



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

### Programa Ecoando Sustentabilidade

#### Nota Técnica N° 05/PES/2023

A presente nota técnica foi produzida em resposta a demanda de representantes de moradores da região dos Sacos dos Limões, para dialogar com os temas relacionados ao eventual lançamento de efluentes por um emissário a ser instalado na referida região.

Para essa análise é fundamental considerar que:

- A enseada do rio Tavares-Saco dos Limões (E-TSL) é um dos ambientes da Baía da Ilha de Santa Catarina (BISC) com menor hidrodinâmica, pois é onde ocorre a onda estacionária da maré, pelo encontro e diminuição da velocidade das correntes que entram pelo canal da Baía Norte e da Baía Sul, em direção convergente, que se encontram e se anulam na região da enseada (Figura 1);
- A onda estacionária favorece o acúmulo de material particulado e dissolvido na região, incluindo matéria orgânica e poluentes advindos da bacia hidrográfica da BISC, ou seja, não somente da bacia hidrográfica do rio Tavares e Saco dos Limões (Figuras 2 3);
- Os impactos ambientais relacionados à instalação e operação de emissário submarinos são de natureza, física, química e biológica, e que são reconhecidos por literatura consolidada e por órgãos governamentais (Roth et al., 2016, Ortiz et al., 2016). Portanto, é necessária uma avaliação integrada de todos esses parâmetros para subsidiar as tomadas de decisão;
- Cabe exemplificar que os efeitos de poluição de uma pluma de esgoto foram detectáveis a mais de 6 km a jusante do local de emissário submarino de Salvador, uma vez que a hidrodinâmica sazonal da plataforma impulsionada pelo vento e pela maré facilitou o seu transporte advectivo para águas próximas da costa (Roth et al., 2016).
- Que a onda de calor é um dos eventos extremos de maior ocorrência na região e que atuam amplificando o efeito da eutrofização, como a diminuição de oxigênio na água devido a entrada de nutrientes e de matéria orgânica na região (Brauko et al., 2021);
- As populações de berbigão vivendo em áreas com poluição orgânica tem menor resistência a eventos extremos e poluição do que populações em ambientes mais saudáveis, apresentando maior mortalidade (Carneiro et al., 2021).
- Pescadores artesanais da região apresentam atividade de elevada vulnerabilidade, como evidenciado no evento de mortalidade em massa de berbigões na região do aterro da baía sul anos atrás, conforme documentado por Carneiro et al. (2020);
- As vulnerabilidades e interdependências socioambientais, do turismo, pesca e maricultura das Baías da Ilha de Santa Catarina (BISC), suas áreas de influência e crescente poluição (Fonseca et al., 2021);

