

**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: Zooplâncton**

**RT- 44/ NOV 23**

**RSE2023 PMBA/Fest**

Vitória,

Novembro de 2023

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>HISTÓRICO DE MALHA E FREQUÊNCIA AMOSTRAL .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RESULTADOS DOS INDICADORES .....</b>	<b>4</b>
2.1	ÍNDICES DE DIVERSIDADE .....	5
2.2	ÍNDICE DE PREVALÊNCIA DE INDICADORAS .....	13
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>17</b>

## 1 HISTÓRICO DE MALHA E FREQUÊNCIA AMOSTRAL

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

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

## **2 RESULTADOS DOS INDICADORES**

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

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

## 2.1 ÍNDICES DE DIVERSIDADE

Figura 1: Valores de Índice de diversidade de Shannon da comunidade zooplancônica amostrada nos setores (a) APA, (b) Foz e (c) Norte para os períodos chuvoso e seco entre as campanhas de outubro/2018 e janeiro/2023. (d) Variação temporal (por campanha) das médias de Índice de Shannon ( $\pm$  EP) nos setores APA, Foz e Norte ao longo do período de estudo. (e) Variação temporal (por campanha) das médias de Índice de Shannon ( $\pm$  EP) nos subsectores norte, central e sul do setor Foz, ao longo do período de estudo. (f) Valores médios do fluxo de vazão do Rio Doce durante os 15 dias anteriores às campanhas amostrais ( $m^3.s^{-1}$ ).

