

Eixo: GESTÃO AMBIENTAL

CONCEITOS BÁSICOS DE ECOTOXICOLOGIA: BIOENSAIOS E BIOMARCADORES NO CONTROLE DA POLUIÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

2024



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria de Gestão
e Recursos Humanos

Secretaria do Meio Ambiente
e Recursos Hídricos

CONTRATO DIDÁTICO



EXPECTATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Eixo: GESTÃO AMBIENTAL

CURSO

CONCEITOS BÁSICOS DE ECOTOXICOLOGIA:

BIOENSAIOS E BIOMARCADORES

NO CONTROLE DA POLUIÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Legislação Ambiental

O Brasil liderou a elaboração das primeiras normas ambientais nos países do Mercosul (décadas de 1960 e 1970):

- versando sobre aspectos específicos: flora e fauna, poluição atmosférica e recursos hídricos;
- primeiro dispositivo legal relacionado à Avaliação de Impactos Ambientais: a **Lei nº 6.938 – Política Nacional do Meio Ambiente – de 31 de agosto de 1981**;
- regulamentação após dois anos: **Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983**;
- vinculação da utilização da norma aos sistemas de licenciamento de atividades poluidoras ou modificadoras do meio ambiente, a cargo dos órgãos ambientais dos governos estaduais e, em certos casos, do órgão federal competente.

Legislação Ambiental

IMPACTO AMBIENTAL

RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986

Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549

Correlações:

- Alterada pela Resolução nº 11/86 (alterado o art. 2ª)
- Alterada pela Resolução nº 5/87 (acrescentado o inciso XVIII)
- Alterada pela Resolução nº 237/97 (revogados os art. 3ª e 7ª)

*Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a
avaliação de impacto ambiental*

Legislação Ambiental

IMPACTO AMBIENTAL

Art. 1ª Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.



IMPACTO AMBIENTAL



O que é a AIA e qual é seu objetivo?

A AIA é a Avaliação de Impactos Ambientais. Visa identificar as consequências futuras de uma ação proposta, ou seja, uma avaliação prévia dos impactos de um empreendimento ou atividade, visando evitar ou prevenir efeitos indesejáveis ao meio ambiente devido a sua implantação e operação. Desta forma, a AIA tem como objetivo prevenir e minimizar as alterações que podem ocorrer na elaboração de um projeto ou determinada atividade, pois o estudo é essencialmente um instrumento de previsão.

IMPACTO AMBIENTAL

Estudo de Impacto Ambiental: composto de dois documentos básicos para o processo de licenciamento junto aos órgãos competentes:

EIA – Estudo de Impacto Ambiental – documento analisado pelos técnicos do órgão licenciador, que implica na utilização de farta terminologia técnica, composto de diversos volumes referentes aos temas dos meios físico, biótico e antrópico

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental – que deve refletir as conclusões do EIA, sendo apresentado para o público leigo, o que implica na utilização de termos populares, evitando-se, sempre que possível, o emprego da terminologia técnica

IMPACTO AMBIENTAL



IMPACTO AMBIENTAL



Qual é a importância do EIA/RIMA?

Verificar a viabilidade ambiental do negócio a ser instalado ou operado pelo empreendedor, servindo para prevenir danos ambientais e também diminuir os impactos ao meio ambiente que são naturalmente inevitáveis quando se exerce determinadas atividades econômicas.

Legislação Ambiental

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

Barragem de Fundão

<https://globoplay.globo.com/v/4589312/>

ROTEIRO DIDÁTICO

Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



Contaminantes aquáticos associados ao evento

Metais e metaloides

Hidrocarbonetos

Pesticidas

Produtos farmacêuticos

Fertilizantes

Resíduos sólidos

Sedimentação

Patógenos

Espécies invasoras...



PARADIGMA DA ECOTOXICOLOGIA

complexidade e interações



condições físico-químicas

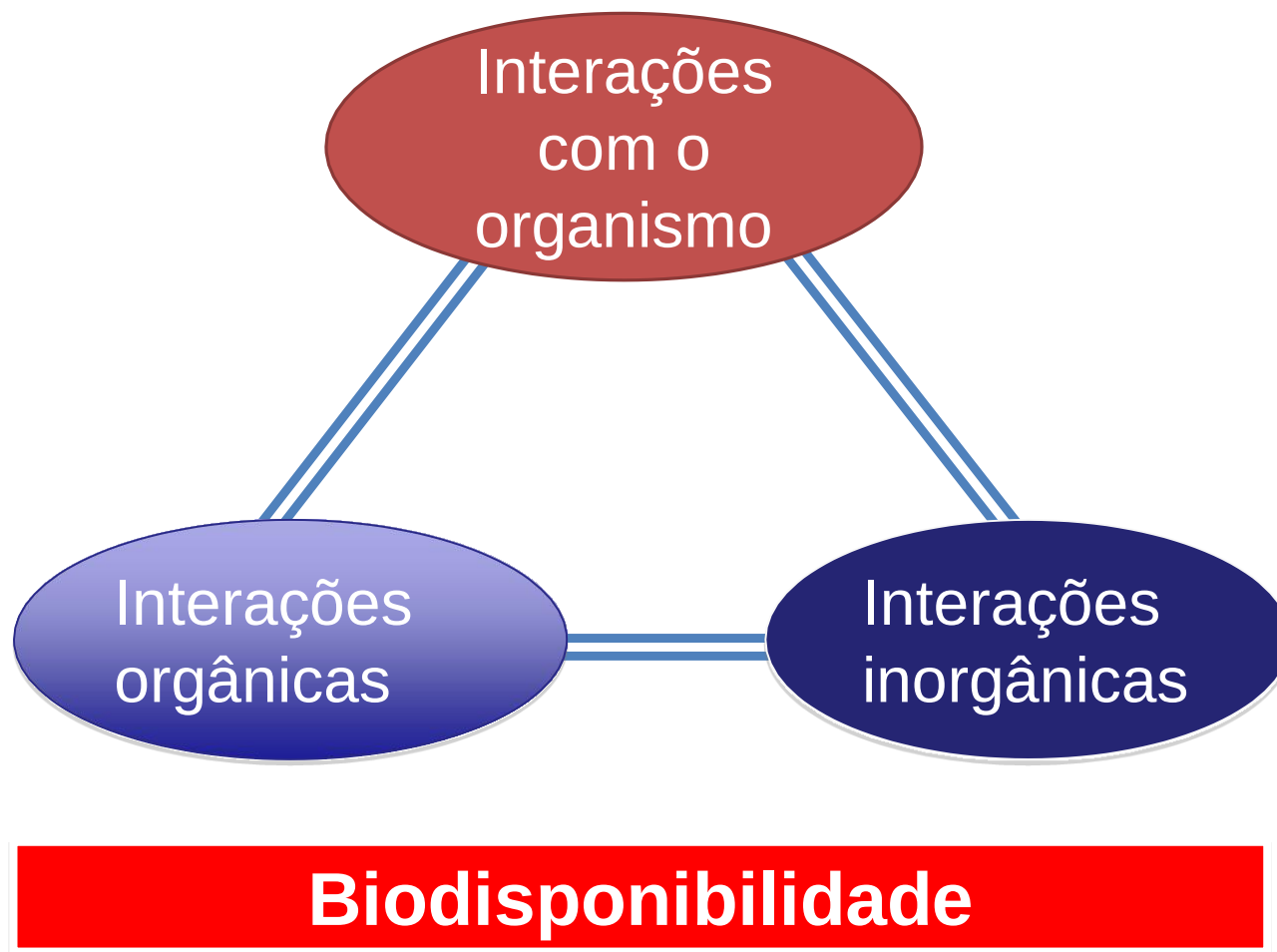
natureza, concentração e persistência

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



Biodisponibilidade

Fração de um contaminante ambiental que pode ser absorvida pelo organismo.

Exposição

Para que um contaminante possa produzir um efeito, este deve estar biodisponível e em contato com o organismo.

