{{BEN\_01}}

Relatório {BEN\_54} de Monitoramento da Comunidade Bentônica

{BEN\_03}/{BEN\_04}

{BEN\_05}, {BEN\_06} de {BEN\_07} de {BEN\_08}.

SUMÁRIO

[1. Dados do empreendedor 3](#_Toc190328310)

[2. Dados da empresa consultora 3](#_Toc190328311)

[3. Objetivos e justificativas 4](#_Toc190328312)

[4. Metodologia 5](#_Toc190328313)

[4.1. Bentos de fundo consolidado 5](#_Toc190328314)

[4.1.1. Pontos de coleta e periodicidade 5](#_Toc190328315)

[4.1.2. Amostragem em campo e parâmetros 5](#_Toc190328316)

[4.1.3. Análise de dados 5](#_Toc190328317)

[4.1.4. Indicadores 5](#_Toc190328318)

[4.2. Bentos de fundo inconsolidado 5](#_Toc190328319)

[4.2.1. Pontos de coleta e periodicidade 5](#_Toc190328320)

[4.2.2. Amostragem em campo e parâmetros 5](#_Toc190328321)

[4.2.3. Análise de dados 5](#_Toc190328322)

[4.2.4. Indicadores 5](#_Toc190328323)

[5. Resultados e discussões 5](#_Toc190328324)

[5.1. Macrofauna bentônica de fundo consolidado 5](#_Toc190328325)

[5.2. Macrofauna bentônica de fundo inconsolidado 5](#_Toc190328326)

[6. Parecer Técnico 5](#_Toc190328327)

[7. Considerações Finais 5](#_Toc190328328)

[8. Lista de Referências 5](#_Toc190328329)

# Dados do empreendedor

Empreendedor: {{BEN\_01}}

Razão social: {BEN\_09}

CNPJ: {BEN\_10}

Endereço: {BEN\_11}

Endereço eletrônico: {BEN\_12}

Nº Licença de Operação: {BEN\_13}

# Dados da empresa consultora

Nome: EC Projetos

Razão Social: Eagle Consultoria Econômica e de engenharia LTDA.

CNPJ: 17.940.831/0001-46

Endereço: R. Lauro Linhares, 2123 - sala 508 - Trindade, Florianópolis - SC, 88036-003.

Endereço eletrônico: https://ecprojetos.com.br/en/home/

Responsável técnico: {BEN\_44}

Registro CREA: {BEN\_45}

Registro CTF/IBAMA: {BEN\_46}

# Introdução

Os organismos bentônicos desempenham diferentes funções nos ecossistemas aquáticos, podendo ser classificados de acordo com o tipo de substrato em que habitam: bentos de fundo consolidado e bentos de fundo inconsolidado (Gray, 1974). A comunidade bentônica de fundo inconsolidado habita sedimentos arenosos e/ou lodosos, sendo importantes fatores na reciclagem de nutrientes, fixação de carbono e filtragem de partículas suspensas (Gray, 1974).

Em contrapartida, os bentos de fundo consolidado são aqueles que habitam substratos consolidados naturais ou artificiais, desenvolvendo uma fauna incrustante, sedentária e diversa (Coutinho, 2002). As funções destes organismos são variadas: contribuem significativamente para a diversidade e produtividade biológica local (Agostini; Ozorio, 2018); são consideradas como agentes estruturadores (Krohling et al., 2006) e promovem o transporte de energia e material entre os compartimentos pelágico e bentônico (Griffiths et al., 2017).

No que tange as atividades portuárias, os organismos bentônicos podem ser negativamente afetados, especialmente em relação a execução de dragagens. A remoção de sedimentos pode destruir habitats essenciais aos bentos, afetando seu ciclo de vida (Bernard, 2019). Além disso, a suspensão de partículas e liberação de poluentes acumulados podem prejudicar a qualidade da água e promover a bioacumulação de substâncias na comunidade bentônica (Rosenberg, 1977).

Neste sentido, o presente relatório apresenta os resultados associados a macrofauna bentônica de fundo consolidado e inconsolidado, de modo a identificar possíveis alterações nestes organismos, oriundas das atividades de operação do empreendimento em sua área de influência.

# Objetivos e justificativas

O presente relatório {BEN\_54} refere-se ao monitoramento da comunidade bentônica presente na área de influência das atividades de operação do {{BEN\_01}}. O monitoramento dos bentos está vinculado à Licença de Operação (LO) nº {BEN\_13}, emitida pelo {BEN\_15} sendo parte integrante do Programa de Monitoramento de Bentos da referida licença.