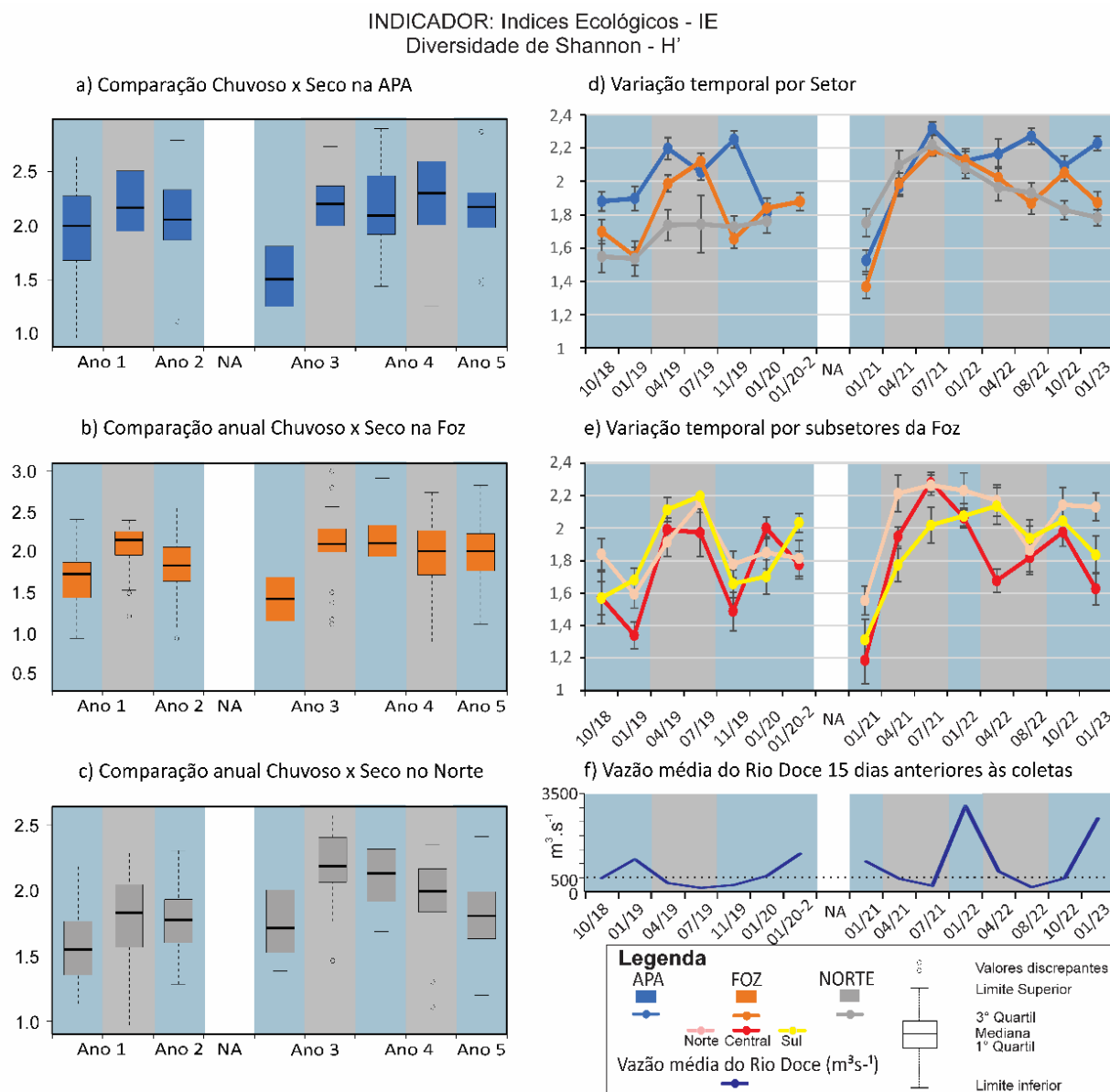


Figura 2: (a) Valores de Índice de equabilidade de Pielou da comunidade zooplancônica amostrada nos setores (A) APA, (B) Foz e (C) Norte para os períodos chuvoso e seco entre as campanhas de outubro/2018 e janeiro/2023. (D) Variação temporal (por campanha) das médias de Índice de equabilidade de Pielou ( $\pm$  EP) nos setores APA, Foz e Norte ao longo do período de estudo. (E) Variação temporal (por campanha) das médias de Índice equabilidade de Pielou ( $\pm$  EP) nos subsetores norte, central e sul do setor Foz, ao longo do período de estudo. (F) Valores médios do fluxo de vazão do Rio Doce durante os 15 dias anteriores às campanhas amostrais ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ).

INDICADOR: Índices Ecológicos - IE  
Equitabilidade de Pielou - J

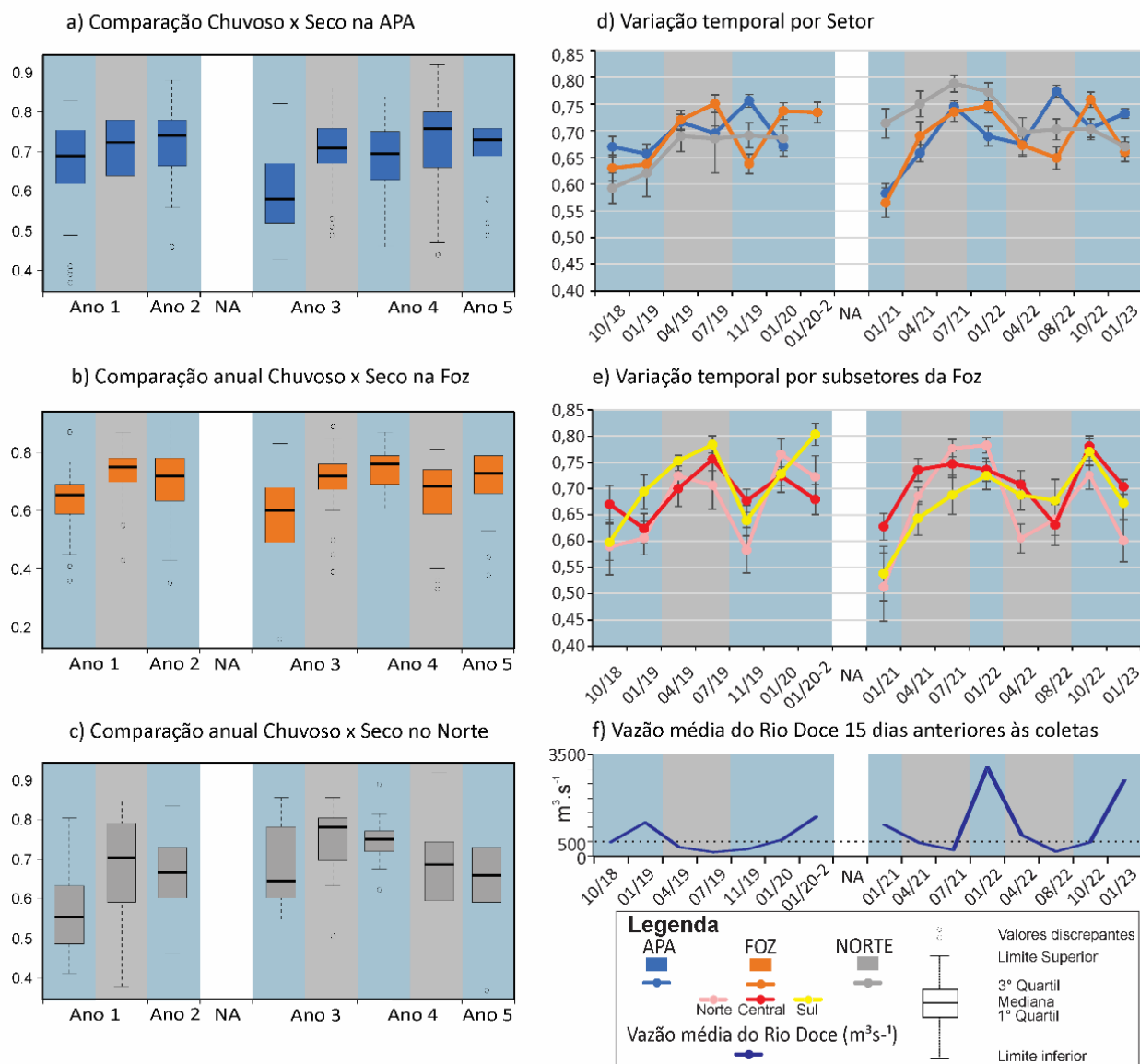


Tabela 1: Resultados da ANOVA para os Índices Ecológicos (H' e J) e Densidade dentro do setor APA considerando o fator Período (Seco/Chuvoso), entre as campanhas de outubro/2018 a janeiro/2023 no âmbito do PMBA/Fest.