Alternativas para avaliação de impacto ecológico

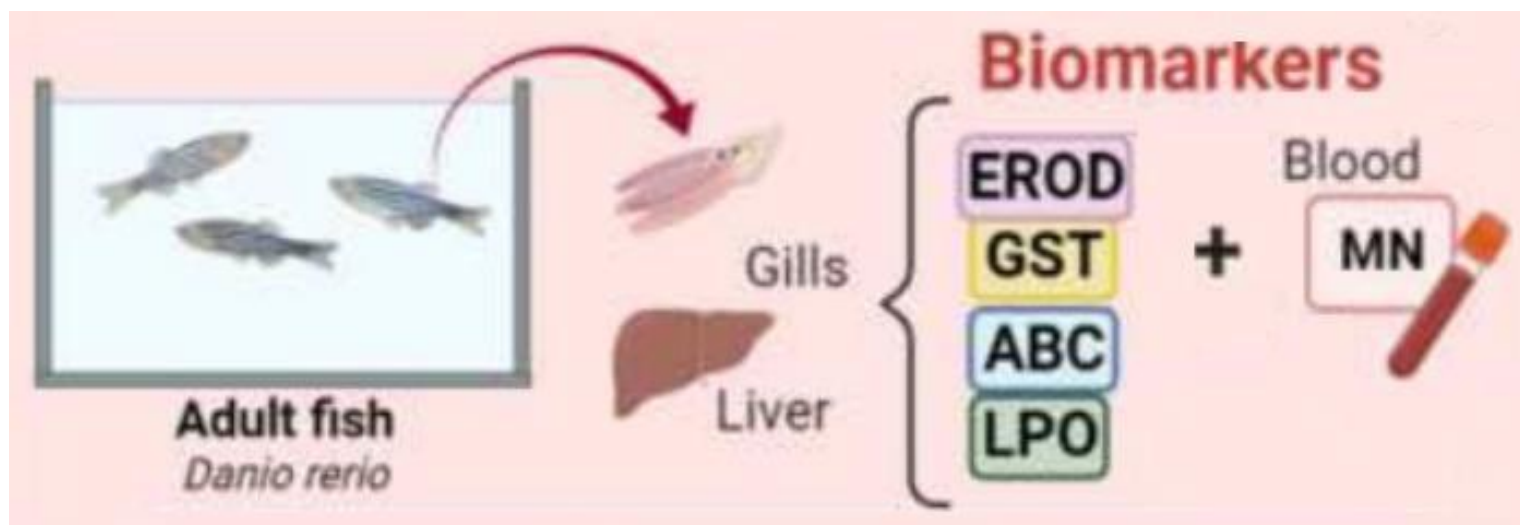
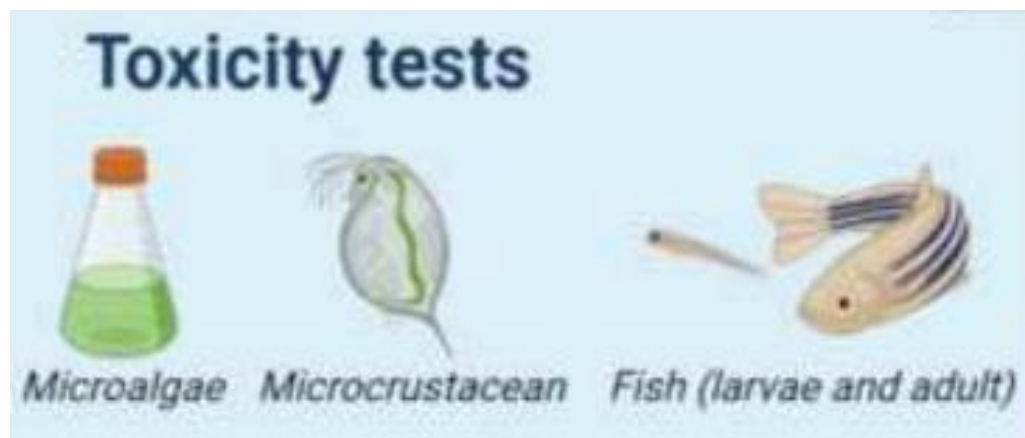
- *Medidas diretas*
- *Ensaio Ecotoxicológicos*
- *Biomarcadores*

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



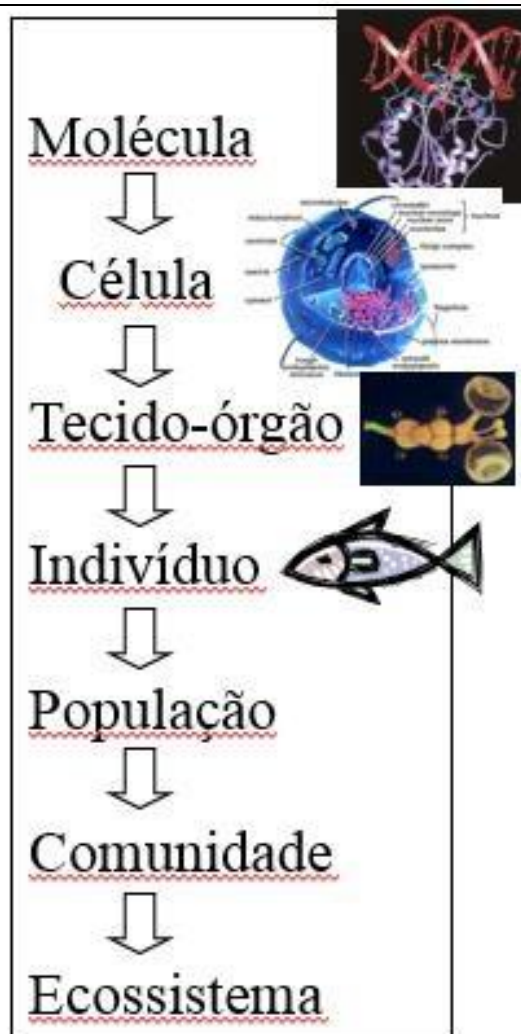
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

Efeitos
Nível de organização biológica



Biomarcador

Qual biomarcador utilizar?



