

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

**A3DMS1– Material Suplementar 1**

**Anexo 3 – Dulcícola/Macrófitas**

**RT-39 RRDM/FEV 22**

**RA2021 PMBA/Fest-RRDM**

Vitória,

Fevereiro de 2022

### A3DMS1 - Metodologia

#### COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO

As expedições para coleta de macrófitas aquáticas (Plantas Vasculares sem sementes e Angiospermas) foram realizadas mensalmente ao longo de três anos. Para a amostragem, as plantas foram coletadas utilizando um quadrado de 1 m<sup>2</sup> que foi lançado quatro vezes aleatoriamente em cada um dos pontos dentro da malha amostral (Figura 1). Para efeitos de comparação, as estações amostrais foram divididas em rio Guandu (E17 - Tributário), Lagos (E18 - Limão, E19 - Nova, E20 - Juparanã), Lagoas (E23 - Areão, E24 - Areal, E25 e E25a - Monsarás) e calha do rio Doce (E0 - Itapina, E21 - Porto de Linhares, E22 - Povoação e E26 - Porto de Regência). Ressalta-se que devido questões burocráticas de ordem superior, da 13ª campanha, a Lagoa Areão (E23) não foi amostrada. Além disso, destaca-se que, devido às consequências causadas pela pandemia de COVID-19, a 17ª campanha, realizada em março de 2020, precisou ser interrompida no segundo dia de coleta (17 de março de 2020). Assim, na referida campanha foram amostrados somente as seguintes estações: Lagoas (E24 - Areal, E25 e E25a - Monsarás) e calha do rio Doce (E21 - Porto de Linhares, E22 - Povoação e E26 - Porto de Regência).

Os espécimes férteis (frondes para plantas vasculares sem sementes, flores e/ou frutos para as Angiospermas) foram coletados com no mínimo de três amostras (sempre que possível) e processados de acordo com os métodos usuais em taxonomia vegetal (Bridson & Forman 1998). As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Sistemática e Genética Vegetal/PPGBT/CEUNES/UFES para posterior envio para a coleção biológica que as receberá - Herbário VIES (Universidade Federal do Espírito Santo). Sempre que possível, amostras adicionais foram coletadas (flores e frutos) e acondicionadas em recipientes adequados e preservadas em álcool etílico 70%, para estudos morfológicos e identificação. Para as plantas vasculares sem sementes, uma amostra foi necessariamente coletada e armazenada em álcool 70% (além das três amostras para exsiccatas).

Os representantes da flora foram acompanhados de seus respectivos registros fotográficos e os dados referentes às coordenadas geográficas obtidos por meio do aparelho de GPS (Global Positioning System).

As espécies foram identificadas por meio do método comparativo de vouchers depositados em herbários [CVRD, K, MBML, MO, NY, RB, SPF, VIES, acrônimos de acordo com Thiers (2021)] e/ou utilizando-se bibliografias específicas.

Os nomes das famílias botânicas seguem o proposto pelo APG (2016) para as angiospermas e Smith et al. (2006) para as plantas vasculares sem sementes. Os nomes dos autores estão de acordo com BFG (2018) e estados de conservação dos táxons segue o sugerido pelo CNCFIora (2020). Para a classificação das formas biológicas das macrófitas aquáticas foi seguido o proposto por Irgang et al. (1984), sendo as espécies categorizadas como: Submersa fixa - enraizadas e que crescem totalmente submersas na água; Submersa livre - permanecem flutuando submersas na água; Flutuante fixa - são enraizadas e com folhas flutuando na superfície da água; Flutuante livre - permanecem flutuando com

as raízes abaixo da superfície da água; Anfíbia - plantas geralmente de margens; Emergentes - enraizadas com folhas emergindo parcialmente; e Epífita.

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os parâmetros de diversidade (abundância, riqueza, índice de dominância e composição de espécies) foram comparados tanto espacial (áreas afetadas diretamente X áreas adjacentes) quanto temporalmente (ao longo de três anos).