ANOVA							
			SS	Degr. of	MS	F	p
APA	J	Intercept	335,19	1	335,19	287011,04	0,000000
		Período	0,01	1	0,01	7,76	0,005584
		Error	0,48	407	0,00		
	H'	Intercept	579,87	1	579,87	166021,60	0,000000
		Período	0,08	1	0,08	22,82	0,000002
		Error	1,42	407	0,00		
	Densidade	Intercept	16128,94	1	16128,94	7273,29	0,000000
		Período	6,28	1	6,28	2,83	0,093281
		Error	902,55	407	2,22		

Tabela 2: Resultados da ANOVA para os Índices Ecológicos (H' e J) e Densidade dentro do setor Norte considerando o fator Período (Seco/Chuvoso), entre as campanhas de outubro/2018 a janeiro/2023 no âmbito do PMBA/Fest.

ANOVA							
			SS	Degr. of	MS	F	p
NORTE	J	Intercept	164,27	1	164,27	130435,29	0,000000
		Período	0,01	1	0,01	4,17	0,042393
		Error	0,25	202	0,00		
	H'	Intercept	268,41	1	268,41	97979,25	0,000000
		Período	0,04	1	0,04	13,36	0,000328
		Error	0,55	202	0,00		
	Densidade	Intercept	7892,34	1	7892,34	4457,93	0,000000
		Período	20,15	1	20,15	11,38	0,000889
		Error	357,62	202	1,77		

Tabela 3: Resultados da ANOVA para os Índices Ecológicos (H' e J) e Densidade dentro do setor Foz e seus respectivos subsetores (Norte, Central e Sul) considerando o fator Período (Seco/Chuvoso), entre as campanhas de outubro/2018 a janeiro/2023 no âmbito do PMBA/Fest.

ANOVA							
			SS	Degr. of	MS	F	p
FOZ	J	Intercept	334,03	1	334,03	197549,93	0,000000
		Período	0,00	1	0,00	2,18	0,140868
		Error	0,71	421	0,00		
	H'	Intercept	557,14	1	557,14	139050,05	0,000000
		Período	0,14	1	0,14	34,07	0,000000
		Error	1,69	421	0,00		
	Densidade	Intercept	18444,96	1	18444,96	9018,38	0,000000
		Período	40,21	1	40,21	19,66	0,000012
		Error	861,06	421	2,05		
FOZ NORTE	J	Intercept	96,40	1	96,40	41908,97	0,000000
		Período	0,00	1	0,00	1,38	0,242760
		Error	0,28	122	0,00		
	H'	Intercept	158,73	1	158,73	35495,52	0,000000
		Período	0,06	1	0,06	12,51	0,000572
		Error	0,55	122	0,00		
	Densidade	Intercept	5780,15	1	5780,15	2377,10	0,000000
		Período	39,94	1	39,94	16,42	0,000089
		Error	296,65	122	2,43		
FOZ CENTRAL	J	Intercept	132,47	1	132,47	121072,16	0,000000
		período	0,00	1	0,00	0,88	0,349044
		Error	0,18	163	0,00		
	H'	Intercept	223,83	1	223,83	65576,24	0,000000
		período	0,03	1	0,03	9,88	0,001986
		Error	0,56	163	0,00		
	Densidade	Intercept	6827,45	1	6827,45	4148,37	0,000000
		período	38,37	1	38,37	23,32	0,000003
		Error	268,27	163	1,65		
FOZ SUL	J	Intercept	104,98	1	104,98	58113,19	0,000000
		Período	0,00	1	0,00	0,22	0,641697
		Error	0,24	132	0,00		
	H'	Intercept	175,31	1	175,31	46620,59	0,000000
		Período	0,05	1	0,05	13,58	0,000333
		Error	0,50	132	0,00		
	Densidade	Intercept	5830,70	1	5830,70	3183,12	0,000000
		Período	2,75	1	2,75	1,50	0,222872
		Error	241,79	132	1,83		



Tabela 4: Resultados da ANOVA para os Índices Ecológicos (H' e J) e Densidade Total dentro do setor APA considerando o fator Período-Ano (Seco/Chuvoso; Anos 1, 2, 3, 4 e 5), entre as campanhas de outubro/2018 a janeiro/2023 no âmbito do PMBA/Fest.

ANOVA			SS	Degr. of	MS	F	p
APA	J	Intercept	293,41	1	293,41	277592,16	0,000000
		Ano-Período	0,06	7	0,01	8,18	0,000000
		Error	0,42	401	0,00		
	H'	Intercept	505,72	1	505,72	165488,15	0,000000
		Ano-Período	0,28	7	0,04	12,89	0,000000
		Error	1,23	401	0,00		
	Densidade	Intercept	13910,18	1	13910,18	6311,030	0,000000
		Ano-Período	24,98	7	3,57	1,619	0,128337
		Error	883,85	401	2,20		

Tabela 5: Resultados da ANOVA para os Índices Ecológicos (H' e J) e Densidade dentro do setor Norte, considerando o fator Período-Ano (Seco/Chuvoso; Anos 1, 2, 3, 4 e 5), entre as campanhas de outubro/2018 a janeiro/2023 no âmbito do PMBA/Fest.