Mecanismo de toxicidade do contaminante



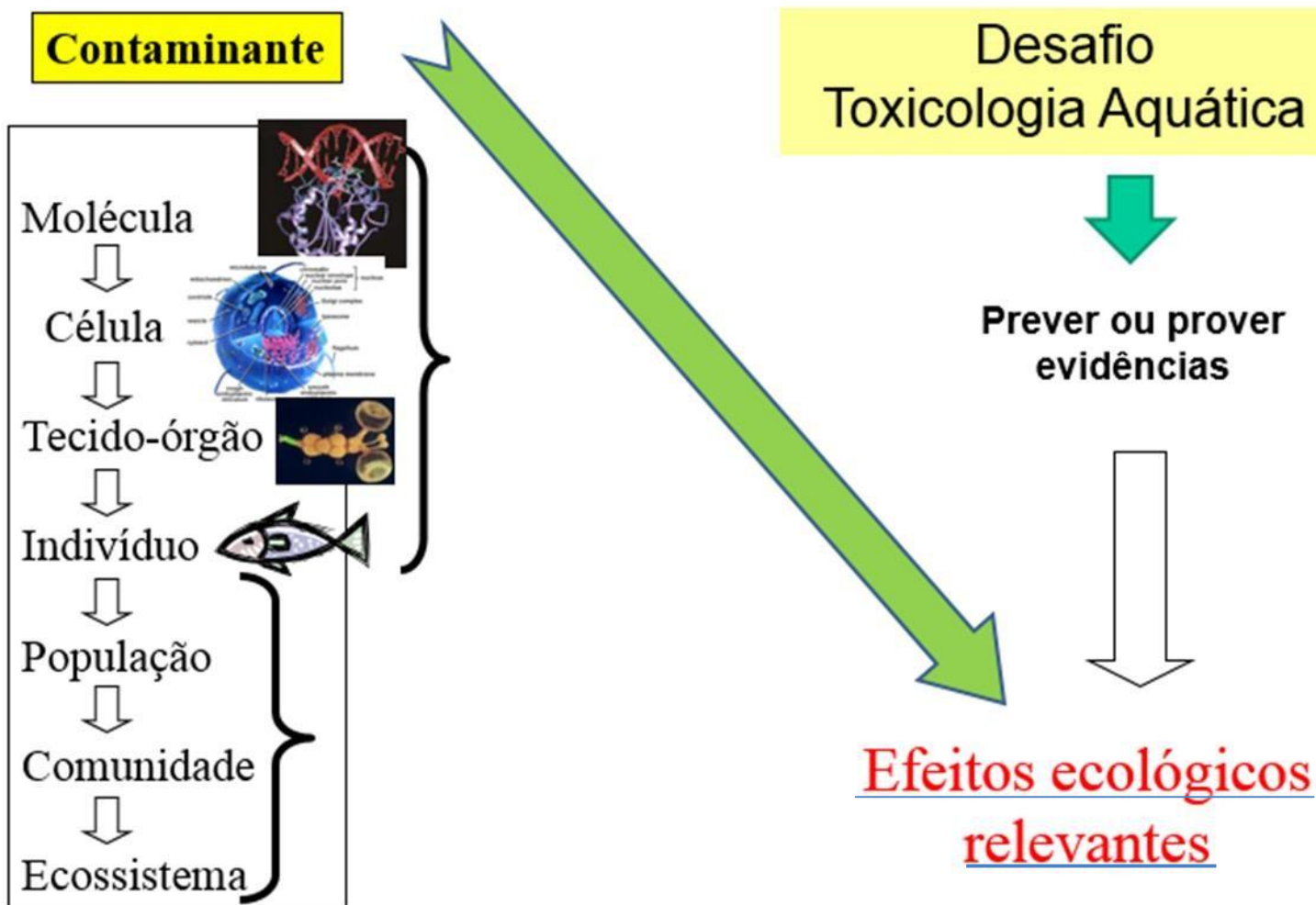
Seleção do biomarcador

ROTEIRO DIDÁTICO

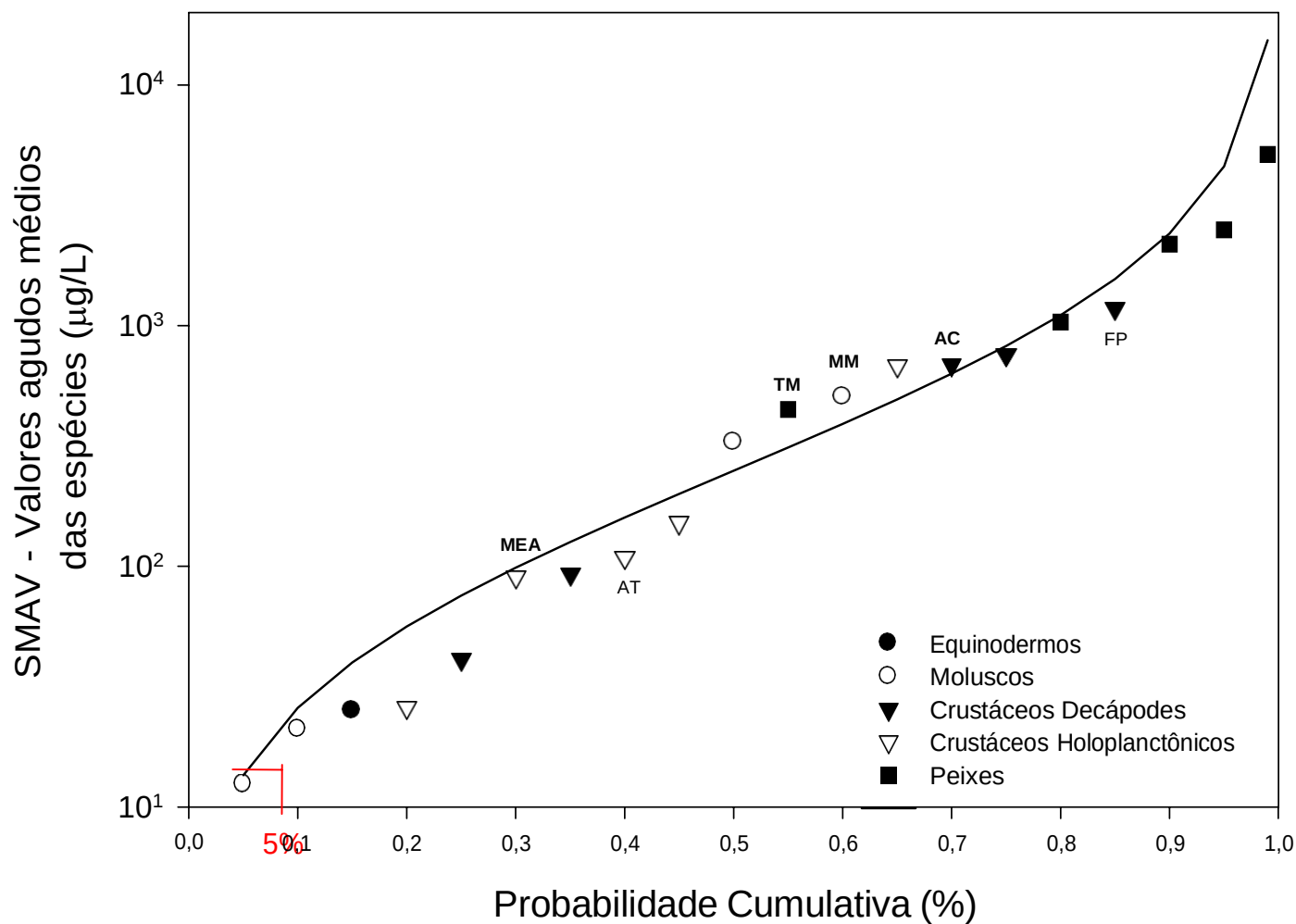
Apoio



Avaliação de risco ecológico



❖ Distribuição de Sensibilidade de Espécies (SSD)



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



PMBA/FEST-RRDM

Acordo de Cooperação Técnico-científica



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

Instituições que compõem o PMBA



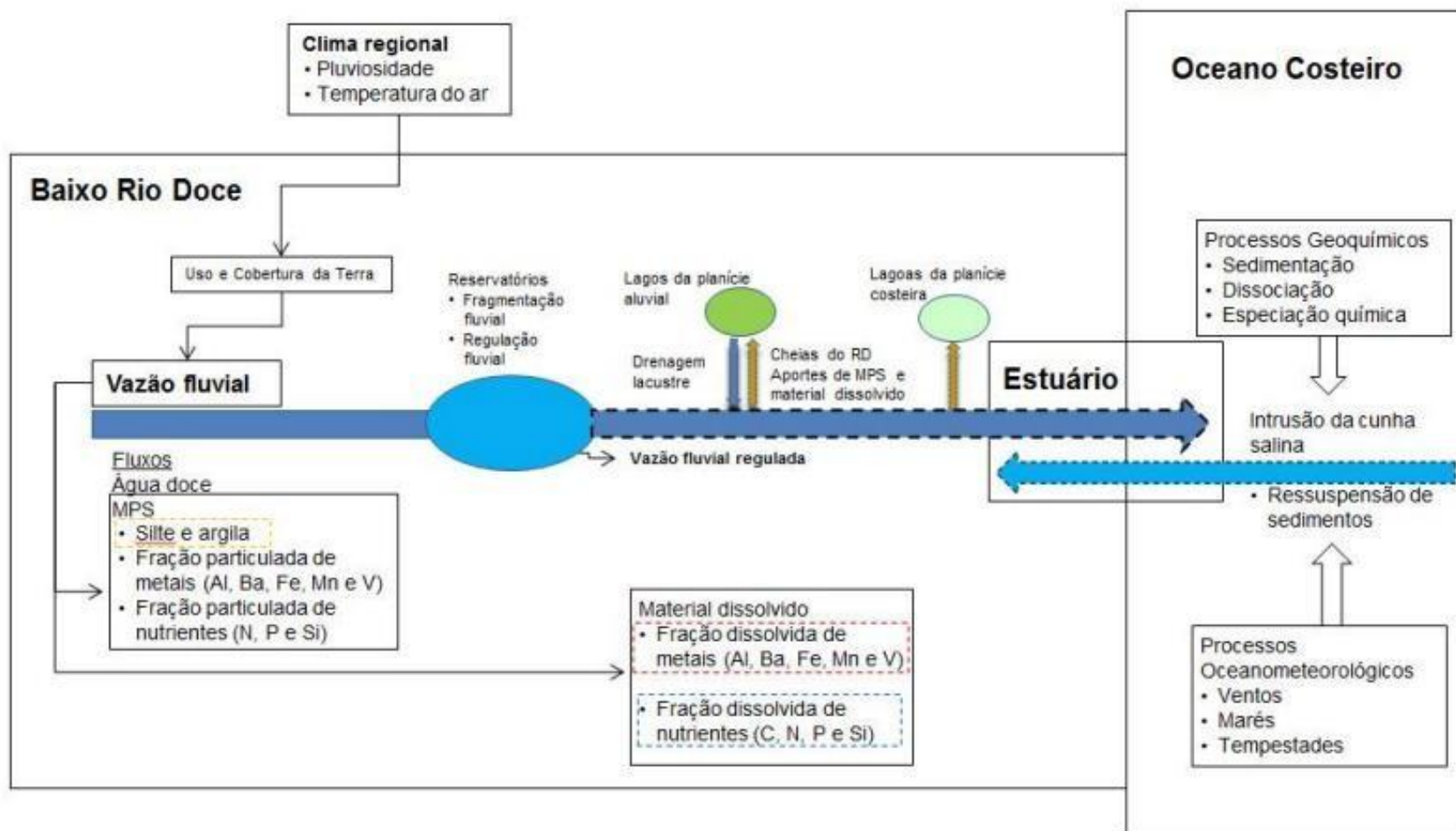
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

Figura 2: Modelo conceitual da conectividade longitudinal e lateral do rio Doce com os ecossistemas aquáticos do baixo rio Doce.

