

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

A3MMhS1 – Material Suplementar 1

Anexo 3 Marinho – Mapeamento de Habitats

RT-39 RRDM/FEV 22

RA2021 PMBA/Fest-RRDM

Vitória,








Fevereiro de 2022

1 SUMARIZAÇÃO DA METODOLOGIA

1.1 MAPEAMENTO DE HABITAT E AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO ECOSISTEMA

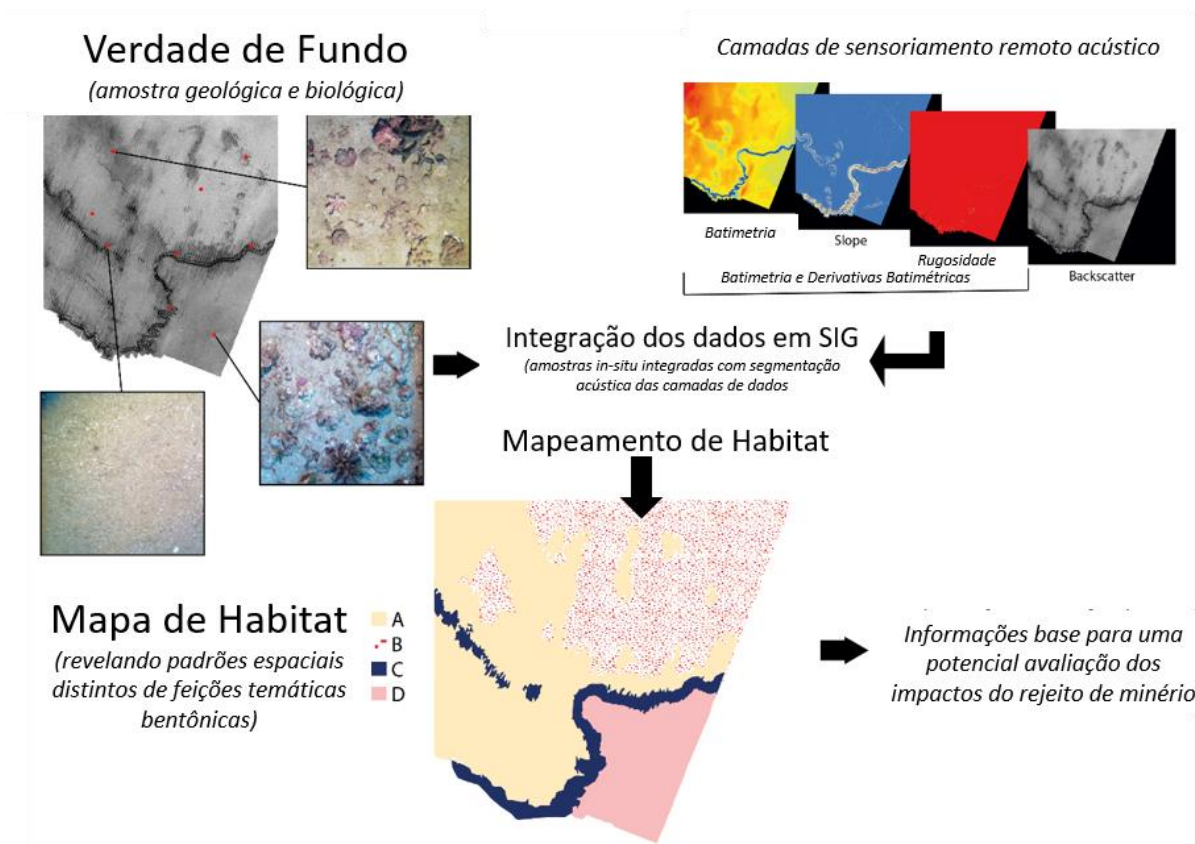
A base de dados coletada e utilizada para as análises consiste em dados acústicos (batimetria multifeixe e backscatter) e na validação através de verdades de campo (imagens de drop câmeras ou amostras de sedimento). Devido à alta turbidez na coluna d'água, não foi possível obter imagens do fundo na região do Rio Doce. Para as análises de imagens de fundo foi adotada uma padronização da categorização com base em modelos estabelecidos, como o CATAMI (*Collaborative and Automated Tools for Analysis of Marine Imagery*) (Althaus et al, 2015), e o EUNIS (*European Nature Information System*) (Connor et al, 2017), visando obter uma hierarquia baseada em características físicas, e quando possível biológicas. Apesar do EUNIS não estar diretamente relacionado com categorização de imagens, o mesmo foi usado para entender os níveis de detalhes que podemos alcançar com sua classificação. Entretanto, sua aplicabilidade acaba sendo diferente conforme o nível de detalhe que se consegue identificar nas imagens e no tipo de habitat encontrado. Essa padronização foi realizada em todas as áreas imageadas e até o momento foi combinada com as camadas de sensoriamento remoto acústico referentes às áreas mapeadas na RVS-SC/APA-CA Rasa e na área dos Recifes Esquecidos. A Tabela 1, sumariza as sete categorias oriundas desse processo.