ANOVA			SS	Degr. of	MS	F	p
NORTE	J	Intercept	139,58	1	139,58	127302,06	0,000000
		Ano-Período	0,04	7	0,01	5,83	0,000004
		Error	0,21	196	0,00		
	H'	Intercept	226,77	1	226,77	100608,07	0,000000
		Ano-Período	0,15	7	0,02	9,39	0,000000
		Error	0,44	196	0,00		
	AbTotal	Intercept	6480,41	1	6480,41	3661,67	0,000000
		Ano-Período	30,89	7	4,41	2,49	0,017844
		Error	346,88	196	1,77		

Tabela 6: Resultados da ANOVA para os Índices Ecológicos (H' e J) e Densidade dentro do setor Foz e seus respectivos subsetores (Norte, Central e Sul), considerando o fator Período-Ano (Seco/Chuvoso; Anos 1, 2, 3, 4 e 5), entre as campanhas de outubro/2018 a janeiro/2023 no âmbito do PMBA/Fest.

ANOVA							
			SS	Degr. of	MS	F	p
FOZ	J	Intercept	306,50	1	306,50	213081,99	0,000000
		Ano-Período	0,12	7	0,02	11,78	0,000000
		Error	0,60	415	0,00		
	H'	Intercept	508,12	1	508,12	156835,33	0,000000
		Ano-Período	0,48	7	0,07	21,11	0,000000
		Error	1,34	415	0,00		
	Densidade	Intercept	16804,37	1	16804,37	9109,30	0,000000
		Ano-Período	135,70	7	19,39	10,51	0,000000
		Error	765,57	415	1,84		
FOZ NORTE	J	Intercept	86,25	1	86,25	47464,95	0,000000
		Ano-Período	0,07	7	0,01	5,74	0,000010
		Error	0,21	116	0,00		
	H'	Intercept	140,45	1	140,45	45452,56	0,000000
		Ano-Período	0,24	7	0,03	11,24	0,000000
		Error	0,36	116	0,00		
	Densidade	Intercept	5039,47	1	5039,47	2284,80	0,000000
		Ano-Período	80,74	7	11,53	5,23	0,000033
		Error	255,86	116	2,21		
FOZ CENTRAL	J	Intercept	121,59	1	121,59	124538,35	0,000000
		Ano-Período	0,03	7	0,00	3,81	0,000754
		Error	0,15	157	0,00		
	H'	Intercept	204,84	1	204,84	71321,23	0,000000
		Ano-Período	0,14	7	0,02	6,92	0,000000
		Error	0,45	157	0,00		
	Densidade	Intercept	6030,95	1	6030,95	4359,90	0,000000
		Ano-Período	89,47	7	12,78	9,24	0,000000
		Error	217,17	157	1,38		
FOZ SUL	J	Intercept	95,23	1	95,23	65612,23	0,000000
		Ano-Período	0,06	7	0,01	5,51	0,000015
		Error	0,18	126	0,00		
	H'	Intercept	158,14	1	158,14	54212,62	0,000000
		Ano-Período	0,18	7	0,03	8,81	0,000000
		Error	0,37	126	0,00		
	Densidade	Intercept	5524,55	1	5524,55	3366,97	0,000000
		Ano-Período	37,80	7	5,40	3,29	0,003015
		Error	206,74	126	1,64		

Os valores de diversidade (Shannon e Equitabilidade) calculados para comunidade zooplânctônica ao longo dos anos de monitoramento apresentam variação temporal, associada à sucessão de períodos secos e chuvosos, em todos os setores. Levando em conta a elevada variação espacial observada, é possível constatar que os diferentes setores da área de estudo respondem de forma diferenciada às variações ambientais associadas ao fluxo de vazão do Rio Doce. Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3; ANOVA:  $p < 0,05$ ). Não obstante, os três setores também apresentaram valores de  $H'$  significativamente menores durante as campanhas de período chuvoso, acompanhando o aumento sazonal do fluxo de vazão do Rio Doce. Durante o período de monitoramento correspondente aos Anos 1 e 2, os menores valores de  $H'$  foram registrados nos setores Foz e Norte. Este último setor abrange pontos amostrais distantes da região da Foz e recebe influência limitada da pluma do Rio Doce, dependendo de condições variadas de circulação oceânica. Com a adição das campanhas referentes ao período chuvoso do Ano 5, observa-se que os valores de diversidade apresentam pequena variação nos setores Foz e APA desde o período seco do ano 3 (Abril/2021) em comparação aos anos anteriores do monitoramento, onde as diferenças entre campanhas do período seco e chuvoso eram mais acentuadas. No entanto, houve um decréscimo nos valores no setor Norte desde o período seco do Ano 3 quando comparado aos anos anteriores (Figura 1 C).