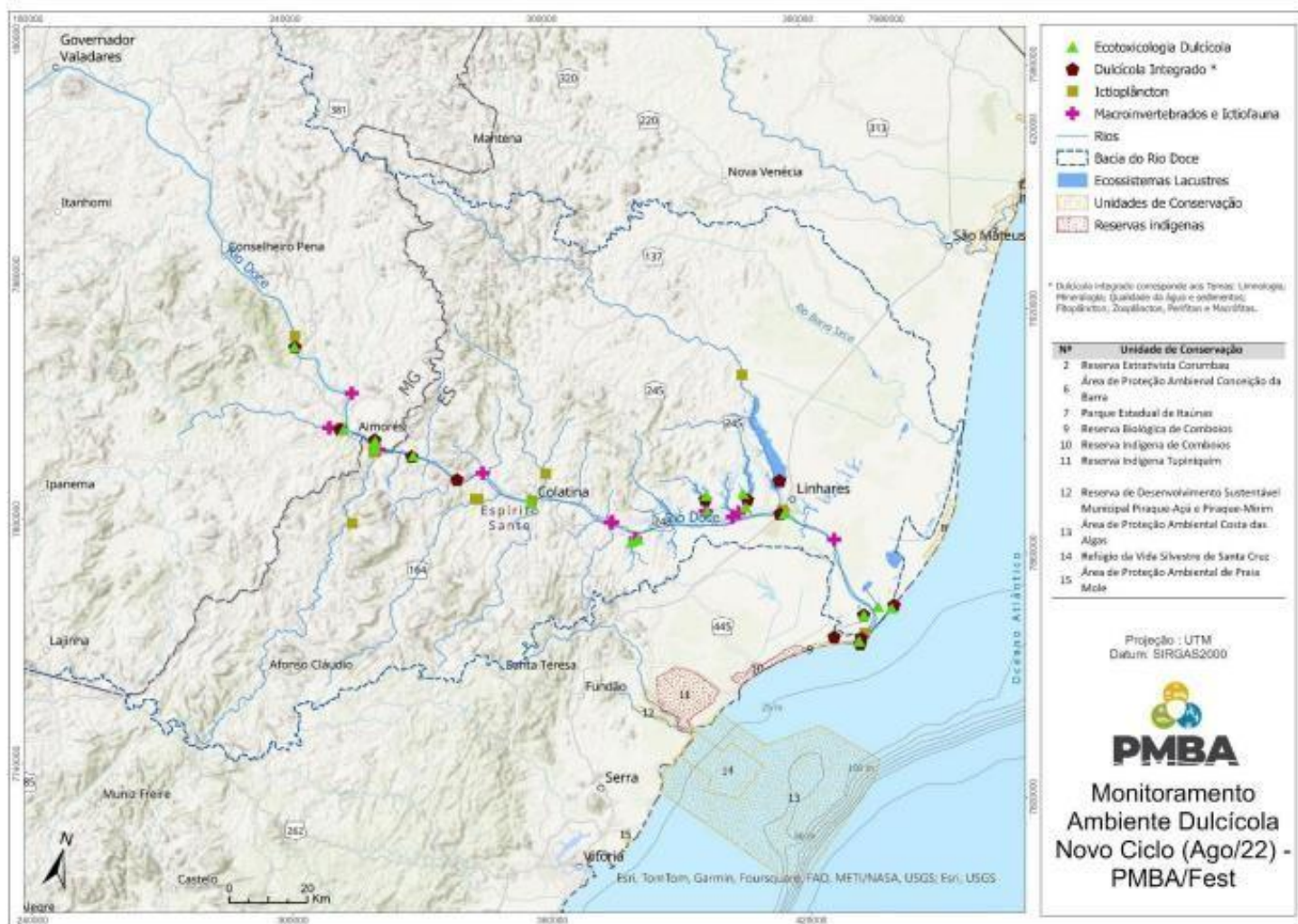


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

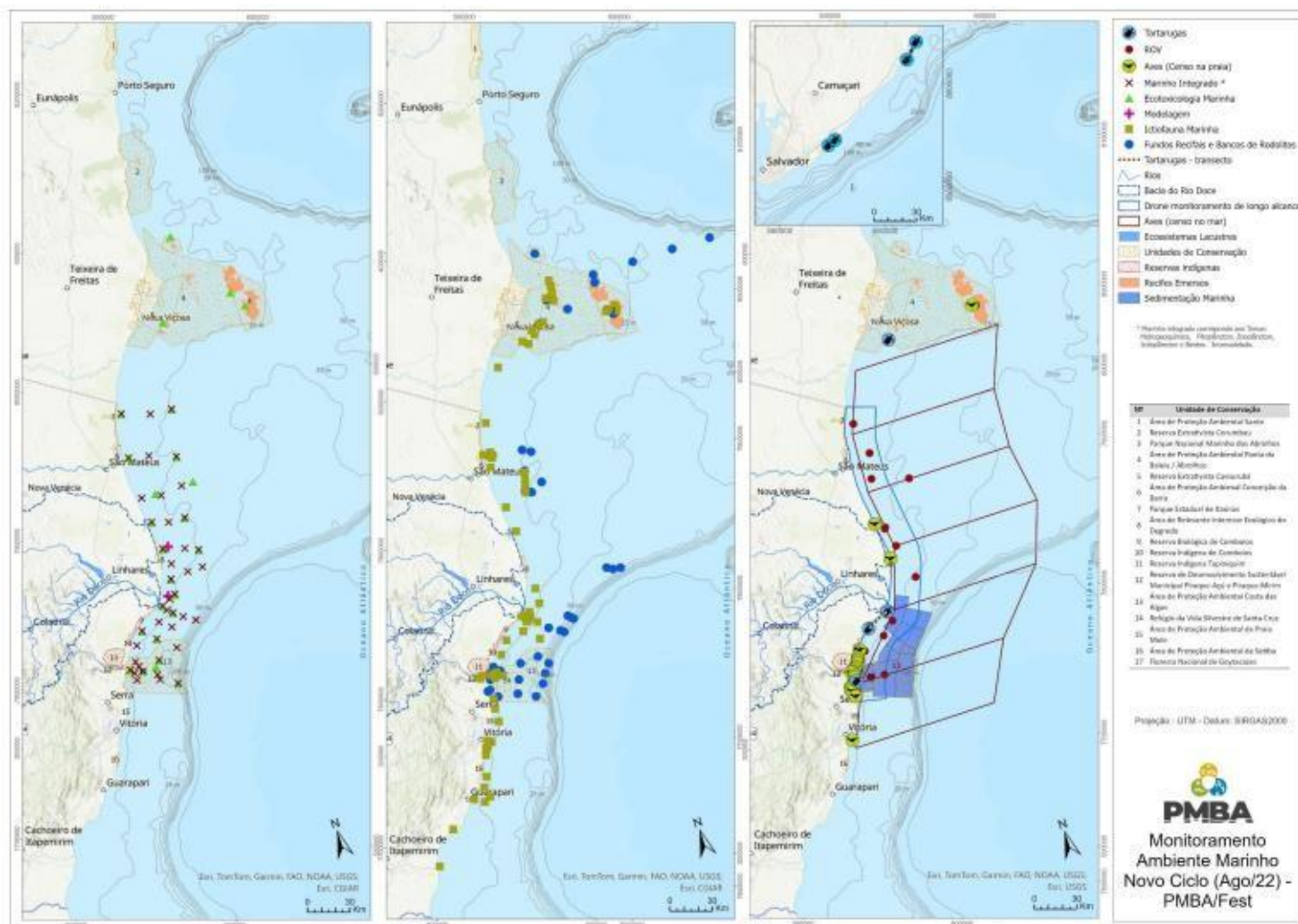


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

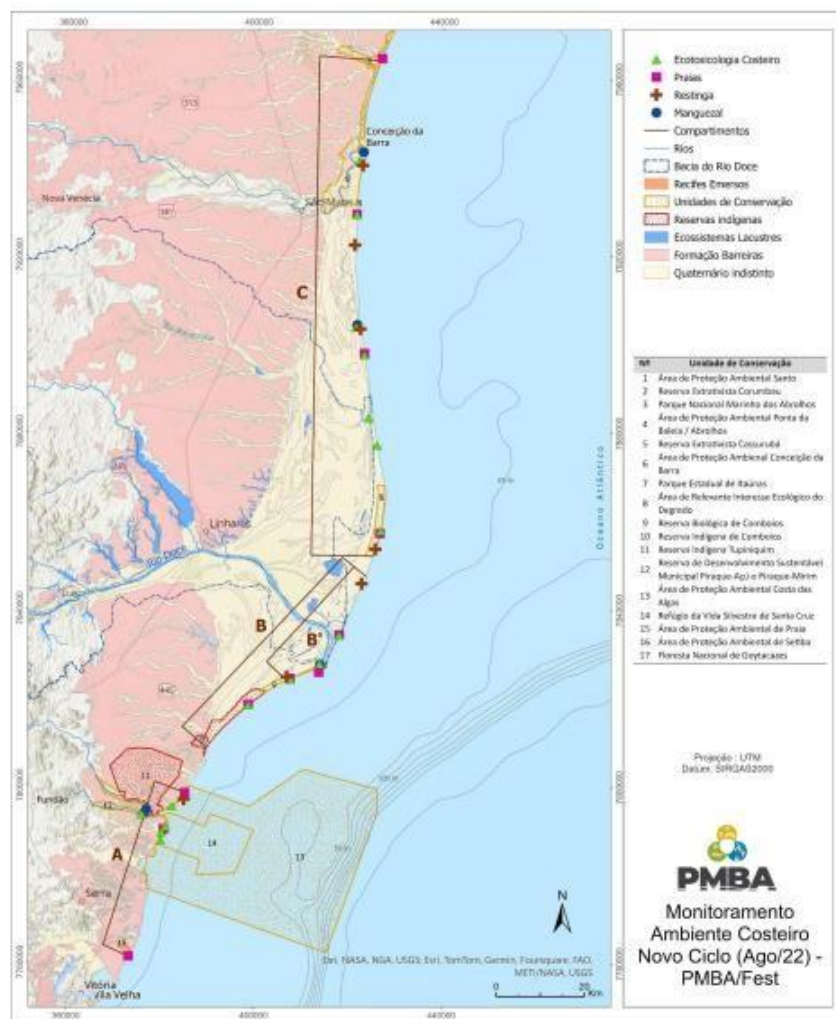


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



Estrutura dos Projetos - Temáticas

- Monitoramento ecotoxicológico dos impactos causados pela lama oriunda do rompimento da Barragem de Mariana (MG) em regiões estuarinas, marinhas e dulcícola;
- Estudo e monitoramento ambiental da área dulcícola, estuarina e marinha;
- Monitoramento de potenciais impactos do rejeito de minério de ferro na praia e antepraia adjacentes da desembocadura do Rio Doce;
- Alterações ecológicas na dinâmica dos manguezais e vegetação de restinga sob influência dos sedimentos provenientes do Rio Doce;
- Monitoramento de mamíferos, tartarugas e aves marinhas associados à foz do rio doce, plataforma continental e áreas protegidas adjacentes;
- Estudo e monitoramento da ictiofauna marinha, estuarina e dulcícola;
- Monitoramento da sedimentação no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos e regiões relacionadas.