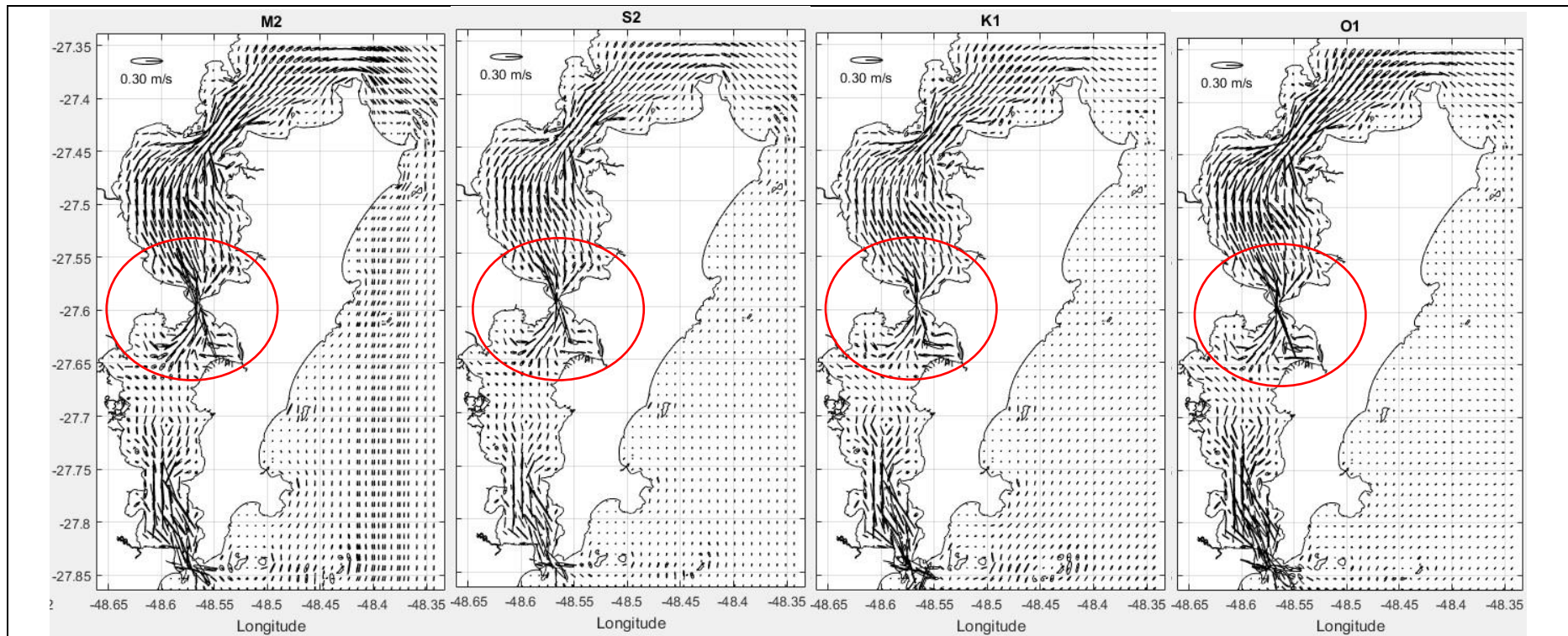


Figura. Detalhe da velocidade das correntes no interior da Baía da Ilha de SC, segundo os diferentes componentes da maré, com destaque (círculo em vermelho) a região da onda estacionária (flechas no sentido mais horizontal), com as menores velocidades das correntes de maré. Fonte: Cizeweski (2016).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Programa Ecoando Sustentabilidade

