PLANO BÁSICO AMBIENTAL - PBA

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE SEDIMENTOS

PMQS

17

BALNEÁRIO CAMBORIÚ, 21 DE JANEIRO DE 2019.

SUMÁRIO

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

1. Introdução

Os sedimentos dos ambientes aquáticos representam uma importante fonte de estudo, tanto por serem o depósito final de produtos que estão ou que chegam à coluna da água, quanto pela capacidade de reciclagem de compostos, que envolvem uma série de processos biogeoquímicos e físicos (Bevilacqua, 1996; Campagnoli *et al.*, 1999).

Dependendo de suas características físicas (granulométricas) e/ou químicas, podem apresentam maior ou menor capacidade de acumulação de contaminantes orgânicos e inorgânicos (Coelho *et al.*, 2002), os quais podem ser liberados para a coluna d'água dependendo de alterações ocorridas no ambiente. Logo, a compreensão e monitoramento desses parâmetros é essencial para manutenção da boa qualidade do meio aquático como um todo, em especial, no contexto de execução de obras costeiras de engenharia, onde o manejo inadequado pode trazer impactos ambientais e sociais no uso final desse recurso.

Este documento visa apresentar o Plano de Monitoramento da Qualidade dos Sedimentos da Alimentação Artificial da Praia Central de Balneário Camboriú. Ao longo do qual serão apresentadas a metodologia empregada para o monitoramento, a região a ser investigada e a periodicidade que o levantamento irá seguir. Estudos prévios à elaboração deste programa foram desenvolvidos com o intuito de apresentar o diagnóstico do meio anterior à obra, e encontram-se disponíveis na íntegra como parte do Estudo de Impacto Ambiental da Alimentação Artificial da Praia Central de Balneário Camboriú (Acquaplan & Prosul, 2014).

2. Objetivos

Este programa tem por objetivo avaliar a qualidade dos sedimentos a serem utilizados para a alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú de acordo com a legislação vigente disponível, e propor, quando necessário, medidas para minimizar ou mitigar o impacto ambiental decorrente do manejo do sedimento. Sendo assim, são objetivos do programa:

- Estabelecer os critérios, os parâmetros e métodos a serem utilizados no PMQS para o monitoramento da qualidade dos sedimentos na área da jazida de dragagem e ao longo da Praia Central;
- Verificar, a partir dos dados coletados, os possíveis indícios de alteração da qualidade dos sedimentos que serão dragados e utilizados na alimentação

artificial com base nos regimentos legais disponíveis, especialmente com relação aos parâmetros físico-químicos passíveis de serem afetados;

- Estabelecer os critérios, os parâmetros e métodos a serem utilizados no PMQS para condução de testes ecotoxicológicos, com sedimento e elutriato, dos pontos que eventualmente sejam detectados contaminantes em teores superiores aos limites da Resolução CONAMA n° 454/12;
- Avaliar a eficácia das ações de mitigação adotadas em conter os impactos identificados, bem como a necessidade de implementação de medidas complementares de controle;
- Monitorar o padrão granulométrico definido como ótimo para uso no projeto.

3. Justificativa

O processo de remobilização e introdução de sedimentos importados (dragados) de uma jazida a 15 km da costa para ampliação da faixa de areia da Praia Central pode constituir-se como uma atividade passível de alterar a qualidade dos sedimentos utilizados. A grande turbação e remobilização do substrato que irão ocorrer durante a execução do empreendimento, podem possibilitar a biodisponibilização e/ou liberação de determinados contaminantes do compartimento sedimentar para a coluna d'água, além de poder resultar em alterações no padrão granulométrico definido como ótimo para o projeto; trazendo impactos não só para o ambiente mas para o custo final da obra em si.

Sendo assim, o programa se justifica pela necessidade de garantir, através de amostragens sistemáticas, a introdução de sedimentos na região praial que estejam dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pelas normas vigentes e pelo projeto, uma vez que a área é e será de intenso uso pela população.