ROTEIRO DIDÁTICO

Avaliação de risco ecológico

Nosso Trabalho:



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

Nosso Trabalho:



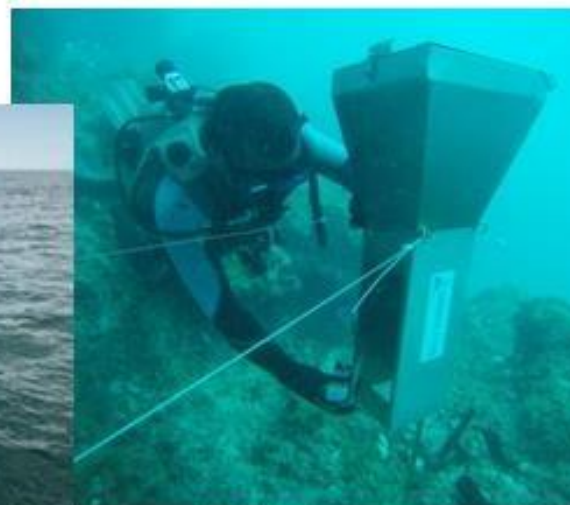
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

Nosso Trabalho:



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

Produtos



Matriz de Resultados RA2023 *PMBA/Fest*

Acordo de Cooperação Técnico-científica



DEFINIÇÃO DE CONCEITOS

- **Critérios** - apontar a origem do processo de análise de impacto;
- **Conceito de impacto** - **Artigo 1º da Resolução n.º 001/86 do CONAMA:** *"qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que afetem diretamente ou indiretamente: A saúde, a segurança, e o bem estar da população; As atividades sociais e econômicas; A biota; As condições estéticas e sanitárias ambientais; A qualidade dos recursos ambientais"*;
- **Matriz de Resultados** – adaptação da **Matriz de Impacto (Leopold, 1971):** avaliação macro em que as principais respostas ou variações de critérios de análise são apresentadas para cada ambiente avaliado e monitorado.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO

- **PMBA/Fest**- monitoramento de indicadores e análises abióticas e bióticas para entender as alterações na qualidade e na biodiversidade dos Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho.
- **Critérios** - definição das alterações ou impactos observados:
 - (A) dados pretéritos pré-rompimento;
 - (B) dados pretéritos pós-rompimento da barragem identificados pela RRDM, mas anteriores ao PMBA/Fest-RRDM;
 - (C) análise espacial entre pontos amostrais impactados e não impactados;
 - (D) correlação direta com a presença dos metais característicos do rejeito;
 - (E) dados disponíveis na literatura científica;
 - (F) valores orientadores da legislação nacional vigente; e
 - (G) valores orientadores internacionais.

METODOLOGIA

A listagem dos impactos/alterações identificados por meio dos indicadores do PMBA/Fest foi produzida de forma *ad hoc* e os mesmos foram organizados em temas transversais que se repetem nos ambientes, sendo eles:

- **Ecotoxicologia**
- **Hidrodinâmica/Hidrologia**
- **Sedimentologia**
- **Química**
- **Ecologia**
- **Saúde**
- **Comportamento**
- **Genética**
- **Vulnerabilidade**

ROTEIRO DIDÁTICO

Categoria	Agrupamento de Impactos	Caracterização
Sedimentologia	Alterações na composição sedimentológica ^{D, M}	Mudanças granulométricas, mineralógicas e alterações em marcadores isotópicos
	Alterações nas características físicas da praia ^C	Alteração na morfologia da praia, erosão
	Aumento da concentração do material particulado em suspensão e turbidez ^{D, M}	Observações de plumas, quantificação por filtragem e pesagem e medição por equipamentos
	Aumento do potencial de mobilização do fundo ^M	Alteração nas características físicas do sedimento facilitando a mobilização e transporte
Química	Alterações na concentração de nutrientes ^{D, M}	Alteração nos valores pretéritos ou médios de nutrientes em água
	Contaminação por compostos orgânicos ^{D, M}	Valores elevados de contaminantes orgânicos em água, sedimento e biota
	Contaminação por metais e metalóides ^{D, C, M}	Valores elevados nas concentrações de metais e Arsênio, principalmente aqueles característicos do MLD
Ecotoxicologia	Alterações nos níveis de toxicidade ^{D, M}	Resultados a partir de ensaios ecotoxicológicos
	Aumento nos valores de índice de resposta biológica ^{D, C, M}	Impactos observados através de cálculo de índice - IBR biomarcador
Ecologia	Alterações do nicho isotópico e diversidade trófica ^M	Mudanças na dieta e comportamento alimentar da biota
	Alterações na estrutura de comunidade ^{D, C, M}	Mudanças observadas em métricas e índices ecológicos
	Alterações na estrutura de população ^{D, C, M}	Impactos observados para um mesmo grupo de espécies em determinada região
	Alterações nos parâmetros reprodutivos ^{C, M}	Distúrbios observados nas etapas e estágios reprodutivos
	Aumento da vulnerabilidade populacional ^M	Medido a partir do potencial de alteração do impacto em relação aos diversos <i>habitat</i> e seus usos
	Aumento na abundância de táxons indicadores de impacto ^{D, M}	Presença ou aumento da abundância de organismos reconhecidos como indicadores de impacto
	Variabilidade da diversidade funcional ^D	Alterações na diversidade funcional e traços funcionais
Genética	Alterações da diversidade e estrutura genética ^{C, M}	Diminuição na diversidade genética, alterações do fluxo gênico e detecção de gargalo populacional
	Redução da diversidade filogenética ^D	Redução da diversidade filogenética
Saúde	Alterações nos parâmetros de saúde e fisiologia ^{D, C, M}	Impactos que comprometem a saúde ou sobrevivência dos organismos
	Danos morfológicos e celulares ^{D, M}	Deformações ou comprometimento da integridade física de organismos
	Doenças e presença de agentes infecciosos ^M	Observação de doenças ou presença de vírus e bactérias
	Mortalidade de organismos ^M	Aumento da mortalidade de organismos associadas ao período do rompimento da barragem
Comportamento	Alterações do uso do <i>habitat</i> ^M	Mudança na área de vida, ocorrência e áreas de alimentação devido a alterações no <i>habitat</i>
	Alterações nas taxas de encalhe ^M	Aumento nas taxas e alterações sazonais de encalhes de cetáceos

^D Impactos observados no Ambiente Dulcícola

^M Impactos observados no Ambiente Marinho

^C Impactos observados no Ambiente Costeiro.

Matriz de Resultados - RA2023 - PMBA/Fest

METODOLOGIA

- Para a construção da Matriz de Resultados, a Matriz de Leopold (Leopold, 1971) foi utilizada como base, porém com as devidas adaptações para enquadramento no escopo do PMBA/Fest.
- As matrizes construídas para cada Ambiente representam uma análise quantitativa. Entretanto, para uma comparação entre os ambientes foi realizada uma análise qualitativa, haja vista as especificidades de cada um deles, ou seja, apenas o comportamento dos valores foi avaliado.
- Para interpretação, classificação e valoração dos impactos ambientais, desenvolveu-se uma análise minuciosa com base em critérios preestabelecidos, sendo eles:

METODOLOGIA

Caráter (Ca) – caracteriza o efeito do impacto no ambiente.

- Negativo (-1): efeito negativo entre os fatores associados;
- Nulo (0): não há relação entre os fatores associados;
- Positivo (1): efeito positivo entre os fatores associados.
- Células em branco ou com “–”, representam que o impacto não se aplica ou que o impacto não foi medido naquele compartimento.

Definição (Def) – é atribuída à referência através da qual o impacto foi identificado.

- Alta (3): o impacto se baseia em um ou mais das seguintes referências: A, B e D;
- Média (2): o impacto se baseia em um ou mais das seguintes referências: D, F e G;
- Baixa (1): o impacto se baseia em um ou mais das seguintes referências: C, D, E.

(A) dados pretéritos pré-rompimento; **(B)** dados pretéritos pós-rompimento da barragem identificados pela RRDM, mas anteriores ao PMBA/Fest (Pré-PMBA); **(C)** análise espacial dos resultados entre pontos amostrais impactados e não impactados; **(D)** correlação direta com a presença dos metais característicos do rejeito; **(E)** dados disponíveis na literatura científica; **(F)** valores orientadores da legislação nacional vigente; e **(G)** valores orientadores internacionais.

Abrangência Espacial (Ab) – está relacionada à distribuição espacial do impacto.

- Regional (3): verificado em mais de 1 ecossistema/compartimento/setor;
- Local (2): verificado em 1 ecossistema/compartimento/setor;
- Pontual (1): verificado em um único ponto amostral.

METODOLOGIA

Nível Ambiental/Trófico (Nat) – associação do impacto aos níveis da cadeia trófica.

- Grande (3): alcançou vários níveis da cadeia trófica
- Média (2): alcançou a base da cadeia trófica
- Baixa (1): o efeito foi restrito ao respectivo compartimento (água/sedimento/etc.)

Reversibilidade (R) – relaciona-se à possibilidade de reversão do impacto no ambiente abiótico (água e sedimento) e, conseqüentemente, na biodiversidade aquática.

- Irreversível (3): não poderiam retornar aos níveis/condições aceitáveis/anteriores
- Parcialmente Reversível (2): poderiam retornar aos níveis/condições aceitáveis embora diferentes das anteriores
- Reversível (1): poderiam retornar aos níveis/condições aceitáveis/anteriores

Duração (D) - corresponde ao tempo de permanência do impacto na área em que se manifesta.

- Permanente (3): é sempre verificado, independente das condições
- Média (2): verificado em eventos sazonais
- Curta (1): associado a evento meteorológico específico

PONTUAÇÃO

$$\text{Pontuação Total} = \text{Ca} * [(\text{Def} * \text{RR}) + \text{Ab} + \text{Nat} + \text{D} + \text{R}]$$

Ca: caráter

Def: definição

RR: relação com o rompimento (definição)

Ab: abrangência espacial

Nat: nível ambiental/trófico

D: duração

R: reversibilidade

A atribuição de um peso ao Critério Definição foi uma estratégia adotada tendo em vista a relevância da origem dos impactos observados para os quais pode-se fazer associação direta ou indireta com o rompimento da barragem. Dessa forma, o critério Definição é ponderado de acordo com sua relação com o rompimento (critério RR: Direto, Indireto ou Sem Relação Definida Ainda).

