

**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-46/ JUN 24

RA2023 PMBA/Fest

Vitória,

Junho de 2024

EQUIPE TÉCNICA

Ana Cristina Teixeira Bonecker

Márcia Salustiano de Castro

Bárbara Santos Menezes

Ana Carolina Fontoura Valente

Fabiana Teixeira Bonecker

Luiz Manoel Cosenza

Marta Cristiane de Carvalho Quintas

Rafael Oliveira de França

SUMÁRIO

1	HISTÓRICO DE MALHA E FREQUÊNCIA AMOSTRAL	4
2	METODOLOGIA	4
2.1	COLETA	4
2.2	ANÁLISE.....	6
2.3	TRATAMENTO DOS DADOS	6
2.4	HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES E ADAPTAÇÕES DE METODOLOGIAS.....	8
3	RESULTADOS DOS INDICADORES	8
3.1	DENSIDADE DE OVOS DE PEIXES	9
3.2	VIABILIDADE DOS OVOS DE PEIXES	24
3.3	DENSIDADE, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE LARVAS DE PEIXES	26
3.4	INTEGRIDADE MORFOLÓGICA DAS LARVAS DE PEIXES	45
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS 5 ANOS DE MONITORAMENTO ACERCA DOS INDICADORES OBSERVADOS E O AMBIENTE MONITORADO	54
5	ITENS PREVISTOS E NÃO REALIZADOS: JUSTIFICATIVAS	55
6	REFERÊNCIAS	56

1 HISTÓRICO DE MALHA E FREQUÊNCIA AMOSTRAL

A malha e frequência amostral do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I (PMBA/Fest) passou por modificações ao longo do tempo, visando seu aperfeiçoamento para atendimento 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 monitoradas 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 monitoradas 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 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 agosto de 2022 (e dezembro de 2022 para o Tema Ecotoxicologia). 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, preferencialmente, durante o período noturno. Foram utilizadas as redes de neuston 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). 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 (m³); 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.100 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 (m³).

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. (2024).

2.3 TRATAMENTO DOS DADOS

O índice de diversidade de Shannon-Wiener relaciona a frequência relativa de diferentes espécies na amostra podendo alcançar valores altos quando todas as espécies se distribuem homogeneamente na amostra (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998). Porém, em amostras com baixo número de táxons, para as quais os índices de diversidade absoluta apresentam geralmente valores artificiais, é importante associar o Índice Relativo de Equitabilidade na interpretação ecológica dos resultados. Esse índice varia entre 0 (equitabilidade é mínima) e 1 (equitabilidade é máxima). Para o cálculo desses índices foram considerados os indivíduos identificados até o nível taxonômico de espécie e as demais categorias que representavam apenas um táxon (WU, 1982).

Os dados de densidade de ovos e larvas de peixe e de diversidade foram testados quanto à normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk's. O teste parte da hipótese nula (H_0) considerando a distribuição dos dados ser normal. Se o valor de p é menor que o nível estabelecido (5%), então tem indícios para descartar a normalidade dos dados, passando a se utilizar análises não paramétricas (ZAR, 2010).

O teste não paramétrico de Mann-Whitney (U) (ZAR, 2010) foi usado para verificar a existência de diferenças entre a rede de nêuston superior e inferior, e como não houve diferença as abundâncias foram somadas. As amostras da rede bongô foram consideradas réplicas e foi utilizada a média dos resultados de abundância obtidos em cada estação de coleta. Os valores de p inferiores a 0,05 foram considerados significativos em todas as análises.

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (H) (ZAR, 2010) foi usado para avaliar a existência de diferenças entre os quatro setores (APA Costa das Algas, Foz do Rio Doce, Norte e Abrolhos) e entre as 18 campanhas realizadas. O teste não paramétrico de Mann-Whitney (ZAR, 2010) foi utilizado para a comparação entre os períodos seco e chuvoso. Os testes de Shapiro-Wilk's, Mann-Whitney e Kruskal-Wallis foram realizados no Programa estatístico Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA).

Realizou-se análise de curva cumulativa de espécies para as amostras coletadas na superfície e na coluna de água pelos métodos de Chao1, Chao2, Jackknife1, Jackknife 2 e Bootstrap. A proposta dessas curvas é que elas representam o número de espécies identificadas, plotadas em um gráfico que nos indique qual foi a quantidade de esforços empregados para se inventariar uma área (COLWELL e CODDINGTON, 1994). Através da observação desta curva é possível fazer uma previsão de quantas espécies ainda podem vir a ser encontradas na área de estudo, comparando com levantamentos pretéritos.

Foram realizadas análises para verificar se havia diferença significativa na composição das assembleias de larvas de peixes em relação aos setores, as 18 campanhas e os dois períodos de estudo: análise de similaridade (ANOSIM) e o procedimento de porcentagem de similaridade (SIMPER), para identificar aquelas espécies que mais contribuíram para as similaridades (CLARKE e WARWICK, 1994). Os dados de abundância das espécies ictioplanctônicas foram transformados através da expressão $\log(x+1)$, para diminuir as variações entre as abundâncias dos táxons mais numerosos e os mais raros. Foi utilizada a distância de Hellinger para as análises de similaridade (ANOSIM). O coeficiente de similaridade de Bray-Curtis foi utilizado para a análise de SIMPER pois é considerado robusto, uma vez que não é afetado pelas múltiplas ausências e confere mais peso às espécies mais abundantes em relação às mais raras (CLARKE e WARWICK, 1994). Utilizou-se o teste com esquema de uma via (que considera apenas um fator) com 999 permutações. A correlação é considerada significativa quando o nível de significância for menor que 5%. As análises de curva cumulativa de espécies, ANOSIM e SIMPER foram realizadas no programa estatístico Primer, versão 6 (Primer-ELtda).

2.4 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 de todo monitoramento 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, podem-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:

3.1 DENSIDADE DE OVOS DE PEIXES

Tabela 1: Densidade de ovos de peixes (ovos.100 m⁻³) coletados na superfície em cada estação nos setores APA Costa das Algas (CA), Foz do Rio Doce (SDS, SD, SDN), Norte (DEG, BN, ITA, BS, CB, MUC) e Abrolhos (ABR) no Ano 1 (11-2018 a 07-2019) , Ano 2 (11-2019 a 07-2020), Ano 3 (10-2020 a 07-2021), Ano 4 (10-2021 a 08-2022), Ano 5 (10-2022 a 09-2023) e Ano 6 (10-2023) do monitoramento. São apresentados os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão em cada Setor e cada campanha. Os traços em algumas estações significam que as mesmas não foram realizadas devido às condições do mar. O Setor Abrolhos não foi mais monitorado a partir de janeiro/2022. Na campanha Emergencial só foram realizadas coletas no Setor Foz. As campanhas de 04-2020, 07-2020, 10-2020, 10-2021 não foram realizadas devido à pandemia da COVID-19.

Ano 1					Ano 2					Ano 3			
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
CA1	7,08	2,94	28,43	119,05	688,63	403,33	-				126,73	1609,35	62,95
CA2	181,54	373,59	76,49	4,83	449,80	120,50	-				592,28	927,27	489,01
CA3	32,87	-	240,80	41,06	152,80	132,76	-				919,92	1709,34	438,18
CA4	8,57	151,63	21,95	25,07	2410,41	23,85	-				762,23	150,72	125,54
CA5	68,21	308,22	1499,63	188,16	197,71	688,40	-				216,23	64,99	291,14
CA6	-	5,00	30,76	62,79	81,17	80,94	-				71,68	879,44	124,31
CA7	-	9,63	207,50	37,24	3750,38	206,38	-				241,47	830,66	102,33
CA8	45,00	237,95	49,39	37,37	218,92	58,98	-				761,97	2076,70	86,64
CA9	34,84	54,84	1777,74	16,40	145,34	42,00	-				331,13	3604,35	121,03
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
CA14	35,93	-	72,25	91,46	-	-	-				-	-	-
CA15	-	35,86	82,55	126,48	70,82	63,40	-				533,47	1419,57	210,74
média	65,59	108,52	5345,25	74,84	761,44	176,06	-				458,83	1266,92	257,18
desvio	57,99	129,08	13259,43	57,98	1198,39	200,05	-				283,46	998,29	224,60
mínimo	7,08	2,94	21,95	4,83	70,82	23,85	-				71,68	64,99	62,95
máximo	181,54	373,59	42114,28	188,66	3750,38	688,40	-				919,92	3604,35	777,10

Estação	Ano 4				Ano 5				Ano 6
	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
CA1		2110,43	154,93	236,88	28,59	170,92	201,34	208,49	312,19
CA2		40,30	1623,53	330,70	223,16	65,17	8618,84	330,23	-
CA3		60,06	222,18	125,71	-	1631,66	90,17	306,59	227,82
CA4		34,49	79,17	213,80	-	295,75	43,93	-	482,00
CA5		53,77	3639,53	280,84	4401,42	272,97	1724,63	605,84	-
CA6		105,74	0,00	87,53	272,05	85,15	170,29	-	483,54
CA7		2024,26	216,17	81,02	-	94,41	239,63	-	538,55
CA8		39,09	236,08	141,44	216,62	327,97	3554,17	342,62	-
CA9		73,94	451,64	183,63	300,02	152,19	1774,86	510,07	126,22
CA10		-	-	-	-	-	-	-	-
CA11		-	-	-	-	-	-	-	-
CA12		-	-	-	-	-	-	-	-
CA13		81,82	391,72	418,46	1115,74	384,18	5823,18	851,23	-
CA14		-	-	-	-	-	-	-	-
CA15		218,05	111,46	119,52	260,50	233,81	308,01	376,81	296,14
média		440,18	647,86	201,78	725,13	337,65	2049,92	441,49	352,35
desvio		806,35	1087,06	107,41	852,26	441,91	2845,32	206,48	152,81
mínimo					28,59	65,17	43,93	208,49	126,22
máximo					4401,42	1631,66	8618,84	851,23	538,55

Ano 1					Ano 2					Ano 3			
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
SDS13	-	3,39	1095,76	109,74	73,47	72,26	134,29				78,72	57,55	62,82
SDS19	-	-	-	-	-	53,06	110,41				189,90	3727,12	84,16
SDS20	18,34	0,00	31,13	431,58	465,41	94,91	31,54				399,00	428,60	37,89
SDS30	-	218,44	304,62	14074,92	135,26	225,90	1488,52				1713,74	1731,86	107,27
SDS35	-	-	-	-	-	380,36	670,33				2799,84	2414,47	155,36
SD1	8,31	0,00	1745,61	14,72	115,04	167,94	138,47				135,28	732,73	28,51
SD2	2,35	8,36	28,02	15,41	105,17	707,01	77,51				262,10	576,42	68,72
SD3	-	44,08	21,70	273,43	195,45	782,58	2917,26				1822,47	622,85	173,24
SD4	-	56,33	97,51	698,41	1258,84	20,68	528,32				-	489,32	402,65
SD5	38,49	5,15	22,26	381,02	302,65	138,58	940,01				-	127,94	994,65
SDN12	-	-	-	-	961,73	755,06	-				110,52	303,37	17,87
SDN13	48,01	0,00	95,15	15,69	364,21	65,82	-				125,70	1511,34	7,43
SDN20	0,00	4,63	265,53	487,14	156,20	-	-				190,23	624,11	84,45
SDN29	-	-	-	-	1051,07	221,02	-				242,10	857,07	60,54
SDN30	3,13	69,49	60,84	25,72	732,00	-	163,54				30,44	-	95,84
SDN36	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
média	16,95	37,26	342,56	1502,53	455,12	283,47	654,56				623,08	1014,62	158,76
desvio	19,13	65,20	560,83	4176,30	409,16	281,59	877,97				888,00	1019,35	250,34
mínimo	0,00	0,00	21,70	14,72	73,47	20,68	31,54				30,44	57,55	7,43
máximo	48,01	218,44	1745,61	14074,92	1258,84	782,58	2917,26				2799,84	3727,12	994,65

	Ano 4				Ano 5				Ano 6
Estação	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
SDS13		0,00	957,38	164,65	16,65	36,09	703,67	79,33	176,15
SDS19		9,21	1475,63	215,63	20,53	125,46	1789,55	69,31	39,77
SDS20		22,28	1326,72	170,52	98,00	79,77	915,42	90,94	266,52
SDS30		1625,76	4753,89	314,30	168,66	1033,51	125,70	93,12	128,68
SDS35		153,85	1493,85	1692,00	3283,96	6270,24	446,58	200,08	733,73
SD1		6,17	115,40	67,27	12,20	57,70	107,87	27,85	93,50
SD2		0,00	816,81	59,55	24,80	198,12	454,15	184,88	286,28
SD3		109,82	2497,85	174,86	68,83	2373,39	1096,43	35,23	65,57
SD4		53,21	538,82	5325,04	522,48	-	350,94	217,95	12303,86
SD5		104,11	70,94	164,02	162,35	-	418,62	49,81	65,06
SDN12		1718,18	676,57	44,99	103,27	23,34	276,10	57,31	166,54
SDN13		6816,35	3350,23	153,47	163,12	13,91	91,34	80,51	142,89
SDN20		128,87	0,00	213,37	230,36	63,82	911,98	83,88	157,96
SDN29		69,11	1716,34	240,14	293,50	-	610,25	127,77	460,64
SDN30		234,93	4483,82	110,22	79,10	192,21	323,13	55,78	61,56
SDN36		-	-	171,22	1186,86	-	73,30	776,53	205,95
média		736,79	1618,28	580,08	402,18	872,30	543,44	139,39	959,67
desvio		1773,65	1520,11	1323,44	821,84	1833,87	457,72	179,37	3030,28
mínimo		0,00	0,00	44,99	12,20	13,91	73,30	27,85	39,77
máximo		6816,35	4753,89	5325,04	3283,96	6270,24	1789,55	776,53	12303,86

Ano 1					Ano 2					Ano 3			
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
DEG1	-	28,96	680,31	42,01	-	324,33	-				0,00	7753,86	78,78
DEG2	-	-	14,89	71,20	166,77	1155,42	-				77,24	3453,03	190,61
DEG3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
BN1	6,26	-	48,45	93,64	-	-	-				106,73	189,31	-
BN2	0,00	12,98	1382,30	250,13	75,89	-	-				4,78	238,96	16,35
BN3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
ITA1	172,88	132,77	8,34	325,18	-	-	-				89,27	29,91	129,81
ITA2	5,69	-	17,12	81,27	-	0,00	-				200,21	20,84	6,05
ITA3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
BS1	-	-	-	-	-	168,46	-				179,67	301,98	432,91
BS2	-	-	-	-	314,95	-	-				522,15	36,61	40,69
BS3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
CB1	-	-	-	-	-	-	-				72,47	134,50	65,60
CB2	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
CB3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
MUC1	-	-	-	-	-	30,87	-				24,80	-	-
MUC2	-	-	-	-	-	43,55	-				35,12	-	73,73
média	46,21	58,24	358,57	143,91	185,87	287,10	-				119,31	1351,00	114,95
desvio	84,50	65,04	566,58	115,12	120,67	442,00	-				148,62	2641,59	132,09
mínimo	0,00	12,98	8,34	42,01	75,89	0,00	-				0,00	20,84	6,05
máximo	172,88	132,77	1382,30	325,18	314,95	1155,42	-				522,15	7753,86	432,91

