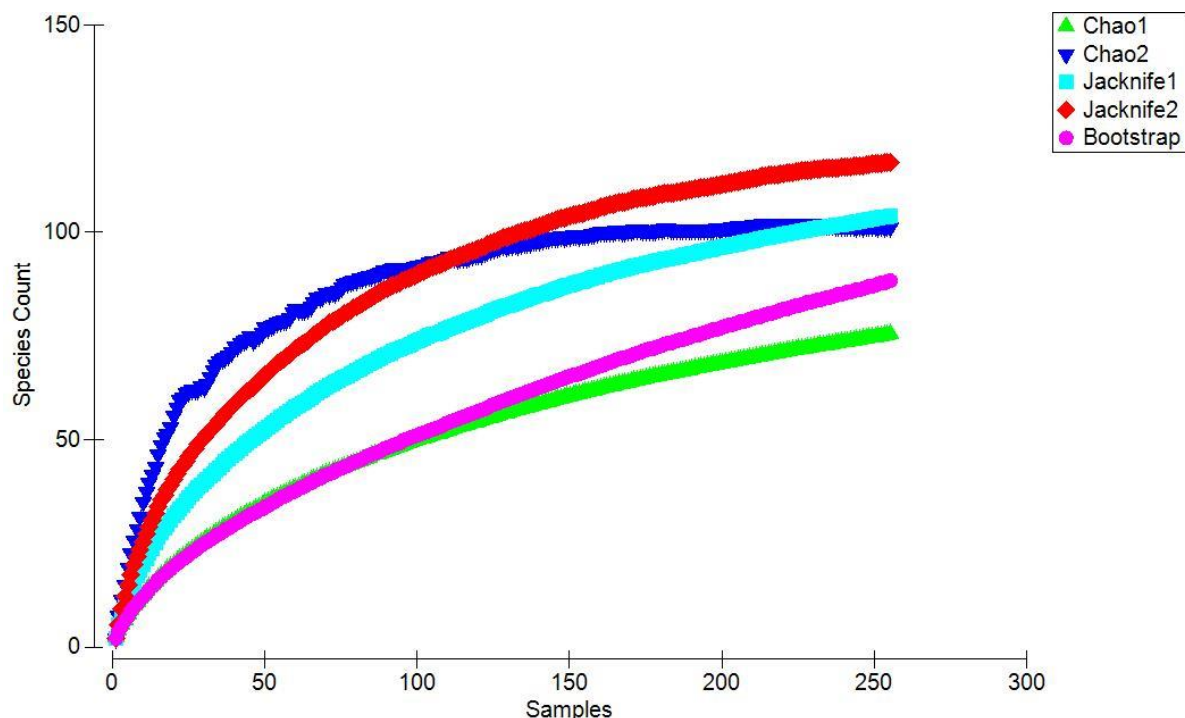
ANO 1					ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
SDS13	0,00	7,82	4,90	1,18	3,85	0,77	1,23				0,38	17,14	14,18	0,49	5,60	10,09	10,09
SDS19	-	-	-	-	4,99	1,45	0,55				1,56	17,90	7,25	0,35	5,70	13,65	13,65
SDS20	5,30	5,11	21,27	0,82	15,19	1,96	15,60				37,09	75,47	11,29	1,69	18,24	4,03	4,03
SDS30	4,25	5,70	11,72	1,06	7,20	2,28	12,68				1,84	4,03	34,90	16,97	39,48	6,90	6,90
SDS35	-	-	-	-	7,62	19,72	19,74				8,04	22,13	16,10	6,12	42,22	10,90	10,90
SD1	11,29	1,11	6,11	3,90	16,69	43,49	36,50				61,00	12,95	14,09	13,95	8,84	11,56	11,56
SD2	6,48	1,60	15,76	1,81	11,03	24,91	15,75				14,46	5,87	23,48	5,68	10,47	5,93	5,93
SD3	6,00	3,01	2,58	28,79	10,90	27,75	4,94				7,43	15,82	35,73	39,82	34,75	3,47	3,47
SD4	0,82	24,58	1,22	16,12	10,33	40,02	18,01				11,88	33,44	10,18	7,46	22,77	6,68	6,68
SD5	7,65	6,57	61,80	5,91	29,90	17,72	31,05				5,42	76,65	10,33	8,90	24,61	15,02	15,02
SDN12	-	-	-	-	2,95	9,89	8,47				53,44	14,66	35,03	11,94	77,26	14,02	14,02
SDN13	0,21	10,43	1,43	18,78	3,63	5,03	22,96				16,85	18,62	29,30	2,06	3,54	6,81	6,81
SDN20	6,01	3,27	3,13	5,69	1,10	2,00	3,24				3,20	0,70	13,38	1,01	17,50	20,44	20,44
SDN29	-	-	-	-	10,22	17,23	4,29				14,49	40,47	14,10	6,22	5,11	5,76	5,76
SDN30	15,85	1,55	26,02	5,36	2,15	9,95	10,44				5,77	0,74	12,03	3,65	11,12	12,71	12,71
SDN36	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	28,50	28,50
média	5,81	6,43	14,18	8,13	9,18	14,94	13,70				16,19	23,77	18,76	8,42	21,81	11,03	11,03
desvio	4,77	6,69	17,90	9,12	7,40	14,07	10,73				19,02	23,88	10,09	10,04	19,92	6,55	6,55
mínimo	0,00	1,11	1,22	0,82	1,10	0,77	0,55				0,38	0,70	7,25	0,35	3,54	3,47	3,47
máximo	15,85	24,58	61,80	28,79	29,90	43,49	36,50				61,00	76,65	35,73	39,82	77,26	28,50	28,50