Quadro 4: Faixa de valores das classificações com base no intervalo máximo de valores do somatório dos critérios.

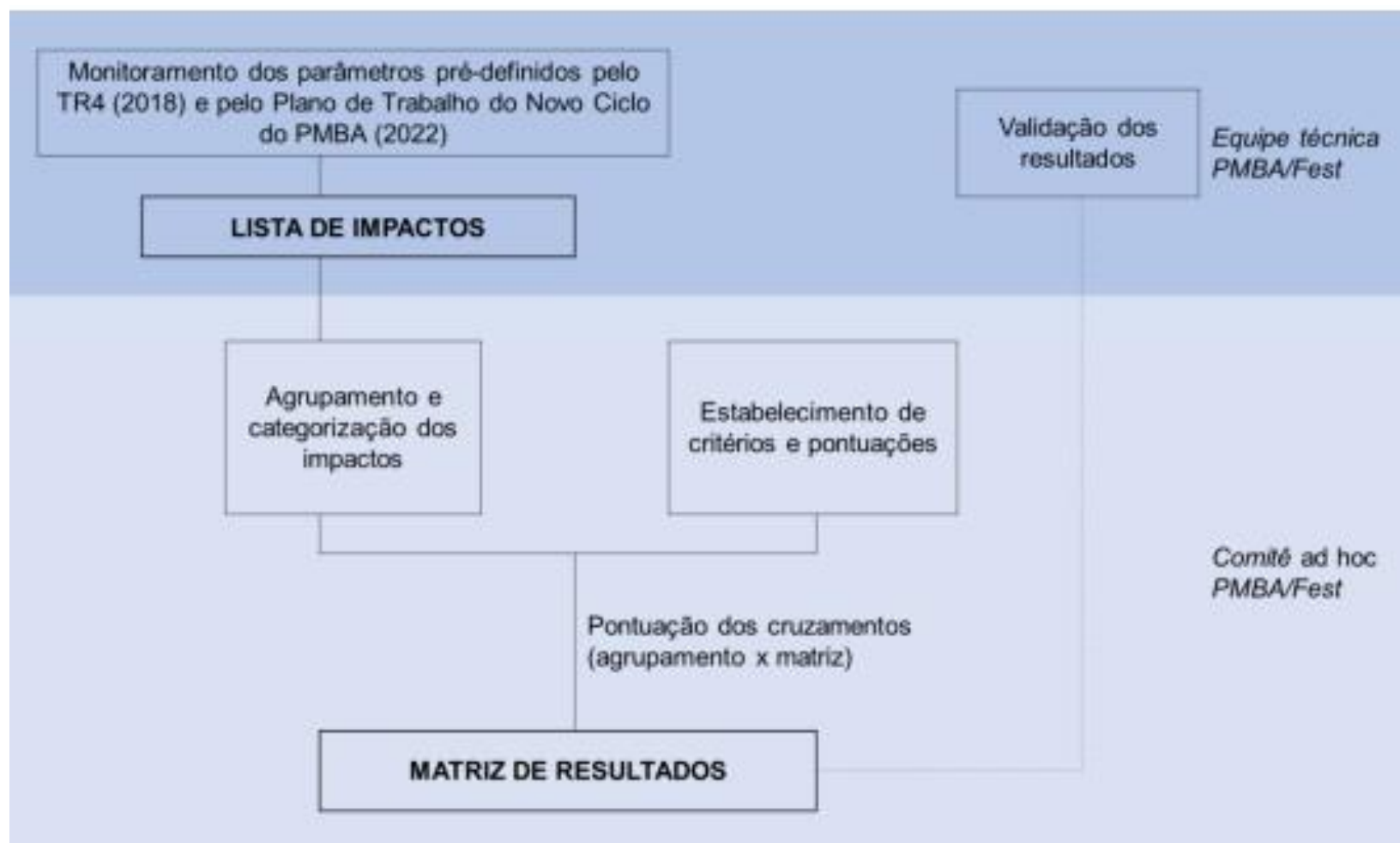
Faixa de valores	Classificação
-5 a -8	Baixo
-9 a -12	Médio
-13 a -16	Alto
-17 a -21	Crítico

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

Figura 12: Matriz de Resultados para o Ambiente Dulcícola. Número de interações (linha x coluna) com análise dos impactos, dumarizando 32 impactos negativos e 19 impactos nulos.

CATEGORIA	AGRUPAMENTO DE IMPACTOS	Abiótico		Biótico								
		Água	Sedimento	Macrófitas	Microbiota	Plâncton	Fitoplâncton	Zooplâncton	Itioplácton	Perifiton	Macroinvertebrados	Itiofauna
Sedimentologia	Alterações na composição sedimentológica	-	-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aumento da concentração do material particulado em suspensão e turbidez	-16	-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Química	Alterações na concentração de nutrientes	-10	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Contaminação por compostos orgânicos	-10	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Contaminação por metais e metalóides	-17	-16	-	-	-18	-	-	-	-	-18	-19
Ecotoxicologia	Alterações nos níveis de toxicidade	-10	-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aumento nos valores de índice de resposta biológica	-	-	-	-	-9	-	-	-	-	-11	-12
Ecologia	Alterações na estrutura de comunidade	-	-	-11	0	-	-15	-11	0	-14	-11	-12
	Alterações na estrutura de população	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-19
	Aumento na abundância de taxóons indicadores de impacto	-	-	-15	-18	-	-12	0	0	0	-11	-12
	Variabilidade da diversidade funcional	-	-	-	-	-	-	-15	-	-	-	-
Genética	Alterações da diversidade e estrutura genética	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-20
	Redução da diversidade filogenética	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-13
Saúde	Alterações nos parâmetros de saúde e fisiologia	-	-	0	-	-	0	0	-12	0	0	0
	Danos morfológicos e celulares	-	-	0	-	-	0	0	-11	0	0	0

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Avaliação de risco ecológico

Figura 13: Matriz de Resultados para o Ambiente Marinho. Número de cruzamentos (linha x coluna) com análise dos impactos, resumando 65 impactos negativos e 28 impactos nulos.

AMBIENTE MARINHO																
CATEGORIA	AGRUPAMENTO DE IMPACTOS	Abiótico		Biótico												
		Água	Sedimento	Macroalgas	Microbiota	Plâncton	Fitoplâncton	Zooplâncton	Ictioplâncton	Bentos de fundo inconsolidado	Bentos de fundo consolidado	Ictiofauna	Tartarugas	Cetáceos	Aves	
Sedimentologia	Alterações na composição sedimentológica	-	-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aumento da concentração do material particulado em suspensão e turbidez	-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aumento do potencial de mobilização do fundo	-	-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Química	Alterações na concentração de nutrientes	-13	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Contaminação por metais e metaloide	-16	-17	0	-	-17	-	-18	-	-18	-9	-19	-19	-16	-18	-17
	Contaminação por compostos orgânicos	-13	-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-11	-14	0
Ecotoxicologia	Aumento nos valores de índice de resposta biológica	-	-	-	-	-11	-	-	-	-12	-8	-10	-	-	-	-
	Alterações nos níveis de toxicidade	-10	-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecologia	Alterações na estrutura de população	-	-	-	-	-	-	-	-	-7	-	-11	0	0	-1	-12
	Alterações na estrutura de comunidade	-	-	-12	0	-	-18	-17	-12	-18	-18	-12	0	0	0	0
	Alterações nos parâmetros reprodutivos	-	-	-	-	-	-	-	-19	-	-	0	-16	-	-1	-12
	Alterações do nicho isotópico e diversidade trófica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-15	-	-	-1	-10
	Aumento na abundância de táxons indicadores de impacto	-	-	0	-17	-	0	-17	0	-16	0	0	-	-	-	-
	Aumento da vulnerabilidade populacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-13	-
Genética	Alterações da diversidade e estrutura genética	-	-	-	-	-	-	-	-	-11	-	-13	-17	-17	-1	-13
Saúde	Danos morfológicos e celulares	-	-	-12	-	-	0	0	-18	0	0	-8	0	-11	0	-1
	Alterações nos parâmetros de saúde e fisiologia	-	-	0	-	-	-17	0	0	0	-11	-12	-19	-14	0	-1
	Mortalidade de organismos	-	-	-	-	-	-	-	-	-18	-	-	-	-16	-	-
	Doenças e presença de agentes infecciosos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-18	-12	-1	-1
Comportamento	Alterações do Uso do Habitat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-12	0	0	-1	-1
	Alterações nas taxas de encalhe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-16	-

ROTEIRO DIDÁTICO

Avaliação de risco ecológico

Figura 14: Matriz de Resultados para o Ambiente Costeiro. Número de cruzamentos (linha x coluna) com análise dos impactos, resumando 20 impactos negativos e 2 impactos nulos.