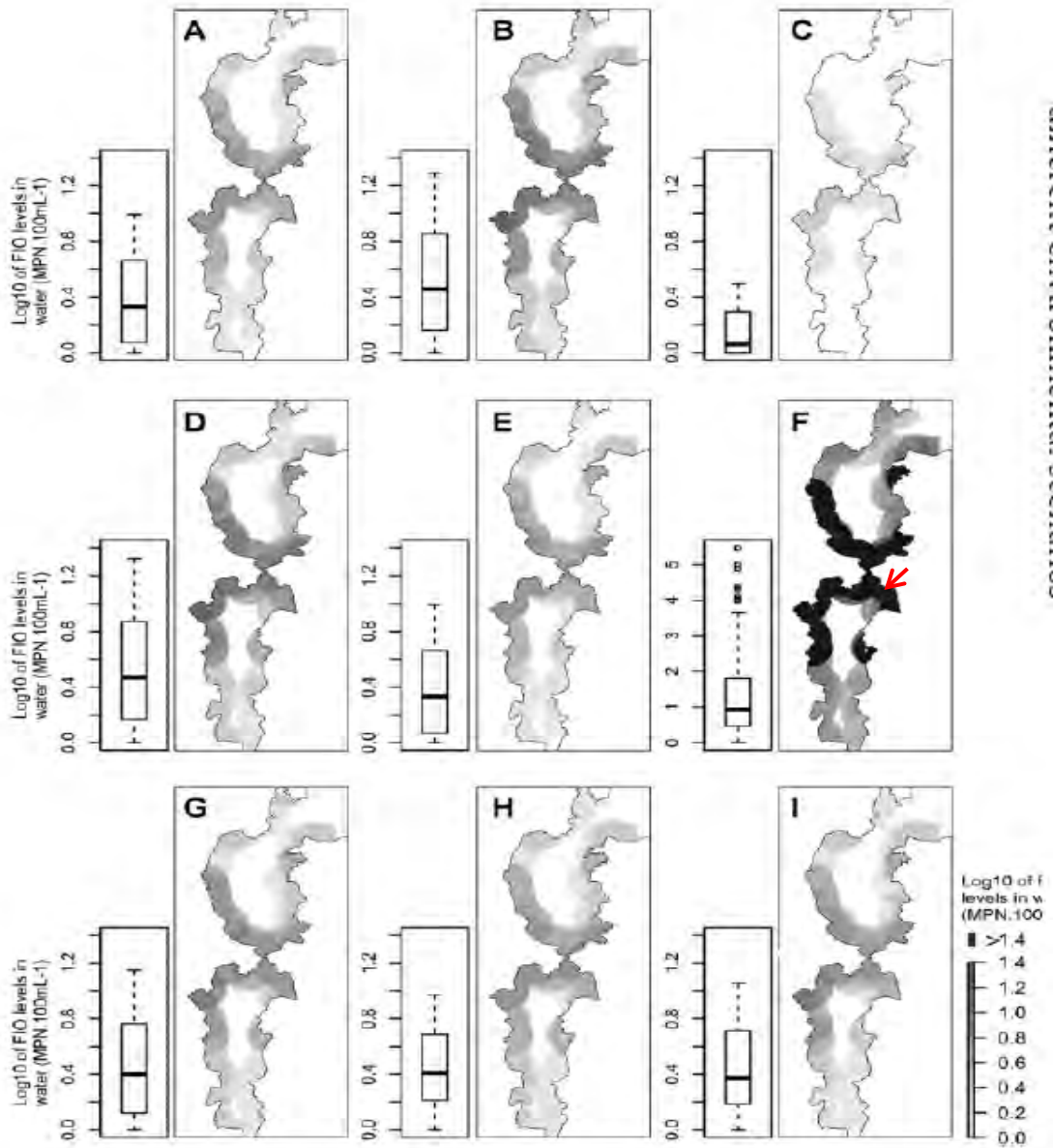


Figura 2. Simulação de diferentes cenários para o acúmulo de organismos fecais na BISC, associado à condição hidrodinâmica e ambientais (chuva e radiação solar). Fonte: de Souza et al. (2018). Flecha indica local da E-TSL.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Programa Ecoando Sustentabilidade

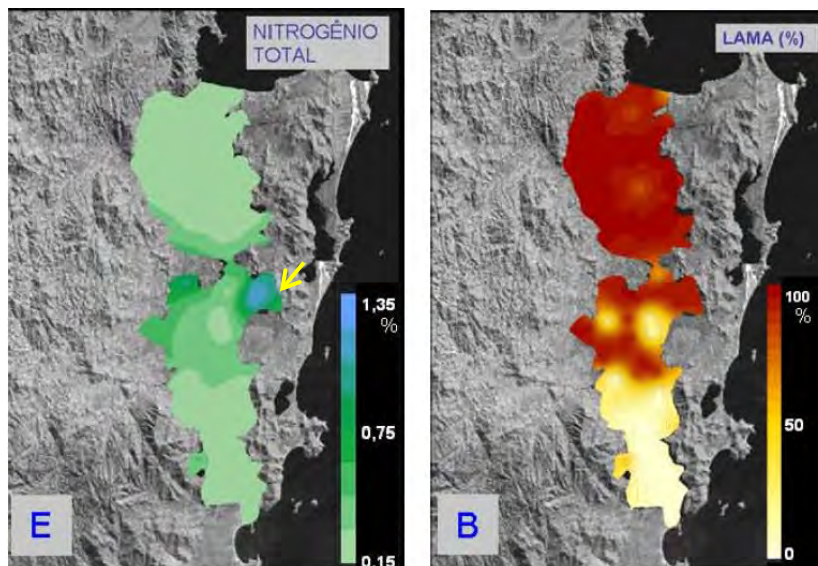


Figura 3. Porcentagem (%) de Nitrogênio Total e de Lama na matriz sedimentar na BISC, as maiores concentrações foram registradas na E-TSL. Flecha indica local da E-TSL. Fonte: Bonetti et al. (2007)