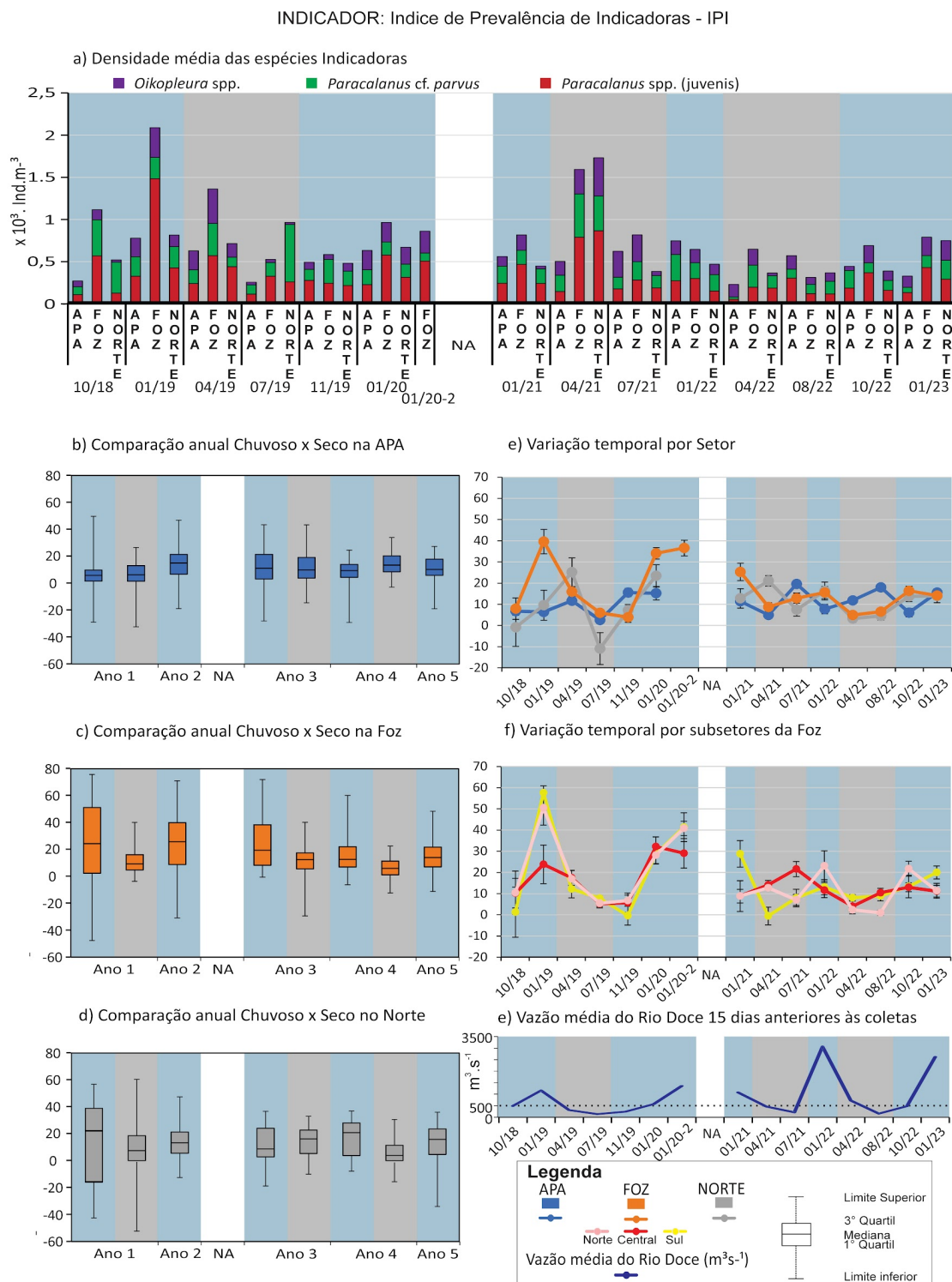
A região que recebe influência direta do Rio Doce (setor Foz) exibiu os menores valores de  $H'$  no período chuvoso do Ano 3, com mínimos observados nos subsetores norte e sul. Porém, como já observado, a partir das campanhas do período seco do Ano 3, a diversidade apresentou padrão semelhante de variação entre períodos, principalmente neste setor e seus respectivos subsetores até a última campanha do período chuvoso analisado (Janeiro/2023), valendo ressaltar que o fluxo de vazão do Rio Doce atingiu os valores máximos registrados durante a campanha de janeiro/2022 ( $> 3000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). A redução dos valores de Shannon neste setor em agosto/2022 e janeiro/2023 refletem, ainda que de forma menos intensa em comparação com os anos iniciais do monitoramento, a remobilização de sedimento de fundo devido à ação de ondas e ao aumento do fluxo do Rio Doce no verão (vazão superior a  $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), respectivamente.