CATEGORIA	AGRUPAMENTO DE IMPACTOS	Abiótico				Biótico					
		Água	Sedimento de Praia	Sedimento Restinga	Sedimento de Manguezal	Vegetação de Restinga	Vegetação de Manguezal	Bentos: macrofauna	Bentos: meiofauna	Caranguejo de Manguezal	Crustáceos de Praia
Sedimentologia	Alterações nas características físicas da praia	-	-17	-	-	-	-	-	-	-	-
Química	Contaminação por metais e metaloides	-13	-17	-14	-17	-15	-15	-	-	-17	-10
Ecotoxicologia	Aumento nos valores de índice de resposta biológica	-	-	-	-	-	-	-	-	-9	-8
Ecologia	Alterações na estrutura de população	-	-	-	-	-	-	-	-	-15	-
	Alterações na estrutura de comunidade	-	-	-	-	-14	0	-17	-17	-14	-
	Alterações nos parâmetros reprodutivos	-	-	-	-	-13	0	-	-	-12	-
Saúde	Alterações nos parâmetros de saúde e fisiologia	-	-	-	-	-15	-15	-	-	-	-

Legenda:	
-	Não se aplica / não realizado no PMBA/Fest-RRDM
0	Impacto nulo
-5 a -8	Baixo
-9 a -12	Médio
-13 a -16	Alto
-17 a -21	Crítico

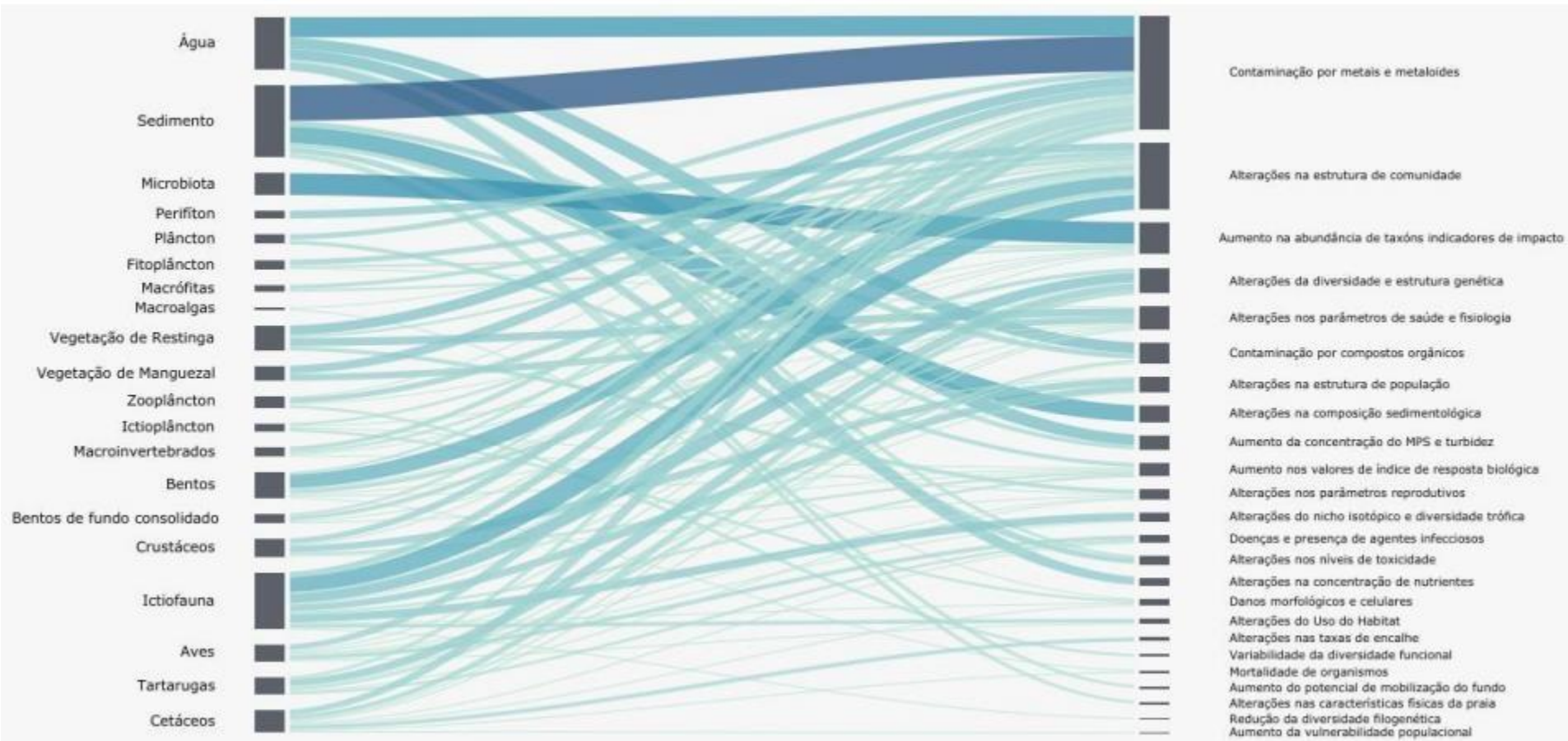
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



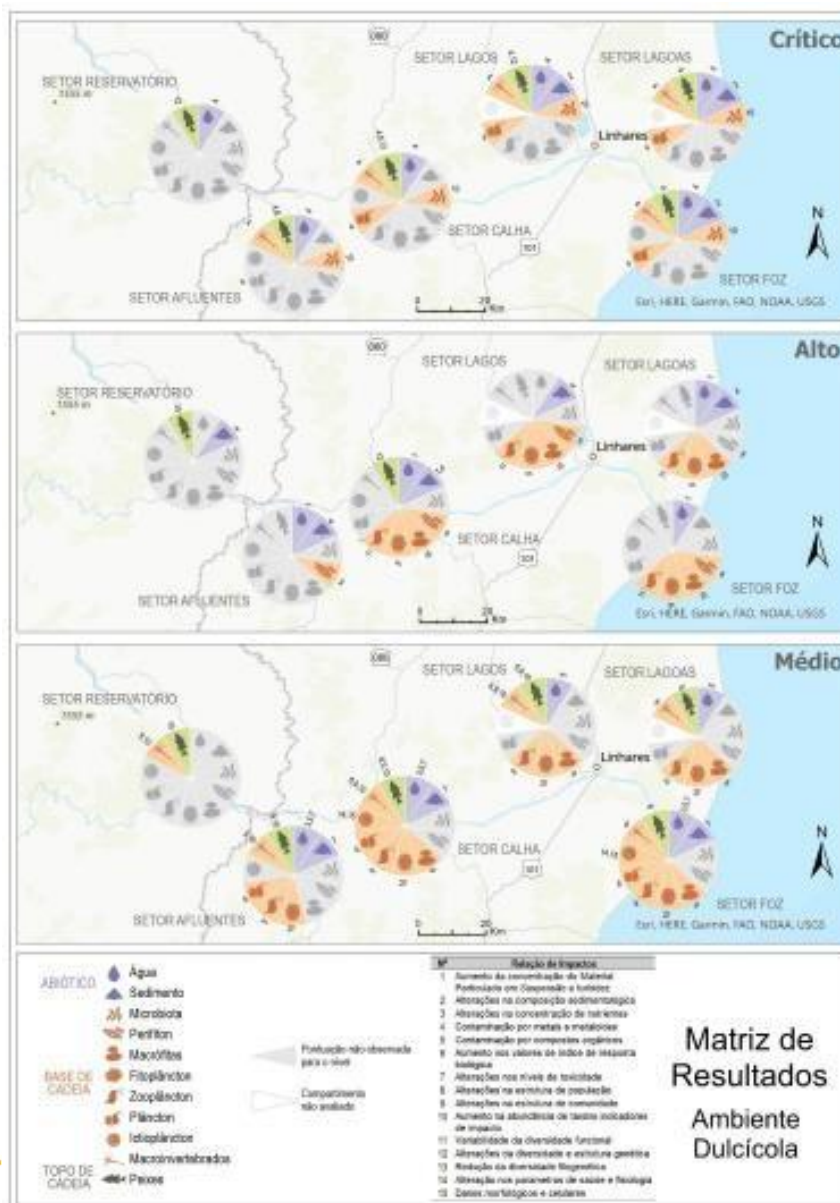
Avaliação de risco ecológico

Figura 18: Relação entre matrizes analisadas e agrupamento de impactos, considerando os Ambientes Dulcícola, Marinho e Costeiro.