	Ano 4				Ano 5				Ano 6
Estação	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
DEG1		105,71	999,13	34,24	16,27	687,80	227,47	197,23	237,78
DEG2		294,24	239,55	1734,13	499,76	109798,60	2223,85	101,15	275,14
DEG3		-	-	427,67	265,08	129,48	707,10	135,54	192,53
BN1		53,18	633,06	604,28	114,10	-	36,99	24,83	78,85
BN2		107,48	452,96	129,38	192,84	856,36	729,93	18,78	65,58
BN3		-	-	362,55	30,73	148,57	276,49	45,38	65,63
ITA1		208,19	436,66	653,40	9,53	88,60	118,46	203,66	-
ITA2		17,23	83,29	103,83	55,99	-	54,28	6,93	-
ITA3		-	-	96,20	22,20	36,13	1018,10	18,88	-
BS1		87,83	1085,29	142,52	32,83	577,68	160,70	61,65	163,39
BS2		385,75	181,90	4775,57	374,22	1844,60	14,55	13,46	273,17
BS3		-	-	271,10	175,67	78,78	0,00	118,15	215,99
CB1		31,85	726,39	-	9,74	121,28	97,85	275,58	13,79
CB2		-	-	-	383,36	94,73	199,57	17,61	23,18
CB3		-	-	-	0,00	29,68	8,75	99,96	5,93
MUC1		11071,34	-	-	-	-	-	-	-
MUC2		10,45	-	-	-	-	-	-	-
média		1124,84	537,58	777,91	145,49	8807,10	391,61	89,25	134,25
desvio		3301,06	366,80	1341,30	164,03	30348,54	593,81	83,29	102,96
mínimo		10,45	83,29	34,24	0,00	29,68	0,00	6,93	5,93
máximo		11071,34	1085,29	4775,57	499,76	109798,60	2223,85	275,58	275,14

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
ABR1	4,73	-	9,87	-	-	14,27	-				54,97	-	20,28		16,07
ABR2	11,54	-	7342,65	-	-	-	-				-	-	-		-
ABR3	12,31	-	57,22	-	-	24,90	-				930,31	-	52,60		0,00
ABR4	59,56	-	174,08	-	-	168,54	-				3726,09	-	133,30		66,37
ABR5	32,08	-	193,08	-	-	125,67	-				165,15	-	24,53		54,04
média	24,04	-	1555,38	-	-	83,34	-				1219,13	-	57,68		34,12
desvio	22,32	-	3236,10	-	-	75,80	-				1716,04	-	52,41		31,23
mínimo	4,73	-	9,87	-	-	14,27	-				54,97	-	20,28		0,00
máximo	59,56	-	7342,65	-	-	168,54	-				3726,09	-	133,30		66,37

As densidades médias de ovos de peixes observadas durante os anos de estudo, de maneira geral, foram baixas ($< 100 \text{ ovos} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$). Entretanto, ao longo do monitoramento foram registrados alguns picos de densidade de ovos na superfície em todos os setores e nos dois períodos de estudo (seco e chuvoso). Esse fato sugere a ocorrência de desovas pontuais ao longo da área de estudo. Apesar de ocorrer dispersão dos ovos pelas correntes a maior concentração tende a ser registrada próximo de onde ocorreu a desova (MCGURK, 1986; RÉ et al., 2005; BONECKER et al., 2009; ELLIS et al., 2012).

Durante o monitoramento a maior densidade média de ovos de peixes na superfície ocorreu no Setor Norte em janeiro/2023. Nos setores Costa das Algas e Abrolhos as maiores densidades médias de ovos de peixes coletados na superfície foram observadas na campanha de abril/2019; enquanto que no Setor Foz do Rio Doce a maior densidade média foi registrada em abril/2022. A campanha de abril/2019 foi realizada depois da passagem da Tempestade Tropical Iba que se formou na costa do Espírito Santo em março de 2019. Esse fenômeno meteorológico foi caracterizado por intensa ação de ondas, influência no sistema de ventos e aumento da temperatura da água do mar (de até 3°C).

Os resultados obtidos durante o monitoramento mostraram grande variação dos dados e, portanto, não houve um padrão de distribuição temporal e espacial das densidades de ovos de peixes. Porém, pode-se dizer que houve uma tendência de registro de maiores valores de densidade de ovos de peixes na superfície durante o período seco, principalmente em abril, com algumas exceções. No Setor APA Costa das Algas, por exemplo, durante o Ano 1, Ano 3, Ano 4 e Ano 5 as maiores densidades médias foram registradas no mês de abril (período seco). Foram observadas diferenças significativas entre os setores, entre as campanhas e entre os períodos seco e chuvoso nas densidades de ovos de peixes coletadas na camada superficial. O Setor APA Costa das Algas foi significativamente diferente dos setores Norte e Abrolhos, enquanto que o Setor Foz do Rio Doce foi diferente do Setor Abrolhos. A tendência de registrar menores densidades de ovos de peixes durante os períodos de maior contribuição das águas do Rio Doce (período chuvoso) na região marinha sugere influência da lama oriunda do rompimento da barragem sobre os ovos de peixes presentes na superfície.

Tabela 2: Densidade de ovos de peixes (ovos.100 m⁻³) coletados na coluna de água em cada estação nos setores APA Costa das Algas (CA), Foz do Rio Doce (SDS, SD, SDN), Norte (DEG, BN, ITA, BS, CB, MUC) e Abrolhos (ABR) no Ano 1 (11-2018 a 07-2019), Ano 2 (11-2019 a 07-2020), Ano 3 (10-2020 a 07-2021), Ano 4 (10-2021 a 08-2022), Ano 5 (10-2022 a 09-2023) e Ano 6 (10-2023) do monitoramento. São apresentados os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão em cada setor e cada campanha. O Setor Abrolhos não foi mais monitorado a partir de janeiro/2022. Na campanha Emergencial só foram realizadas coletas no Setor Foz. As campanhas de 04-2020, 07-2020, 10-2020, 10-2021 não foram realizadas devido à pandemia da COVID-19.

Ano 1					Ano 2					Ano 3			
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
CA1	30,22	22,22	17,73	12,05	62,55	59,17	-				33,79	51,48	11,88
CA2	17,78	2,71	6,52	5,92	136,53	12,48	-				42,72	74,39	49,74
CA3	8,49	7,96	22,86	18,47	31,16	12,09	-				28,10	113,58	43,10
CA4	10,29	0,75	5,70	2,17	62,53	12,39	-				32,88	149,10	24,89
CA5	2,52	19,72	131,02	23,21	50,67	102,33	-				66,48	22,56	45,78
CA6	8,05	3,66	10,63	9,05	31,49	14,34	-				14,70	170,02	36,44
CA7	3,85	5,82	27,07	5,58	890,36	161,34	-				98,68	95,11	21,41
CA8	4,97	7,33	2,55	7,30	73,80	11,84	-				17,96	43,69	10,19
CA9	11,99	18,78	93,39	25,91	114,19	45,83	-				32,59	77,46	12,79
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
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
média	8,91	23,71	62,69	11,77	138,38	41,93	-				39,20	103,59	31,48
desvio	7,19	57,64	97,17	6,66	251,84	49,00	-				26,00	61,92	15,51
mínimo	2,52	0,75	2,55	2,17	23,32	11,84	-				8,63	22,56	10,19
máximo	30,22	230,68	371,92	25,91	890,36	161,34	-				98,68	235,00	49,74

Estação	Ano 4				Ano 5				Ano 6
	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
CA1		86,50	77,76	32,36	2,69	19,77	16,07	57,57	134,37
CA2		31,29	282,66	80,52	9,83	21,25	212,54	57,27	56,61
CA3		12,96	28,48	24,44	51,96	1321,03	34,39	54,98	109,08
CA4		33,76	15,47	23,78	16,60	82,89	12,09	32,70	86,46
CA5		34,51	537,29	101,34	42,38	16,26	87,26	188,95	62,60
CA6		23,94	39,75	25,37	42,56	9,26	20,93	46,53	72,88
CA7		231,24	49,29	10,72	30,18	17,32	52,89	12,61	87,59
CA8		64,74	64,95	26,08	16,30	9,04	48,56	129,22	53,76
CA9		20,18	73,34	27,98	16,85	11,19	57,12	146,43	64,77
CA10		-	-	-	-	-	-	-	-
CA11		-	-	-	-	-	-	-	-
CA12		-	-	-	-	-	-	-	-
CA13		37,68	34,98	188,46	87,06	46,30	246,96	296,24	106,18
CA14		-	-	-	-	-	-	-	-
CA15		30,89	39,34	23,48	34,34	26,67	38,99	58,49	88,84
média		55,25	113,03	51,32	31,89	143,73	75,25	98,27	83,92
desvio		61,97	158,60	53,18	23,92	391,06	79,65	84,74	25,13
mínimo		12,96	15,47	10,72	2,69	9,04	12,09	12,61	53,76
máximo		231,24	537,29	188,46	87,06	1321,03	246,96	296,24	134,37

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

	Ano 4				Ano 5				Ano 6
Estação	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
SDS13		4,14	80,60	6,45	1,60	1,12	228,60	38,18	49,69
SDS19		19,81	46,01	38,10	2,30	5,61	854,70	12,68	10,69
SDS20		7,12	53,33	19,17	12,23	18,87	438,14	46,70	28,92
SDS30		125,16	100,20	62,91	27,05	87,68	45,01	24,65	96,42
SDS35		149,78	107,33	137,50	289,81	90,61	173,31	57,35	159,33
SD1		11,70	79,04	7,74	0,00	1,54	25,42	4,16	47,47
SD2		66,16	124,85	3,18	0,68	13,13	52,15	44,02	16,09
SD3		236,72	285,71	19,11	12,76	184,74	151,44	21,17	98,44
SD4		27,61	95,34	47,03	191,33	25,44	87,44	29,56	588,25
SD5		111,02	6,41	27,11	92,25	20,39	137,92	13,00	46,41
SDN12		54,00	136,68	8,91	20,58	22,05	52,05	10,86	50,45
SDN13		87,09	183,25	3,16	60,76	2,72	17,08	17,86	32,52
SDN20		52,91	9,80	11,26	51,08	5,70	53,44	5,59	29,34
SDN29		44,32	130,16	31,19	107,43	1115,03	86,15	64,78	362,87
SDN30		73,69	182,08	5,84	13,57	9,06	113,66	10,06	17,66
SDN36		-	-	43,33	300,17	6,62	37,70	28,73	75,13
média		71,42	108,05	29,50	73,97	100,64	159,64	26,83	106,85
desvio		63,47	72,18	33,94	100,38	274,90	212,86	18,64	154,47
mínimo		4,14	6,41	3,16	0,00	1,12	17,08	4,16	10,69
máximo		236,72	285,71	137,50	300,17	1115,03	854,70	64,78	588,25

Estação	Ano 1				Ano 2					Ano 3			
	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
DEG1	0,00	0,51	38,62	4,47	11,29	129,33	-				10,44	23,54	9,90
DEG2	0,65	0,58	3,45	25,12	40,72	40,65	-				7950,48	66,32	40,01
DEG3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
BN1	0,24	0,00	26,19	6,85	36,99	20,94	-				28,01	18,34	23,91
BN2	0,00	1,38	11544,98	4,52	30,05	117,09	-				4,14	72,47	2,94
BN3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
ITA1	0,00	5,00	10,12	14,94	18,91	68,64	-				3,63	1,85	20,85
ITA2	0,83	1,79	2,28	5,51	3,17	3,05	-				24,07	2,32	2,83
ITA3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
BS1	-	-	-	-	15,19	14,72	-				0,53	51,27	15,46
BS2	-	-	-	-	15,76	28,81	-				8,13	14,46	9,85
BS3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
CB1	-	-	-	-	8,06	17,70	-				2,00	20,45	9,47
CB2	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
CB3	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-
MUC1	-	-	-	-	-	5,92	-				4,88	-	1,74
MUC2	-	-	-	-	-	12,52	-				10,11	-	8,64
média	0,29	1,54	1937,61	10,23	20,02	41,76	-				731,49	30,11	13,24
desvio	0,37	1,81	4706,65	8,29	13,05	44,29	-				2394,28	26,56	11,39
mínimo	0,00	0,00	2,28	4,47	3,17	3,05	-				0,53	1,85	1,74
máximo	0,83	5,00	11544,98	25,12	40,72	129,33	-				7950,48	72,47	40,01