4. Normas e Documentos Referenciais

A legislação brasileira não possui critérios específicos para níveis de contaminantes em sedimentos, inexistindo resolução específica para orientar os valores para a caracterização da qualidade ambiental dos mesmos. Por isso, a avaliação dos elementos presentes nestes compartimentos sedimentares tem sido avaliados à luz das normas existentes para sedimentos dragados, conforme disposto no Quadro 1.

Quadro 1 - Referências relacionadas ao PMQS.

Referência	Descrição
Resolução CONAMA n° 454, de 1 de novembro de 2012.	Estabelece as diretrizes e procedimentos referenciais para o gerenciamento do material dragado em águas brasileiras.
Resolução CONAMA n° 420, de 28 de dezembro de 2009.	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

5. Público-Alvo

O PMQS destina-se a equipe contratada para implementação do programa de monitoramento e a(s) empresa(s) executora(s) das obras do projeto de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, servindo como guia metodológico de monitoramento e para mitigação das possíveis alterações físico-químicas na qualidade dos sedimentos utilizados no empreendimento.

6. Indicadores

No diagnóstico ambiental elaborado pela Acquaplan & Prosul (2014), a maioria dos parâmetros químicos utilizados para determinação da qualidade dos sedimentos apresentaram concentrações em níveis não detectáveis ou não apresentaram concentrações, tanto para a enseada de Balneário Camboriú quanto nas áreas pretendidas para jazida. Estando assim, de acordo com a norma ambiental atualmente vigente (Resolução CONAMA n° 454/2012). Além disso, os testes ecotoxicológicos realizados com o mesmo sedimento coletado para as análises físico-químicas, também não apontoaram nenhum efeito estatisticamente significativo na biota, tanto nas amostras de superfície quanto de subsuperfície.

Dessa forma, este programa prevê os indicadores de desempenho apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Indicadores relacionados ao PMQS.

Indicador	Previsão de Atendimento
Realização de campanhas de coleta de sedimentos	Realização de 100% das campanhas de monitoramento das coletas previstas.
Número de campanhas de coleta realizadas	Implantação de 100% das campanhas de coleta propostas.
Eficiência dos parâmetros	Avaliar a eficiência dos parâmetros selecionados na determinação

utilizados em retornar resultados de avaliação da qualidade do sedimento	da qualidade dos sedimentos em 100% das campanhas.