	ANO 1				ANO 2					ANO 3				ANO 4			
Estação	11-2018	01-2019	04-2019	07-2019	11-2019	01-2020	Emergencial	04-2020	07-2020	10-2020	01-2021	04-2021	07-2021	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022
DEG1	13,15	28,08	19,13	13,97	15,69	1,71	-				46,67	2,17	23,51	3,66	3,11	3,58	3,58
DEG2	21,54	60,77	17,07	10,99	9,08	34,76	-				16,55	18,04	72,93	6,36	41,87	67,81	67,81
DEG3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	36,99	36,99
BN1	58,56	48,98	1,85	3,00	102,37	17,26	-				20,34	40,04	5,05	2,48	17,11	13,17	13,17
BN2	5,52	34,19	1,83	3,96	1,98	23,96	-				37,13	2,85	23,09	27,17	14,97	8,09	8,09
BN3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	1,59	1,59
ITA1	9,62	11,60	30,14	14,61	6,86	37,09	-				26,31	3,59	40,24	1,92	62,30	20,76	20,76
ITA2	4,24	32,43	2,67	1,75	11,96	74,72	-				10,13	6,27	2,28	4,21	11,82	23,38	23,38
ITA3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	15,50	15,50
BS1	-	-	-	-	13,29	3,02	-				62,43	10,24	15,92	10,67	5,79	12,11	12,11
BS2	-	-	-	-	126,62	28,28	-				33,34	26,54	21,43	7,46	18,31	16,11	16,11
BS3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	14,72	14,72
CB1	-	-	-	-	28,67	20,73	-				12,65	43,27	27,39	4,00	29,55	14,94	14,94
CB2	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	12,06	12,06
CB3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-	-	-	2,01	2,01
MUC1	-	-	-	-	-	59,78	-				4,88	-	25,33	24,84	-	-	-
MUC2	-	-	-	-	-	31,64	-				4,43	-	6,94	9,12	-	-	-
média	18,77	36,01	12,11	8,05	35,17	30,27	-				24,99	17,00	24,01	9,26	22,76	17,52	17,52
desvio	20,46	17,06	11,83	5,81	45,96	21,86	-				18,39	16,10	19,66	8,73	18,98	16,54	16,54
mínimo	4,24	11,60	1,83	1,75	1,98	1,71	-				4,43	2,17	2,28	1,92	3,11	1,59	1,59
máximo	58,56	60,77	30,14	14,61	126,62	74,72	-				62,43	43,27	72,93	27,17	62,30	67,81	67,81