À vista disso, este relatório visa atender as diretrizes propostas no Programa de Monitoramento de Bentos do {{BEN\_01}}, permitindo a divulgação dos resultados gerados para diferentes partes interessadas, com destaque o órgão ambiental licenciador, gestores portuários e comunidade. Dentre os objetivos específicos do relatório, cita-se:

* Avaliar as variações espaciais e temporais da comunidade da macrofauna bentônica de fundo consolidado e inconsolidado, quando aplicável, na área de influência do {{BEN\_01}}.
* Identificar espécies exóticas, invasoras, endêmicas ou ameaçadas de extinção na comunidade de macrofauna.
* Avaliar a eficácia do Programa de Monitoramento da Comunidade Bentônica por meio da determinação e discussão dos indicadores de desempenho ambiental, propostos nos moldes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR ISO 14.031/2015.
* Elaborar parecer técnico sobre o monitoramento de bentos, identificando eventuais correlações entre as atividades portuárias e a ocorrência e distribuição da comunidade bentônica.
* Propor medidas de mitigação para garantir a conservação da comunidade bentônica na área de influência do empreendimento.

# Metodologia

## Bentos de fundo consolidado

### Pontos de coleta e periodicidade

O monitoramento dos bentos de fundo consolidado ocorre em {BEN\_14} pontos amostrais, inseridos na área de influência das atividades de operação do {{BEN\_01}} na {BEN\_16}. A Figura 1 exibe a localização dos pontos amostrais mencionados enquanto a Tabela 1 exibe as coordenadas geográficas atreladas aos pontos.

Figura 1. Localização dos pontos de monitoramento da macrofauna bentônica de fundo consolidado.

{BEN\_17}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos amostrais da macrofauna bentônica de fundo consolidado.

{BEN\_18}

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ponto | UTM E (m) | UTM N (m) |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

A periodicidade do levantamento realizado pelo {{BEN\_01}} é {BEN\_02}.

### Amostragem em campo

A metodologia aplicada consiste na fixação de {BEN\_19} (Figura 2) nos pontos amostrais da área de influência do {{BEN\_01}}, com objetivo de monitorar a colonização da macrofauna. Essa técnica, {BEN\_20}. Em cada ponto amostral foram instaladas {BEN\_21} de material {BEN\_22}.

Figura 2. Estrutura de fixação utilizada no monitoramento da macrofauna bentônica de fundo consolidado.

{BEN\_23}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

{BEN\_24}.

## Bentos de fundo inconsolidado

### Pontos de coleta e periodicidade

O monitoramento dos bentos de fundo inconsolidado ocorre em {BEN\_27} pontos amostrais, inseridos na área de influência das atividades de operação do {{BEN\_01}}. A Figura 3 exibe a localização dos pontos amostrais mencionados enquanto a Tabela 2 exibe as coordenadas geográficas atreladas aos pontos.

Figura 3. Localização dos pontos de monitoramento da macrofauna bentônica de fundo inconsolidado.

{BEN\_28}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Tabela 2. Coordenadas geográficas dos pontos amostrais da macrofauna bentônica de fundo inconsolidado.

{BEN\_29}

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ponto | UTM E (m) | UTM N (m) |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

A periodicidade do levantamento realizado pelo {{BEN\_01}} é {BEN\_30}.

### Amostragem em campo

A amostragem de bentos de fundo inconsolidado é realizada em conjunto com a amostragem de sedimentos. Assim, as amostras são coletadas por meio do uso de {BEN\_31} (Figura 4), sendo coletada amostra {BEN\_32}. A amostragem consiste na operação de equipamento para baixar a concha de amostragem em direção ao fundo, a qual é posteriormente aberta para coleta do material, sendo, portanto, uma amostra da camada superior do sedimento.

Figura 4. Equipamento amostrador de macrofauna bentônica de fundo inconsolidado utilizado na coleta de amostras.

{BEN\_33}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

As amostras são devidamente transferidas para recipientes de acordo com o parâmetro a ser analisado. Após a coleta, as amostras são colocadas em {BEN\_34} (Figura 5), devidamente acondicionadas em recipientes etiquetados e enviadas ao laboratório responsável pela determinação da composição faunística dos bentos de fundo inconsolidado.

Figura 5. Equipamento utilizado no transporte das amostras de macrofauna bentônica de fundo inconsolidade.

{BEN\_35}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

## Análise de dados

Para análise quantitativa, permitindo a comparação entre os pontos, foram utilizados índices descritivos, empregados na avaliação de composição faunística. Os seguintes atributos foram determinados na análise da macrofauna bentônica de substrato consolidado/inconsolidado:

* {BEN\_25}

## Indicadores de desempenho

De modo a avaliar a eficácia do Programa de Monitoramento da Comunidade Bentônica do {{BEN\_01}} são determinados indicadores de desempenho ambiental, propostos nos moldes da ABNT NBR ISSO 14.031/2015. Os indicadores avaliados constam resumidos na Tabela 3, sendo agrupados em Indicadores de Condição Ambiental (ICA), Indicadores de Desempenho Operacional (IDO) e Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG).

