PLANO BÁSICO AMBIENTAL - PBA

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA DISPERSÃO DA PLUMA DE SEDIMENTOS

PMDPS

06

BALNEÁRIO CAMBORIÚ, 19 DE JUNHO DE 2020.

SUMÁRIO

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

1. Introdução

Dentro de um processo de dragagem na magnitude prevista para o projeto de Alimentação Artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, grandes quantidades de sedimentos serão remobilizadas na coluna d'água. Avaliar o alcance da pluma de sedimentos produzida, e as condicionantes físicas que influenciam nesta dispersão, representa um dos elementos mais importantes para a compreensão dos fenômenos naturais que ditam as regras da região. Além do que, as medições de sedimentos em suspensão possibilitarão uma medição direta da porcentagem dos sedimentos dragados que é disponibilizada para a coluna d'água, permitindo avaliar o impacto que tal atividade pode resultar tanto na qualidade das águas e biota quanto no eventual acúmulo em regiões não previstas.

É neste sentido que o presente Programa de Monitoramento da Dispersão da Pluma de Sedimentos é proposto, devendo ser desenvolvido juntamente com a atividade da draga, e consistindo no monitoramento, através de parâmetros físicos, da área de ação da pluma de sedimentos decorrente da atividade de dragagem e despejo, e o seu comportamento na área de influência.

2. Objetivos

Este programa tem por objetivo avaliar a monitorar a dispersão da pluma de sedimentos gerada pela atividade da dragagem ao longo das áreas afetadas pela operação, tendo por base a legislação vigente disponível, e propor, quando necessário, medidas para minimizar ou mitigar o impacto ambiental decorrentes do manejo do sedimento. Sendo assim, são objetivos do programa:

- Estabelecer os critérios, os parâmetros e métodos a serem utilizados no PMDPS;
- Verificar, a partir dos dados coletados, os pontos com maior influência da pluma de sedimentos gerada durante a dragagem e correlacionar os mesmos com parâmetros físico-químicos de outros programas ambientais;
- Avaliar a influência de forçantes hidrodinâmicas e atmosféricas no transporte e dispersão da pluma de sedimentos na região;
- Ser capaz de fornecer dados de sedimento em suspensão para fiscalização e monitoramento das atividades de dragagem e *overflow;*

- Identificar e calcular através de aerolevantamentos com VANT a extensão da pluma de sedimentos gerada pela operação das dragas;
- Avaliar a eficácia das ações de mitigação adotadas em conter os impactos identificados, bem como a necessidade de implementação de medidas complementares de controle.

3. Justificativa

O presente programa se justifica pela necessidade de acompanhamento da pluma de sedimentos gerada nos sítios de dragagem e deposição de sedimentos, uma vez que a esta pode estar associada a uma série de impactos tanto no meio abiótico quanto biótico. Além disso, a coleta de dados *in situ* do monitoramento dessa feição associado a hidrodinâmica local, pode gerar uma base de dados robusta para refinar a calibração de modelos numéricos de dispersão de pluma de sedimentos em licenciamentos ambientais e/ou estudos futuros.

4. Normas e Documentos Referenciais

Em relação aos aspectos legais aplicáveis, este programa tem como principal referencial normativo a norma apresentada no Quadro 1.

Quadro 1.Referências relacionadas ao PMDPS.

Referência	Descrição
NORMAM 25/DHN de 2017	Estabelece as normas e procedimentos para autorização e controle dos Levantamentos Hidrográficos realizados, em Águas Jurisdicionais Brasileiras, por órgão ou entidade não pertencente à Marinha do Brasil.
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.

5. Público-Alvo

O PMDPS 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 das atividades e para mitigação das possíveis alterações hidrodinâmicas na região em função da retirada de sedimentos.

6. Indicadores

A observação visual da dimensão à partir de imagens aéreas e a coleta de dados *in situ* do material em suspensão na região da jazida e áreas próximas, serão utilizados como parâmetros indicadores para avaliação e monitoramento da pluma de sedimentos gerada pela operação da dragagem.

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

Quadro 2. Indicadores relacionados ao PMDPS.

Indicador	Previsão de Atendimento
Realização de campanhas de amostragem pluma de sedimento	Realização de 100% das campanhas de monitoramento coleta previstas.
Número de campanhas de coleta realizadas	Implantação de 100% das campanhas de coleta propostas.
Eficiência da malha amostral utilizada em retornar resultados para o monitoramento da pluma de sedimentos	Avaliar a eficiência da malha amostral selecionada em retornar resultados para o monitoramento da pluma de sedimentos em 100% das campanhas.

7. Diretrizes Metodológicas

Para a realização deste monitoramento são recomendados os procedimentos metodológicos a seguir, detalhados nos tópicos subsequentes:

- Medição das concentrações dos sedimentos em suspensão nas áreas da jazida e enseada da Praia Central, mediante a utilização de um turbidímetro;
- Medição da intensidade e direção dos ventos durante as atividades de dragagem e despejo a partir de um anemômetro na embarcação e/ou banco de dados meteorológicos;
- Medição dos parâmetros físico-oceanográficos em uma região próxima à área da jazida com a utilização de um perfilador acústico (ADCP);
- Obtenção dos dados oriundos do Programa de Acompanhamento do Clima de Ondas e Dinâmica Praial (PACODP) no período compreendido por cada levantamento do PMDPS; e
- Imageamento aérea com uso de drone (VANT) de toda a região compreendida pela atividade de dragagem para identificação visual da extensão da pluma de sedimentos;

7.1. Região amostral

A região amostral definida para realização dos levantamentos, terá como base, o mapa definido para áreas afetadas pelo empreendimento no estudo diagnóstico (Acquaplan & Proplan, 2014), conforme Figura 1.