7. Diretrizes Metodológicas

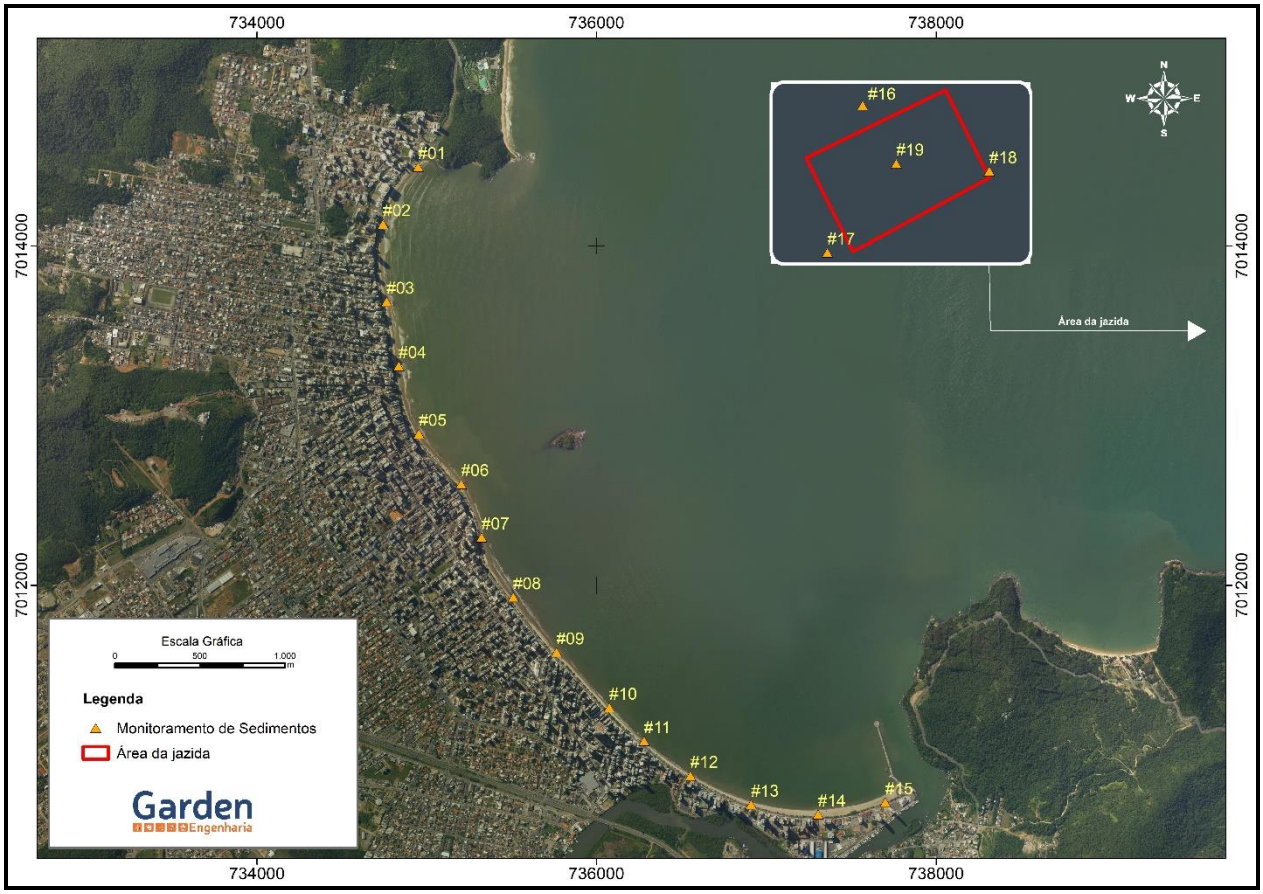
7.1. Planejamento amostral

A malha amostral está distribuída entre pontos localizados na área da jazida minerada e na faixa de areia da Praia Central. Para a jazida, optou-se por manter o mesmo desenho amostral do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas (PMQA). E para a região da praia, os pontos amostrais foram separados a uma equidistância de aproximadamente 400 metros, totalizando 15 pontos. As coordenadas geográficas bem como a localização espacial da malha amostral podem ser visualizadas, respectivamente, na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1 - Pontos de amostragem do PMQS.

Ponto amostral	Coordenadas UTM WGS84		Descrição
	X	Y	
#01	734949	7014466,0	Faixa de areia da Praia Central
#02	734742	7014129,2	
#03	734764	7013672,3	
#04	734835	7013293,2	
#05	734954	7012893,4	
#06	735203	7012598,0	
#07	735323	7012283,0	
#08	735510	7011931,2	
#09	735764	7011606,9	
#10	736076	7011280,9	
#11	736280	7011082,9	
#12	736553	7010878,7	
#13	736911	7010709,4	
#14	737305	7010651,4	
#15	737701	7010722,2	
#16	750545	7013330,7	Área da Jazida
#17	750101	7011470,2	
#18	752145	7012498,9	
#19	750971	7012595,7	

Figura 1- Localização espacial dos pontos de coleta e monitoramento da qualidade dos sedimentos.



Fonte: Garden Engenharia (2018)

7.2. Coleta de sedimentos

Para a identificação exata do ponto da coleta das amostras, sugere-se o uso de um GPS portátil com a localização geográfica dos pontos já previamente gravada.

As amostras deverão ser obtidas em tréplicas para cada ponto de amostragem, sendo coletadas em superfície e subsuperfície, utilizando amostrador de sedimentos devidamente descontaminado, específico para a profundidade do local (jazida, faixa de areia).