- A presença das diversas unidades de conservação sob influência da região de estudo, como a APA da Baleia Franca, O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, A RESEX de Pirajubaé, A ESEC de Carijós, a APA do Anhatomirim e a ReBio do Arvoredo;
- Atenção particular deve ser dada a Resex de Pirajubaé, diretamente afetada pelo empreendimento em análise. A RESEX vem historicamente sendo negligenciada com relação ao planejamento público de ocupação e uso na região e isso tem produzido perdas significativas da biodiversidade, a qualidade do meio ambiente e a comunidade pesqueira;
- Para além da importância local, ambientes marinhos costeiros abrigam biodiversidade fundamental para a sustentação da vida, para o equilíbrio climático (Horta et al., 2021), ao mesmo tempo em que fornecem diversas contribuições para nossa sociedade, com inestimável relevância econômica, social e cultural (Barbier et al., 2011);
- O agravamento do cenário de mudança climática com elevação do nível do mar, aumento da frequência e intensidade de eventos extremos e aceleração da acidificação do oceano (Armstrong et al., 2022);
- A ocorrência de zonas hipóxicas ou anóxicas na baía adjacente, também conhecidas como zonas mortas pela falta de oxigênio dissolvido na água, condições que já têm imposto a perda de biodiversidade nas BISC (Brauko et al., 2021);
- Os passivos de séculos de poluição costeira com o acúmulo de poluentes e patógenos diversos no sedimento das BISC e de suas interações entre estressores globais (como mudanças climáticas



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**Programa Ecoando Sustentabilidade**

e acidificação do oceano) com demais estressores locais (como sobrepesca, impermeabilização da mancha urbana, entre outros) (Garbossa et al., 2017; Cabral et al., 2019);

- A região é altamente suscetível à eutrofização, devido às condições hidrodinâmicas e pressões antrópicas (Figura 4)

Sistema Década	Baía Norte			Baía Sul		
	1990	2000	2010	1990	2000	2010
Fator de Influência(IF)	Moderada Alta	Moderada Alta	Moderada Alta	Alta	Alta	Alta
Condição eutrofização (EuC)	Moderada Alta	Moderada Alta	Moderada Alta	Moderada Alta	Moderada Alta	Alta
Previsão Futura (FO1)	-	-	Não muda	-	-	Não muda
Previsão Futura (FO2)	-	-	Não muda	-	-	Não muda
Previsão Futura (FO3)	-	-	Não muda	-	-	Não muda
ASSETS médio Total	Ruim	Ruim	Ruim	Muito Ruim	Muito Ruim	Muito Ruim
TRIX (Índice Trófico)	-	Muito Ruim Eutrófico (6.1)	Muito Ruim Eutrófico (6.1)	-	Ruim Mesotrófico(5.8)	Muito Ruim Eutrófico (6.2)
LOICZ (metabolismo)	-	Bom Oligotrófico (53)	Ruim Mesotrófico(129)	Pessimo Hipereutrófico (695)	Ruim Mesotrófico (133)	Muito Ruim Eutrófico (376)

Figura 4. Aplicação do modelo ASSETS (Eutrofização) para a BISC (Baía Norte e Sul) com dados das últimas décadas. Previsão Futura considerado: FO1: + 25% da População e Efluente Igual; FO2: + 25% da População e tratamento de 100% do Efluente; FO3: Igual População e tratamento de 100% do Efluente. Fonte: Cabral et al. (2020).

