PLANO BÁSICO AMBIENTAL - PBA

PLANO DE MONITORAMENTO DA BIOTA AQUÁTICA

PMBA

04

BALNEÁRIO CAMBORIÚ, 19 DE JUNHO DE 2020.

SUMÁRIO

1. Introdução 3
2. Objetivos 4
3. Justificativa 5
4. Normas e Documentos referenciais 5
5. Público-Alvo 6
6. Indicadores 6
7. Diretrizes Metodológicas 6
8. Ações Corretivas e Medidas Mitigatórias 18
9. Etapas e Cronograma de Execução 18
10. Inter-relações com outros Programas 18
11. Recursos Necessários 19
12. Cronograma Físico-Financeiro 20
13. Acompanhamento e Avaliação 20
14. Responsáveis Técnicos 20
15. Bibliografia 21

1. Introdução

As atividades humanas produzem um conjunto de pressões que impactam os ecossistemas e seus componentes. O monitoramento da estrutura biótica nos ambientes aquáticos são ferramentas essenciais para analisar a magnitude destes impactos, bem como para definir estratégias de mitigação.

O EIA/RIMA das obras de Alimentação da Praia Central de Balneário Camboriú aponta um conjunto de efeitos potenciais sobre a biota aquática que seriam decorrentes da fase de instalação da obra, a saber, redução da abundância e diversidade da macrofauna bentônica, redução da produtividade biológica, afugentamento de organismos nectônicos (peixes, cetáceos, moluscos (polvo, lula), crustáceos (camarão), répteis (tartaruga)). Já no cenário de operação das obras apresentado pelo EIA/RIMA, a previsão é de que os ambientes sejam naturalmente restaurados. Evidencia-se, portanto, a substancialidade da implantação do Programa de Monitoramento da Biota Aquática para demonstrar as previsões de restauração dos ambientes impactados na fase de instalação das obras. Além disso, este Programa detém a potencialidade de possíveis alterações no ambiente aquático decorrentes da alimentação artificial da praia, bem como redirecionar os esforços de mitigação, caso necessário.

Considerando os cenários de implantação e Operação da Alimentação Artificial da Praia Central de Balneário Camboriú e as comunidades aquáticas diagnosticadas pelo previamente pelo EIA/RIMA, este programa presta-se ao monitoramento da estrutura e funcionamento de cinco grupos faunísticos: (a) Comunidade Planctônica (fitoplâncton e zooplâncton), (b) Comunidade Bentônica (macrofauna e meiofauna), (c) Carcinofauna, (d) Ictiofauna e, (e) Cetáceos e tartarugas marinhas. Deste modo, foram definidos sete subprogramas:

1) Subprograma de Monitoramento da Comunidade Fitoplanctônica da Enseada de Balneário Camboriú;
2) Subprograma de Monitoramento da Comunidade Zooplanctônica da Enseada de Balneário Camboriú;
3) Subprograma de Monitoramento da Comunidade de Macrofauna Bentônica da Enseada de Balneário Camboriú;
4) Subprograma de Monitoramento da Meiofauna Bentônica da Enseada de Balneário Camboriú;

5) Subprograma de Monitoramento da espécie *Callichirus major* (corrupto) nas areias da orla central.
6) Subprograma de monitoramento das arribadas de Briozoários e Diatomáceas.
7) Subprograma de Monitoramento da Carcinofauna e Ictiofauna da Enseada de Balneário Camboriú.
8) Subprograma de Monitoramento de Cetáceos e Tartarugas Marinhas

2. Objetivos

O objetivo geral deste programa é monitorar a biota aquática (plâncton, macrofauna e meiofauna bentônica, ictiofauna, carcinofauna) para verificar, dimensionar, eliminar ou mitigar possíveis alterações ambientais decorrentes das obras de implantação e operação da alimentação artificial nas áreas de influência das obras de Alimentação Artificial da Enseada de Balneário Camboriú, Santa Catarina.

Também são objetivos deste programa:

- Caracterizar quanti e qualitativamente a comunidade planctônica e bentônica;
- Verificar a existência de variação na concentração de fitoplâncton em função das variações dos parâmetros ambientais alterados pelo alargamento da faixa de areia;
- Analisar a composição e estrutura da comunidade zooplanctônica e bentônica na Enseada de Balneário Camboriú;
- Determinar os índices de diversidade da comunidade zooplanctônica e bentônica na Enseada de Balneário Camboriú;
- Avaliar a restauração do habitat praial por meio de indicadores da biota aquática;
- Verificar o afugentamento (implantação das obras) e o retorno (operação) de organismos nectônicos na área de influência direta do empreendimento;
- Avaliar as potenciais influências das obras de alimentação artificial da Enseada de Balneário Camboriú na biota aquática;
- Fornecer subsídios técnicos para a gestão sustentável da biota aquática presente nas áreas de influência das obras de alimentação artificial na Enseada de Balneário Camboriú.

3. Justificativa

Ainda que seja um ambiente severamente alterado pela ocupação humana, a Enseada de Balneário Camboriú possui dois promontórios recobertos de mata atlântica, duas desembocaduras de rios (Marambaia e Camboriú) e uma fauna aquática associada a estes ambientes a despeito da estreita faixa de areia, desprovida de vegetação em praticamente toda a sua extensão. Compreender estas características por meio do monitoramento da biota aquática, durante e depois das obras de alimentação artificial da praia central de Balneário Camboriú é um importante passo para a restauração ou melhora das condições ambientais deste importante ecossistema.

O conjunto de comunidades da biota aquática pode fornecer indicadores importantes da qualidade do ambiente em que estão estabelecidas. Cita-se como exemplo, a comunidade da meiofauna bentônica, que fornece informações importantes acerca da qualidade da areia das praias, fator associado ao conforto, saúde e bem-estar dos turistas que frequentam estes ambientes.

A enseada de Balneário Camboriú, apresenta grandes desafios para o melhoramento da qualidade não só da faixa de areia, mas também da qualidade água. Deste modo, evidencia-se a necessidade de monitorar a comunidade fitoplanctônica que pode fornecer indicadores e subsídios para a gestão da qualidade da água do mar, com impactos igualmente positivos no turismo do município e na melhora da qualidade ambiental da praia central.