No setor APA, a elevada variabilidade temporal observada até o período chuvoso do Ano 3 está associada à influência da pluma do Rio Doce, cujo deslocamento é predominantemente para Sul nos momentos de alta vazão (QUARESMA *et al.*, 2015; RRDM, 2021; 2022). A partir do Ano 3 foi registrado valor médio mínimo de  $H'$  na campanha de janeiro/2021 e máximo na de julho/2021. (Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3; ANOVA:  $p < 0,05$ ). No setor Foz, os valores de Pielou registrados nas campanhas dos dois últimos períodos chuvosos apresentaram valores muito próximos ao observado para o período seco (Figura 2 B), sendo que não foram detectadas diferenças significativas entre períodos (ANOVA:  $p > 0,05$ ). Assim sendo, a distribuição dos valores de  $J$  (Figura 2 B) ao longo do monitoramento apresentou variação semelhante ao observado para o Índice de Shannon, com mínimos registrados nos setores APA e Foz durante a campanha de janeiro de 2021. O mesmo padrão também pôde ser observado nos subsetores da Foz, que recebem influência direta do material proveniente da calha do Rio. Os baixos valores de  $J$  refletem a dominância de espécies e instabilidade da comunidade zooplânctônica durante

os momentos de impacto associados aos períodos de alta vazão do Rio Doce, quando também foram registradas as maiores concentrações de metais totais na coluna d'água (RRDM, 2022).

## 2.2 ÍNDICE DE PREVALÊNCIA DE INDICADORAS

Figura 3: **(a)** Variação temporal dos valores de densidade das espécies indicadoras que compõem o Índice de Prevalência de Indicadoras (IPI) para cada um dos setores amostrados entre outubro/2018 e janeiro/2023 no âmbito do PMBA/Fest **(b)** Variação dos valores do IPI entre os períodos chuvosos e secos para o Setor APA. **(c)** Variação dos valores do IPI entre os períodos chuvosos e secos para o Setor Foz. **(d)** Variação dos valores do IPI entre os períodos chuvosos e secos para o Setor Norte. **(e)** Variação temporal do valor de IPI por campanha para os Setores APA, Foz e Norte. **(f)** Variação temporal do valor de IPI por campanha para os Subsetores da Foz **(g)** Valores médios do fluxo de vazão do Rio Doce durante os 15 dias anteriores às campanhas amostrais ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ).