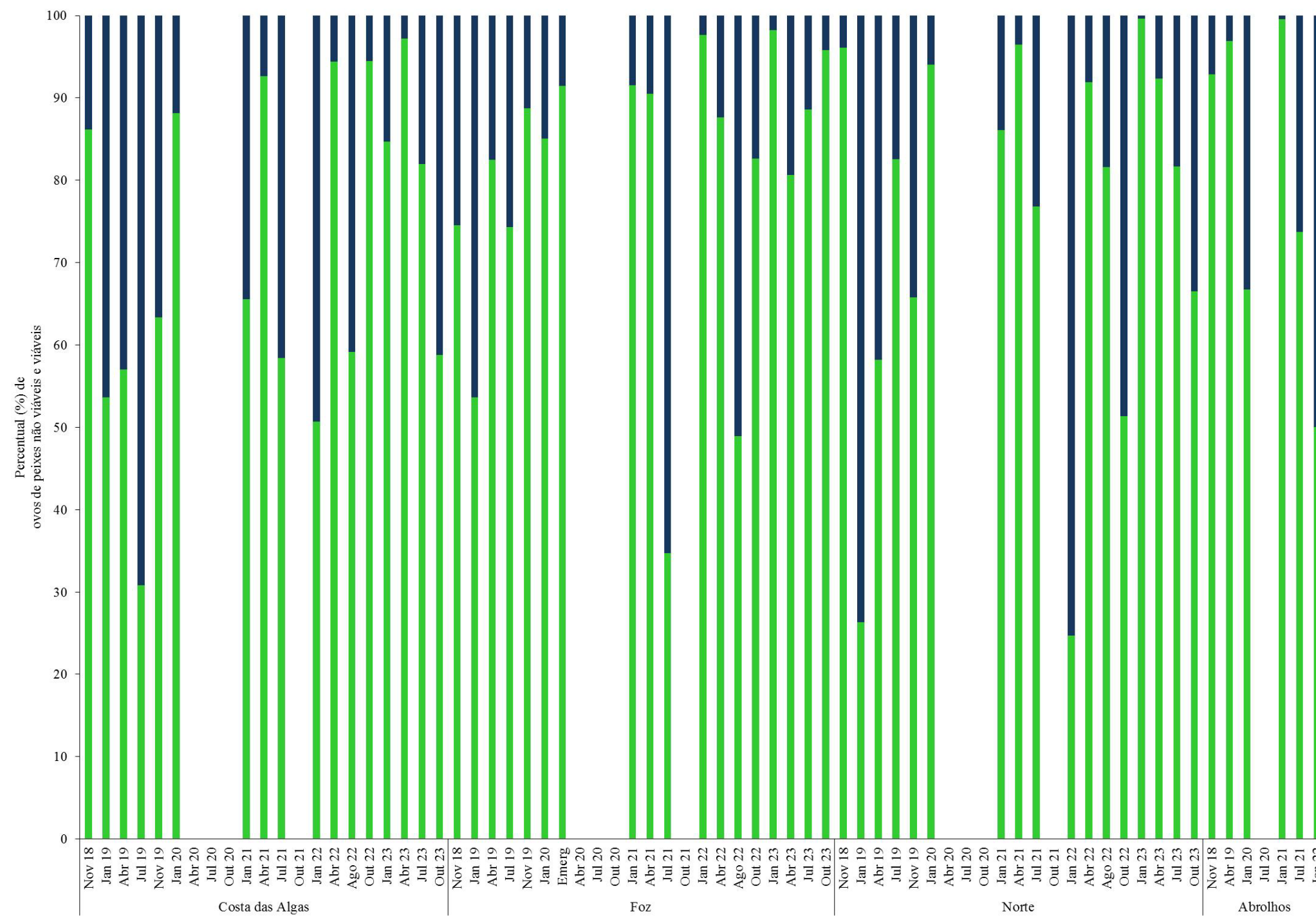
	Ano 4				Ano 5				Ano 6
Estação	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
DEG1		617,87	33,45	9,29	15,90	6,78	290,37	42,30	10,44
DEG2		102,45	53,17	338,97	229,77	74431,03	52,41	27,04	175,26
DEG3		-	-	92,50	51,65	4,83	503,26	73,86	87,41
BN1		17,25	25,12	73,57	10,84	32,09	19,11	3,75	54,75
BN2		123,49	102,63	41,39	28,32	600,24	134,99	12,27	27,92
BN3		-	-	36,92	0,81	57,27	73,87	21,58	72,80
ITA1		24,01	115,17	494,97	6,22	8,45	95,08	42,87	11,57
ITA2		33,06	22,10	10,22	10,42	3,72	17,03	1,72	4,32
ITA3		-	-	30,88	5,27	3,73	132,94	3,68	2,70
BS1		395,34	50,26	28,19	28,30	125,22	19,25	25,90	40,21
BS2		98,13	55,33	169,74	83,33	42766,10	3,56	12,35	279,73
BS3		-	-	64,42	10,23	8,15	0,73	28,31	58,73
CB1		41,96	236,79	69,92	4,12	12,34	141,63	60,88	7,09
CB2		-	-	151,26	19,02	4,59	43,56	7,00	5,96
CB3		-	-	34,28	1,06	8,91	12,37	49,01	10,58
MUC1		636,16	-	-	-	-	-	-	-
MUC2		5,55	-	-	-	-	-	-	-
média		190,48	77,11	109,77	33,68	7871,56	102,68	27,50	56,63
desvio		241,41	68,01	136,29	58,57	21447,40	135,15	22,20	77,05
mínimo		5,55	22,10	9,29	0,81	3,72	0,73	1,72	2,70
máximo		636,16	236,79	494,97	229,77	74431,03	503,26	73,86	279,73

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
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

Na coluna de água as densidades médias de ovos de peixes também foram baixas com poucos picos observados nos setores APA Costa das Algas, Foz do Rio Doce e Norte. O maior valor médio foi registrado na campanha de janeiro/2023 no Setor Norte. Não foi observado um padrão espacial e temporal de distribuição das densidades de ovos de peixes na coluna de água, pois os dados variaram muito ao longo do monitoramento. Nos setores APA Costa das Algas e Norte as maiores densidades ocorreram durante o período chuvoso (janeiro/2023), enquanto que nos setores Foz do Rio Doce e Abrolhos os maiores valores ocorreram no período seco (abril/2019). Assim como ocorreu para a superfície, na coluna de água também foram observadas diferenças significativas das densidades de ovos de peixes entre os setores, entre as campanhas e entre os períodos seco e chuvoso. As diferenças entre os setores foram as mesmas da superfície.

3.2 VIABILIDADE DOS OVOS DE PEIXES

Figura 3: Percentual dos ovos de peixes coletados na superfície classificados como não viáveis e viáveis ao longo do monitoramento nos setores APA Costa das Algas (CA), Foz do Rio Doce (SDS, SD, SDN), Norte (DEG, BN, ITA, BS, CB, MUC) e Abrolhos (ABR) no Ano 1 (11-2018 a 07-2019), Ano 2 (11-2019 a 07-2020), Ano 3 (10-2020 a 07-2021), Ano 4 (10-2021 a 08-2022), Ano 5 (10-2022 a 09-2023) e Ano 6 (10-2023) do monitoramento. O Setor Abrolhos não foi mais monitorado a partir de janeiro/2022. Na campanha Emergencial só foram realizadas coletas no Setor Foz. As campanhas de 04-2020, 07-2020, 10-2020, 10-2021 não foram realizadas devido à pandemia da COVID-19. Verde claro = ovos não viáveis; Verde escuro = ovos viáveis.



Os ovos de peixes coletados na superfície foram classificados como não viáveis (opacos – mortos antes da coleta) e como viáveis (íntegros e com embrião). Nas amostras obtidas ao longo do monitoramento, nos quatro setores estudados, foi registrado um maior percentual de ovos não viáveis, representando em média mais de 50% em cada campanha. Em alguns casos, a contribuição desses ovos não viáveis foi maior que 90% como em: abril/2021, abril/2022, outubro/2022 e abril/2023 no Setor APA Costa das Algas; emergencial (janeiro/2020), janeiro/2021, janeiro/2022, janeiro/2023 e outubro/2023 no Setor Foz; novembro/2018, janeiro/2020, abril/2021, abril/2022, janeiro/2023 e abril/2023 no Setor Norte; e novembro/2018, abril/2019 e janeiro/2021 no Setor Abrolhos. Esse padrão ocorreu durante todo o monitoramento, com algumas exceções, como em julho/2019, julho/2021, janeiro/2019 e janeiro/2022. 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 tiveram 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, 2022a; RRDM/RA, 2022b; FEST, 2023).

Estudos mostram que ocorre mortalidade natural dos ovos de peixes e há variação entre as espécies. A mortalidade dos ovos pode ser causada, por exemplo, por predação, condições abióticas desfavoráveis como variações na temperatura e salinidade, oxigênio dissolvido, radiação ultravioleta, estresse mecânico pela ação das ondas e poluição (RÉ, 1999; BUNN et al., 2000). Segundo a literatura (MATSUURA, 1977) a taxa de mortalidade dos ovos de peixes nos cálculos de estimativa do tamanho do estoque é de 50%. Um estudo sobre uma espécie de manjuba mostrou que a mortalidade máxima de ovos foi de 30,9% (DABAN et al., 2020). Dessa forma, os resultados encontrados no presente monitoramento mostraram que apesar dos ovos de peixes morrerem naturalmente na natureza o percentual de ovos não viáveis foi muito alto e a relação direta das densidades desses ovos com os metais presente na região marinha indicam uma influência da lama oriunda do rompimento da barragem sobre esses organismos.

3.3 DENSIDADE, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE LARVAS DE PEIXES

Tabela 3: Densidade de larvas de peixes (larvas.100 m⁻³) coletadas na superfície em cada estação nos setores APA Costa das Algas (CA), Foz do Rio Doce (SDS, SD, SDN), Norte (DEG, BN, ITA, BS, CB, MUC) e Abrolhos (ABR) no Ano 1 (11-2018 a 07-2019), Ano 2 (11-2019 a 07-2020), Ano 3 (10-2020 a 07-2021), Ano 4 (10-2021 a 08-2022), Ano 5 (10-2022 a 09-2023) e Ano 6 (10-2023) do monitoramento. São apresentados os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão em cada setor e cada campanha. Os traços em algumas estações significam que as mesmas não foram realizadas devido às condições do mar. O Setor Abrolhos não foi mais monitorado a partir de janeiro/2022. Na campanha Emergencial só foram realizadas coletas no Setor Foz. As campanhas de 04-2020, 07-2020, 10-2020, 10-2021 não foram realizadas devido à pandemia da COVID-19.

	Ano 1				Ano 2					Ano 3			
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
CA1	17,69	0,00	0,00	2,27	0,00	6,80	-				3,88	3,88	23,19
CA2	62,64	0,00	0,00	0,00	46,00	0,00	-				12,57	4,96	7,00
CA3	58,08	-	10,76	520,50	13,89	10,34	-				2,88	4,43	81,83
CA4	48,99	0,00	52,13	13,79	11,92	19,51	-				23,10	177,19	46,25
CA5	2,44	0,00	32,99	18,47	12,81	0,00	-				4,50	7,46	10,65
CA6	-	0,00	21,97	153,04	68,08	54,34	-				2,39	155,06	84,81
CA7	-	2,41	72,76	83,50	24,62	21,13	-				8,42	157,12	98,63
CA8	10,98	0,00	0,00	7,47	11,06	0,00	-				11,45	5,58	114,31
CA9	3,48	0,00	35,36	0,00	16,77	0,00	-				4,94	3,47	3,53
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
CA14	24,38	-	18,58	111,39	-	-	-				-	-	-
CA15	-	7,17	19,75	200,66	76,98	18,11	-				0,00	307,67	91,99
média	23,02	4,78	23,41	100,33	31,87	12,20	-				7,89	75,90	51,69
desvio	24,60	9,59	22,81	141,77	27,74	16,25	-				6,66	105,66	43,19
mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-				0,00	3,47	3,53
máximo	62,64	33,27	72,76	520,50	76,98	54,34	-				23,10	307,67	114,31

	Ano 4				Ano 5				Ano 6
Estação	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
CA1		0,00	112,81	50,67	8,70	15,80	19,43	32,08	71,83
CA2		0,00	93,85	27,87	0,00	0,00	3,58	9,97	-
CA3		44,77	151,55	48,14	-	13,96	390,09	0,00	30,97
CA4		18,26	285,65	170,79	-	0,00	110,59	-	195,41
CA5		2,64	47,28	15,76	14,24	5,91	41,52	0,00	-
CA6		29,08	0,00	57,94	23,32	16,32	832,15	-	8,50
CA7		8,27	53,13	76,60	-	9,96	100,49	-	57,01
CA8		0,00	115,87	24,65	3,33	3,04	46,53	11,98	-
CA9		5,41	40,63	13,22	12,95	17,89	13,51	30,91	3,24
CA10		-	-	-	-	-	-	-	-
CA11		-	-	-	-	-	-	-	-
CA12		-	-	-	-	-	-	-	-
CA13		2,00	87,20	35,51	0,00	4,19	9,02	10,30	-
CA14		-	-	-	-	-	-	-	-
CA15		16,00	547,41	162,60	10,10	18,17	669,44	12,44	12,34
média		11,49	139,58	62,16	9,08	9,57	203,30	13,46	54,18
desvio		14,47	154,66	55,03	7,96	7,18	294,11	12,18	67,37
mínimo		0,00	0,00	13,22	0,00	0,00	3,58	0,00	3,24
máximo		44,77	547,41	170,79	23,32	18,17	832,15	32,08	195,41

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

	Ano 4				Ano 5				Ano 6
Estação	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
SDS13		3,38	2,94	23,34	12,25	25,96	28,40	28,61	43,74
SDS19		0,00	19,51	17,25	11,55	0,00	20,70	30,94	14,46
SDS20		5,81	29,45	2,94	223,68	14,67	234,42	20,89	100,77
SDS30		19,82	42,10	27,87	26,99	15,93	163,91	11,44	7,23
SDS35		49,58	40,86	44,69	8,49	7,11	988,96	10,91	28,65
SD1		31,88	39,28	15,38	42,01	352,93	107,87	27,85	88,19
SD2		25,57	15,25	6,22	24,80	5,54	30,37	38,46	31,81
SD3		9,55	9,56	6,67	10,07	21,78	157,46	38,05	8,37
SD4		34,92	34,19	31,98	28,32	-	246,46	3,96	26,93
SD5		59,32	79,38	36,45	77,05	-	184,51	113,46	20,99
SDN12		54,02	9,18	46,36	40,76	22,56	20,20	59,85	486,34
SDN13		5,95	8,28	5,74	13,91	10,89	68,12	29,28	153,34
SDN20		2,63	0,00	35,85	7,85	5,97	53,57	54,91	81,24
SDN29		5,03	2,88	9,61	29,35	-	19,78	6,16	28,53
SDN30		8,24	6,95	5,25	6,88	0,00	29,25	12,24	65,32
SDN36		-	-	110,79	38,75	-	64,78	3,52	7,24
média		21,05	22,65	26,65	37,67	40,28	151,17	30,66	74,57
desvio		20,36	21,63	26,83	52,89	98,84	236,78	27,89	117,18
mínimo		0,00	0,00	2,94	6,88	0,00	19,78	3,52	7,23
máximo		59,32	79,38	110,79	223,68	352,93	988,96	113,46	486,34

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

Estação	Ano 4				Ano 5				Ano 6
	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
DEG1		2,38	10,71	20,93	49,97	24,32	20,07	36,00	143,54
DEG2		14,80	32,80	48,25	76,37	38,91	54,06	0,00	33,39
DEG3		-	-	75,55	170,05	54,04	109,46	33,50	49,25
BN1		11,20	16,70	31,13	152,53	-	36,99	3,82	171,53
BN2		68,23	7,52	25,34	6,77	70,77	17,45	75,13	39,35
BN3		-	-	8,56	10,85	44,05	5,48	14,59	47,73
ITA1		12,81	84,46	74,48	252,57	29,97	335,65	32,73	-
ITA2		19,04	48,22	57,68	113,42	-	98,59	5,78	-
ITA3		-	-	25,65	169,09	2,85	148,71	13,07	-
BS1		22,20	17,23	16,29	0,00	36,26	11,30	8,22	8,60
BS2		28,41	40,56	113,51	110,65	23,47	30,73	4,49	107,83
BS3		-	-	19,84	82,57	18,59	18,57	5,98	64,56
CB1		19,60	51,99	-	25,32	23,89	17,79	85,70	84,85
CB2		-	-	-	103,89	65,76	38,88	12,58	126,51
CB3		-	-	-	98,63	20,55	23,76	0,00	338,22
MUC1		441,84	-	-	-	-	-	-	-
MUC2		32,53	-	-	-	-	-	-	-
média		61,18	34,46	45,07	97,25	34,88	64,50	22,11	101,28
desvio		127,40	24,85	31,54	71,32	19,57	85,74	26,54	89,32
mínimo		2,38	7,52	8,56	0,00	2,85	5,48	0,00	8,60
máximo		441,84	84,46	113,51	252,57	70,77	335,65	85,70	338,22

	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
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 médias de larvas de peixes observadas na superfície foram baixas (< 100 larvas.100 m⁻³) nos quatro setores estudados e na maioria das campanhas, com algumas exceções. Nos setores APA Costa das Algas e Abrolhos as maiores densidades médias foram registradas em abril/2022 e julho/2021, respectivamente. Nos setores Foz do Rio Doce e Norte as maiores médias ocorreram em abril/2023 e outubro/2023, respectivamente. Apesar da grande variação espacial e temporal dos dados, pode-se dizer que nos setores APA Costa das Algas e Foz do Rio Doce houve uma tendência das maiores densidades médias de larvas de peixes na superfície ocorrerem durante o período seco. Por outro lado, no Setor Norte a tendência foi de maiores densidades médias durante o período chuvoso. Houve diferenças significativas entre os setores, entre as campanhas e entre os períodos seco e chuvoso nas densidades de larvas de peixes coletadas na superfície. Os setores APA Costa das Algas e Foz do Rio Doce foram diferentes dos setores Norte e Abrolhos.