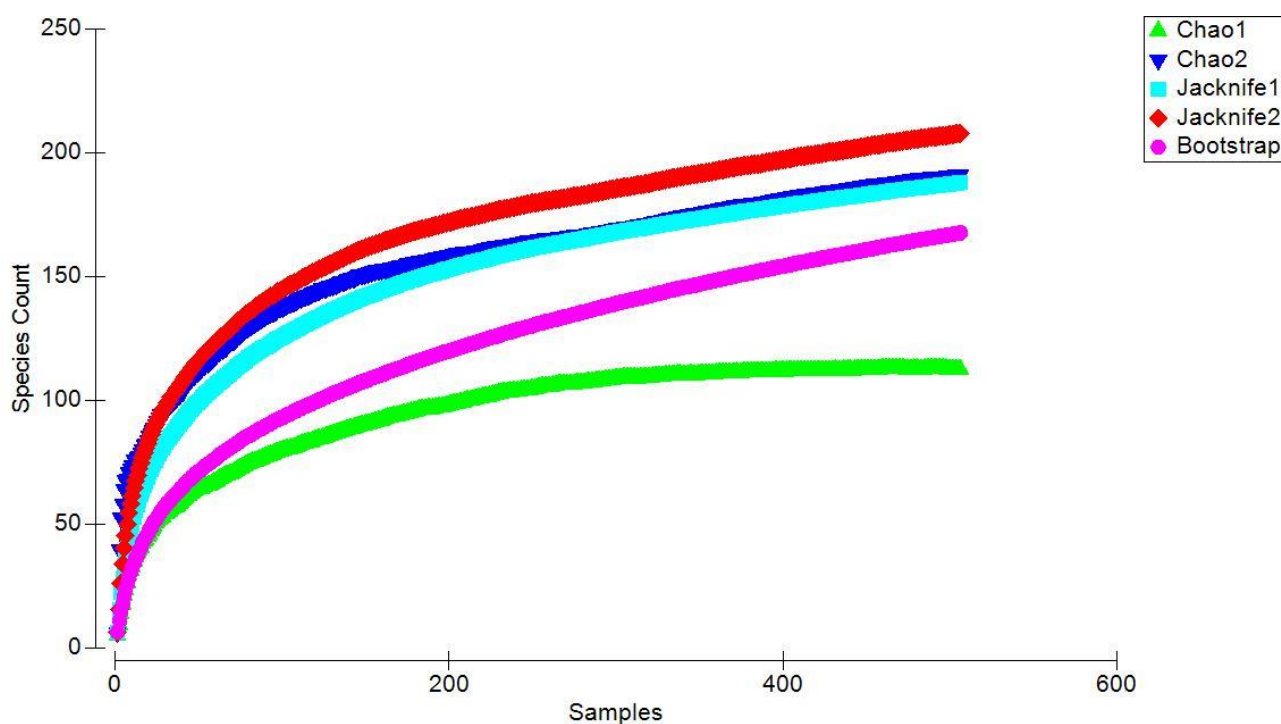
O setor Costa das Algas teve a maior média em julho/2019 e nos setores Foz e Norte as maiores médias foram registradas em janeiro/2022 e novembro/2019, respectivamente. Houve diferenças significativas entre os setores, entre as campanhas e entre os períodos seco e chuvoso nas amostras coletadas na coluna de água.

Figura 4: Curva de acumulação de espécies para as amostras coletadas na superfície (A) e na coluna de água (B) na área de estudo ao longo do monitoramento (Ano 1, Ano 2, Ano 3 e Ano 4) nos quatro setores.