Tabela 1: Categorias de imagens padronizadas para todas as áreas de coleta com exemplos de imagem e uma breve descrição para cada uma.

Categorias	Exemplo de imagem	Breve descrição das categorias
Areia com bioclasto		Areia com cascalho/fragmentos carbonáticos
Areia fina/lama		Areia misturada com sedimentos mais finos tipo lama
Alga calcária e areia		Areia com grande quantidade de alga calcária (rosados e formato pontudo) entre outros fragmentos carbonáticos esbranquiçados
Rodolito		Rodolitos em alta concentração com muitas macroalgas associadas e alguns podendo ter algas calcárias
Rodolito, fragmento de alga calcária e areia		Rodolitos mais espaçados com fragmentos de alga calcária (rosados e formato pontudo) entre outros fragmentos carbonáticos esbranquiçados
Bioconstrução		Crostas biogênicas, tridimensionais formadas por alga calcária e/ou rodolitos
Recife de coral		Estruturas tridimensionais com alta biodiversidade de corais e macroalgas

A partir do conjunto de dados de imagens e camadas das derivadas batimétricas com a própria batimetria e backscatter, técnicas de segmentação e classificação do fundo marinho foram aplicadas (ferramenta RSobria, licenciada pelo ArcGIS) e integradas em plataforma SIG (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma indicando as etapas metodológicas para o mapeamento de habitat em alta resolução.



Seguindo parte do proposto por Weißhuhn et al. (2018) para avaliação da vulnerabilidade do ecossistema e análise de risco (Levin et al, 2009), foram combinadas propriedades físicas e ecológicas de habitat com ameaças naturais e antropogênicas. Os conceitos embutidos nas análises são estruturados em três componentes principais: exposição do ambiente, sensibilidade e capacidade adaptativa de recuperação. O estabelecimento de indicadores potenciais considerou que mudanças no habitat podem afetar a funcionalidade do ecossistema e sua biodiversidade (Alsterber et al, 2017), aplicando o mapeamento de habitat como ferramenta para essa avaliação. Os indicadores são brevemente caracterizados na Tabela 2 .

Cada indicador foi avaliado de maneira *ad hoc* (Tabela 3) em termos da exposição do ambiente, da sensibilidade e da capacidade adaptativa de recuperação. Para essa análise, a desembocadura do Rio Doce foi considerada a área fonte do distúrbio/impacto.

Tabela 2: Indicadores de impactos, aspectos locais/regionais e ameaças antropogênicas e naturais estabelecidas para avaliar a vulnerabilidade dos ecossistemas.