Tabela 4: Densidade média de larvas de peixes (larvas.100 m⁻³) coletadas na coluna de água em cada estação nos setores APA Costa das Algas (CA), Foz do Rio Doce (SDS, SD, SDN), Norte (DEG, BN, ITA, BS, CB, MUC) e Abrolhos (ABR) no Ano 1 (11-2018 a 07-2019), Ano 2 (11-2019 a 07-2020), Ano 3 (10-2020 a 07-2021), Ano 4 (10-2021 a 08-2022), Ano 5 (10-2022 a 09-2023) e Ano 6 (10-2023) do monitoramento. São apresentados os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão em cada setor e cada campanha. Os traços em algumas estações significam que as mesmas não foram realizadas devido às condições do mar. O Setor Abrolhos não foi mais monitorado a partir de janeiro/2022. Na campanha Emergencial só foram realizadas coletas no Setor Foz. As campanhas de 04-2020, 07-2020, 10-2020, 10-2021 não foram realizadas devido à pandemia da COVID-19.

Ano 1					Ano 2					Ano 3			
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
CA1	8,35	1,74	15,32	35,68	1,97	0,58	-				3,00	4,94	10,26
CA2	36,83	3,09	28,10	29,68	19,61	0,71	-				4,30	17,52	2,22
CA3	18,28	11,36	7,08	228,23	128,42	26,49	-				8,75	26,20	51,78
CA4	25,53	5,52	60,00	43,96	70,11	7,67	-				2,79	36,67	21,47
CA5	3,23	11,18	14,02	12,53	3,24	3,93	-				2,93	5,56	3,55
CA6	28,49	28,85	18,75	96,40	31,01	31,46	-				31,14	27,44	33,90
CA7	9,37	28,74	41,12	25,83	25,84	18,60	-				12,14	316,46	67,39
CA8	14,80	2,06	28,08	22,75	7,45	1,28	-				0,34	1,74	7,42
CA9	0,63	5,96	29,97	19,75	3,24	0,54	-				4,47	1,94	3,84
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
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
média	15,84	12,63	30,54	52,90	34,93	10,53	-				11,38	43,44	22,78
desvio	11,57	9,23	22,22	54,53	38,97	10,95	-				14,19	91,40	23,22
mínimo	0,37	1,74	7,05	4,46	1,97	0,54	-				0,34	1,74	2,22
máximo	36,83	28,85	80,36	228,23	128,42	31,46	-				45,70	316,46	67,39

	Ano 4				Ano 5				Ano 6
Estação	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
CA1		1,46	72,27	26,75	12,16	7,29	4,91	14,62	18,92
CA2		3,61	40,43	10,94	0,53	2,46	26,29	1,99	12,82
CA3		11,98	174,15	26,77	31,56	11,29	179,92	2,04	27,03
CA4		12,73	67,49	17,18	6,91	2,01	139,93	35,22	43,68
CA5		1,56	16,22	13,68	3,93	0,27	11,60	6,40	5,70
CA6		35,04	91,78	66,44	34,19	14,58	351,08	8,74	21,91
CA7		42,59	157,22	13,07	81,99	12,73	192,90	58,38	25,77
CA8		1,08	37,55	10,29	2,28	0,87	16,67	4,67	13,60
CA9		1,27	40,46	10,23	4,18	1,60	10,53	4,20	21,47
CA10		-	-	-	-	-	-	-	-
CA11		-	-	-	-	-	-	-	-
CA12		-	-	-	-	-	-	-	-
CA13		5,47	26,95	5,85	1,11	1,08	18,72	4,30	14,15
CA14		-	-	-	-	-	-	-	-
CA15		6,27	112,89	62,82	19,43	12,88	364,54	7,61	14,05
média		11,19	76,13	24,00	18,03	6,10	119,74	13,47	19,92
desvio		14,35	52,83	21,15	24,34	5,72	137,55	17,63	10,09
mínimo		1,08	16,22	5,85	0,53	0,27	4,91	1,99	5,70
máximo		42,59	174,15	66,44	81,99	14,58	364,54	58,38	43,68

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

	Ano 4				Ano 5				Ano 6
Estação	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
SDS13		0,49	5,60	10,09	9,70	9,95	26,29	11,39	25,46
SDS19		0,35	5,70	13,65	9,15	2,57	40,42	8,87	11,84
SDS20		1,69	18,24	4,03	144,40	13,06	105,20	9,44	34,66
SDS30		16,97	39,48	6,90	34,65	2,16	118,97	3,12	9,40
SDS35		6,12	42,22	10,90	12,42	3,12	363,66	4,98	12,72
SD1		13,95	8,84	11,56	24,19	18,72	30,86	33,98	32,86
SD2		5,68	10,47	5,93	35,07	5,77	8,09	51,75	41,46
SD3		39,82	34,75	3,47	14,47	0,92	25,04	33,63	13,07
SD4		7,46	22,77	6,68	3,57	16,18	122,66	7,10	12,59
SD5		8,90	24,61	15,02	55,83	23,38	129,68	31,87	15,23
SDN12		11,94	77,26	14,02	9,41	6,42	22,90	11,74	125,48
SDN13		2,06	3,54	6,81	4,03	3,99	39,19	19,57	124,80
SDN20		1,01	17,50	20,44	7,63	2,37	14,18	17,90	35,71
SDN29		6,22	5,11	5,76	11,33	3,97	51,33	4,17	16,91
SDN30		3,65	11,12	12,71	6,32	2,13	17,73	14,24	183,27
SDN36		-	-	28,50	7,83	3,39	79,21	3,89	30,32
média		8,42	21,81	11,03	25,48	7,38	74,71	16,73	45,36
desvio		10,04	19,92	6,55	35,99	6,86	87,74	14,05	51,68
mínimo		0,35	3,54	3,47	3,57	0,92	8,09	3,12	9,40
máximo		39,82	77,26	28,50	144,40	23,38	363,66	51,75	183,27

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

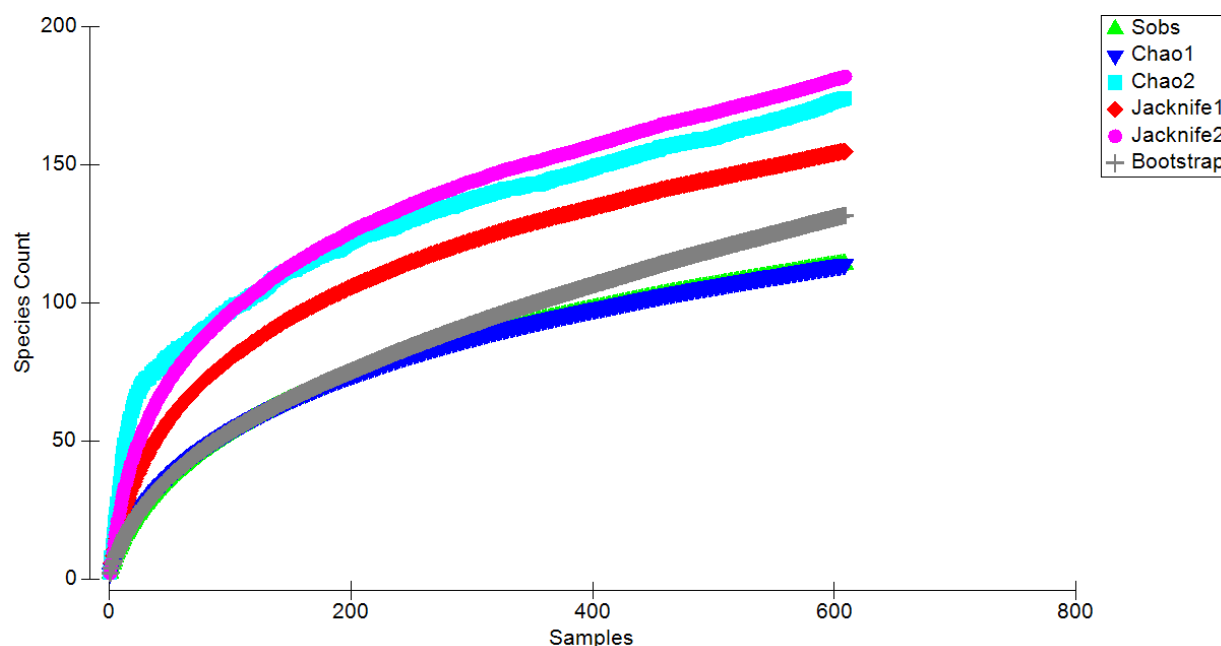
	Ano 4				Ano 5				Ano 6
Estação	10-2021	01-2022	04-2022	08-2022	10-2022	01-2023	04-2023	07-2023	10-2023
DEG1		3,66	3,11	3,58	22,48	7,87	16,25	8,17	8,39
DEG2		6,36	41,87	67,81	16,98	7,27	24,99	0,74	21,18
DEG3		-	-	36,99	44,67	4,82	65,82	10,14	11,57
BN1		2,48	17,11	13,17	79,01	8,82	8,72	3,38	73,88
BN2		27,17	14,97	8,09	1,23	22,76	5,11	34,35	11,49
BN3		-	-	1,59	6,11	11,92	3,84	2,15	32,74
ITA1		1,92	62,30	20,76	55,21	8,42	74,36	43,93	28,40
ITA2		4,21	11,82	23,38	35,11	8,30	11,49	3,58	25,60
ITA3		-	-	15,50	47,11	3,98	51,38	6,39	83,66
BS1		10,67	5,79	12,11	4,21	6,20	5,11	17,14	12,01
BS2		7,46	18,31	16,11	32,96	8,10	3,99	4,06	42,65
BS3		-	-	14,72	10,27	2,80	4,33	13,99	8,32
CB1		4,00	29,55	14,94	2,48	5,89	8,07	42,32	35,07
CB2		-	-	12,06	52,34	18,95	6,20	4,92	43,74
CB3		-	-	2,01	15,37	11,05	1,62	4,65	46,47
MUC1		24,84	-	-	-	-	-	-	-
MUC2		9,12	-	-	-	-	-	-	-
média		9,26	22,76	17,52	28,37	9,14	19,42	13,33	32,35
desvio		8,73	18,98	16,54	23,44	5,38	24,13	14,71	23,02
mínimo		1,92	3,11	1,59	1,23	2,80	1,62	0,74	8,32
máximo		27,17	62,30	67,81	79,01	22,76	74,36	43,93	83,66

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
ABR1	12,41	-	19,47	-	-	27,49	-				0,61	-	35,31		4,59
ABR2	9,85	-	12,66	-	-	-	-				-	-	-		-
ABR3	32,81	-	11,58	-	-	13,74	-				21,88	-	38,91		8,95
ABR4	13,22	-	19,72	-	-	8,67	-				23,10	-	43,26		14,38
ABR5	10,16	-	14,61	-	-	15,62	-				15,08	-	10,07		11,88
média	15,69	-	15,61	-	-	16,38	-				15,17	-	31,89		9,95
desvio	9,68	-	3,80	-	-	7,97	-				10,32	-	14,90		4,21
mínimo	9,85	-	11,58	-	-	8,67	-				0,61	-	10,07		4,59
máximo	32,81	-	19,72	-	-	27,49	-				23,10	-	43,26		14,38