(A)



(B)

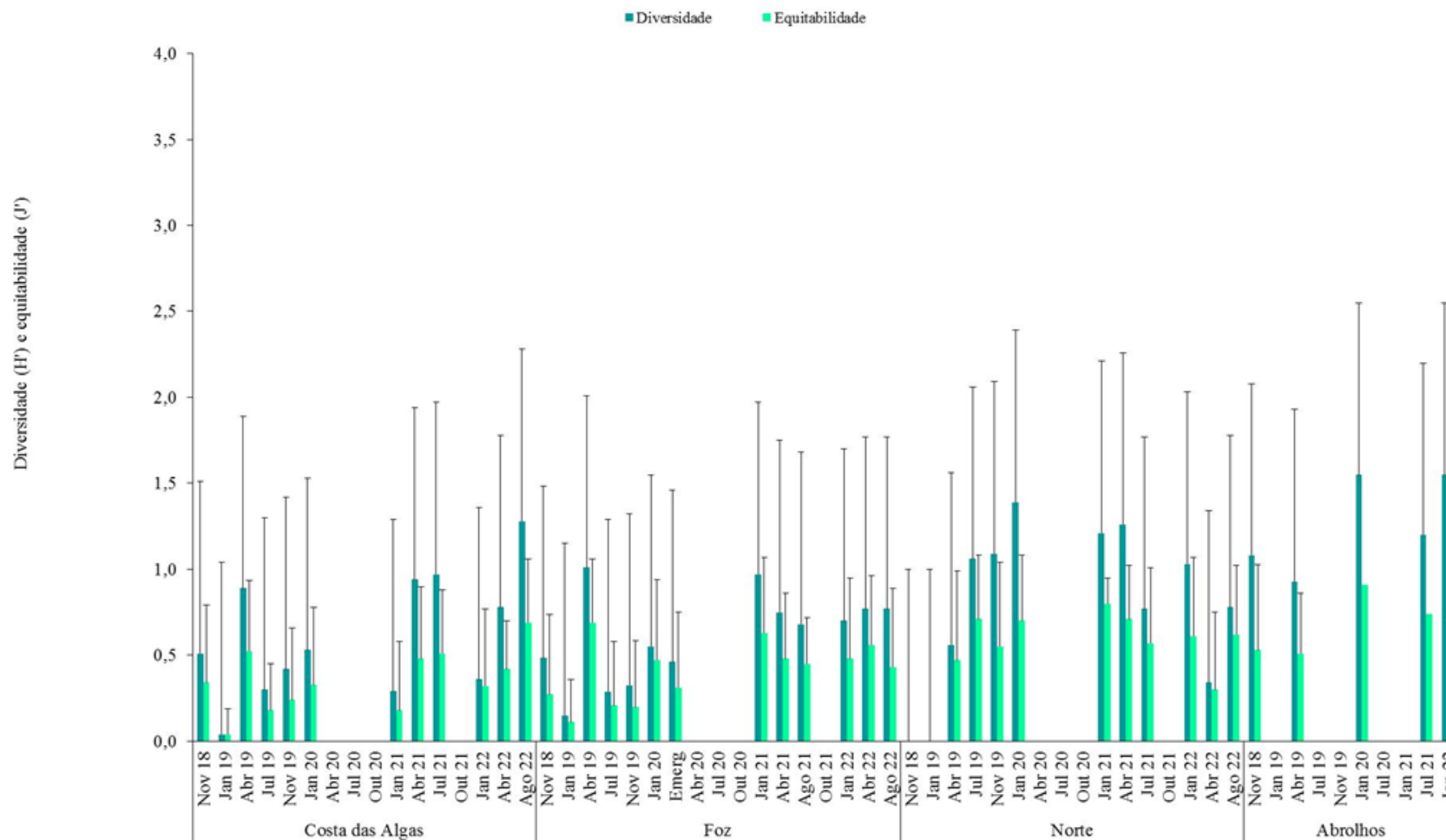


Ao longo do monitoramento foram identificadas 81 famílias e 144 espécies. No período chuvoso foram registradas larvas de Siluriformes (bagres) e Characiformes que são características de água