De modo geral, o cruzamento de parâmetros ambientais com dados referentes à biota aquática é essencial para o acompanhamento das alterações nocivas e positivas da implantação e operação de qualquer empreendimento. Considerando ainda que os ambientes costeiros apresentam grande dinâmica em função dos processos físicos envolvidos e que esta dinâmica tem influência nos processos biológicos, tem-se como resultado um grande número de interações ambiente-animal. Tais interações, portanto, necessitam ser compreendidas por meio de um programa de monitoramento, uma vez que um empreendimento desta magnitude seja executado.

4. Normas e Documentos referenciais

Em relação aos aspectos legais aplicáveis, este programa tem como principal referencial normativos as leis, normas e diretrizes apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Referências relacionadas ao PMBA.

Referência	Descrição
Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014	Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção
Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014	Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos
Instrução Normativa MMA nº 5, de 21 de maio de 2014	Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçadas de Extinção
Resolução CONABIO nº 5, de 21 de outubro de 2009	Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras
Resolução CONSEMA nº 002, de 06 de dezembro de 2011	Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina
Resolução CONSEMA nº 08, de 14 de setembro de 2012	Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina
Lei Municipal nº 864, de 29 de março de 1989.	Proíbe a captura do Callichirrus.

5. Público-Alvo

Este programa está voltado a garantia da preservação da biota aquática presente nas áreas diretamente afetadas pelas obras, produzindo informações e dados suficientes para expor a população e comunidade geral que as obras não afetarão a fauna silvestre.

6. Indicadores

Para o Programa de Monitoramento da Biota Aquática serão utilizados os resultados de cada um dos subprogramas como indicadores ou bioindicadores da qualidade ambiental durante as fases de implantação e operação do empreendimento de Alimentação Artificial da Praia Central de Balneário Camboriú. Servirão como indicadores ambientais os seguintes produtos deste Programa:

- Distribuição, composição e abundância de organismos planctônicos;
- Índices de diversidade e riqueza de espécies (Riqueza de Margalef e Diversidade de Shannon-Weaner);
- Constância de captura;
- Dados biométricos.

7. Diretrizes Metodológicas

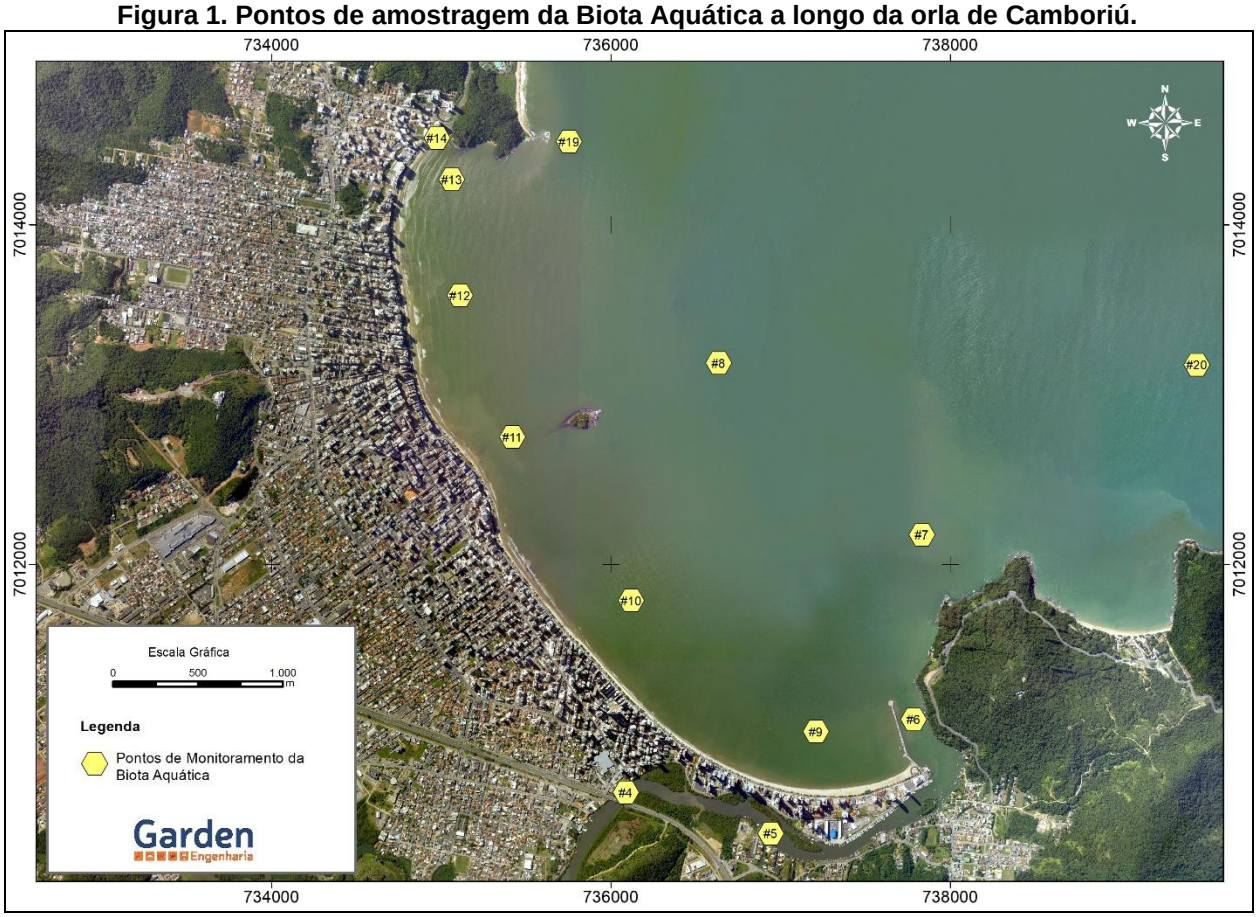
A biota aquática apresenta resposta rápida do meio em que vive, motivo pelo qual são considerados excelentes indicadores da qualidade. Considerando a rápida resposta dos organismos aos estímulos externos e a viabilidade econômica e técnica das análises necessárias à execução deste Programa, a coleta de material biológico

deverá ocorrer mensal e bimestralmente. A malha amostral das coletas é definida pelos mesmos pontos amostrais estabelecidos no Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, conforme Programa 03.