Tabela 3. Indicadores adotados para o programa de monitoramento da comunidade bentônica – bentos de fundo consolidado/inconsolidado.

{BEN\_26}

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tipo | Indicador | Unidade | Meta |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

# Resultados e discussões

## Macrofauna bentônica de fundo consolidado

No período selecionado foram quantificados, ao todo, {BEN\_36} organismos da macrofauna bentônica, distribuídos em {BEN\_37} taxa. A Tabela 4 resume a composição taxonômica da comunidade bentônica de fundo consolidado e suas relativas abundâncias para o período selecionado enquanto a Figura 6 exibe registro fotográfico de algumas espécies bentônicas amostradas.

Tabela 4. Composição taxonômica da comunidade bentônica de fundo consolidado e suas relativas abundâncias totais por campanha amostral.

{BEN\_38}

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lista de taxa/Campanha amostral | C1 | C2 | C3 | C4 | Total |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Riqueza |  |  |  |  |  |
| Abundância total (org.) |  |  |  |  |  |

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Figura 6. Registros fotográficos de algumas espécies de macrofauna bentônica de fundo consolidado amostradas na área de influência do empreendimento.

{BEN\_39}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

A riqueza observada para todo o período selecionado consta resumida na Tabela 5 para as diferentes classes taxonômicas avistadas. Pode-se verificar que a classe com maior riqueza foi a {BEN\_40}.

Tabela 5. Riqueza da comunidade bentônica de fundo consolidado atrelada a todo o período selecionado.

{BEN\_41}

|  |  |
| --- | --- |
| Classe | Número de táxons |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Em relação a abundância, a classe com maior destaque em números absolutos para todo o período selecionado foi a {BEN\_42}, especificamente com a espécie {BEN\_43}, a qual atingiu {BEN\_47} organismos. A Figura 7 exibe as principais espécies avistadas em termos de abundância total para o período selecionado.

Figura 7. Principais espécies em termos de abundância total para o período avaliado em relação à comunidade bentônica de fundo consolidado.

{BEN\_48}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Já a riqueza observada no período selecionado para as diferentes campanhas amostrais e classes taxonômicas consta na Figura 8 enquanto a Figura 9 exibe a abundância total das classes taxonômicas para as diferentes campanhas amostrais.

Figura 8. Riqueza da comunidade bentônica de fundo consolidado atrelada as diferentes campanhas amostrais.

{BEN\_49}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Figura 9. Abundância total da comunidade bentônica de fundo consolidado atrelada as diferentes campanhas amostrais.

{BEN\_50}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Em relação às abundâncias por ponto amostral, a Figura 10 exibe o somatório para todas as campanhas que compõe o período selecionado. O maior valor de abundância ocorreu no ponto {BEN\_51} enquanto o menor valor de abundância foi obtido no ponto amostral {BEN\_52}.

Figura 10. Abundância total por ponto amostral para todo o período selecionado em relação à comunidade bentônica de fundo consolidado.

{BEN\_53}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

A Figura 11 resume os atributos estimados para os diferentes pontos amostrais considerando todos os dados obtidos no período selecionado. Já a Figura 12 exibe os atributos para cada campanha amostral, também considerando todo o período de seleção dos dados.

Figura 11. Atributos calculados para os pontos amostrais considerando o período selecionado em relação à comunidade bentônica de fundo consolidado.

{BEN\_55}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Figura 12. Atributos calculados para as campanhas amostrais considerando o período selecionado em relação à comunidade bentônica de fundo consolidado.

{BEN\_56}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Em relação a análise de agrupamento, a Figura 13 exibe o resultado referente a aplicação do método de escalonamento multidimensional (MDS) aplicado sobre o fator campanha.

Figura 13. Análise de escalonamento MDS para a comunidade bentônica de fundo consolidado.

{BEN\_57}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

## Macrofauna bentônica de fundo inconsolidado

No período selecionado foram quantificados, ao todo, {BEN\_58} organismos da macrofauna bentônica, distribuídos em {BEN\_59} taxa. A Tabela 6 resume a composição taxonômica da comunidade bentônica de fundo consolidado e suas relativas abundâncias para o período selecionado enquanto a Figura 14 exibe registro fotográfico de algumas espécies bentônicas amostradas.

Tabela 6. Composição taxonômica da comunidade bentônica de fundo inconsolidado e suas relativas abundâncias totais por campanha amostral.