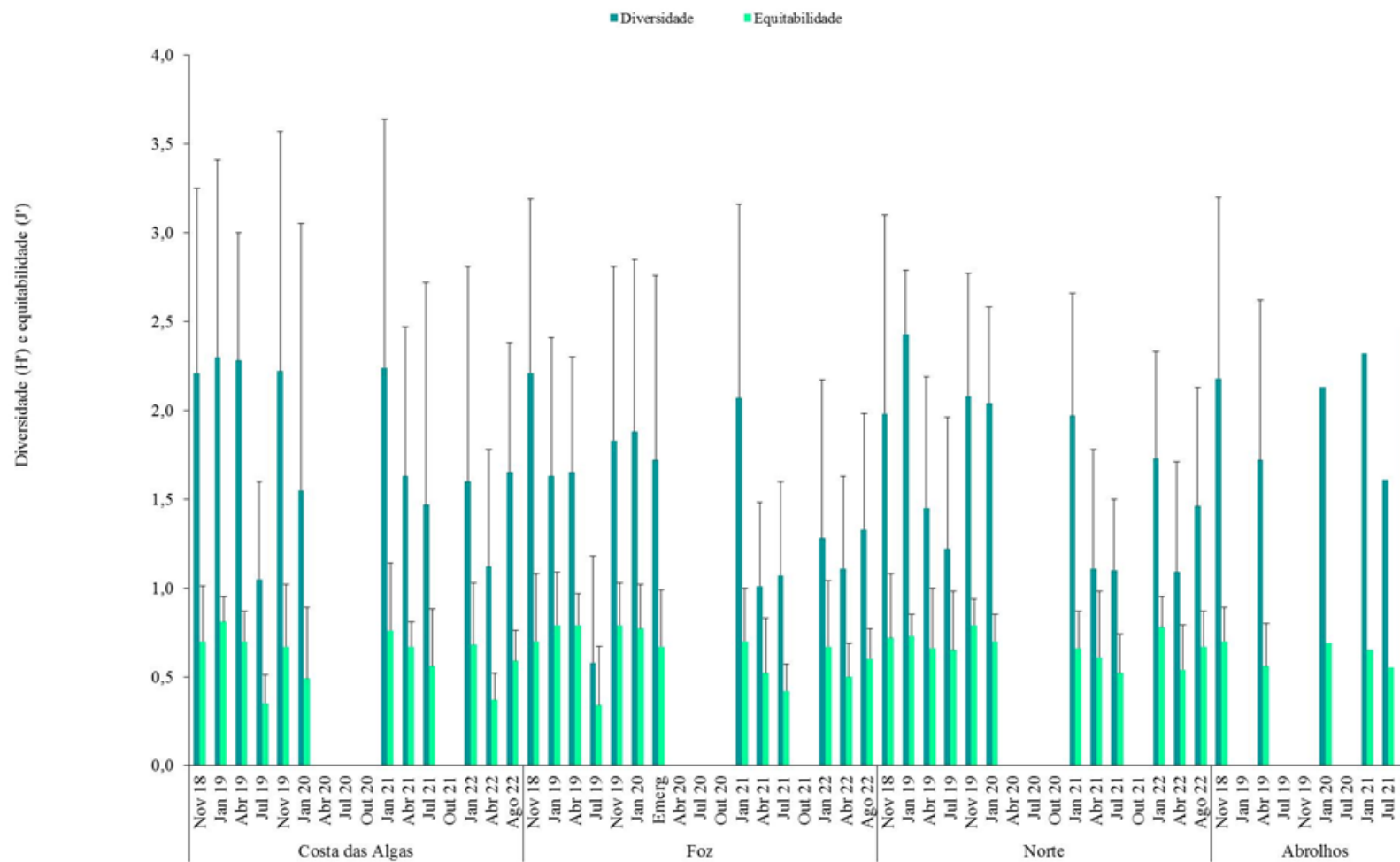
doce evidenciando a influência do Rio Doce no Setor Foz. As curvas de acumulação de espécies realizadas com as amostras coletadas ao longo do monitoramento mostraram que entre novembro/2018 e agosto/2022 na superfície foram coletadas entre 64% e 99% das espécies esperadas para a área de estudo e na coluna de água esse percentual foi de 72% a 90%.