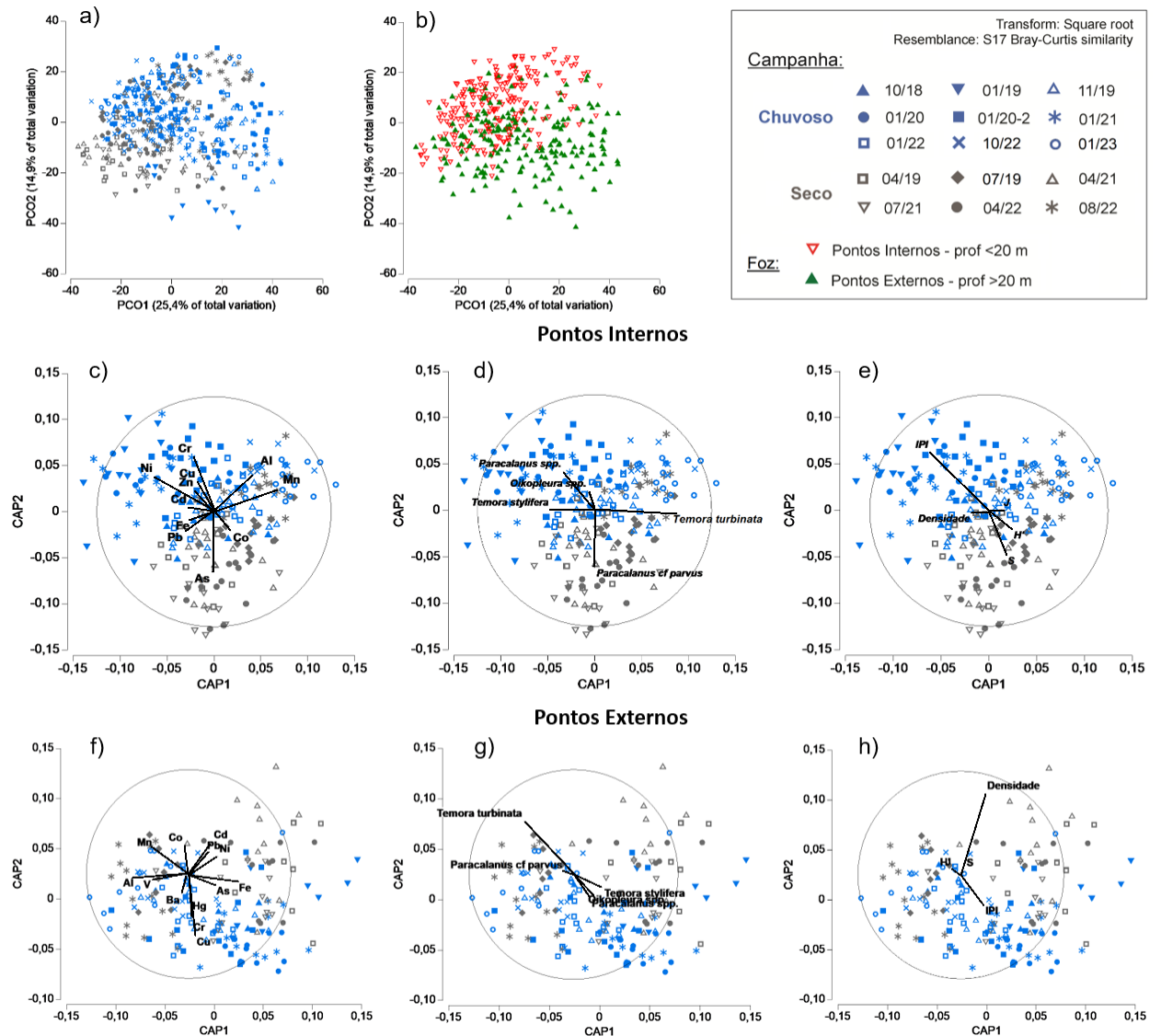


O Índice de Prevalência de Indicadoras (IPI) é composto por táxons zooplancctônicos indicadores de impacto ambiental (Figura 3 a), cujos padrões ecológicos já foram detalhados em relatórios anteriores. Quanto maior o valor de IPI, maior o indicativo de impacto ambiental na região.

No Setor Foz os resultados do IPI evidenciam uma comunidade mais impactada no período chuvoso em relação ao período seco, com destaque para as campanhas de janeiro, que consistentemente apresentam os maiores valores médios de IPI, indicando maior fragilidade da comunidade zooplancctônica nos períodos de maior vazão do Rio Doce (Figura 3 C e E). Em uma análise temporal, evidencia-se que a diferença entre período chuvoso e seco se reduziu a partir do período seco do Ano 3. Para avaliação da possibilidade de melhora gradual do ambiente é necessário maior abrangência temporal, uma vez que, para o Ano 5, temos dados apenas do período chuvoso no presente relatório (Figura 3 C e E).). Em análise por subsetores da Foz, também fica evidenciado o aumento dos valores do índice nos momentos de alta vazão, padrão este que também se reduz a partir do período seco do Ano 3, quando os valores se mantiveram com menor variação quando comparados aos demais períodos seco e chuvoso (Figura 3 F). É necessário destacar que o Subsetor Central apresenta os pontos SD04 e SD05, que mais fundos e afastados da costa, podendo sofrer menos influência da pluma do Rio Doce, o que pode contribuir para a redução das médias de valores de IPI desse Subsetor, o que ficou evidente na campanha de Janeiro de 2019.

Em relação aos setores APA e Norte, os valores de IPI tem tido menor variação desde o início do monitoramento (Figura 3 B e D), sem diferenças pronunciadas entre os períodos chuvoso e seco, padrão esse que se manteve até a campanha do período chuvoso do Ano 5. A única exceção foi a campanha do período chuvoso do ano 1 que, no setor Norte, apresentou valores elevados em comparação com os demais (Figura 3 D).

Figura 4: Análises multivariadas complementares aplicadas à comunidade zooplancônica do setor Foz de acordo com período amostral e variação espacial no âmbito do PMBA/Fest: Análise de Coordenadas principais (PCO) considerando os fatores (a) período (seco/chuvoso) e (b) variação espacial (pontos internos/pontos externos). Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) de acordo com a variação espacial. Pontos internos: (c) concentração de metais totais, (d) espécies representativas da comunidade e (e) índices ecológicos. Pontos externos: (f) concentração de metais totais, (g) espécies representativas da comunidade e (h) índices ecológicos.



Com objetivo de aprofundamento dos resultados observados através dos indicadores a partir da atualização da matriz de dados, a análise de ordenação (PCO) das amostras coletadas no setor Foz mostra a variação temporal da comunidade zooplancônica em relação ao período (seco/chuvoso; (Figura 4 A). Elevada diferenciação espacial também pôde ser observada entre os pontos internos, localizados em isóbatas menores que 20 m, e os pontos externos, mais profundos (Figura 4 B). As análises de coordenadas principais (CAP) mostraram que a variação da comunidade zooplancônica apresenta correlação significativa com as concentrações de metais totais na coluna d'água (CAP,  $p < 0,05$ ; Figura 4 C e F). Nos pontos internos, a maior parte dos metais esteve associada ao período chuvoso, onde também foi observado as maiores correlações com a concentração de metais na coluna



d'água (Ni e Cr;  $r > 0,2$ ); os elementos Ar e Co apresentaram correlação positiva com as campanhas do período seco, enquanto Al e Mn foram positivamente associados a campanhas de ambos períodos amostrais (Figura 4 C). Já nos pontos externos, a divisão das concentrações de metais em relação aos períodos foi menos nítida e as correlações mais fracas, onde Cu, Cr e Hg apresentaram associação ao período chuvoso e Cd, Pb e Ni foram associados ao período seco (Figura 4 F).