{BEN\_60}

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lista de taxa/Campanha amostral | C1 | C2 | C3 | C4 | Total |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Riqueza |  |  |  |  |  |
| Abundância total (org.) |  |  |  |  |  |

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Figura 14. Registros fotográficos de algumas espécies de macrofauna bentônica de fundo inconsolidado amostradas na área de influência do empreendimento.

{BEN\_61}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

A riqueza observada para todo o período selecionado consta resumida na Tabela 7 para as diferentes classes taxonômicas avistadas. Pode-se verificar que a classe com maior riqueza foi a {BEN\_62}.

Tabela 7. Riqueza da comunidade bentônica de fundo inconsolidado atrelada a todo o período selecionado.

{BEN\_63}

|  |  |
| --- | --- |
| Classe | Número de táxons |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Em relação a abundância, a classe com maior destaque em números absolutos para todo o período selecionado foi a {BEN\_64}, especificamente com a espécie {BEN\_65}, a qual atingiu {BEN\_66} organismos. A Figura 15 exibe as principais espécies avistadas em termos de abundância total para o período selecionado.

Figura 15. Principais espécies em termos de abundância total para o período avaliado em relação à comunidade bentônica de fundo inconsolidado.

{BEN\_67}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Já a riqueza observada no período selecionado para as diferentes campanhas amostrais e classes taxonômicas consta na Figura 16 enquanto a Figura 17 exibe a abundância total das classes taxonômicas para as diferentes campanhas amostrais.

Figura 16. Riqueza da comunidade bentônica de fundo inconsolidado atrelada as diferentes campanhas amostrais.

{BEN\_68}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Figura 17. Abundância total da comunidade bentônica de fundo inconsolidado atrelada as diferentes campanhas amostrais.

{BEN\_69}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Em relação às abundâncias por ponto amostral, a Figura 18 exibe o somatório para todas as campanhas que compõe o período selecionado. O maior valor de abundância ocorreu no ponto {BEN\_70} enquanto o menor valor de abundância foi obtido no ponto amostral {BEN\_71}.

Figura 18. Abundância total por ponto amostral para todo o período selecionado em relação à comunidade bentônica de fundo inconsolidado.

{BEN\_72}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

A Figura 19 resume os atributos estimados para os diferentes pontos amostrais considerando todos os dados obtidos no período selecionado. Já a Figura 20 exibe os atributos para cada campanha amostral, também considerando todo o período de seleção dos dados.

Figura 19. Atributos calculados para os pontos amostrais considerando o período selecionado em relação à comunidade bentônica de fundo inconsolidado.

{BEN\_73}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Figura 20. Atributos calculados para as campanhas amostrais considerando o período selecionado em relação à comunidade bentônica de fundo inconsolidado.

{BEN\_74}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

Em relação a análise de agrupamento, a Figura 21 exibe o resultado referente a aplicação do método de escalonamento multidimensional (MDS) aplicado sobre o fator campanha.

Figura 21. Análise de escalonamento MDS para a comunidade bentônica de fundo inconsolidado.

{BEN\_75}

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

## Indicadores de desempenho

A Tabela 8 exibe os resultados obtidos frente aos indicadores de desempenho adotados.

Tabela 8. Resultados obtidos dos indicadores de desempenho.

{BEN\_76}

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Indicador | Meta | Resultado |
|  |  |  |
|  |  |  |

Fonte: {{BEN\_01}} ({BEN\_04}).

# Parecer Técnico

{BEN\_77}

# Medidas de Mitigação

{BEN\_78}

# Lista de Referências

Agostini, V. O & Ozorio C. P. 2018. Caracterização da macrofauna de substratos consolidados do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Arq Ciênc Mar 51: 26-48.

BERNARD, Guillaume et al. Declining maerl vitality and habitat complexity across a dredging gradient: Insights from in situ sediment profile imagery (SPI). Scientific Reports, v. 9, n. 1, p. 16463, 2019.

COUTINHO, R. 1995. Avaliação crítica das causas da zonação dos organismos bentônicos em costões rochosos. Oecol. Bras., v.1, p: 259-271.

GRAY, J. S. (1974). Animal-Sediment Relations. In: BOKUNIEWICZ, H. J. (Ed.), Coastal Sediments. New York: Elsevier.

GRIFFITHS, J. R. Et al. The importance of benthic-pelagic coupling for marine ecosystem functioning in a changing world. Global Change Biology, 2017. doi: 10.1111/gcb.13642, 2017.

KROHLING, W., BROTTO, D.S. & ZALMON, I.R. 2006. Functional role of fouling community on an artificial reef at the northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil. Braz. J. Oceanogr. 54(4):183-191. doi: 10.1590/ S1679-87592006000300002.

ROSENBERG, Rutger. Effects of dredging operations on estuarine benthic macrofauna. Marine Pollution Bulletin, v. 8, n. 5, p. 102-104, 1977.