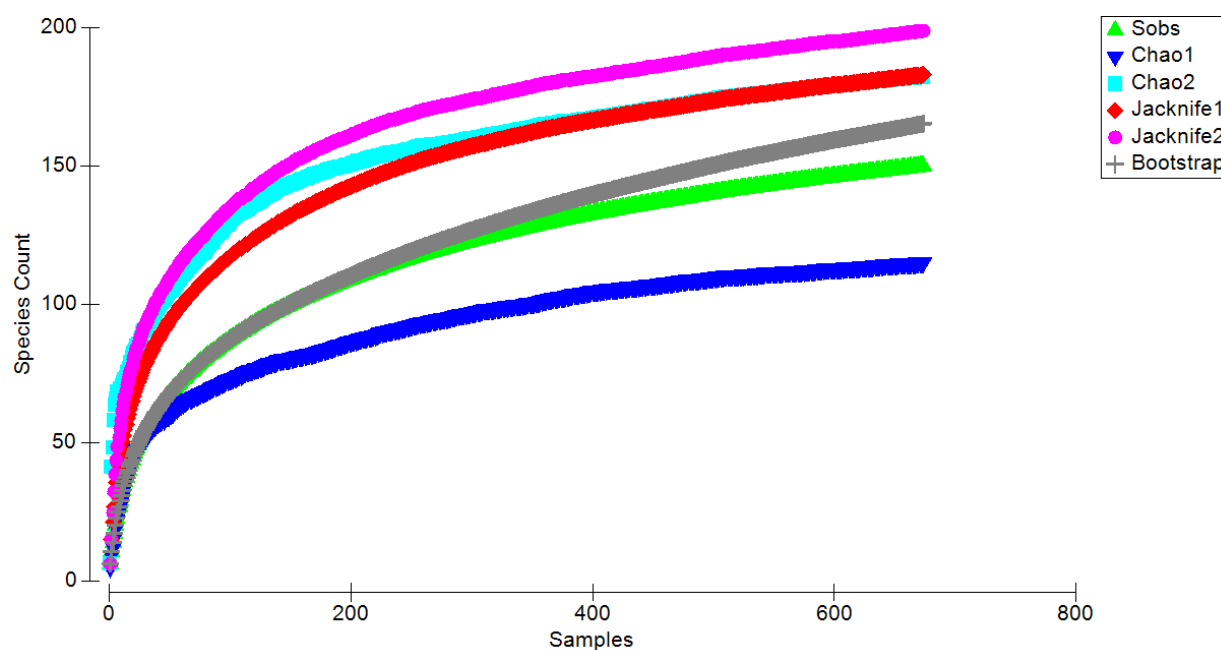
Assim como nas amostras coletadas na superfície, na coluna de água as densidades médias de larvas de peixes foram baixas (< 100 larvas.100 m⁻³) nos quatro setores estudados ao longo do monitoramento. Nos setores APA Costa das Algas e Foz do Rio Doce as maiores médias ocorreram em abril/2023. No Setor Norte a maior média foi registrada na campanha de janeiro/2019. No Setor Abrolhos todas as densidades médias foram inferiores a 50 larvas.100 m⁻³, e o maior valor ocorreu em julho/2021. Não foi registrado um padrão espacial e temporal da distribuição das densidades de larvas de peixes na coluna de água. Entretanto, nos setores APA Costa das Algas, Foz do Rio Doce e Abrolhos houve uma tendência dos maiores valores ocorrerem durante o período seco. Houve diferenças significativas entre os setores, entre as campanhas e entre os períodos seco e chuvoso nas densidades de larvas de peixes coletadas na coluna de água. Depois da chegada da lama oriunda do rompimento da barragem na região costeira foi registrado aumento da quantidade de material em suspensão. Alguns estudos indicam que muito material em suspensão prejudica a respiração (BEZERRA Jr., 1999) e a alimentação dos peixes (AUTHMAN et al., 2015). Portanto, mesmo que tenha alimento (fito e zooplâncton) disponível muita turbidez pode inibir a habilidade das larvas de capturar as presas e com isso diminuir o sucesso na alimentação desses organismos (AXLER et al., 2020). O aumento de turbidez, principalmente no período chuvoso, provavelmente contribuiu para a baixa densidade de larvas, tanto na superfície quanto na coluna de água, na área de estudo.

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: 11-2018 a 07-2019 , Ano 2: 11-2019 a 07-2020, Ano 3: 10-2020 a 07-2021, Ano 4: 10-2021 a 08-2022; Ano 5: 10-2022 a 09-2023; Ano 6: 10-2023) nos quatro setores (APA Costa das Algas, Foz do Rio Doce, Norte e Abrolhos). O Setor Abrolhos parou de ser monitorado a partir de janeiro/2022. Essa análise reflete a riqueza de táxons de larvas de peixes registradas ao longo do monitoramento. A curva verde (Sobs) representa o número de táxons observados na área de estudo.

(A)



(B)

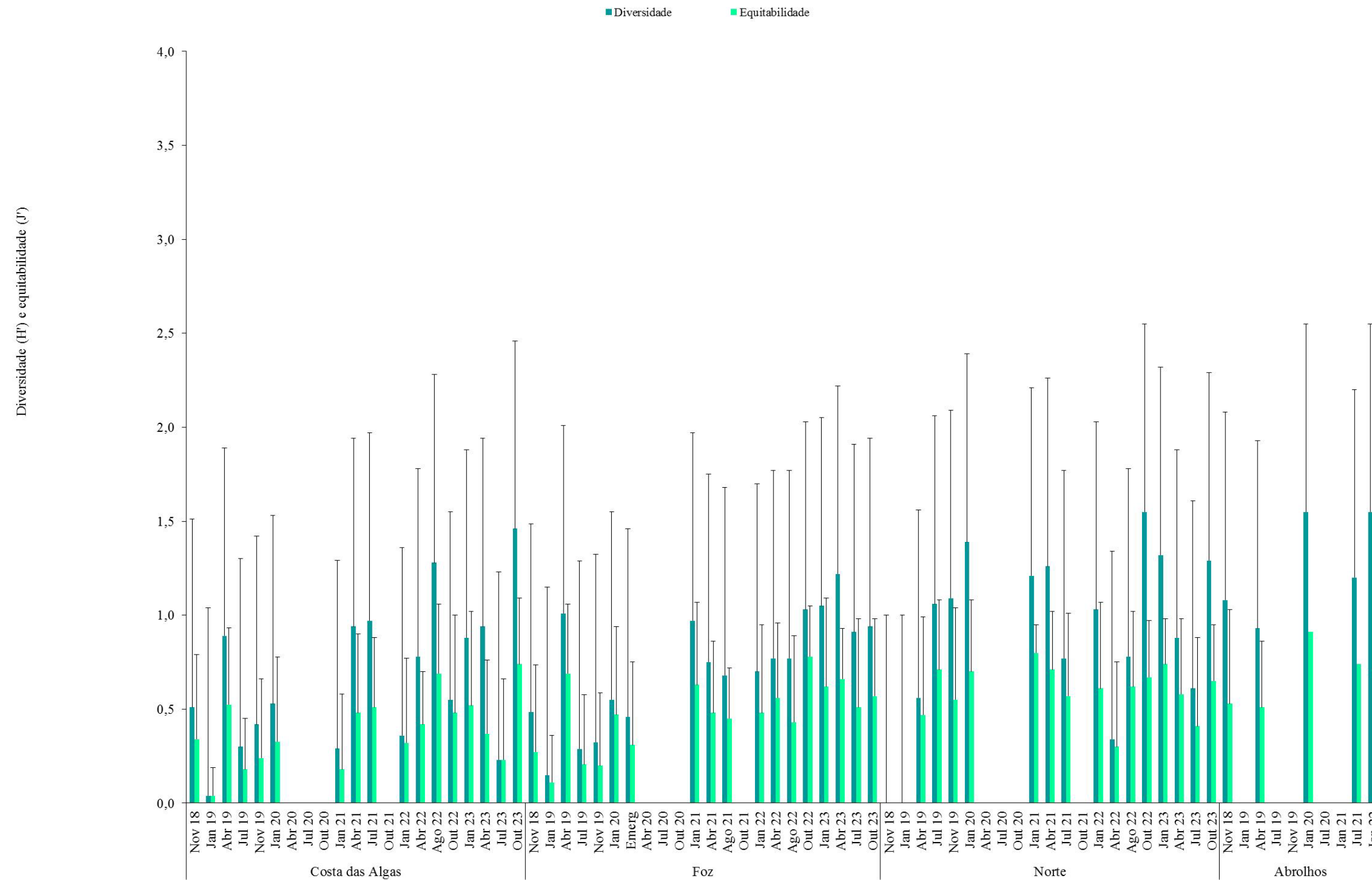


Os resultados da curva de acumulação de espécies, realizadas com as amostras obtidas em todas as campanhas, refletem a riqueza de táxons de larvas registradas ao longo do monitoramento nos quatro setores estudados. Com base nesses resultados pode-se dizer que entre novembro/2018 e outubro/2023 na superfície foram coletados entre 63% e 87% dos táxons esperados para a área de estudo, considerando o esforço amostral. Na coluna de água esse percentual variou entre 75% a 91% dos táxons esperados. Ao longo do monitoramento foram identificadas 85 famílias e 147 espécies, e aproximadamente 18% dessas espécies ocorreram nos quatro setores estudados e 22% foram registradas em pelo menos três setores. Aproximadamente 20% ocorreram apenas no Setor APA Costa das Algas, 7% somente no Setor Foz do Rio Doce, 5% só no Setor Norte, e 3% apenas no Setor Abrolhos.

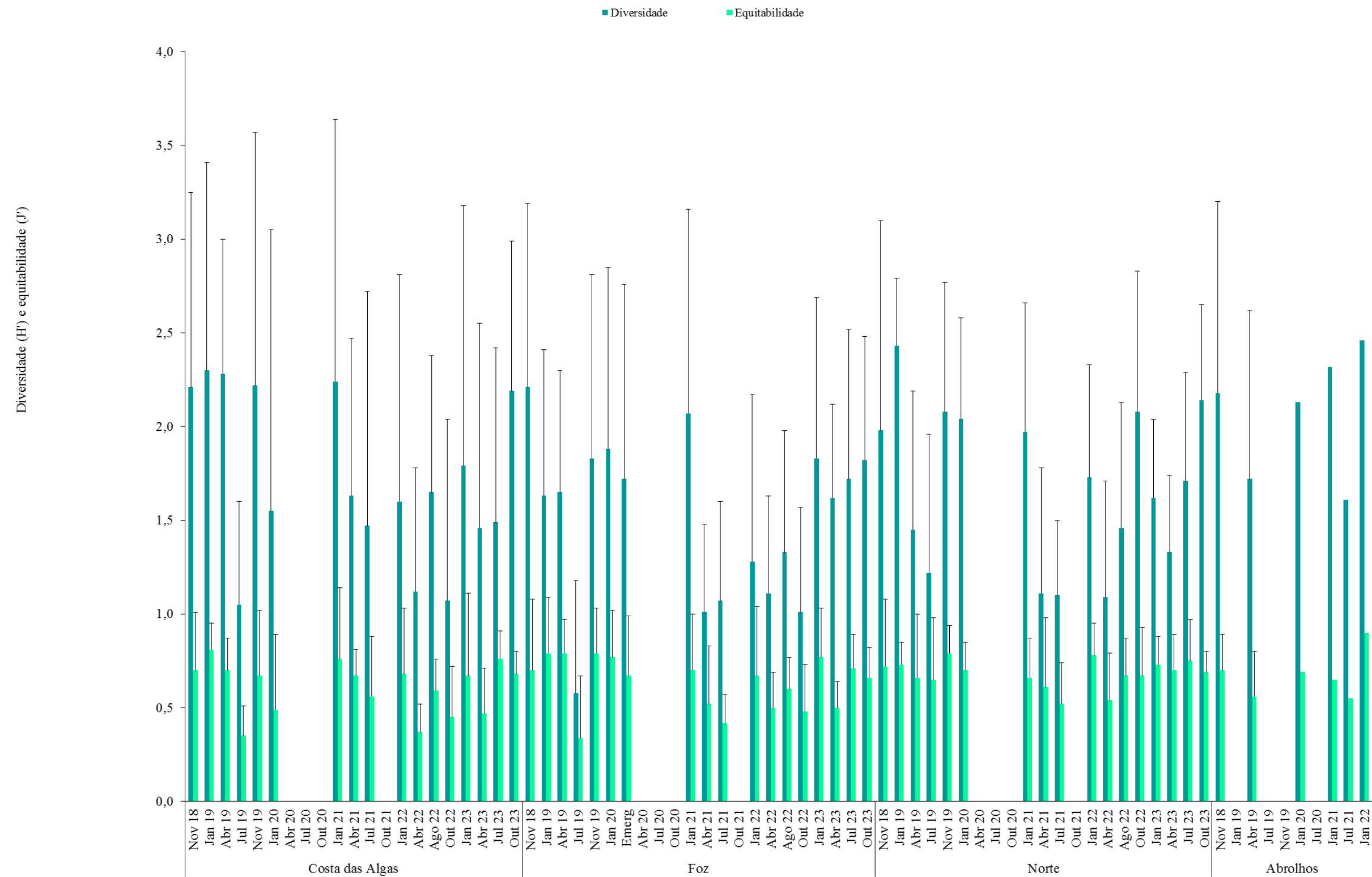
Alguns táxons registrados em 2016 (BONECKER et al., 2019), logo após a chegada da lama oriunda do rompimento da barragem na região marinha, não foram coletados ao longo do monitoramento. Alguns desses táxons são *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae), *Pseudoplatystoma* sp. (Pimelodidae), *Hypsoblennius invemar* (Blenniidae), *Gobiesox strumosus* (Gobiesocidae), entre outros. No período chuvoso foram registradas larvas de Siluriformes (bagres), Characiformes e Gymnotiformes que são características de água doce evidenciando a influência do Rio Doce no Setor Foz. Larvas de espécies que têm hábitos mesopelágicos também foram registradas ao longo do monitoramento, principalmente nas estações mais profundas, o que é uma evidência de contribuição da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) nessas estações. Entre as espécies identificadas ao longo do monitoramento apenas *Hippocampus erectus* e *H. reidi* (cavalo marinho) são consideradas vulneráveis pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção e *Balistes capriscus* está quase ameaçada. A maioria das espécies registradas na área de estudo está classificada como menos preocupante (ICMBio/MMA, 2018).

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 nos setores APA Costa das Algas (CA), Foz do Rio Doce (SDS, SD, SDN), Norte (DEG, BN, ITA, BS, CB, MUC) e Abrolhos (ABR) no Ano 1 (11-2018 a 07-2019), Ano 2 (11-2019 a 07-2020), Ano 3 (10-2020 a 07-2021), Ano 4 (10-2021 a 08-2022), Ano 5 (10-2022 a 09-2023) e Ano 6 (10-2023) do monitoramento. O Setor Abrolhos não foi mais monitorado a partir de janeiro/2022. As campanhas de 04-2020, 07-2020, 10-2020, 10-2021 não foram realizadas devido à pandemia da COVID-19.