Cabe destacar ainda que este Programa de monitoramento deverá possuir Autorização para Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico, conforme estabelecido em Instrução Normativa FATMA – IN 62/2012.

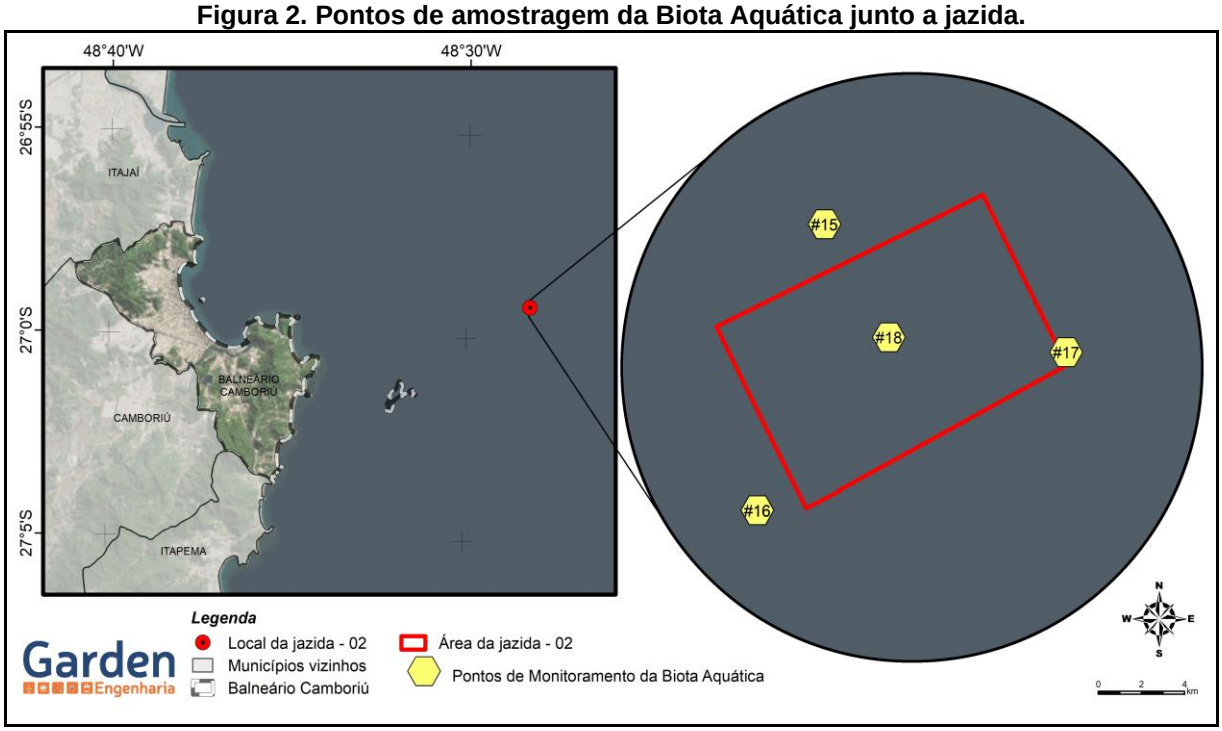
Durante as amostragens/coletas também serão coletados os principais parâmetros ambientais da amostra (temperatura, salinidade, turbidez e pH). Isto possibilitará correlacionar parâmetros bióticos e abióticos e aumentará as possibilidades analíticas do presente programa. As amostras deverão ainda ser armazenadas e conservadas para a posterior análise.

Figura 1. Pontos de amostragem da Biota Aquática a longo da orla de Camboriú.



Fonte: Garden Engenharia (2020)

Figura 2. Pontos de amostragem da Biota Aquática junto a jazida.



Fonte: Garden Engenharia (2018)

Por fim, destaca-se a importância de, durante a execução deste programa, determinar uma espécie ou ainda um grupo de espécies, que segundo a literatura, são considerados organismos com capacidade de serem utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental.

7.1. Subprograma de Monitoramento da Comunidade Fitoplanctônica da Enseada de Balneário Camboriú

Organismos planctônicos são aqueles que possuem pouca ou nenhuma capacidade de movimentação permanecendo, portanto, flutuando segundo o movimento das águas continentais ou oceânicas. Segundo Yoneda (1999) o plâncton pode ser dividido em quatro grupos: microalgas (fitoplâncton), animais (zooplâncton), protistas (protozooplâncton) e organismos procariontes autótrofos e heterótrofos (bacterioplâncton).

As comunidades de plâncton são frequentemente usadas como bioindicadores para monitorar a mudança ecológica em sistemas aquáticos (Paul *et al.,* 2016, Lemley

et al., 2016), isso se dá pela rápida resposta às alterações ambientais em seu habitat (Livingston *et al*., 2002, Albaina *et al*., 2009, Amengual-Morro *et al.*, 2012).

As amostras de fitoplâncton serão obtidas nos mesmos pontos amostrais do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água. As amostras qualitativas, que serão utilizadas para a determinação do taxa, serão realizadas através de arrastos horizontais subsuperficiais com velocidade de 2 nós e duração mínima de 2 minutos, com a rede sempre emersa na zona de penetração de luz da camada superficial da água (zona fótica). A coleta será realizada com uma rede de plâncton cônica com malha de 20µm e 0,30m de diâmetro de boca. O conteúdo retido deverá ser imediatamente armazenado em frascaria apropriada (polietileno âmbar) e fixado em solução de formol a 4%.

As amostragens para a análise quantitativa do fitoplâncton serão coletadas em duplicata através de uma garrafa *van Dorn*. A exemplo da amostragem qualitativa a coleta deve ser realizada na subsuperfície (~0,30m). O acondicionamento também ocorrerá em vidraria âmbar de 1.000 mL, e uma vez identificadas as amostras deverão ser fixadas em solução Lugol. Nestas amostragens serão verificados os parâmetros ambientais (temperatura, salinidade, turbidez e pH), para correlação com os dados biológicos.