Dessa forma, na área marinha da jazida deverá ser empregado um amostrador do tipo van Veen (Figura 2), 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. Já as coletas na região da faixa de areia, se darão apenas superficialmente (camada de aproximadamente 20 cm de espessura de sedimento), de forma manual, na porção central da zona de espraiamento das ondas.

Para a análise granulométrica e determinação dos parâmetros químicos em laboratório, sugere-se a obtenção de aproximadamente 300 e 1.000 gramas de sedimento, respectivamente, para cada ponto amostral.

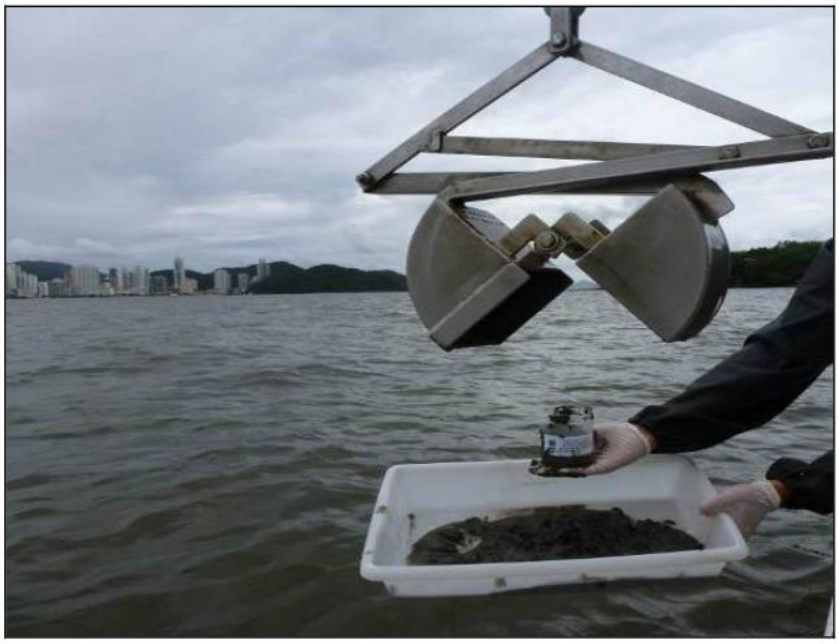
No momento da chegada do amostrador a bordo ou da coleta manual, sugere-se a obtenção de fotos das amostras, sendo elaborada uma breve descrição das características físicas das mesmas. De forma a facilitar a posterior análise dos resultados.

Todo o material coletado deverá ser armazenado atentando-se para o uso de recipientes específicos (inertes) para cada análise. Logo, amostras destinadas para análise de metais e compostos inorgânicos deverão estar separadas entre si, ambas contidas em sacos plásticos. Enquanto amostras para análise de hidrocarbonetos deverão estar em recipientes metálicos. Importante ressaltar que para as análises de metais e hidrocarbonetos, são utilizados apenas os primeiros 2 centímetros de sedimento coletados.

Do momento da coleta até o envio para o laboratório, as amostras deverão ser acondicionadas em caixa térmica refrigerada com gelo, mantendo temperatura de aproximadamente 4°C, não ultrapassando o período de 15 dias a contar da data da coleta, para garantir a qualidade analítica das amostras. O laboratório responsável pelas análises deve estar devidamente acreditado de acordo com os padrões de qualidade internacionais.

Para melhor controle e posterior análise dos resultados, uma planilha de campo deverá ser preenchida em cada ponto amostrado contendo as informações necessárias para identificação da amostra e do parâmetro a ser analisado.

Figura 2 - Amostrador do tipo van Veen utilizado para a coleta de amostras de sedimento.



Fonte: Acquaplan & Prosul (2014)

7.3. Análises laboratoriais

Os parâmetros físico-químicos selecionados para determinação da qualidade dos sedimentos em laboratório neste Programa, estão em acordo com aqueles analisados pelo estudo diagnóstico.