Figura 5: Valor médio e desvio padrão de diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') registradas na superfície (A) e na coluna de água (B) na área de estudo ao longo do monitoramento (Ano 1, Ano 2, Ano 3 e Ano 4) nos quatro setores.

(A)



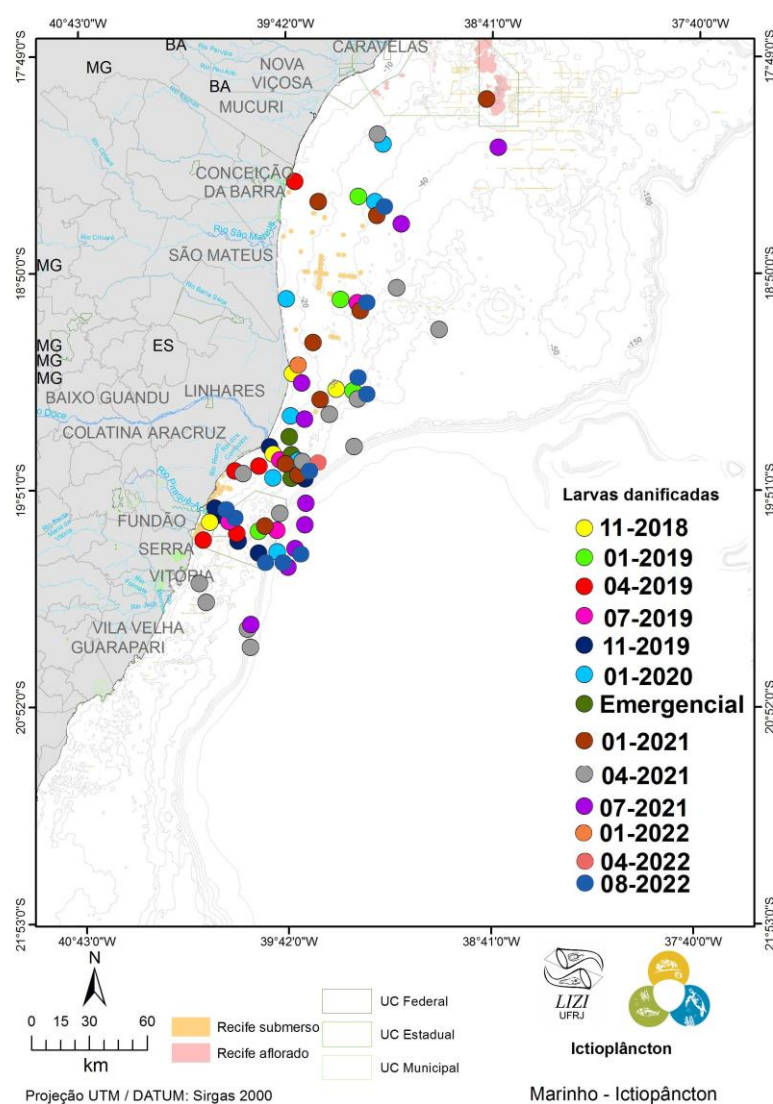
(B)