A análise quantitativa será realizada em câmara de Sedgewick-Rafter (Woelkerling *et al.,* 1976), em 300 aumentos em microscópio estereoscópico, com contraste de fase. Para a análise da estrutura da comunidade, será calculada a densidade (cél./L) e a riqueza específica.

Para a identificação dos organismos será utilizado um microscópio óptico binocular, com um aumento de 400 e 1000 vezes. A identificação taxonômica utilizada para identificação dos organismos será Balech (1988).

O fitoplâncton total deverá ser analisado em microscópio invertido pela técnica de Utermöhl (1958), após sedimentação em cubas de 50 ml por 24 horas.

No que diz respeito ao tratamento estatístico dos dados ele se dará através da avaliação de três índices ecológicos: (1) Riqueza específica (absoluta) ou somatório do número de espécies por amostra, que consiste na abundância numérica de uma comunidade em uma determinada área ou ecossistema; (2) Densidade de organismos: que traduz a biomassa de fitoplâncton de cada espécie, presente nos diferentes estratos amostrais; e (3) Abundância relativa (%), que se traduz na comparação quantitativa da composição de espécies entre os diferentes grupos que compõem as

diferentes estações, classificando as espécies nas seguintes categorias propostas por Omori e Ikeda (1984), a saber, Dominante, Abundante, Pouco abundante e Rara.

Por fim deverão ainda ser calculados os índices de Shannon para a diversidade específica, descrito em Magurran (1988), e o mesmo índice para a determinação da Equitabilidade.

Para este subprograma em específico com previsão de coletas mensais, quando da identificação e/ou presença de espécies potencial ou efetivamente tóxicas, deverá ser aberta comunicação formal junto ao programa 10, de Comunicação Social.

7.2. Subprograma de Monitoramento da Comunidade Zooplanctônica da Enseada de Balneário Camboriú

A amostragem do zooplâncton também seguirá os pontos do Subprograma de Monitoramento da Comunidade Fitoplanctônica, com periodicidade mensal de coletas. Em contrapartida, deverão ser obtidas por meio de arrastos oblíquos na coluna da água em uma embarcação navegando em velocidade de e nós durante 2 minutos, utilizando-se uma rede tipo WP-2 cilindro-cônica de 220 µm de tamanho de malha, 30cm de diâmetro de boca e equipada com fluxômetro para determinação do volume filtrado.

As amostras assim obtidas devem ser fixadas imediatamente em solução de formaldeído a 4%, para posterior análise em laboratório. Os arrastos para coleta de amostras da comunidade zooplanctônica serão realizados simultaneamente com os arrastos para coleta de amostras de fitoplâncton, e assim, os parâmetros mensurados em campo, data de coleta e horário e esforço amostral empregados serão os mesmos.

No que diz respeito à análise da densidade e identificação dos taxa, as amostras deverão ser adicionadas em um béquer de vidro e diluída para um volume de água conhecido, homogeneizada e retirada uma sub-amostra com o intuito de alcançar o mínimo de 100 organismos. Cada sub-amostra deverá ser transferida em placa de contagem do tipo Bogorov e analisada sob estereomicroscópio e microscópio. Os grupos taxonômicos serão identificados até a menor unidade taxonômica possível.

A densidade dos organismos em metro cúbico de água filtrada, em cada ponto de coleta, será calculada pelo número de organismos obtidos na sub-amostra, extrapolada para a amostra total e dividida pelo volume de água filtrada pelo arrasto de rede. O volume de água filtrada, em cada arrasto, será obtido mediante o uso de fluxômetro acoplado na boca da rede.

No que diz respeito ao tratamento estatístico dos dados de cada grupo, deverão ser calculados os índices de Riqueza de Margalef, Índice de Diversidade de Shannon-Weaner, Índice de Diversidade de Simpson e Índice de Equitabilidade de Pielou.

7.3. Subprograma de Monitoramento da Comunidade de Macrofauna Bentônica da Enseada de Balneário Camboriú

Desempenhando um fundamental papel ecológico nos ecossistemas aquáticos, a macrofauna bentônica constitui a ligação entre os produtores primários, secundários e terciários, extremante crucial para a manutenção da cadeia trófica. A relação entre a macrofauna e os sedimentos torna estes organismos particularmente úteis como indicadores de alterações ambientais, pois, sendo de hábitos sésseis ou sedentários, ficam diretamente expostos a alterações no meio, sendo incapacitados de fugir.

Alterações induzidas por atividades humanas interferem na tolerância dos fatores físicos, químicos e biológicos, tornando estes animais vulneráveis a certas modificações. Em contrapartida, podem registrar acúmulos de eventos no ambiente por possuírem ciclos de vidas relativamente longos. Por estes motivos, estudos de monitoramentos ambientais utilizam a macrofauna bentônica quando as obras envolvem atividades como dragagem e despejo de material dragado, projetos de engordamento de praia, criação e ampliamento de molhes, entre outros.

A amostragem da macrofauna bentônica neste programa seguirá os pontos de coleta das amostras do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água (13 pontos), visto a estreita relação entre estes organismos, o sedimento e a água. Preveem-se coletas mensais os quais correspondem à área de influência da dragagem, permitindo uma posterior análise de correlação entre os parâmetros bióticos e abióticos.

As amostras serão coletadas a partir de uma draga busca-fundo do tipo *van Veen*, com área de 0,02 m² e acondicionadas em sacos de tela com malha 0,5 mm. Após, serão identificadas quanto à estação amostral e fixadas em solução formalina de 10%. Todas as amostras deverão ser triplicadas a fim de se estabelecer um padrão confiável para posterior análise. O passo seguinte é lavar as amostras em laboratório utilizando jogo de peneiras de 1,0 mm e 0,5mm de abertura de malha. Neste processo se separa a fauna do material detrítico, que será triado em microscópio estereoscópico. Todos os organismos serão identificados ao menor nível taxonômico possível e as amostras serão acondicionadas em frascos com solução alcoólica 70%. Planilhas de

abundancia serão geradas após as análises. Poderão ainda ser utilizadas técnicas de mergulho com filmagem e fotografia, auxiliando o controle e monitoramento das espécies.