A abundância relativa das espécies representativas e os índices ecológicos da comunidade foram, também, importantes aspectos na caracterização dos agrupamentos sazonais tanto nos pontos internos (Figura 4 D e E) quanto externos (Figura 4 G e H). Em períodos de menor vazão, é esperado que a diversidade seja maior, uma vez que a influência do material proveniente do Rio Doce é reduzida (ROCHA *et al.*, 2022; CONCEIÇÃO *et al.*, 2021). Nos pontos internos da Foz, *Temora stylifera*, *Oikopleura* spp. e juvenis de *Paracalanus* spp. mostraram maior correlação com o período chuvoso (Figura 4 D) corroborando com os resultados obtidos por Rocha *et al.* (2022), onde os autores constataram a maior tolerância de juvenis frente a condições de maior *stress*. De forma complementar, a forte correlação dos indivíduos adultos (*Paracalanus* cf *parvus*) com as campanhas de período seco (Figura 4 D) também sugere uma diminuição dos efeitos negativos nessa espécie conforme diminui-se o aporte de material provindo do Rio Doce. Consequentemente, esse padrão é refletido nos valores de IPI, que foram fortemente associados às campanhas do período chuvoso, principalmente nos pontos internos (Figura 4 E e H), indicando também uma resposta do índice frente aos períodos de maior vazão do Rio Doce. Altas taxas de mortalidade de *Paracalanus* devido ao impacto ambiental antrópico e perda por predação podem ser compensadas por sua reprodução contínua e taxa de crescimento rápido em altas temperaturas, o que resulta no domínio de formas juvenis durante períodos de maior impacto (CHEW e CHONG, 2016; TURNER, 2004).

De forma análoga à distribuição dos metais, nos pontos externos a distribuição das espécies representativas mostra maior dispersão e correlações mais fracas, porém ainda sendo possível associar *Temora stylifera*, *Oikopleura* spp. e juvenis de *Paracalanus* spp. às campanhas de período chuvoso (Figura 4 G). É interessante observar que tanto nos pontos internos quanto externos existe também uma alternância da dominância dos copépodes do gênero *Temora* de acordo com os períodos amostrais (Figura 4 D e G), sendo observada maior relação de *T. turbinata* com o período seco e *T. stylifera* com o período chuvoso. Este resultado reforça a importância da continuidade do monitoramento para que seja avaliado o potencial dessas duas espécies como indicadoras.

De forma geral, os resultados sugerem que na região além da isóbata de 20 metros, a distribuição da comunidade está sujeita à maior ação de forçantes oceânicas, enquanto os pontos internos sofrem influência direta da pluma do Rio Doce. Com isso, fica evidenciada a heterogeneidade da malha amostral, mesmo dentro de cada um dos setores. Sugerimos, portanto, para análises futuras, uma abordagem que leve em conta o aspecto heterogêneo da malha amostral em relação à profundidade e distanciamento da costa. Além disso, a adição das campanhas do período seco do Ano 5 e a consolidação de uma série temporal mais longa possibilitarão a identificação de eventos pontuais e a validação de um cenário de melhoria das condições ambientais para o zooplâncton na região marinha que recebe o efluente do Rio Doce.



### 3 REFERÊNCIAS

- Anderson, M. J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, v. 26, p. 32-46.
- Anderson, M. J., 2006. Distance-Based Test for Homogeneity of Multivariate Dispersions. *Biometrics*, v. 62, p. 245-253.
- Anderson, M. J.; Gorley, R. N.; Clarke, K. R., 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods. Plymouth: Primer-E Ltd.
- Benedetti, F.; Gasparini, S.; Ayata, D., 2016. Identifying copepod functional groups from species functional traits. *Journal of Plankton Research* 38: 159-166.
- Boltovskoy, D, 1981. Atlas del zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigacion y Desarrollo Pesquero.
- Boltovskoy, D, 1999. South Atlantic Zooplankton. Leiden: Backhuys Publishers, 1999.
- Campos, C.C.; Garcia, T.M.; Neumann-Leitão, S.; Soares, M.O., 2017. Ecological indicators and functional groups of copepod assemblages. *Ecological Indicators*, 83, 416-426.
- Chew, L. L.; Chong, V. C., 2016. Response of marine copepods to a changing tropical environment: winners, losers and implications. *PeerJ*, 4, e2052.
- Clarke, K.R.; Gorley, R.N., 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. Plymouth: PRIMER-E.
- Conceição, L.R., Demoner, L.E., Pereira, J.B., Perassoli, F., Ghisolfi, R.D., Bastos, A.C., et al., 2021. Copepod community structure after a mining dam disaster in the Southwestern Atlantic Ocean. *Estuar. Coast. Shelf Scie*, 254, 107325.
- Hill, T. & Lewicki, P., 2007. STATISTICS: Methods and Applications. StatSoft, Tulsa, OK.
- Quaresma, V.D.S.; Catabriga, G.; Bourguignon, S.N.; Godinho, E.; Bastos, A.C., 2015. Modern sedimentary processes along the Doce river adjacent continental shelf. *Brazilian Journal of Geology*, 45(4), 635-644.
- 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 - Síntese integrativa entre ambientes. RT-39E, Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. 150 pag. 2022.
- Tukey, J. W., 1977. Exploratory data analysis. Reading, MA: Addison -Wesley.

Turner, J. R.; Thayer, J. F., 2001. Introduction to analysis of variance: Design, analysis, & interpretation. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Turner, J. T., 2004. The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs. Zoological studies, 43(2), 255-266.

Uttah, E.; Ogbeche, J.; Ukpong, G.I.; Ajang, R.; Iboh, C.; Ayanda, O.I., 2013. The Taxa Structure and Composition of Zooplankton Communities of Bonny Estuary: A Bio-indication of Anthropogenic Activities. The Pacific Journal of Science.