De maneira geral, os valores médios de diversidade foram baixos ($< 3,0$) em todos os setores tanto na superfície, quanto na coluna de água. As maiores diversidades médias ocorreram no Setor Abrolhos na superfície e nos setores Abrolhos e Norte na coluna de água. Na superfície os maiores valores ocorreram em agosto/2022 (Costa das Algas), abril/2019 e janeiro/2021 (Foz do Rio Doce), janeiro/2020 (Norte) e janeiro/2020 e 2022 (Abrolhos). Na coluna de água nos quatro setores as maiores médias ocorreram sempre no período chuvoso (janeiro): janeiro/2019 (Costa das Algas e Norte), novembro/2018 (Foz) e janeiro/2022 (Abrolhos). Na superfície houve diferença significativa entre os setores e as campanhas; e na coluna de água a diferença foi significativa também entre os dois períodos de estudo. A equitabilidade seguiu a mesma tendência da diversidade, de maneira geral.

3.4 INTEGRIDADE MORFOLÓGICA DAS LARVAS DE PEIXES

Figura 6: Distribuição das larvas de peixes com o trato digestório danificado coletadas na área de estudo tanto na superfície como na coluna de água nas campanhas realizadas durante o Ano 1, Ano 2, Ano 3 e Ano 4 do PMBA/Fest.



Ao longo dos quatro anos de monitoramento ocorreram larvas de peixes com trato digestório destruído em todas as campanhas. As maiores concentrações dessas larvas ocorreram nos setores Foz do Rio Doce e APA Costa das Algas, mas foram registradas desde Vitória até Abrolhos. As larvas com essas características pertencem a várias famílias, mas deve-se destacar o carangídeo *Chloroscombrus chrysurus* (palombeta) que é uma espécie bioacumuladora de metais. Um estudo recente de teste de toxicidade em elutriato de sedimento oriundo de rejeito da barragem de Mariana (Yamamoto et al., 2022) revelou que não foi observada mortalidade significativa, mas causaram altas taxas de deformidades e danos ao DNA nos embriões de peixes. A análise multivariada mostrou que esses efeitos subletais podem estar relacionados aos altos níveis de metais introduzidos pelas atividades de mineração, comprometendo a sobrevivência a longo prazo e o sucesso da reprodução. Os resultados desse estudo corroboraram os resultados que estamos encontrando na região marinha nos primeiros estágios de desenvolvimento dos peixes, evidenciando os efeitos do rejeito oriundo do rompimento da barragem sobre a comunidade ictioplanctônica marinha.

4 ITENS PREVISTOS E NÃO REALIZADOS: JUSTIFICATIVAS

Todos os itens previstos foram realizados.

5 REFERÊNCIAS

FEST, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. Relatório Semestral de Evolução do PMBA/Fest - Síntese Integrativa entre Ambientes. RT-42. Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. 204 pag. 2023.

McEWEN, G.F.; JOHNSON, M.W. & FOLSOM, T.R., 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom plankton sample splitter, based upon test observations. **Archives of Metereology, Geophys and Bioklimatology** (Ser. A), 7: 502-527.

RRDM, Rede Rio Doce Mar. Relatório Anual do PMBA/Fest-RRDM – Ambiente Marinho. RT-36D, Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. 1600 pag. 2020.

RRDM, Rede Rio Doce Mar, Relatório Semestral de Evolução (RSE). RT-37, Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. 143 pag. 2021.

RRDM, Rede Rio Doce Mar. Relatório Anual do PMBA/Fest-RRDM – Ambiente Marinho. RT-39D, Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. 1410 pag. 2022.

RRDM, Rede Rio Doce Mar. Relatório Anual do PMBA/Fest-RRDM - Síntese integrativa entre ambientes. RT-39E, Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. 150 pag. 2022.

YAMAMOTO, F. Y.; SOUZA, A. T. C.; PAULA, V. DE C. S. DE; ISABELLA BEVERARI, I.; GARCIA, J. R. E.; PADIAL, A. A.; ABESSA, D. M. DE S. **From molecular endpoints to modeling longer-term effects in fish embryos exposed to the elutriate from Doce River.** Science of the Total Environment, 846: 157332, 2022.