- A necessidade de discutir e desenvolver soluções de saneamento (baseados na natureza) que reaproveitem recursos presentes nos efluentes domésticos, como o nitrogênio e o fósforo (Horta et al., 2020);

- Considerando a indispensável atenção aos princípios da precaução e prevenção para a tomada de decisão;

- Que para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os EIA/RIMAs e o planejamento territorial devem partir da matriz ambiental (Folke et al., 2016), seguido pela matriz social e, por fim, a matriz econômica, dando prioridade e peso ponderado decrescente nessa ordem Ambiental>Social>Econômico (Figura 5);

*O programa Ecoando Sustentabilidade da Universidade federal de Santa Catarina considera necessário, entre outros estudos e esclarecimentos, solicita:*

- Apresentação e discussão com a comunidade do bairro resultados dos estudos de impacto ambiental e seus relatórios para análise minuciosa das potenciais alternativas locais do empreendimento, considerando potenciais impactos para a pesca e maricultura da região do sul da ilha;
- Inclusão de cenários relacionados às mudanças climáticas incluindo impactos relacionados ao aquecimento, eventos extremos (como ressacas, tempestades, secas e ondas de calor), acidificação e elevação do nível do mar;

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

### Programa Ecoando Sustentabilidade

- Inclusão de cenário relacionado à expansão urbana na bacia hidrográfica da BISC, considerando que os materiais que entram no sistema tendem a se acumular, devido à dinâmica das correntes marinhas, na região da E-TSL;
- Inserção na análise a emissão de gases estufas, considerando que na BISC existem reservatórios de gases, inclusive o metano (Klein et al., 2016), um importante gás de efeito estufa (GEE);
- Apresentação de mapas da dispersão de contaminantes, como metais pesados, nutrientes, de poluentes emergentes, e dos GEEs a partir da atividade do emissário, nas diferentes condições meteorológicas (chuva e vento) e oceanográficas, em especial às condições extremas e ao aumento do nível do mar esperados para a região em função das mudanças climáticas;
- Fazer avaliação da capacidade suporte do ambiente assim como de espécies sentinelas, considerando poluentes convencionais e emergentes.
- - Apresentar avaliação dos efeitos do esgoto tratado sobre as populações de berbigão e sobre a comunidade pesqueira local a fim de garantir os objetivos da existência da RESEX de Pirajubáé.



Figura 5: Proposta de valorização e aplicação hierárquica do Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, desenvolvida pelo Centro de Resiliência de Estocolmo (adaptado de Folke et al., 2016).

### Conclusão



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

### Programa Ecoando Sustentabilidade

O cenário teórico relacionado ao referido ambiente, a poluição crônica por nutrientes, metais e hidrocarbonetos, assim como os eventos de mortalidade pretéritos, juntamente com o avanço da eutrofização, expansão da zona morta, somado à ocorrência de florações de algas nocivas, reforçam a necessidade de da realização de estudos robustos, bem fundamentados, e dialogado com a comunidade para garantir a saúde e resiliência da sociobiodiversidade associada a este território.

#### Referências

Armstrong McKay, D. I., Staal, A., Abrams, J. F., Winkelmann, R., Sakschewski, B., Loriani, S., ... & Lenton, T. M. (2022). Exceeding 1.5° C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377(6611), eabn7950.

Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological monographs*, 81(2), 169-193.

Bonetti, C., Bonetti, J., Barcellos, R.L., 2007. Caracterização sedimentar e geoquímica de sistemas costeiros com ênfase na avaliação da influência de sítios de cultivo de moluscos, pp. 139–149.

Brauko, K.M.; Cabral, A. ; COSTA, N. V. ; HAYDEN, J. ; DIAS, C. E. P. ; LEITE, E. S. ; MUELLER, C. M.; Hall-Spencer, J. ; Rodrigues, R.R. ; Rörig, L.R. ; PAGLIOSA, Paulo Roberto ; Fonseca, A.L. ; ALARCON, O. E. ; HORTA, P. A. . Marine Heatwaves, Sewage and Eutrophication Combine to Trigger Deoxygenation and Biodiversity Loss: A SW Atlantic Case Study. *FRONTIERS IN MARINE SCIENCE*, v. 7, p. 590258, 2020.