I. Parâmetros físicos: granulometria

A característica física básica inclui a análise da distribuição granulométrica, conforme a Escala Granulométrica de Wentworth (1922), disposta na Resolução CONAMA 454/12 (Tabela 2). Esta será determinada através do processamento das amostras em laboratório seguindo-se os preceitos metodológicos clássicos para análise granulométrica (Suguiu, 1973).

Dessa forma, após o devido preparo, as amostras cujas frações forem maiores que 0,062 mm, realiza-se o peneiramento em intervalos de 1 phi. Para a determinação do tamanho de grão das frações lamosas (siltes e argilas), deverá ser utilizado o método de pipetagem baseado nos tempos de sedimentação. Ao final, o peso específico de cada fração dos sólidos deverá ser tomado, fazendo uso de uma balança analítica de precisão.

Ao final, a determinação dos parâmetros estatísticos e distribuição granulométrica das amostras deverá ser realizada de acordo com Folk e Ward (1957)

com auxílio de software específico, através do qual se obterão dados do diâmetro médio do grão, grau de seleção ou desvio padrão, assimetria e curtose das amostras.

Tabela 2 - Classificação granulométrica dos sedimentos.

Classificação	Phi (φ)	(mm)
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte	4 a 8	0,062 a 0,00394
Argila	8 a 12	0,00394 a 0,0002

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA Nº 454 (2012)

II. Parâmetros químicos

Com relação a caracterização química, está irá determinar as concentrações de uma série de nutrientes e poluentes no sedimento, na sua fração total. Tendo em vista o diagnóstico prévio, os parâmetros químicos que deverão ser analisados no âmbito do PMQS são:

- Carbono Orgânico Total (COT);
- Nitrogênio Total Kjedahl (NTK);
- Fósforo total;
- Metais pesados;
- (Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio, Níquel, Zinco)
- Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos;
- (2-Metilnaftaleno, Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Criseno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Naftaleno, Pireno);
- Bifenilas Policloradas (PCBs);
- Pesticidas Organoclorados ;
- (4,4-DDD, 4,4-DDE, 4,4-DDT, BHC (alfa), BHC (beta), BHC (delta), BHC (gama) - lindano, Clordano (alfa), Clordano (gama) Dieldrin, Endrin);

III. Análises laboratoriais: testes ecotoxicológicos

A caracterização ecotoxicológica será realizada em complementação à caracterização físico-química, com a finalidade de melhor avaliar os impactos potenciais na vida aquática de uma possível contaminação por sedimentos. Contudo, esse tipo de teste somente será aplicado nas amostras (superficiais e/ou subsuperficiais) que apresentaram quaisquer concentrações dos parâmetros químicos analisados acima dos limites legais permissíveis.

Serão realizadas amostras de sedimento integral com teste elutriato preferencialemente com organismos do grupo dos anfípodas, estando os mesmos devidamente aclimatados antes do início dos experimentos. Os ensaios deverão ocorrer em triplicatas, sob diferentes concentrações, fazendo uso do mesmo sedimento utilizado para as análises físico-químicas das amostras onde foi verificada alteração de algum dos parâmetros já citados. Os testes deverão seguir as premissas da Resolução CONAMA 454/12 ocorrendo em condições experimentais específicas e controladas. Ao final do tempo estabelecido para o teste será analisado o parâmetro escolhido para medir o efeito tóxico no organismo-teste, como por exemplo, a contagem de organismos sem mobilidade e determinação da CL_{50} (concentração letal onde se observou a mortalidade de 50% dos organismos) para os testes agudos, e outro parâmetro a ser definido, para os testes crônicos (p. ex. taxa reprodução, desenvolvimento embrio-larval).

Os resultados dos ensaios virão acompanhados da carta controle de sensibilidade dos organismos, na qual constará o teste com a substância de referência em data próxima à realização dos ensaios com as amostras de sedimento em questão. Cabe ressaltar que o acondicionamento das amostras para análise ecotoxicológica será em recipientes comprovadamente inertes.