(A)



(B)



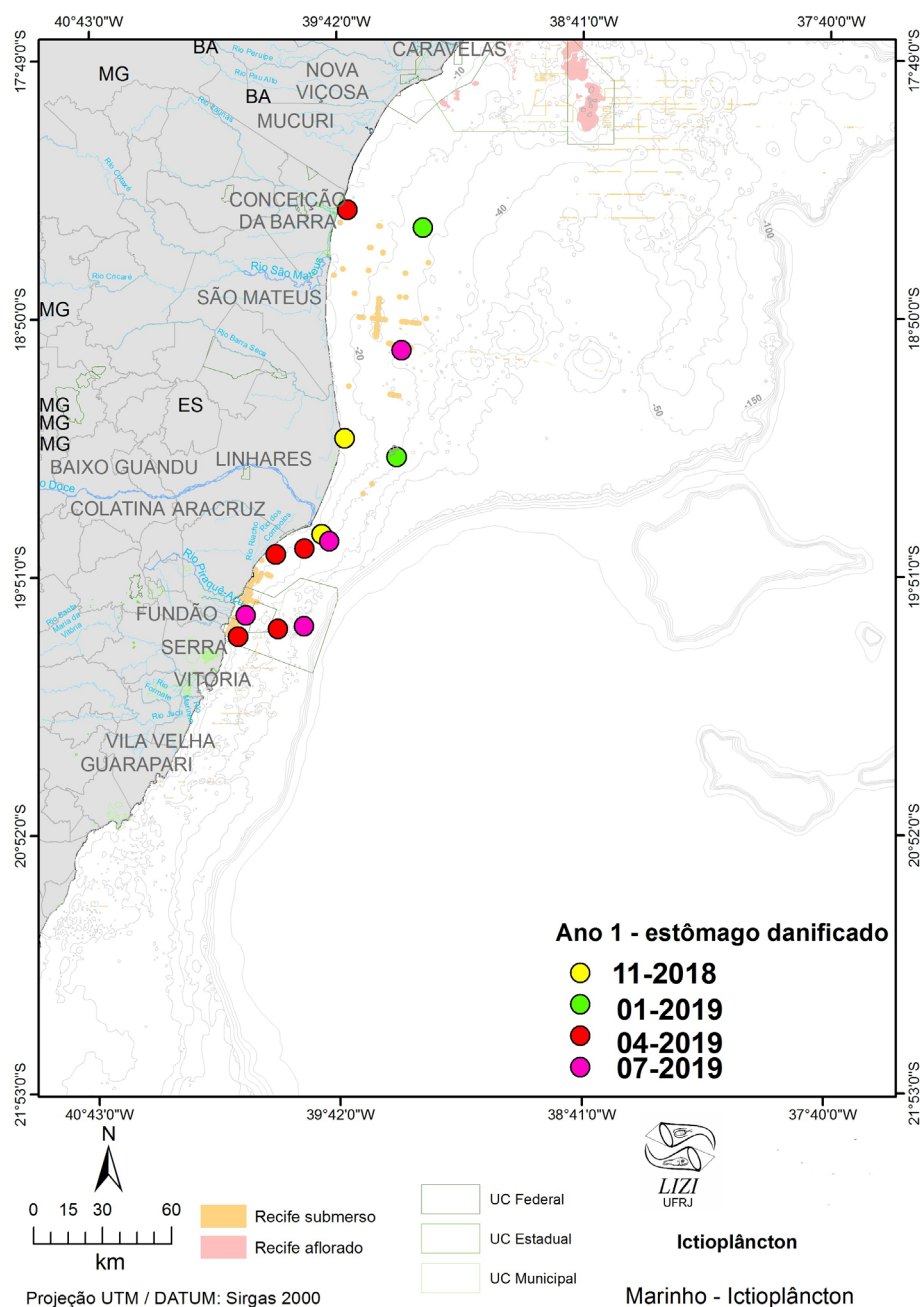
A maior parte dos valores médios de diversidade foram baixos ($< 3,0$) em todos os setores tanto na superfície, quanto na coluna de água nas 18 campanhas realizadas. As maiores diversidades médias ocorreram nos setores Abrolhos e Norte tanto na superfície quanto na coluna de água. Na superfície os maiores valores ocorreram em outubro/2023 (Setor APA Costa das Algas), abril/2023 (Setor Foz do Rio Doce), outubro/2022 (Setor Norte) e janeiro/2020 e 2022 (Setor Abrolhos). Dessa forma, não foi observado um padrão espacial e temporal na distribuição da diversidade de larvas de peixes na superfície. Entretanto, houve uma tendência de maiores valores médios durante o período chuvoso. Na coluna de água as maiores médias ocorreram sempre no período chuvoso nos quatro setores estudados: janeiro/2019 (Setor APA Costa das Algas e Norte), novembro/2018 (Setor Foz do Rio Doce), e janeiro/2022 (Setor Abrolhos). Na superfície e na coluna de água houve diferença significativa entre os setores e as campanhas. Os setores APA Costa das Algas e Foz do Rio Doce foram diferentes dos setores Norte e Abrolhos na superfície. Na coluna de água o Setor APA Costa das Algas foi diferente do Setor Foz do Rio Doce, e esse, por sua vez, foi diferente também do Setor Abrolhos. As diversidades não foram significativamente diferentes entre os dois períodos de estudo na superfície, mas foram diferentes na coluna de água. A equitabilidade seguiu a mesma tendência da diversidade, de maneira geral.

A análise de similaridade (ANOSIM) da assembleia de larvas de peixes registrada na superfície mostrou que houve diferença significativa entre os quatro setores (R Global = 0,023; nível de significância = 3,5%), entre as campanhas (R Global = 0,11; nível de significância = 0,1%) e os períodos seco e chuvoso (R Global = 0,075; nível de significância = 0,1%). Na superfície a análise SIMPER mostrou que, de maneira geral, houve maior contribuição de Engraulidae (manjubas), Clupeidae (sardinhas), *Haemulon plumierii* (cocoroca boca velha), *C. chrysurus* (palombeta), Syngnathinae (peixe cachimbo), *Macrodon ancylodon* (pescada foguete), *Stellifer rastrifer* (cangoá), *Atherinella brasiliensis* (manjuba verde) na formação das assembleias nos quatro setores, nas 18 campanhas e nos dois períodos de estudo. Nas assembleias de larvas de peixes na coluna de água também houve diferença significativa (ANOSIM) entre os setores (R Global = 0,056; nível de significância = 0,1%), entre as campanhas (R Global = 0,123; nível de significância = 0,1%) e entre os dois períodos de estudo (R Global = 0,061; nível de significância = 0,1%). Além dos táxons citados para a superfície, outros também contribuíram para a formação das assembleias de larvas de peixes na coluna de água (SIMPER), tais como: *Ptereleotris randalli* (linha azul), Labridae (budião), Lujanidae (ariocó), *Pellona harroweri* (sardinha grande), *Eucinostomus* sp. (carapicu), Apogonidae (totó), *Achirus lineatus* (aramaçá tapa).

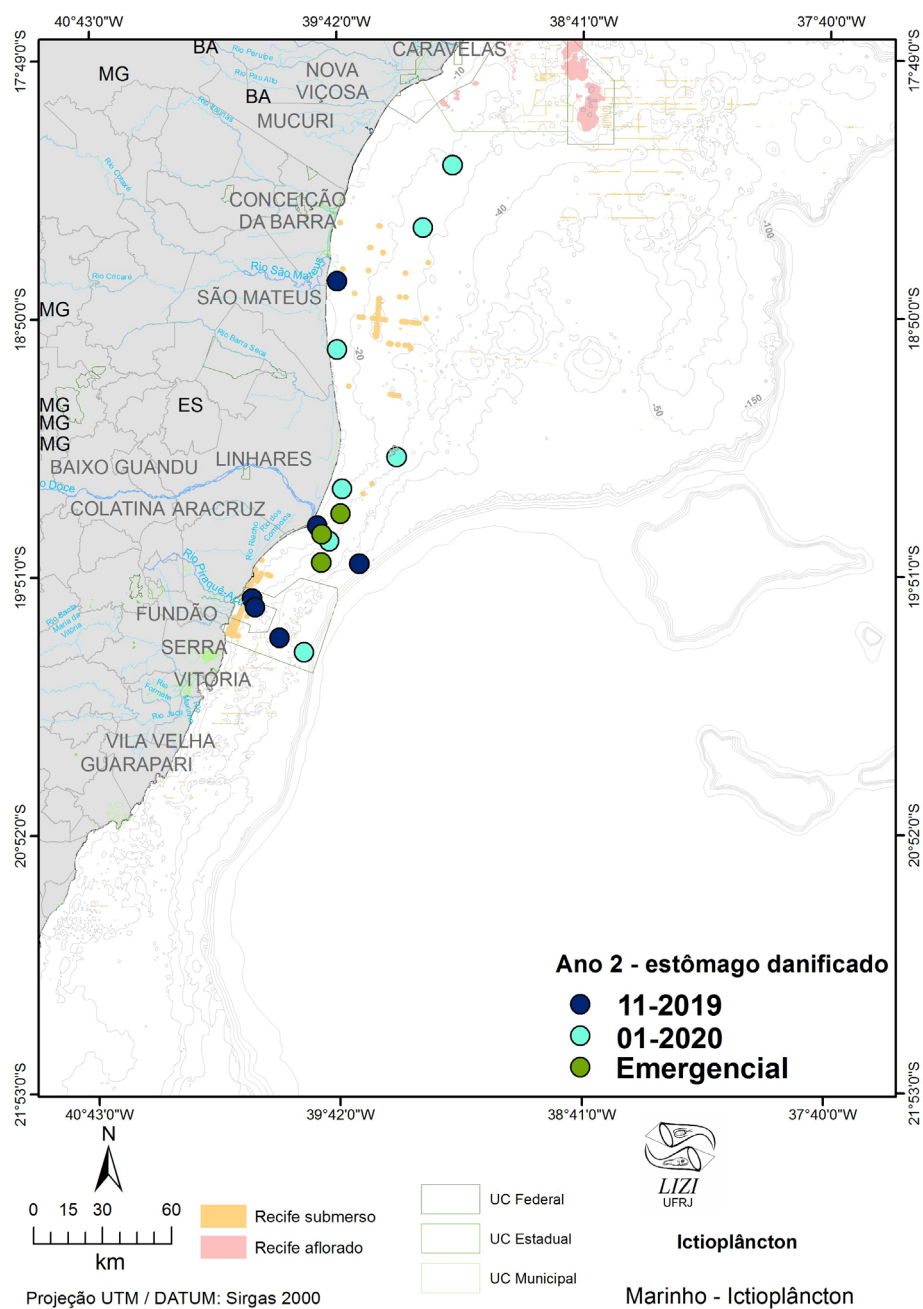
3.4 INTEGRIDADE MORFOLÓGICA DAS LARVAS DE PEIXES

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: 11-2018 a 07-2019 (A), Ano 2: 11-2019 a 07-2020 (B), Ano 3: 10-2020 a 07-2021 (C), Ano 4: 10-2021 a 08-2022 (D), Ano 5: 10-2022 a 09-2023 (E) e Ano 6: 10-2023 (F) do PMBA/Fest. O Setor Abrolhos não foi mais monitorado a partir de janeiro/2022. Em alguns casos, ocorreram larvas com trato digestório danificado na mesma estação de coleta em campanhas diferentes. Nessas situações, os símbolos ficaram sobrepostos e foram representados no mapa por uma das campanhas apenas. Nas campanhas que começaram em um mês e terminaram em outro foi usada como referência nas legendas a data do início das coletas.

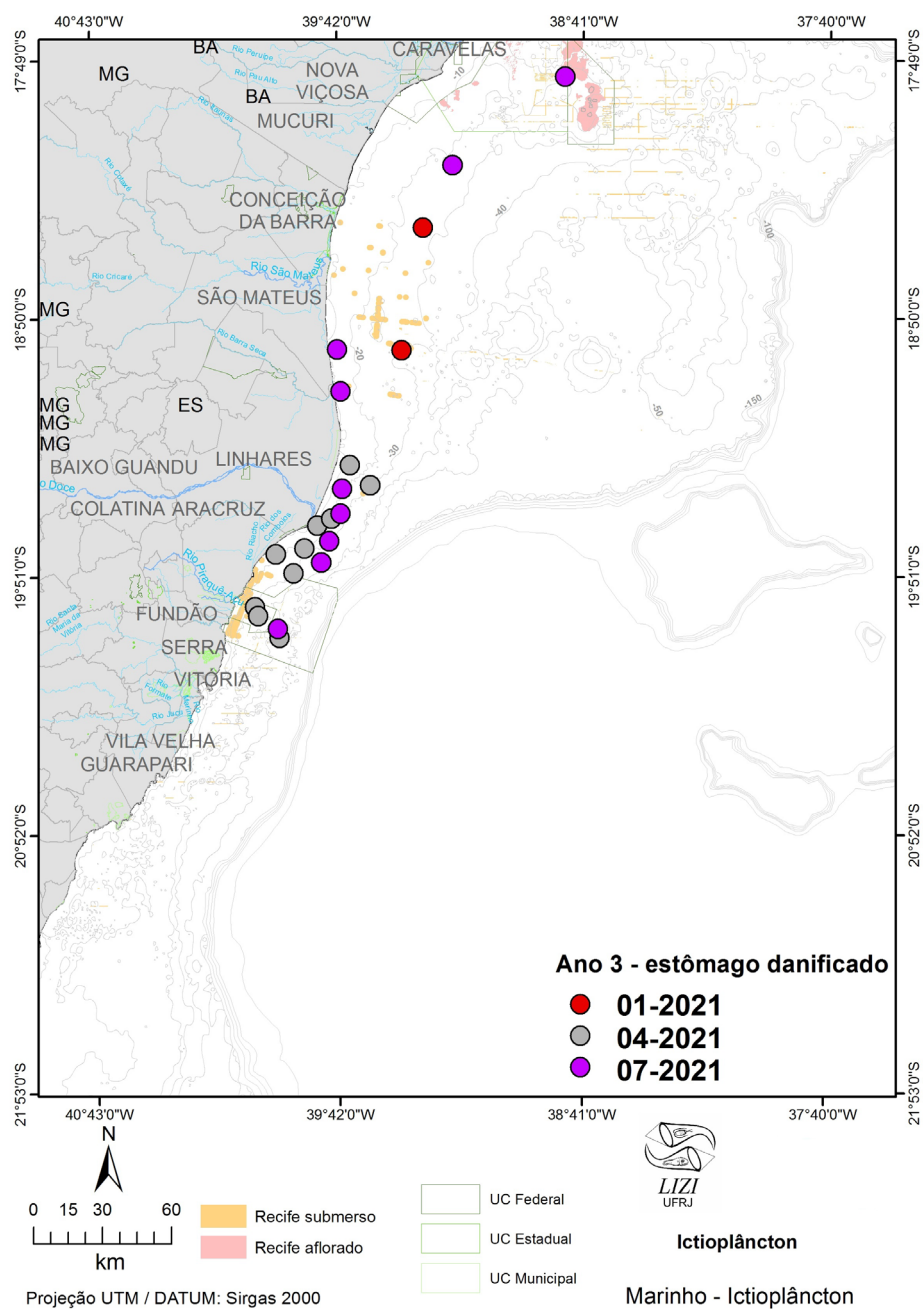
(A)