Byrnes, T. A., & Dunn, R. J. (2020). Boating-and shipping-related environmental impacts and example management measures: A review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(11), 908.

Cabral, A., Bonetti, C.H.C., Garbossa, L.H.P., Pereira-Filho, J., Besen, K., Fonseca, A.L., 2020. Water masses seasonality and meteorological patterns drive the biogeochemical processes of a subtropical and urbanized watershed-bay-shelf continuum. *Sci. Total Environ.* 749, 141553. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141553>.

Chmura, G. L., & Ross, N. W. (1978). The environmental impacts of marinas and their boats. A literature review with management considerations. *Government Reports, Announcements and Index, National Technical Information Service (NTIS), US Department of Commerce*, 78(25).

de Souza, R.V., Campos, C.J.A., Garbossa, L.H.P., Seiffert, W.Q., 2018. Developing, crossvalidating and applying regression models to predict the concentrations of faecal indicator organisms in coastal waters under different environmental scenarios. *Sci. Total Environ.* 630, 20–31. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.139>.



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

### Programa Ecoando Sustentabilidade

Garbossa, L.H.P., Souza, R.V., Campos, C.J.A., Vanz, A., Vianna, L.F.N., Rupp, G.S., 2017. Thermotolerant coliform loadings to coastal areas of Santa Catarina (Brazil) evidence the effect of growing urbanisation and insufficient provision of sewerage infrastructure. *Environ. Monit. Assess.* 189 <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5742-0>.

Fonseca, Alessandra Larissa; NEWTON, ALICE ; CABRAL, ALEX . Local and meso-scale pressures in the eutrophication process of a coastal subtropical system: Challenges for effective management. *ESTUARINE COASTAL AND SHELF SCIENCE*, v. 250, p. 107109, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107109>

Folke, C., R. Biggs, A. V. Norström, B. Reyers, and J. Rockström. 2016. Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society* 21(3):41. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08748-210341>

Freitas, A., de C. Aguiar, V. M., & Baptista Neto, J. A. (2021). Modern Dinoflagellate Cyst Abundance and Trace Metals as Biomonitoring Tools in a Tropical Bay in Brazil. *Journal of Coastal Research*, 37(6), 1247-1259.

Horta, P., Pinho, P. F., Gouvêa, L., Grimaldi, G., Destri, G., Mueller, C. M., ... & Cotrim da Cunha, L. (2020). Climate Change and Brazil's coastal zone: socio-environmental vulnerabilities and action strategies. *Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate*, (3). <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33845>

KLEIN, ANTONIO HENRIQUE DA FONTOURA; DEMARCO, LARISSA FELICIDADE WERKHAUSER ; GUESSER, VANESSA ; FLEMMING, GABRIELA REIS ; BONETTI, JARBAS ; PORPILHO, DIEGO ; AYRES NETO, ARTHUR ; SOUZA, JORGE ANTONIO GUIMARÃES DE ; FÉLIX, CESÁR ALEXANDRE . Shallow gas seismic structures: forms and distribution on Santa Catarina Island, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography (Online)*, v. 64, p. 325-338, 2016. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592016115506404>

Ortiz, J. P., Braulio, A., & Yanes, J. P. (2016). Wastewater marine disposal through outfalls on the coast of São Paulo State Brazil: an overview. *Revista DAE*, 64(204), 29-46.

Roth, F., Lessa, G. C., Wild, C., Kikuchi, R. K. P., & Naumann, M. S. (2016). Impacts of a high-discharge submarine sewage outfall on water quality in the coastal zone of Salvador (Bahia, Brazil). *Marine pollution bulletin*, 106(1-2), 43-48.

Florianópolis, 04 de setembro de 2023.