	Temas	Indicadores	Aspectos regionais/locais
HABITAT	GEODIVERSIDADE	Geomorfologia Distribuição sedimentar	Complexidade, rugosidade, inclinação Input de sedimento pelo Rio Doce, produção de sedimentos carbonáticos
	ECOLOGIA DA PAISAGEM MARINHA	Substratos rígidos Áreas de proteção	Recifes e estruturas carbonáticas Área de Preservação Ambiental
AMEAÇAS ANTROPOGÊNICAS E NATURAIS	DINÂMICA SEDIMENTAR	Dinâmica da pluma Transporte de sedimento	Direção de transporte da pluma, distância da costa Depocentro lamoso, taxas de sedimentação e ressuspensão.
	ATIVIDADES	Qualidade do sedimento e descarga fluvial Pesca	Contaminação do sedimento e descarga fluvial Pesca artesanal e industrial

Tabela 3: Métricas da vulnerabilidade ecossistêmica consideradas para quantificar os indicadores de impacto.

	Exposição	Sensibilidade	Recuperação/Adaptação
1	Grande distância da área fonte do impacto	Baixa geodiversidade, poucos serviços ecossistêmicos	Alta possibilidade de recuperação
2	Distância intermediária da área fonte do impacto	Média geodiversidade, alguns serviços ecossistêmicos	Média possibilidade de recuperação
3	Próximo da área fonte do impacto	Alta geodiversidade, muitos serviços ecossistêmicos	Baixa possibilidade de recuperação

1.2 TESTEMUNHOS

A coleta dos testemunhos foi realizada entre os dias 08 e 09 de maio de 2021. Os testemunhos foram congelados e posteriormente usados para as análises de granulometria, mineralogia, carbonato de cálcio, matéria orgânica e geoquímica. Todos os testemunhos foram subamostrados a cada centímetro bem como liofilizados e pesados antes das subseqüentes análises. Para as análises granulométricas, quantidade do teor de carbonato de cálcio e o de matéria orgânica as amostras subamostras a cada dois centímetros, as três análises seguem o mesmo protocolo descrito para a matriz sedimento superficial. As análises de mineralogia foram feitas na alíquota remanescente da fração de lama usada na granulometria e também seguem o protocolo descrito para a matriz sedimento superficial.

Para as análises de metais, amostras sub amostradas a cada 2 cm A análise dos metais seguiu as normas descritas por (Rauret et al., 1999) baseados no método ISSO 11466 (ISO, 1995). A extração de metais traço, ferro e manganês nas amostras foi feita com água régia e aquecimento em bloco digestor em 0,500g de amostra previamente liofilizada e macerada (Da Silva et al., 2015). Após a extração as amostras foram lidas em um equipamento de absorção atômica AAnalyst 800 (Perkin Elmer®) pela técnica de chama.

A análise de metais em testemunhos permite a avaliação de influência antropogênica ao longo do tempo, baseando-se em níveis de *background* e índices ecológicos que indicam acumulação e enriquecimento ao longo da coluna sedimentar. No presente estudo foi utilizado o Índice de geoacumulação como avaliação da contaminação dos sedimentos por metais.

O resultado neste relatório apresenta os dados dos testemunhos coletados em 2021, fazendo uma comparação com os dados coletados em 2018 e apresentados nos relatórios de 2019 e 2020.

Índice de Geoacumulação- I_{geo} :

O I_{geo} é calculado individualmente para cada elemento em cada amostra (Ruiz, 2001). Como valores de *background* da região foram utilizados valores extraídos valores de base de do testemunho T3 (71 cm) na campanha de novembro de 2018. O cálculo do índice de geoacumulação é dado pela equação a seguir.

$$I_{geo} = \frac{C_n}{1.5 \times B_n}$$

C_n é a concentração do metal; B_n é a concentração de background do metal.

A classificação do grau de poluição de acordo com o resultado de I_{geo} é dado pela Tabela 4.

Tabela 4: Classificação do grau de poluição de acordo com o índice de geoacumulação (Igeo).

Índice de geoacumulação		
Classe	Valor	Classificação
0	<0	Não poluído
1	0-1	Não poluído ou moderadamente poluído
2	1-2	Moderadamente poluído
3	2-3	Moderado a fortemente poluído
4	3-4	Fortemente poluído
5	4-5	Forte a extremamente poluído
6	5-6	Extremamente poluído

A Tabela 5 mostra os valores de nível limite de threshold effect level –TEL (nível limite de efeito); probable effect level – PEL (nível provável de efeito).