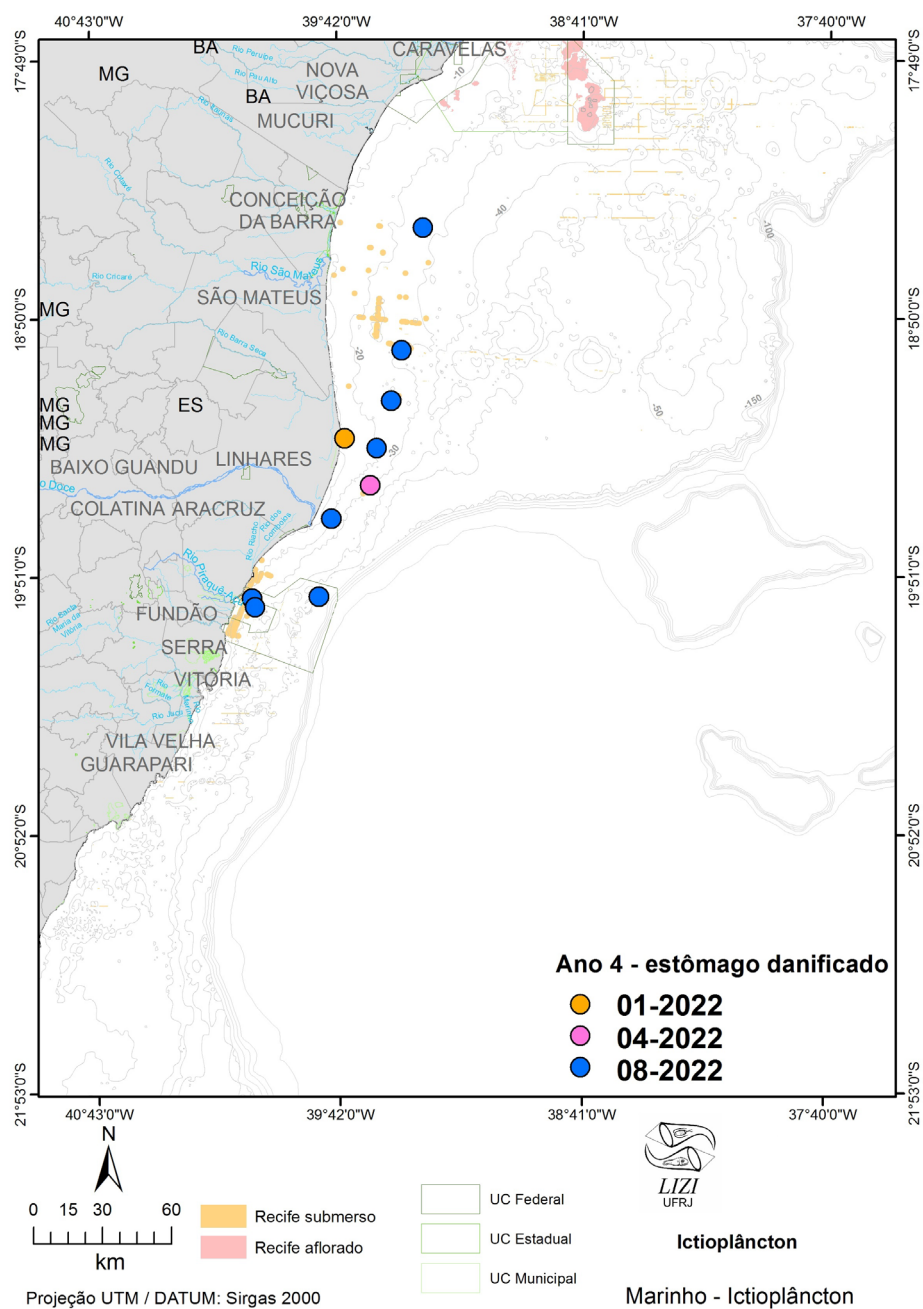
(B)



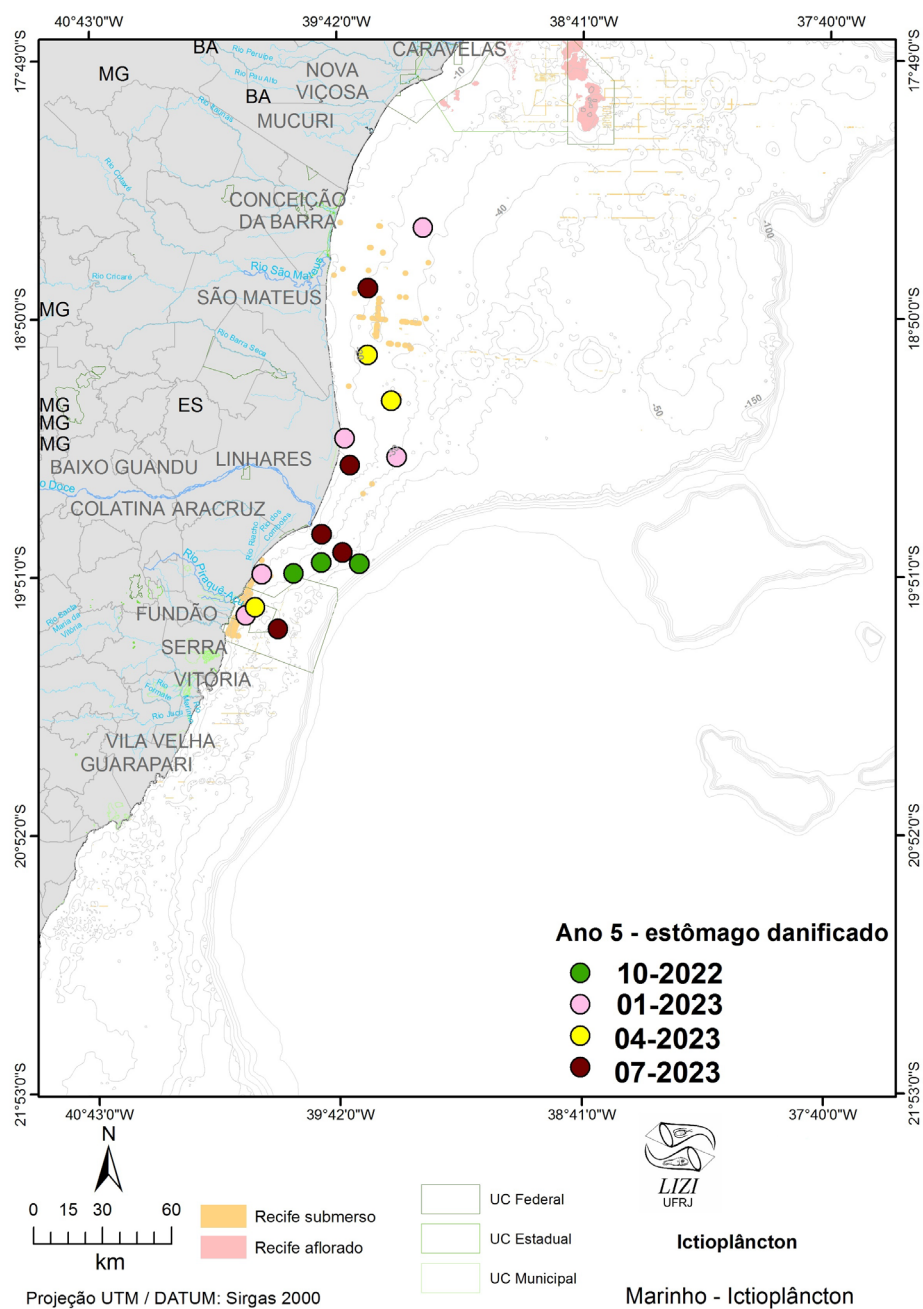
(C)



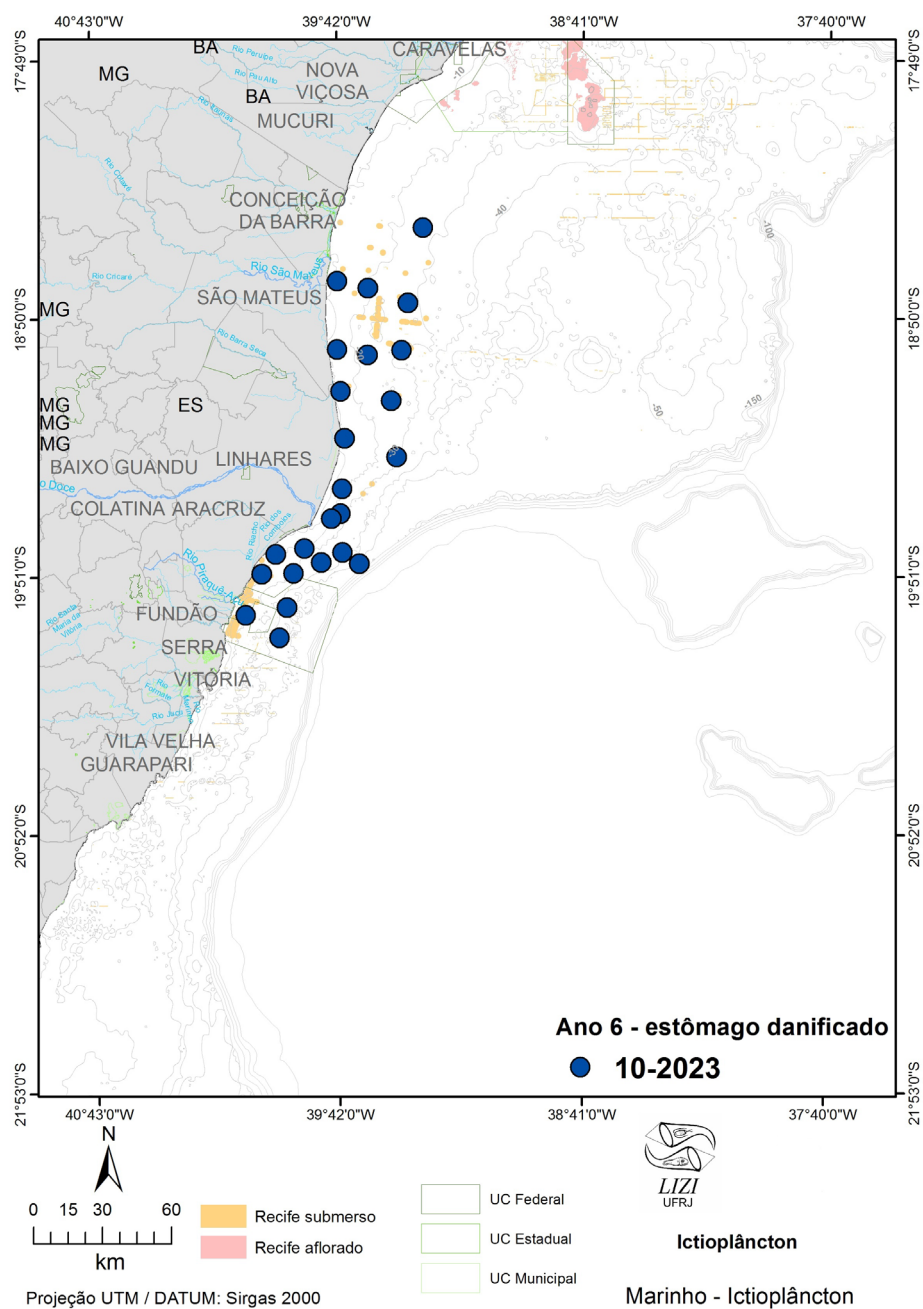
(D)



(E)



(F)



Ao longo do monitoramento foram observadas larvas de peixes com trato digestório danificado em todas as campanhas. Entre novembro/2018 e outubro/2023 foram coletadas 253 larvas com trato digestório danificado. As densidades desses organismos variaram entre 0,23 e 5,41 larvas.100 m⁻³, com média de 1,82 larvas.100 m⁻³ (DP = 0,93). Essas larvas foram registradas amplamente na área de estudo desde Vitória até Abrolhos, mas as maiores ocorrências foram nos setores Foz do Rio Doce (125 larvas, representando 49% do total de larvas danificadas), Setor Norte (96 larvas, representando 38%) e APA Costa das Algas (30 larvas, representando 12%). O maior número de larvas com trato digestório danificado foi registrado durante o Ano 6 (97 larvas, correspondendo a 38%), seguido do Ano 3 (46 larvas, representando 18%), do Ano 2 (40 larvas, compreendendo 16%), Ano 1 (32 larvas, representando 13%), Ano 5 (27 larvas, representando 11%), e Ano 4 (11 larvas, representando 4%). Essas larvas representaram menos de 1% do total coletado em cada campanha, com exceção da campanha de outubro/2023 quando contribuíram com 1,40% do total coletado. As larvas com essas características pertencem a várias famílias, mas deve-se destacar a palombeta *Chloroscombrus chrysurus* (Carangidae) que é uma espécie bioacumuladora de metais. Um estudo sobre os impactos de rejeitos de uma mina sobre peixes marinhos adultos mostrou que a espécie *C. chrysurus* parece ser um forte bioacumulador de cádmio, chumbo e zinco (GNANDI et al., 2006). Em 2016, no pré-PMBA/Fest-RRDM, foram registradas larvas das espécies *Chloroscombrus chrysurus* (palombeta) e *Monacanthus ciliatus* (Monacanthidae - porquinho de franja) com tratos digestórios danificados (BONECKER et al., 2019). Nesse estudo verificou-se a relação destas larvas com altas concentrações de metais, principalmente ferro e manganês. Larvas de peixes com essas características representaram 7,4% do total de larvas coletadas na região norte da área de estudo (BONECKER et al., 2019).

Nos estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes a toxicidade dos metais é mais acentuada e tem diversos efeitos sobre o organismo, tais como: retardo no desenvolvimento, deformidades morfológicas e funcionais ou até mesmo a morte (Authman et al., 2015). Além da ação dos metais presentes na região marinha, outra causa possível do dano observado no trato digestório das larvas de peixes é a diminuição da disponibilidade de alimento e/ou a qualidade do mesmo. Quando o alimento é escasso ou há um retardo no início da alimentação exógena, algumas espécies podem ter o trato digestório danificado (Kjørsvik et al., 1991; Rios et al., 2004). Um estudo de toxicidade em elutriato de sedimento oriundo do rejeito da barragem de Mariana (Yamamoto et al., 2022) mostrou que não ocorreu mortalidade significativa, mas foram registradas altas taxas de deformidades e danos ao DNA nos embriões de peixes. A análise multivariada realizada por esses autores evidenciou 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 observados por Yamamoto et al. (2022) corroboraram os danos que registramos nas larvas de peixes da região marinha desde o início do monitoramento. As larvas com trato digestório danificado encontradas na região marinha são evidências dos efeitos crônicos do rejeito oriundo do rompimento da barragem sobre a comunidade ictioplanctônica por toda a área de estudo.

Figura 7: Larvas de *Chloroscombrus chrysurus* (A) e Sciaenidae (B) com deformidades coletadas na área de estudo durante o Ano 4 (10-2021 a 08-2022), Ano 5 (10-2022 a 09-2023) e Ano 6 (10-2023) do PMBA/Fest.