Para testar a suficiência amostral total e de cada ambiente (rio Guandu, Lagos, Lagoas e rio Doce), curvas de rarefação foram realizadas reunindo os dados gerais e abundância específica. Para todas as análises relativas aos parâmetros numéricos das comunidades foram construídos modelos lineares generalizados (GLMs), usando-se as distribuições de erros adequadas em cada caso. As variáveis dependentes (resposta) dos modelos foram abundância, riqueza e índice de dominância e as variáveis independentes (explicativas) foram o local nas análises espaciais e o tempo nas análises temporais, levando em consideração os seguintes tempos sazonais: C1, que corresponde à um período chuvoso de Outubro/2018 até Março/2019; S1, que corresponde à um período seco de Abril/2019 até Setembro/2019; C2, que corresponde à um segundo período chuvoso de Outubro/2019 até Março/2020; não existem registros no período S2 (Abril/2020 a Setembro/2020), pois refere-se ao período de pandemia de COVID-19 no qual não foram realizadas atividades de campo; C3, que corresponde ao terceiro período chuvoso de Outubro/2020 até Março/2021 e S3, que corresponde ao terceiro período seco (Abril/2021 a Setembro/2021). Todos os modelos, bem como os testes estatísticos, foram construídos/realizados utilizando-se a plataforma R (R Development Core Team 2018). Todas as investigações foram submetidas à análise de resíduos para verificação das distribuições de erro utilizadas, adequação dos modelos e possível presença de 'outliers'.

As análises de composição foram feitas através de estatística multivariada a partir de planilhas de presença X ausência com abundância em cada ponto. Foram então realizadas análises de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), seguidas de análises de similaridade (ANOSIM) e de porcentagem de contribuição das espécies mais influentes (SIMPER), utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis. A realização de testes do tipo SIMPER permitem a identificação de espécies mais "influentes" na separação das comunidades, de maneira que, a partir da biologia de tais espécies, seja possível inferir se a mesma é uma espécie que possa ser apontada como bioindicadora. Tais análises foram realizadas no software Past 2.17 (Hammer et al. 2001).

Visando o monitoramento de espécies sabidamente bioindicadoras de qualidade da água, foram realizados testes para verificar se a abundância dessas espécies variou ao longo do tempo e se tal variação ocorria da mesma forma nos diferentes ambientes amostrados. Para isso foram realizadas análises de co-variância (ANCOVAs), onde a variável dependente foi sempre a abundância de cada espécie e as variáveis explicativas foram ambiente (categórica) e tempo (contínua). Para tanto, quatro espécies foram selecionadas devido à sua natureza de altas taxas de crescimento em ambientes

perturbados: *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, *E. crassipes* (Mart.) Solms, *Salvinia auriculata* Aubl. e *S. biloba* Raddi. Ademais, com essas mesmas espécies foram realizadas regressões lineares simples com o objetivo de verificar o comportamento da abundância destas em relação às variáveis abióticas, desde metais, nutrientes e variáveis limnológicas.

## REFERÊNCIAS

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

BFG - THE BRAZILIAN FLORA GROUP. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 1513-1527, 2018.

BRIDSON, D.; FORMAN, L. **The herbarium handbook**. Royal Botanical Garden, Lubrecht & Cramer, Richmond, p. 348, 1998.

CNCFlora. **Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>. Acesso em 13 novembro 2021.

HAMMER, Ø; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

IRGANG, B.E.; PEDRALLI, G.; WAECHTER, J.L. Macrófitas aquáticas da estação ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Roessleria**, v. 6, n. 1, p. 395-405, 1984.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 6 nov. 2021.

SMITH, A.R.; PRYER, K.M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P.G. A classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006.

THIERS, B. **Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff**. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>>. Acesso em: 6 nov. 2021.