Tabela 5: Valores de referência para nível limite de efeito (TEL) e nível provável de efeito (PEL) para Zn, Pb, Cu, Ni e Cr.

	Zn	Pb	*Cu	Ni	Cr
TEL (MacDonald et al., 1996)	124	30,2	18,7	15,9	52,3
PEL (MacDonald et al., 1996)	271	112	108	42,8	160

*valores da crosta continental superior.

Análises Estatísticas

O software Statistica 7.0® foi utilizado para o uso de testes não paramétricos nas variáveis do presente estudo, metais, granulometria, matéria orgânica e carbonatos. O teste de Mann-Whitney ($p < 0,050$) foi utilizado para verificar a significância das diferenças entre as duas campanhas amostrais. A significância das diferenças entre os pontos amostrais em cada campanha foi verificada através do teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,050$). O teste de Dunn, foi utilizado após o teste de Kruskal-Wallis para identificar quais estações diferiram significativamente entre si no caso das concentrações de ferro. A análise de Spearman ($p < 0,050$), foi utilizada para avaliar a significância das correlações entre as variáveis do presente estudo.

2 REFERÊNCIAS

ALSTERBERG, CHRISTIAN, FABIAN ROGER, KRISTINA SUNDBÄCK, JAANIS JUHANSON, STEFAN HULTH, SARA HALLIN, AND LARS GAMFELDT. “Habitat Diversity and Ecosystem Multifunctionality—The Importance of Direct and Indirect Effects.” *Science Advances* 3, no. 2 (February 2017): e1601475. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1601475>.

ALTHAUS F., LEGORRETA R. F., HILL N. A., PRZESLAWSKI R., SCHÖNBERG CHL, et al. (2015)

Standardised Vocabulary for Identifying Benthic Biota and Substrata from Underwater Imagery: The CATAMI Classification Scheme. PLoS ONE 10(10): e0141039. doi:10.1371/journal.pone.0141039

CONNOR D., GELABERT E., MICHEZ N., PARRY M., RICHARD D., SALVATI E., TUNESI L., **Revising the marine section of the EUNIS Habitat classification.** Report of a workshop held at the European Topic Centre on Biological Diversity, 12 & 13 May 2016 revised 2017

DA SILVA, GILMAR S., CÔRREA, L.B., MARQUES, A.L.B., MARQUES, E.P., DE NUNES, M.L.F., DE SOUSA, E.R., DA SILVA, GILBERTO S., 2015. **The role of metals and their fractions in the Bacanga River estuary: An example of the anthropogenic interference in a tropical ecosystem.** Rev. Virtual Quim. 7, 1130–1144. <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150063>

ISO, 1995. **Soil quality, extraction of trace elements soluble in aqua regia** -ISO 11466.

LEVIN, PHILLIP S, MICHAEL J FOGARTY, STEVEN A MURAWSKI, AND DAVID FLUHARTY. **“Integrated Ecosystem Assessments: Developing the Scientific Basis for Ecosystem-Based Management of the Ocean.”** *PLoS Biology* 7, no. 1 (January 20, 2009): e1000014.

RAURET, G., LÓPEZ-SÁNCHEZ, J.F., SAHUQUILLO, A., RUBIO, R., DAVIDSON, C., URE, A., QUEVAUVILLER, P., 1999. **Improvement of the BCR three step sequential extraction procedure prior to the certification of new sediment and soil reference materials.** *J. Environ. Monit.* 1, 57–61. <https://doi.org/10.1039/a807854h>

RUIZ, F., 2001. **Trace Metals in Estuarine Sediments from the Southwestern Spanish Coast.** *Mar. Pollut. Bull.* 42, 482–490.

WEIßHUHN, PETER, FELIX MÜLLER, AND HUBERT WIGGERING. **“Ecosystem Vulnerability Review: Proposal of an Interdisciplinary Ecosystem Assessment Approach.”** *Environmental Management* 61, no. 6 (June 2018): 904–15. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1023-8>.