Os Tanaidacea serão identificados em nível de famílias, segundo Larsen (2002); os Moluscos com base em Rios (1994) e Lavrado *et al.,* (2007); os poliquetas a nível de famílias, segundo Amaral & Nonato (1996) e ao menor nível taxonômico possível por meio de chaves de gênero e espécie de diversos autores (Amaral *et al.,* 2005; Bolívar, 1990; Lana, 1984). Os Crustacea (Cumacea) identificados conforme Roccatagliata (1998) e os Crustacea Decapoda, identificados conforme Melo (1996). Os Echinodermatas (Asteroidea, Ophiuroidea, Echinodea, Holothuroidea e Crinodea, identificados conforme Herrero (2010) e os Briozoa.

Para avaliar a estrutura das comunidades será descrita a riqueza de espécies, a abundância dos indivíduos, a diversidade de Shannon-Weaner e equitabilidade de Pielou. Uma matriz de similaridade de Bray-Curtis será criada a partir dos dados de abundância. Esta matriz quantifica a dissimilaridade da composição faunística entre duas diferentes localidades, o qual varia entre 0 e 1, onde 0 representa total similaridade entre as duas localidades. Após será feita uma análise de ordenação multidimensional não paramétrica que agrupa os pontos amostrais em associações devido às similaridades na composição (Clarke & Warwick, 2001).

Para analisar a dissimilaridade média entre todos os pares de amostras entre os grupos será aplicada a análise SIMPER. Assim é possível indicar as espécies responsáveis pelo agrupamento das amostras ou pelas diferenças entre os grupos de amostras definidos *a priori* (Clarke & Warwick, 2001).

Para a área estudada, a identificação dos organismos coletados neste programa fornecerá importantes dados sobre a abundância e diversidade da macrofauna de fundo inconsolidado, facilitará a identificação das possíveis alterações na composição das espécies ocorrentes e servirá para averiguar eventual presença de espécies exóticas.

7.4. Subprograma de Monitoramento da Meiofauna bentônica da Enseada de Balneário Camboriú

Os organismos invertebrados que vivem associados ao sedimento é possivelmente um dos grupos mais afetados pelo turismo massivo, urbanização e pela alimentação artificial de praias arenosas (Gheskiere *et al*., 2005). A este grupo de

organismos dá-se o nome de meiofauna, um grupo de invertebrados bentônicos (que vivem associados ao sedimento) e que possuem tamanho variando entre 0,5 - 0,045 mm (Higgins & Thiel, 1988).

A meiofauna, assim como a comunidade planctônica, apresenta características de ampla distribuição, rápido tempo de regeneração, elevada abundância e diversidade, alta taxa metabólica e sensibilidade a mudança do ambiente (Bongers & Ferris, 1999; Schmidt-Rhaesa, 2014), fazendo deste grupo um excelente bioindicador da qualidade da água e da areia.

A metodologia de coleta obedecerá a um conjunto de 10 transectos perpendiculares à linha d'água da Praia Central com espaçamento preferencialmente uniforme. Em cada transecto serão coletadas três amostras com o auxílio de um corer de PVC com 2,6 cm de diâmetro, nos limites superior, médio e inferior da zona de espraiamento segundo Maria *et al.,* (2015).

As amostras deverão ser imediatamente fixadas em solução salina de formol 4% e posteriormente lavadas em água corrente com o auxílio de uma peneira de malha de 45 µm para separação da meiofauna. Para a flotação dos organismos deverá utilizar-se uma solução de sílica coloidal (LUDOX 4%). A identificação e contagem dos organismos deverá obedecer ao método de lâminas permanentes, segundo Warwick & Somerfield, (1996).

No que diz respeito ao tratamento estatístico dos dados de cada grupo, deverão ser calculados os índices de Riqueza de Margalef e Índice de Diversidade de Shannon-Weaner.

Junto com o subprograma 7.5, são os dois subprogramas que terão seu prazo de execução estendido para além dos 12 meses iniciais, com coletas e monitoramento mantido por 24 meses após a conclusão das obras, perfazendo assim 36 meses de coletas bimestrais, estando diretamente relacionado a qualidade da água e da areia da atual e futura orla.

7.5. Subprograma de Monitoramento da espécie *Callichirus major* (corrupto) nas areias da orla central.

Este subprograma se desenvolverá em conjunto e nos mesmos pontos amostrais de realização dos transectos do subprograma 7.4, incluindo o mesmo período amostral e periocidade de campanhas, bimestrais.

A espécie *Callichirus major* (Say, 1818), conhecida popularmente como “corrupto”, é um crustáceo decápoda da família Callianassidae (Infraordem Thalassinidea) que habita preferencialmente a região entremarés de praias arenosas compostas por sedimentos finos a muito finos de ocorrência confirmada para as areais de Balneário Camboriú, estudos já desenvolvidos e pesquisas realizadas por diversas instituições.

De hábito críptico, *C. major* constrói e habita galerias no sedimento, podendo sua presença ser detectada na zona entremarés pela ocorrência de pequenos orifícios com aproximadamente 5 mm de diâmetro e comumente rodeados por pelotas fecais (RODRIGUES e SHIMIZU, 1997). De acordo com Botter-Carvalho et al. (2002), seu padrão de distribuição espaço-temporal na faixa entremarés é ao acaso, sem a presença de gradientes quanto a densidade.

A espécie possui grande importância ecológica devido favorecer a estrutura de toda a comunidade de praia arenosa ao prover condições para o estabelecimento de espécies comensais e aumentando a ciclagem de matéria orgânica e de nutrientes.

Sua exploração predatória para o uso na pesca artesanal iniciou na década de 1980, tornando-se uma prática comum em diversos municípios do litoral brasileiro e inclusive Balneário Camboriú, levando o município a promulgar a lei 864/1989 para proteger a espécie.