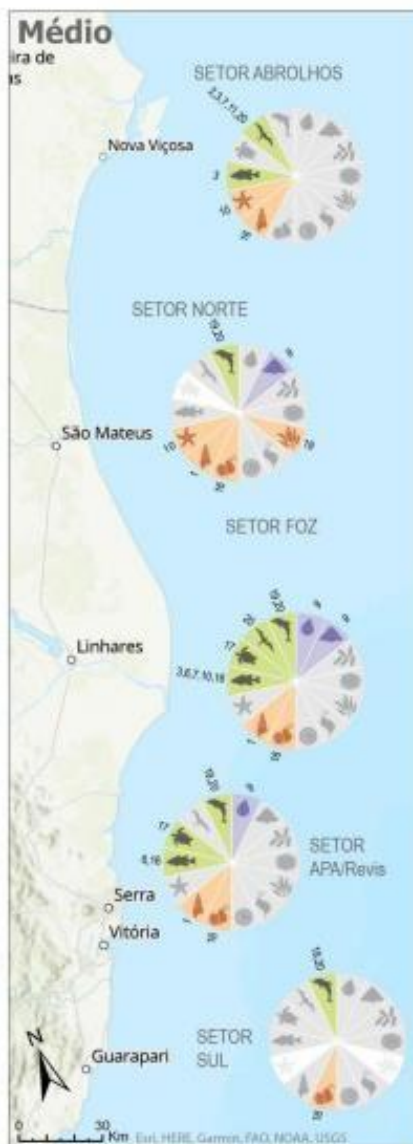
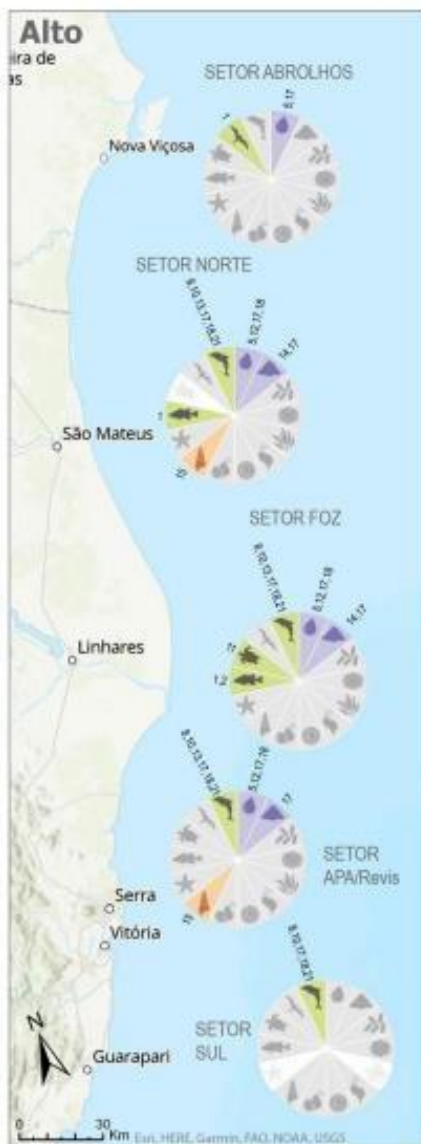
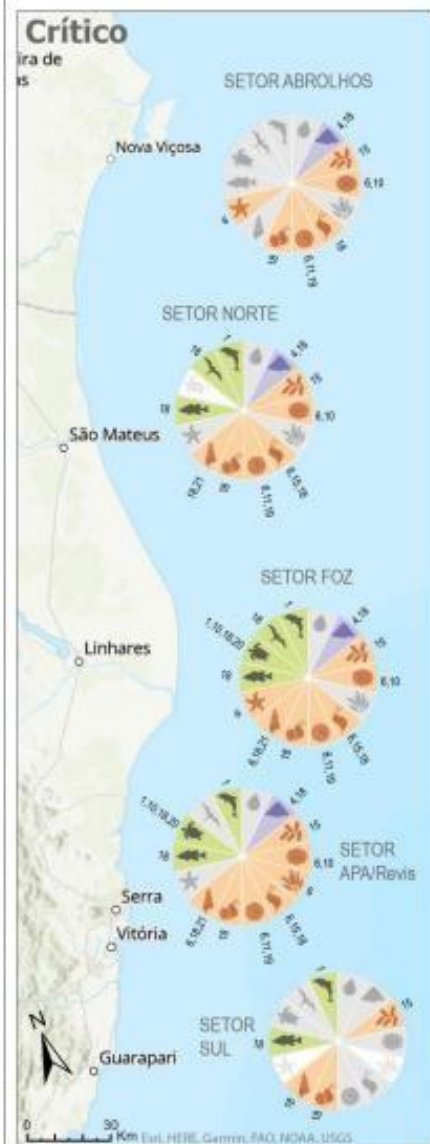
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



▲ Pontuação não observada para o nível
 □ Compartimento não avaliado

Nº	Relação de Impactos
1	Alterações da diversidade e estrutura genética
2	Alterações do nicho ecológico e diversidade trófica
3	Alterações do uso do Habitat
4	Alterações na composição sedimentológica
5	Alterações na concentração de nutrientes
6	Alterações na estrutura de comunidade
7	Alterações na estrutura de população
8	Alterações nas taxas de encaixe
9	Alterações nos níveis de toxicidade
10	Alterações nos parâmetros de saúde e fisiologia
11	Alterações nos parâmetros reprodutivos
12	Aumento da concentração do material particulado em suspensão e turbidez
13	Aumento da vulnerabilidade ambiental
14	Aumento do potencial de mobilização do fundo
15	Aumento na abundância de táxons indicadores de impacto
16	Aumento nos valores de índice de resposta biológica
17	Contaminação por compostos orgânicos
18	Contaminação por metais e metalóides
19	Danos morfológicos e celulares
20	Doenças e presença de agentes infecciosos
21	Mortalidade de organismos

Matriz de Resultados Ambiente Marinho

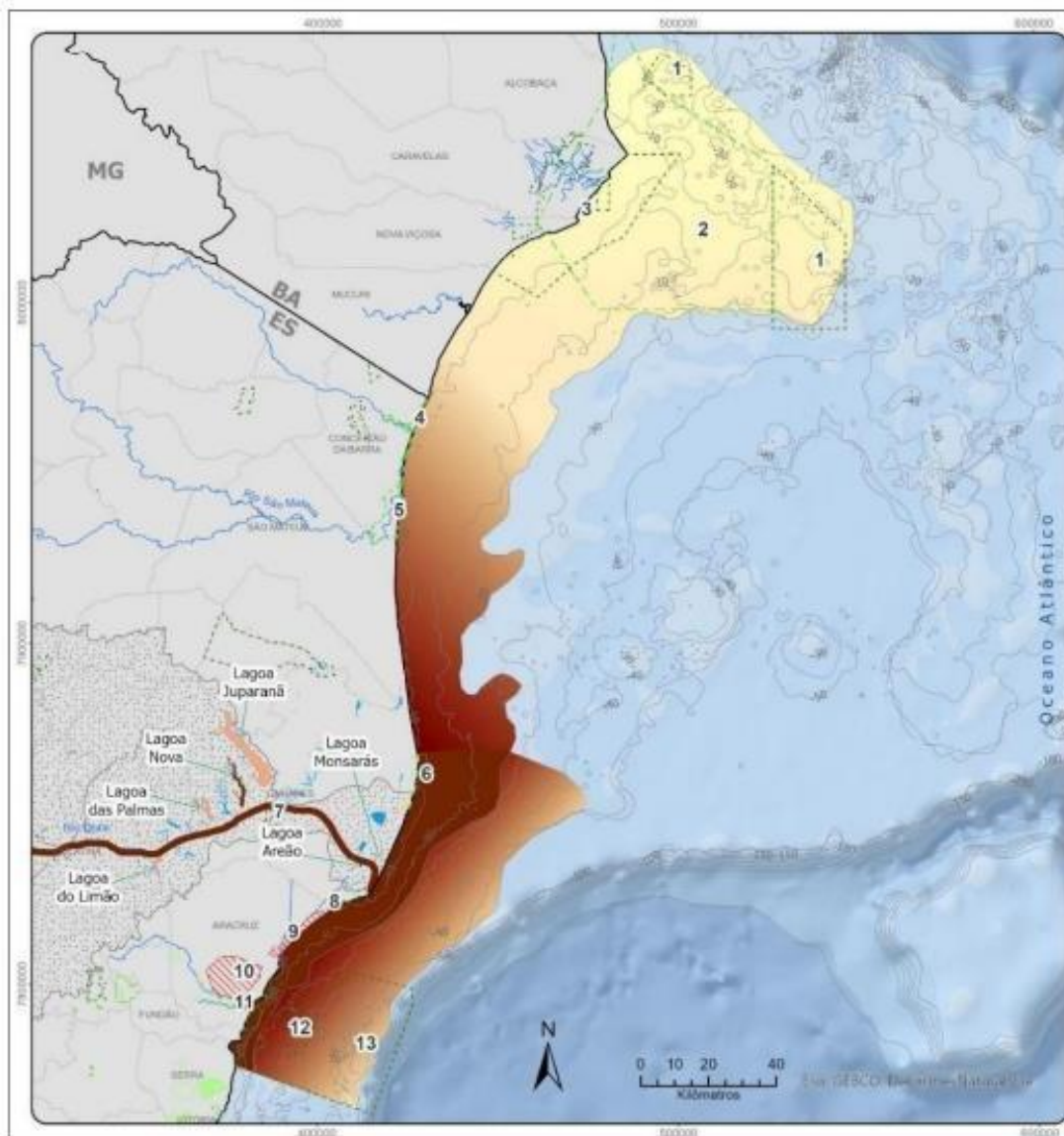
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



- Reservas Indígenas
- Bacia do Rio Doce
- Unidades de Conservação
 - UC Federal
 - UC Estadual
 - UC Municipal
- Ecossistemas Lacustres
- Nível de Impacto
 - Maior Impacto
 - Menor Impacto

Id	Unidade de Conservação
1	Parque Nacional Minho de Abroihos
2	Área de Proteção Ambiental Ponta da Baleia / Abroihos
3	Reserva Extrativista de Cassurubá
4	Parque Estadual de Itaúnas
5	Área de Proteção Ambiental Conceição da Barra
6	Área de Relevante Interesse Ecológico de Degredo
7	Floresta Nacional de Goytacazes
8	Reserva Biológica de Comboios
9	Reserva Indígena de Comboios
10	Reserva Indígena Tupiniquim
11	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal
12	Refúgio da Vida Silvestres de Santa Cruz
13	Área de Proteção ambiental Costa das Algas
14	Área de Proteção Ambiental de Praia Mole



Áreas Impactadas



SOLUÇÕES EDUCACIONAIS



Presenciais



A Distância



Customizadas



Lato e Stricto
Sensu

 **FaceEsesp**
esesp.es.gov.br