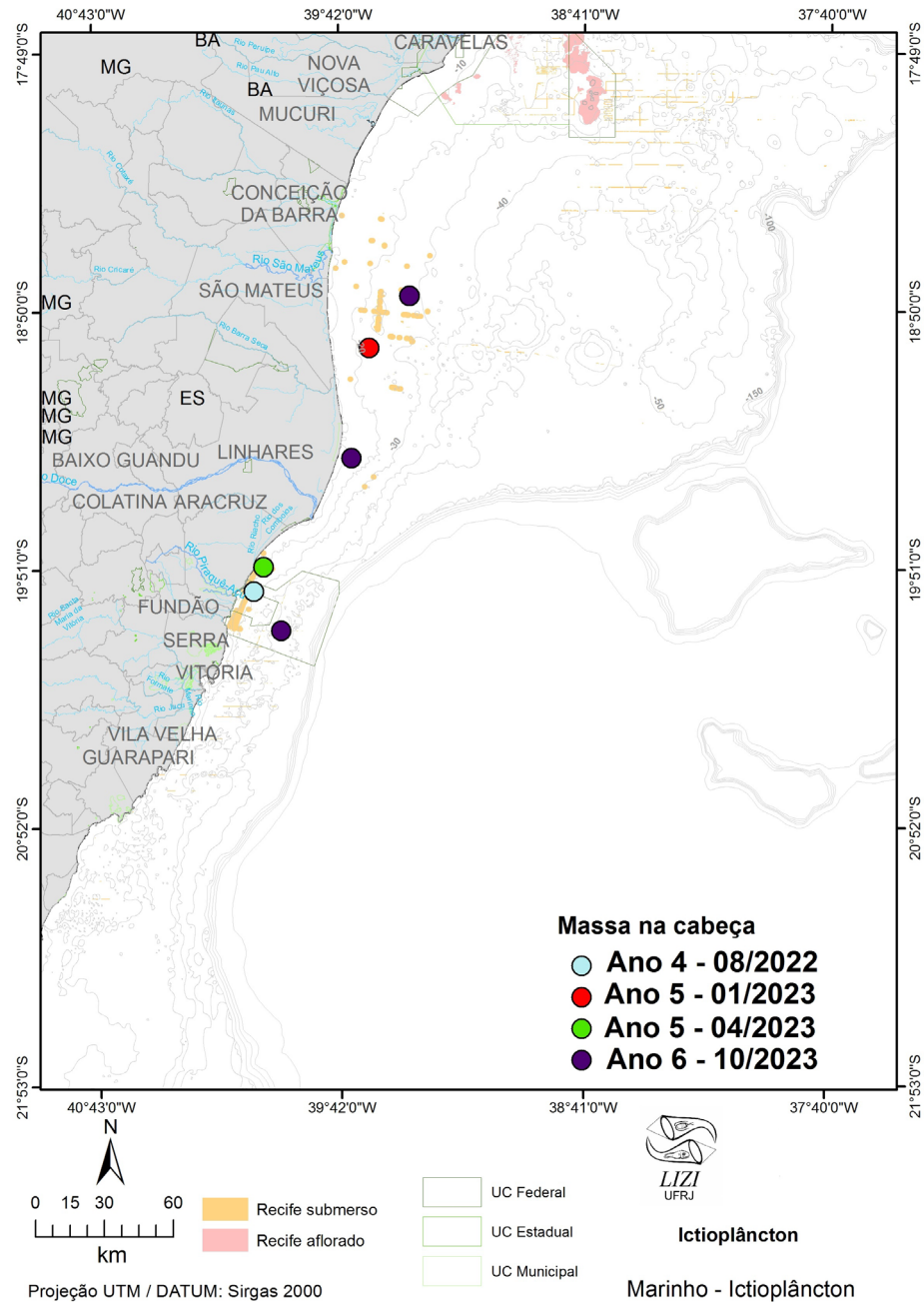
(A)



(B)



Figura 8: Distribuição das larvas de peixes com deformidade na cabeça coletadas na área de estudo tanto na superfície como na coluna de água nas campanhas realizadas durante o Ano 4 (10-2021 a 08-2022), Ano 5 (10-2022 a 09-2023) e Ano 6 (10-2023) do PMBA/Fest.



Além das larvas com trato digestório danificado, no Ano 4 (outubro/2021), Ano 5 (janeiro/2023 e abril/2023) e Ano 6 (outubro/2023) foram registradas sete larvas com uma deformidade na região dorsal da cabeça. As densidades dessas larvas variaram entre 0,45 e 2,60 larvas.100 m⁻³, com média de 1,07 larvas.100 m⁻³ (DP = 0,96). No Ano 6 foram coletadas quatro larvas com essas características (57%), no Ano 5 foram duas larvas (29%) e no Ano 4 foi uma larva (14%). Entre as larvas coletadas com essa característica, estão, por exemplo: *C. chrysurus* em agosto/2022 no Setor APA Costa das Algas, Sciaenidae (corvina, pescada) em janeiro/2023 no Setor Norte, Paralichthyidae (linguado) em outubro 2023 no Setor Foz do Rio Doce e *Syacium papillosum* (linguado) em outubro de 2023 no Setor APA Costa das Algas. Ainda não é possível dizer se essa deformidade é algum tipo de tumor ou qualquer outra anomalia congênita. Alguns metais como o cádmio e mercúrio podem causar tumores e outros problemas para a saúde dos peixes (AFSHAN et al., 2014; FATIMA et al., 2020).

Os metais também podem induzir danos neuromusculares que podem levar a deformidades no esqueleto dos peixes, enfraquecimento dos ossos e más formações (BERILLIS, 2015). Os resultados registrados ao longo do monitoramento evidenciam o efeito crônico da pluma de lama oriunda do rompimento da barragem sobre as larvas de peixes. A distribuição de larvas com essas características por toda a área de estudo mostra como esses organismos estão sujeitos ao transporte passivo pelas correntes marinhas e como o efeito da presença da pluma pode ser sentido além das estações localizadas no Setor Foz do Rio Doce.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS 5 ANOS DE MONITORAMENTO ACERCA DOS INDICADORES OBSERVADOS E O AMBIENTE MONITORADO

Os indicadores do Ictioplâncton se mostraram eficientes e contribuíram para avaliar o impacto residual do rompimento da barragem sobre a comunidade planctônica. Durante o monitoramento foram observadas variações no ambiente marinho costeiro, como por exemplo, aumento da vazão do Rio Doce, da concentração de metais e da turbidez durante o período chuvoso e a incidência de ondas. Eventos meteocanográficos de alta energia também contribuíram para ressuspender a lama de rejeito que foi depositada na região marinha, afetando a comunidade ictioplanctônica.

O monitoramento mostrou que durante o período de estudo foram registradas baixas densidades ictioplanctônicas, de maneira geral, tanto na superfície quanto na coluna de água em todos os setores e nos dois períodos de estudo. Entretanto, foi possível observar picos de densidades de ovos de peixes, principalmente na superfície, indicando a ocorrência de desovas pontuais ao longo dos anos de estudo. É importante destacar que a maior parte dos ovos de peixes registrados nas amostras coletadas na superfície foi classificada como não viáveis, ou seja, os mesmos já estavam mortos antes da coleta. Ao longo do monitoramento verificou-se que os ovos não viáveis ficaram associados com o cádmio particulado e ferro dissolvido, sugerindo a influência desses metais sobre o alto percentual dos ovos com essa característica. Esse fato reflete também na densidade de larvas de peixes presentes na superfície e na coluna de água.

Não foi possível observar um padrão espacial e temporal de distribuição do ictioplâncton, uma vez que houve muita variação dos dados ao longo dos anos e nos quatro setores. Porém, houve uma tendência de maiores densidades de ovos de peixes na superfície ocorrerem durante o período seco. No caso das larvas de peixes obtidas na superfície nos setores APA Costa das Algas e Foz do Rio Doce houve uma tendência das maiores densidades médias ocorrerem durante o período seco. Por outro lado, no Setor Norte a tendência das maiores densidades médias foi durante o período chuvoso. Na coluna de água nos setores APA Costa das Algas, Foz do Rio Doce e Abrolhos a tendência das maiores densidades médias de larvas de peixes ocorreu durante o período seco.

Os resultados das curvas de acumulação mostraram que após os cinco anos de estudo ainda não foram coletados todos os táxons previstos, de acordo com o esforço amostral, tanto na superfície quanto na coluna de água. Alguns táxons que foram registrados durante o pré-PMBA/Fest-RRDM em 2016, não foram observados ao longo do monitoramento do PMBA/Fest-RRDM, e esse fato pode ter sido influenciado pelas alterações ocorridas na região marinha costeira em função da chegada da lama oriunda do rompimento da barragem.

A diversidade foi considerada baixa e observou-se a dominância de alguns táxons, o que é comum nas comunidades ictioplanctônicas. Entretanto, as assembleias de larvas de peixes foram significativamente diferentes na superfície e na coluna de água considerando todas as campanhas, os quatro setores e os períodos seco e chuvoso. Os táxons registrados ao longo do monitoramento são comuns na costa brasileira e não houve registro de ocorrência nova.

A influência da lama com metais sobre a comunidade ictioplanctônica também foi observada pela presença de larvas de peixes com trato digestório danificado e com deformidade na cabeça. As larvas com o trato digestório danificado foram registradas desde a chegada da lama oriunda do rompimento da barragem na região marinha. O surgimento de larvas com deformidades na cabeça a partir do Ano 4 do monitoramento é uma evidência do efeito crônico da lama de rejeitos na região marinha desde a Foz do Rio Doce até o Setor Abrolhos mesmo após oito anos do rompimento da barragem,

5 ITENS PREVISTOS E NÃO REALIZADOS: JUSTIFICATIVAS

Todos os itens previstos foram cumpridos para o Tema.

6 REFERÊNCIAS

- AFSHAN et al. Effect of different heavy metal pollution on fish. **Research Journal of Chemical and Environmental Sciences**. 2(1): 74-79. 2014
- AUTHMAN, M. M. N et al. Use of Fish as Bio-indicator of the Effects of Heavy Metals Pollution. **Aquaculture Research & Development**, 6(4): 1-13. 2015.
- AXLER, K. E. et al. Consequences of plume encounter on larval fish growth and condition in the Gulf of Mexico. **Marine Ecology Progress Series**. 650: 63-80. 2020. <https://doi.org/10.3354/meps13396>.
- BERILLIS, P. Factors that can lead to the development of skeletal deformities in fishes: a review. **Journal of FisheriesSciences.com**. 9(3): 017-023. 2015.
- BEZERRA JÚNIOR, J. L. **Ictioplâncton e ictionêuston como indicadores da qualidade de água do Porto de Suape – PE (Brasil)**. Universidade Federal de Pernambuco. Pós-graduação em Oceanografia. 107 pag. 1999.
- BONECKER, A. C. T.; CASTRO, M. S. **Atlas de larvas de peixes da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional Série Livros n. 19. 216 pag. 2006.
- BONECKER, F. T. et al. Larval fish assemblage in a tropical estuary in relation to tidal cycles, day/light and seasonal variations. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 4: 238-245. 2009.
- BONECKER, A. C. T. et al. **Catálogo dos estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes da bacia de Campos**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia. Zoologia: guias e manuais de identificação séries. Disponível em <http://books.scielo.org>. 295 pag. 2014.
- BONECKER, A. C. T. et al. Larval fish assemblages of the coastal area affected by the tailings of the collapsed dam in southeast Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 32, 2019.
- BUNN, N. A. et al. literature review of studies on fish egg mortality: implications for the estimation of spawning stock biomass by the annual egg production method. **Science Series Technical Report, CEFAS**, Lowestoft, 111: 37 pag. 2000.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Natural Environmental Council, Plymouth Laboratories, Plymouth. 2nd Edition. 2001.
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philos. Transactions of the Royal Society of London series B-Biological Sciences**, v. 345: 101-118, 1994.
- DABAN, I. B. et al. A. Spatial and temporal variations of anchovy eggs and larvae, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), around Gökçeada Island, North Aegean Sea. **Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment**, 26(1): 84-99. 2020.

ELLIS, J. R. et al. Spawning and nursery grounds of selected fish species in UK waters **Science Series Technical Report, CEFAS**. Lowestoft, 147: 56 pag. 2012.

FATIMA, S. et al. Water pollution of heavy metals and its effects on fishes. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**. 8(3): 06-14. 2020.

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

FRICKE, R. et al. (Eds.). **Eschmeyer's Catalog of fishes: genera, species, references**. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Versão eletrônica. 2024. Acesso em: 01/2024.

GNANDI, K. et al. K. The Impact of Phosphate Mine Tailings on the Bioaccumulation of Heavy Metals in Marine Fish and Crustaceans from the Coastal Zone of Togo. **Mine Water and the Environment**, 25: 56-62. 2006.

ICMBio (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE); MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. ICMBIO, 1. 2018.

KJØRSVIK, E. et al. Early development of the digestive tract of cod larvae, *Gadus morhua* L., during start-feeding and starvation. **Journal of Fish Biology**, 38: 1-15. 1991.

MATSUURA, Y. O ciclo de vida da sardinha-verdadeira (Introdução à Oceanografia Pesqueira). **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, 4: 1-146. 1977.

McEWEN, G. F. et al., 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. 1954.

McGURK, M. D. Natural mortality of marine pelagic fish eggs and larvae: role of spatial patchiness. **Marine Ecology Progress Series**, 34: 227-242. 1986.

LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology**. 2nd English edition. Developments in environmental Modelling, 20, Elsevier, New York, 853 pag. 1998.

NELSON, J. S. et al. **Fishes of the world**. 5^a edição. New Jersey: John Wiley & Sons. 2016. 707 p.

RÉ, P. M. A. B. **Ictioplâncton estuarino da Península Ibérica. Guia de identificação dos ovos e estados larvares planctônicos**. Gráfica Europam, Ltda. Mem Martins, 163 pag. 1999.

RICHARDS, W. J. **Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for the Western North Atlantic. Volume I. and Volume II**. Boca Raton: CRC Press. 2640 pag. 2006.

RIOS, F. S. et al. Changes in gut gross morphology of traíra, *hoplias malabaricus* (teleostei, erythrinidae) during long-term starvation and after refeeding. Universidade Federal do Paraná, **Brazilian Journal of Biology**, 64(3B): 683-689. 2004.

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. 2022a.

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. 2022b.

ZAR, J. H. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall/Pearson, 5.ed, Upper Saddle River, 944p. 2010. <https://swfsc.noaa.gov/textblock.aspx?Division=FRD&id=6210>. Acessado em 31/01/2024.

WU, R. S. S. Effects of taxonomic uncertainty on species diversity indices. **Marine Environmental Research**, v. 6, p. 215-225. 1982

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 end points to modeling longer-term effects in fish embryos exposed to the elutriate from Doce River**. Science of the Total Environment, 846: 157332. 2022.