O objetivo principal deste subprograma é avaliar bimestralmente a densidade da espécie na região entremarés das praias ao longo do período amostral, caracterizando, assim, sua distribuição espacial e temporal nos locais de estudo de forma detectar possível padrão de zonação, obedecendo um conjunto de 10 transectos perpendiculares à linha d’água da Praia Central com espaçamento preferencialmente uniforme.

7.6. Subprograma de monitoramento das arribadas de Briozoários e Diatomáceas

Entre os anos de 2019 e 2020 a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) e a Secretaria do Meio Ambiente de Balneário Camboriú (SEMAM) desenvolveram um estudo sobre as causas e consequências dos processos de arribadas de organismos marinhos na praia central do município de Balneário Camboriú, sendo os primeiros estudos iniciados ainda em 2018.

As arribadas são constituídas por organismos nativos e não exóticos em sua grande maioria e são um fenômeno natural que vem ocorrendo em longa data (registro mais antigo datado de 1938). Entretanto, a frequência e a biomassa das arribadas cresceram de forma exponencial nos últimos anos, ocasionada principalmente pela eutrofização do sistema (enseada) e também, em menor escala, pelas alterações na hidrodinâmica do sistema em função de várias obras costeiras. A composição dos organismos que constituem as arribadas apresenta variação associada com a sazonalidade, impulsionada pela temperatura e incidência de luz, conforme os estudos da Univali (2019-2020).

É importante salientar que o fenômeno ocorrente em Balneário Camboriú, composto por arribamentos de quatro (4) espécies associadas, duas de briozoários (*Electra bellula* e *Membraniporopsis tubigera)* e duas de diatomáceas (*Amphitetras antediluviana* e *Biddulphia biddulphiana*), trata-se de um registro único no mundo.

Existem algumas lacunas que ainda necessitam de entendimento e só é possível a sua confirmação por um monitoramento contínuo, principalmente no caso do perfil de praia ser alterado com as obras de engordamento, pois alterações na profundidade de fechamento podem apresentar reflexo direto ao fenômeno. Assim o monitoramento deverá envolver:

a. A variação da composição de organismos das arribadas em função da sazonalidade e aos processos físicos (correntes) costeiros.
b. Com a mudança do perfil de praia as ondas poderão apresentar algum efeito na área de crescimento dos organismos na ante-praia, devendo associar os dados de coleta com os Programas de Acompanhamento do Clima de Ondas e da Dinâmica Praial e o Programa de Monitoramento do Perfil Praial.
c. Avaliação da disponibilidade de nutrientes na enseada e que está associada a hidrodinâmica e fontes (rios Camboriú, Marambaia e lençol freático da praia), e que também estão diretamente influenciadas pelos planos de saneamento do município e que deverão ser cruzados com os dados do

Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e com o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Sedimentos.

As coletas serão realizadas juntamente com o monitoramento nas estações (total de 13) conforme Figura 1, juntamente com os pontos de coleta de água, sendo empregado um amostrador do tipo van Veen, de aço inoxidável, para amostras superficiais e um amostrador do tipo trado, para amostras subsuperficiais (profundidade de aproximadamente 1,5 metros dentro do substrato), podendo contar com auxílio de mergulhador técnico, caso necessário.

A periodicidade deverá ser coleta de sedimentos nos pontos amostrais deverá ser mensal, devendo ser acionado o Programa de Comunicação Social sempre que forem identificadas espécies exóticas, durante os 12 meses de obras.

7.7. Subprograma de Monitoramento da Carcinofauna e Ictiofauna da Enseada de Balneário Camboriú

Utilizada como um bioindicador, a carcinofauna é responsável por fornecer índices ecológicos decorrentes de seus ciclos de vida curtos, além de responder às modificações ambientais (Boltovosky, 1999). Estes animais habitam e se alimentam sobre ou no interior de sedimentos e por causa disso acumulam toxinas que estão incorporadas na cadeia alimentar. Eles são fontes primárias de alimento para muitas espécies de peixes e contribuem também na degradação da matéria orgânica e na ciclagem dos nutrientes (Reynoldson, 1987; Reice & Wohlenberg, 1993).

O presente programa visa verificar a composição da carcinofauna presente nas áreas de influência da referida obra e para isso será feita uma avaliação dos impactos sobre as comunidades de crustáceos. As coletas serão realizadas juntamente com o monitoramento da ictiofauna, com redes distintas (fundo e coluna d`água) e nas mesmas estações (total de 17) conforme Figura 1. Cada arrasto terá a duração de 5 e 10 minutos, com velocidade média de 2 nós.

Todas as amostras obtidas serão acondicionadas em sacos plásticos etiquetados e conservadas em gelo para análise em laboratório. A identificação dos exemplares coletados ao menor nível taxonômico possível será realizada de acordo com Melo (1996) e Costa *et al.,* (2003). Serão tomados os dados biométricos, sendo

mensurados a largura da carapaça, obtida ao nível do primeiro par de pereiópodos (siris e caranguejos) e o comprimento total em centímetros, medido a partir da margem anterior do rostro até a ponta do telso (camarões), o peso total. A periodicidade das coletas será mensal.

Para a coleta complementar da ictiofauna na região estuarina dos rios Camboriú e Marambaia deverão ser efetuadas 20 lances de tarrafa com malha de 20 mm entre nós opostos e armado redes de espera de 30 metros de comprimento, por um período de aproximadamente duas horas entre despescas, para cada período de maré (enchente e vazante).

Deverão ser tomados dados biométricos de cada exemplar coletado e identificado o sexo e estágio de maturação (sempre que possível sem a morte do exemplar), além de registrar o comprimento total (CT) em centímetros e o peso total em gramas e o material biológico coletado e não passível de identificação, conservado em solução de formalina 4% e levado para laboratório.

7.8. Subprograma de Monitoramento de Cetáceos e Tartarugas Marinhas

Atividades geradoras de ruídos e de movimentação do fundo oceânico podem afetar negativamente a megafauna marinha, principalmente cetáceos (baleias e golfinhos) e quelônios (tartarugas marinhas). Como forma preventiva a estes efeitos, é necessária a implantação de um Subprograma de Monitoramento dos Cetáceos e Quelônios que vise o monitoramento da área de influência direta da ampliação da orla central que será impactada.