A compilação dos resultados deverá ser apresentada mediante confecção de relatório após cada campanha de monitoramento (separadamente para coletas na jazida e na faixa praial), este denominado Relatório de Andamento. Ao fim do período das obras, deverá ser apresentado um Relatório de Encerramento, consolidando ambos os levantamentos com os principais pontos observados durante a realização das obras e das medidas de atenuação apresentadas. Os relatórios devem conter todas as informações relevantes, permitindo o entendimento claro dos resultados e análises e serão utilizados pelo empreendedor e devido órgão ambiental para controle e fiscalização do empreendimento.

8. Ações Corretivas e Medidas Mitigatórias

Conforme diagnóstico do EIA, não existem medidas de mitigação e/ou controle previstas para um possível impacto ambiental caso identificadas alterações nos padrões de qualidade dos sedimentos utilizados na alimentação artificial.

Contudo, cabe mencionar que a Licença Ambiental Prévia prevê a sugestão de ações corretivas e medidas mitigatórias não contempladas por ela. Assim:

- No caso de identificação de sedimentos cujo padrão granulométrico está fora das conformidades estabelecidas no projeto: deverá se excluir a quadrícula identificada com sedimentos fora do padrão na próxima atividade prevista de dragagem, realizando-se uma readequação das áreas de dragagem da jazida;
- No caso de identificação de alguma área contaminada na jazida sedimentar: deve-se excluir a quadrícula identificada com sedimentos fora do padrão na próxima atividade prevista de dragagem, realizando-se uma readequação das áreas de dragagem e novas investigações deverão ocorrer mesmo que fora do período estipulado; e
- No caso de identificação de alguma área contaminada na faixa de areia: testes ecotoxicológicos deverão ser aplicados ao sedimento identificado em paralelo com o desenvolvimento de medidas de remoção e descontaminação do sedimento ou de adição de camada de cobertura sobre o material dragado, a fim de isolar o mesmo do contato com a população.

9. Etapas e Cronograma de Execução

Considerando as etapas previstas da alimentação artificial, o PMQS está previsto para começar junto ao início das obras, durando todo o período de execução das mesmas. Uma vez que é necessário um diagnóstico prévio da qualidade dos sedimentos antes destes serem efetivamente colocados na praia, a coleta e análise das amostras na área da jazida deverão ser feitas antes do início da dragagem de cada nova etapa da obra, de forma que o sedimento dragado para a alimentação artificial da Praia Central esteja dentro dos padrões de qualidade.

Na faixa de areia da praia, as coletas acompanharão a sequência das etapas de alimentação artificial, iniciando após a finalização de cada trecho - a medida que a praia assume a configuração de projeto e englobarão todas as estações anteriores a medida que os canteiros avançam. É possível visualizar o cronograma de execução no Anexo 01, o qual possui duração de 8 meses.

10. Inter-relações com outros Programas

Os dados do PMQS servirão de subsídio para o Programa de Monitoramento da Biota Aquática (PMBA), uma vez que a presença de contaminantes no sedimento pode causar a mortalidade de organismos, gerando impacto nas cadeias tróficas. Além disso, os dados serão interligados aos dados dos sistemas de controle ambiental que estarão sendo monitorados no âmbito do Programa de Controle Ambiental da Atividade de Dragagem (PCAAD), que funcionará como elemento centralizador das informações e indicadores relevantes para o correto gerenciamento socioambiental do empreendimento. O PMQS também se relaciona com o Programa de Acompanhamento da Hidrodinâmica da Jazida (PAHJ) uma vez que as campanhas de amostragens poderão ocorrer simultaneamente.

11. Recursos Necessários

Para a realização do PMQS foi estimada a necessidade dos recursos materiais apresentados no Quadro 3.

Além dos recursos materiais, está prevista a realização de amostragens, as quais estarão divididas em: oito campanhas de coleta do sedimento da jazida, com duração de dois dias cada, que ocorrerão anteriormente a execução da dragagem de cada uma das etapas de alimentação artificial; e as coletas do sedimento da faixa de areia praial serão executadas à medida que as etapas de alimentação artificial forem finalizadas.