No presente estudo, pretende-se listar e identificar as espécies que possivelmente utilizam a área de influência do empreendimento, além de elencar eventuais alterações ambientais intimamente relacionadas com estes animais, decorrentes das obras de instalação e das atividades operacionais do empreendimento. Para isto, preveem-se campanhas diárias para métodos de amostragens à distância de cetáceos e quelônios a partir de um ponto fixo (para cetáceos) na porção norte da Praia de Balneário Camboriú e caminhada no costão rochoso do molhe na Barra Norte para procura ativa de tartarugas marinhas. É interessante levar em consideração que a área costeira próxima é um importante local para alimentação de espécies juvenis de *Chelonia mydas* (tartaruga-verde).

Propõe-se como metodologia deste Programa a realização visual direta em um ponto fixo de observação na praia durante as operações. Deverão ser registradas todas

as ocorrências (all occurrence sampling) (DEL-CLARO, 2004) e anotadas em planilhas previamente estabelecidas que servirão de plataforma para a composição de um banco de dados. Os monitoramentos visuais são realizados pelo observador a olho nú e com o auxílio de binóculos 10x50. Deve-se seguir a metodologia de scan sampling associado ao focal group sampling (MANN, 2000). As categorias comportamentais utilizadas serão adaptadas de Karczmasrski et al. (2000) e Barreto et al. (2005).

Com os dados obtidos, serão identificadas das espécies ocorrentes de baleias, golfinhos e tartarugas marinhas na área imediatamente adjacente a obra, mapeando as áreas de maiores ocorrências. No caso do avistamento de animais a uma distância inferior a 100 metros da obra, as operações deverão ser suspensas temporariamente até que os animais se afastem e não sejam mais observados.

8. Ações Corretivas e Medidas Mitigatórias

O acompanhamento e o monitoramento deste programa verificará a evolução dos ambientes impactados (seja positivamente ou negativamente) e caso sejam necessárias, propostas medidas mitigadoras e corretivas serão implantadas.

Se ao decorrer das análises dos resultados forem identificadas a presença de espécies exóticas, a FATMA será informada imediatamente. Informações importantes quanto à biologia das espécies, os possíveis meios de introdução e possíveis medidas de controle serão pensadas e tomadas em conjunto.

9. Etapas e Cronograma de Execução

O Programa de Monitoramento da Biota Aquática está previsto para anteriormente ao início das obras e deverá ocorrer o período de operação com frequência amostral mensal. Já o Subprograma de Monitoramento da Meiofauna bentônica da Enseada de Balneário Camboriú, perdurará durante 24 meses após a conclusão das obras de alimentação artificial da praia Central com a sua periodicidade bimestral, conforme Anexo 01.

10. Inter-relações com outros Programas

- Programa de Monitoramento da Qualidade da Água;
- Programa de Controle Ambiental da Atividade de Dragagem;
- Programa de Monitoramento da Dispersão da Pluma de Sedimentos;
- Programa de Acompanhamento do Clima de Ondas e da Dinâmica Praial;

- Programa de Monitoramento do Perfil Praial.
- Programa de Comunicação Social

11. Recursos Necessários

O Programa de Monitoramento da Biota Aquática será de responsabilidade da empresa executora das obras e de gestão ambiental, ficando a seu cargo a contratação de especialistas para a realização dos monitoramentos em campo, coletas de materiais e análises laboratoriais conforme as metodologias descritas, conforme Quadros 2 e 3Quadro 3.

Para a execução de 05 dos subprogramas com coletas mensais (Fito, Zoo, Macro, Arribadas e Ictio/Carcino) serão realizadas coletas e análises em 13 pontos pré-definidos (idênticos aos de coleta de Qualidade das Águas), por um período amostral de 12 meses totalizando 780 amostras. Destes 05 subprogramas em 04 serão feitas coletas e análises nos 04 pontos da jazida de areia (Fito, Zoo, Macro e Ictio/Carcino), totalizando mais 192 amostras.

Já para Subprograma de Monitoramento da Meiofauna bentônica da Enseada de Balneário Camboriú e do Subprograma de Monitoramento da espécie *Callichirus major* (corrupto) nas areias da orla central serão realizadas coletas e análises em 10 transectos ao longo da faixa de praia, por um período de 36 meses com campanhas bimestrais, totalizando 360 amostras.

Quadro 2 – Periodicidade e número de amostragens

Subprograma	Duração	Amostragem	Pontos	Amostras
Cetáceos e Tartarugas	12 meses	Diário	-	-
Fitoplâncton	12 meses	Mensal	13 + 04	204
Zooplâncton	12 meses	Mensal	13 +04	204
Macrofauna Bentônica	12 meses	Mensal	13 + 04	204
Carcino e Ictiofauna	12 meses	Mensal	13 + 04	204
Arribadas	12 meses	Mensal	13	156
Meiofauna Bentônica	36 meses	Bimestral	10	180
Callichirus major (corrupto)	36 meses	Bimestral	10	180

Quadro 3 - Recursos necessários para execução do programa.

Materiais e equipamento	Quantidade
Veículo	01
Notebook	01
Máquina fotográfica	01
Garrafa de coleta do tipo van Dorn	01

Garrafa/draga Van Veen	01
GPS	01
Análise de Comunidades (Fito, Zoo, Macro, Arribadas e Ictio/Carcino)	972
Análise de Comunidade Bentônica Praial e Corrupto	360
Embarcação	01

12. Cronograma Físico-Financeiro

Os monitoramentos de campo estão previstos para ocorrer mensal e bimestralmente, com as campanhas ocorrendo antes e após a conclusão das obras, conforme o Anexo 02.

13. Acompanhamento e Avaliação

Os procedimentos de avaliação deste Programa serão realizados pelo Coordenador Geral do mesmo e constará na confecção de relatórios semestrais a serem apresentados à empresa. Um Relatório Final de Avaliação deverá ser apresentado ao término dos 24 meses após a conclusão da obra.

14. Responsáveis Técnicos

A equipe técnica proposta para a execução do Programa de Monitoramento da Biota Aquática deverá ser composta por consultoria especializada a ser contratada. Recomenda-se a parceria com instituições de ensino e pesquisa que tenham interesse em participar das atividades planejadas. Caso não seja estabelecida parceria com instituições de ensino, laboratórios especializados serão contratados para análise dos materiais coletados. Equipe mínima proposta:

Quadro 4 - Perfil da equipe técnica do PMBA.

Profissional	Formação/Experiência	Função
Coordenador Geral	Profissional da área de Engenharia e/ou Biologia com experiência em coordenação de Programas Ambientais	Coordenação Geral do PBA
Analista	Profissional da área de Engenharia, Biologia ou de Nível Técnico com qualificação técnica correlata	Coleta e Monitoramento de Biota Aquática.
Analista	Profissional da área de Engenharia, Biologia ou de Nível Técnico com qualificação técnica correlata	Coleta e Monitoramento de Biota Aquática.
Mergulhador	Profissional com experiência e formação específica para coleta em águas profundas.	Coleta de organismos

15. Bibliografia

ALBAINA, A.; VILLATE, F.; URIARTE, I. 2002. Zooplankton communities in two contrasting Basque estuaries (1999–2001): reporting changes associated with ecosystem health. J. Plankton Res. (2009), p. 025.

AMARAL, A. C. Z., NONATO, E. F. 1996. Annelida Polychaeta: Características, Glossário e Chaves para famílias e gêneros da Costa do Brasil. Ed. UNICAMP, Campinas – SP, p. 124.

AMENGUAL-MORRO, C.; NIELL, G.M.; MARTÍNEZ-TABERNER, A. 2012. Phytoplankton as bioindicator for waste stabilization ponds. J. Environ. Manag., 95 (2012), pp. 71-76.

BALECH, E.1988. Los Dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental. Madrid: Publ. Espec. Oceanografia n° 1.

BOLÍVAR, G.A. 1990. Orbiniidae, Paraonidae, Heterospionidae, Cirratulidae, Capitellidae, Maldanidae, Scalibregmidae e Flabelligeridae (Annelida: Polychaeta) da costa Sudeste do Brasil (22°57'S - 27°20's). Tese de Doutorado, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, 191p.

BOLTOVOSKY, D. 1999. South Atlantic zoo-plankton. Leiden: Backhuys Publishers, v.2 1706 p.

BONGERS, T. & FERRIS, H. 1999. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. Trends in Ecology & Evolution. 14(6), 224-228p.

BOTTER-CARVALHO, M. L.; SANTOS, P. J. P.; CARVALHO, P. V. V. C. Spatial distribution of Callichirus major (Say, 1818) (Decapoda, Callianassidae) on a sandy beach, Piedade, Pernambuco, Brazil. Nauplius, v. 10, p. 97-109, 2002.

CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 144p.

GHESKIERE, T. 2005. Meiofauna as descriptor of tourism-induced changes at sandy beaches. Marine Environmental Research. 60:245-265.

HERRERO, Cintia Dutra. 2010. Guia de identificação do Filo Echinodermata. 2010. 1 CD-ROM. Trabalho de conclusão de curso (licenciatura - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/119414>.

HIGGINS, R.P. & THIEL, H. 1988. Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 488 p.

LANA, P.C. 1984. Anelídeos Poliquetas Errantes do Estado do Paraná. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 110p.

LEMLEY, D.A; ADAMS, J.B.; BATE, G.C. (2016) (*In Press*). A review of microalgae as indicators in South African estuaries South Afr. J. Bot.

LIVINGSTON, R.J.; PRASAD, A.K. ; NIU, X.; MCGLYNN, S.E. 2002. Effects of ammonia in pulp mill effluents on estuarine phytoplankton assemblages: field descriptive and experimental results. Aquat. Bot., 74 (4), pp. 343-367.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press.

MARIA, T. F.; WANDENESS, A. P.; DI DOMENICO, M.; VENEKEY, V.; FALCÃO, O.; FONSÊCA-GENEVOIS, V.; DOS SANTOS, P. J. P.; ESTEVES, A. M. 2015. Monitoramento da meiofauna bentônica intermareal. In: TURRA, A.; DENADAI, M. R. (Org.). Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, p. 217-221.

MELO, G.A.S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 604p.

OMORI M. & IKEDA, T. 1984. Method in Marine zooplankton ecology. Jonhwiley& Sons Publ.NewYork.332pp.

PAUL, S.; WOOLDRIDGE, T.; PERISSINOTTO, R. 2016. Evaluation of abiotic stresses of temperate estuaries by using resident zooplankton: a community vs. population approach. Estuar. Coast. Shelf Sci., 170, pp. 102-111.

REICE, S.R.; WOHLENBERG, M. 1993. Monitoring freshwater benthic macroinvertebrates and benthic processes: measures for assessment of ecosystem health. In:ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (Eds.). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman and Hall, p. 287-305.

REYNOLDSON, T.B. 1987. Interactions between sediment contaminants and benthic organisms. Hydrobiologia, v. 149, p.53–66.

RODRIGUES, S. A. & SHIMIZU, R. M. Autoecologia de Callichirus major (Say, 1818). Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, v. 3, p. 1555-1570, 1997.

SCHMIDT-RHAESA, A. 2014. Nematoda: Vol. 2. Berlin: De Gruyter.

WOELKERLING W. J.; KOWAL R. R.; GOUGH S. B. 1976. Sedgwick-rafter cell counts: a procedural analysis. Hydrobiologia 48, 95–107.

WARWICK, R. M.; PLATT, H. M. & Sommerfield, P. 1998. Free-living Marine Nematodes- Part III British Monhysterids. Synopses of the British Fauna (New Series) Eds.: Doris M. Kermack e R.S.K. Barnes, 53, 296p.

YONEDA, N.T. 1999. Diagnóstico sobre Plâncton (4. Anexo - Plâncton). Workshop para a avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Zona Costeira e Marinha, 56p. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/ibamaperfuracao/refere/Plâncton_Anexo.pdf>. Acessado em 20 de dezembro de 2018.