Sendo assim, para a jazida que possui 4 pontos de coleta, e serão realizadas amostragens em tréplica, na superfície e subsuperfície, totalizam-se 24 amostras por campanha. Como são previstas oito campanhas, para a jazida o total de amostras é 192. Para a faixa de areia da praia, são 15 pontos, com amostragens em tréplica, para esta área são previstas apenas coletas na superfície, desta forma, totalizam-se 45 amostras.

Quadro 3 - Recursos necessários para execução do PMQS.

Materiais e equipamento	Quantidade
Planilhas de campo	01
Amostrador tipo Van Veen	01
Amostrador tipo trado	01
Aparelho de GPS portátil	01

Máquina fotográfica	01
Embarcação motorizada	01
Análises físico e químicas dos sedimentos da jazida	192
Análises físico e químicas dos sedimentos da faixa de areia	45
Análises ecotoxicológicas para as amostras que apresentarem resultados acima dos limites legais permissíveis nos ensaios químicos	30

12. Cronograma Físico-Financeiro

A programação das atividades e os custos envolvidos nesse programa encontram-se detalhados em um cronograma junto ao Anexo 02 deste documento.

13. Acompanhamento e Avaliação

Como instrumentos de acompanhamento e avaliação deste programa serão emitidos relatórios bimestrais e no momento do encerramento, elaborados pela equipe executora do PMQS, devendo os mesmos ser encaminhados junto ao órgão ambiental e ao empreendedor.

14. Responsáveis Técnicos

As coletas de sedimento podem ser realizadas tanto pela empresa contratada para executar a obra de alimentação artificial quanto por empresas especializadas. Já as análises das amostras devem ser feitas por um laboratório devidamente acreditado dentro dos padrões internacionais e estabelecidos pelo INMETRO. A equipe mínima é formada por um coordenador, dois analistas e um mergulhador. O Quadro 4 apresenta o perfil dos profissionais que deverão executar o presente programa.

Quadro 4 - Perfil da equipe técnica do PMQS.

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, Oceanologia ou de Nível Técnico com qualificação técnica correlata	Coleta de dados em campo e confecção de relatórios
Analista	Profissional da área de Engenharia, Biologia ou de Nível Técnico com qualificação técnica correlata	Coleta de dados em campo
Mergulhador	Profissional com experiência e formação específica para coletas em águas profundas	Coleta de sedimentos em profundidade

15. Bibliografia

ACQUAPLAN & PROSUL. Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Alimentação Artificial da Praia Central de Balneário Camboriú. Balneário Camboriú, SC, 2014.

BEVILACQUA, J. E. Estudos Sobre a Caracterização e a Estabilidade de amostras deSedimento do Rio Tietê, SP. Tese de Doutorado, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CAMPAGNOLI, F; MAZZILLI, B. P.; MOREIRA, S. R. D. Datação de sedimentos aplicada ao monitoramento ambiental de bacias hidrográficas: exemplo da bacia do Rio Grande - Billings, SP. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Livro de resumos – ABRH, p. 155, 1999.

COELHO, M. G.; LIMA, S. C.; MARAGNO, A. L. F.; ALBUQUERQUE, Y. T.; LEMOS, J. C.; SANTOS, C. L.; BRANDÃO, S. L. Contaminação das águas do lençol freático por disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em Uberlândia-MG/Brasil. In: XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún - Livro de Resumos, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n° 454 de 01 de novembro de 2012 – Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n° 420, de 28 de dezembro de 2009 – Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.

FOLK, R.L.; Ward, W.C. A Study in the Significance of Grain-Size Parameters. Journal of Sedimentary Petrology, 27, 3-26, 1957.

SUGUIU, K. Introdução a Sedimentologia. Editora E. Blucher, São Paulo, 317p, 1973.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, v. 30, p. 377, 1922.