Os aerolevantamentos deverão percorrer toda a região da área da jazida delimitada como diretamente afetada (ADA) e com influência direta (AID) e também a região da enseada de Balneário Camboriú definida como de influência direta (AID).

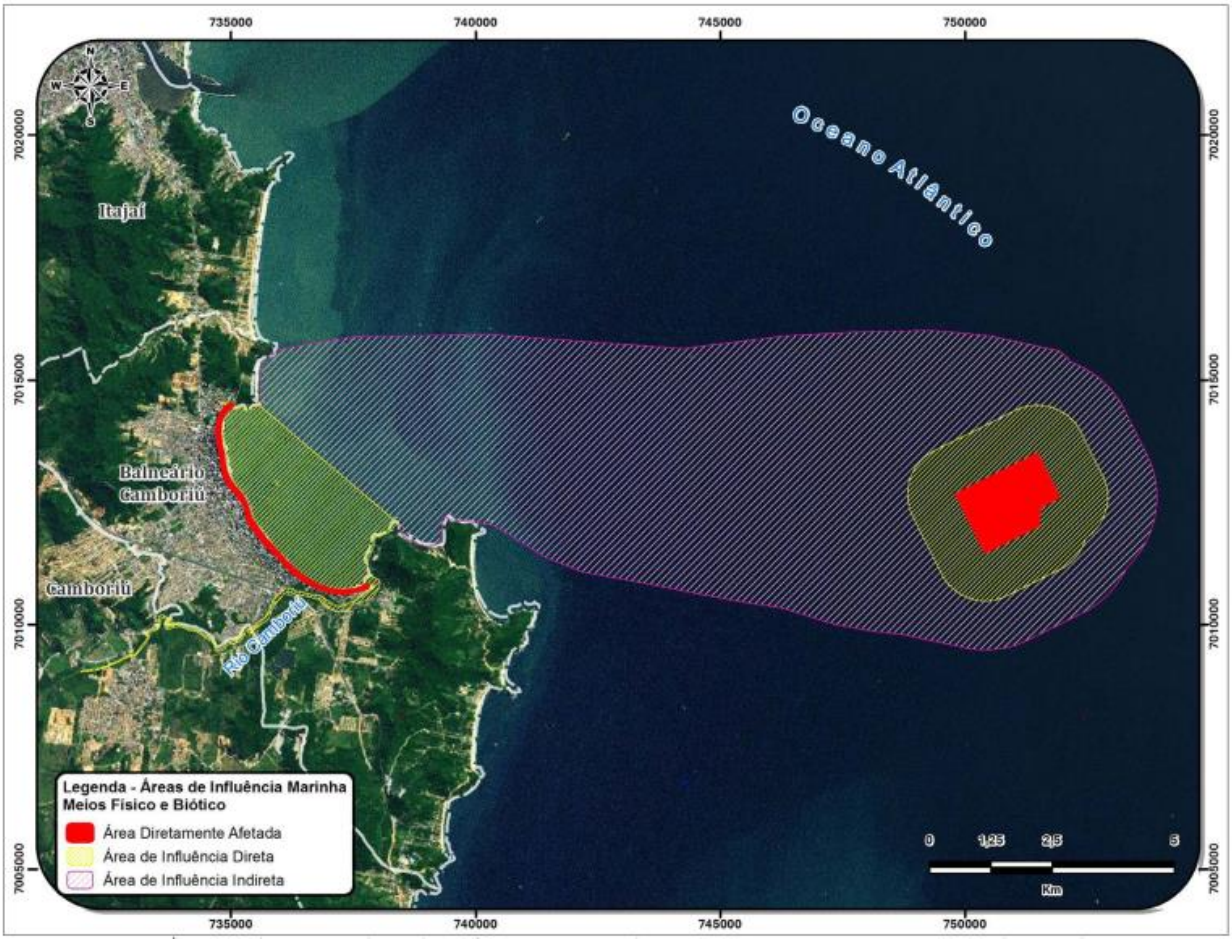
As medições de turbidez na área da jazida irão se caracterizar por pontos fixos e móveis. Estando os primeiros localizados de acordo com as coordenadas na Tabela 1 e Figura 2 e os móveis a depender da configuração e posição da pluma de sedimentos durante as atividades. Já na região da enseada, a medição se dará apenas sob a forma de pontos móveis, a serem definidos a medida que a pluma se modifica com o avanço das etapas de alimentação artificial.

Para as medições dos dados hidrodinâmicos, será fundeado um perfilador acústico de correntes (ADCP) nas coordenadas: 747657,5 mE, 7014223,7 mS (UTM SIRGAS-2000).

Tabela 1.Coordenadas geográficas dos pontos fixos de amostragem de turbidez do PMDPS.

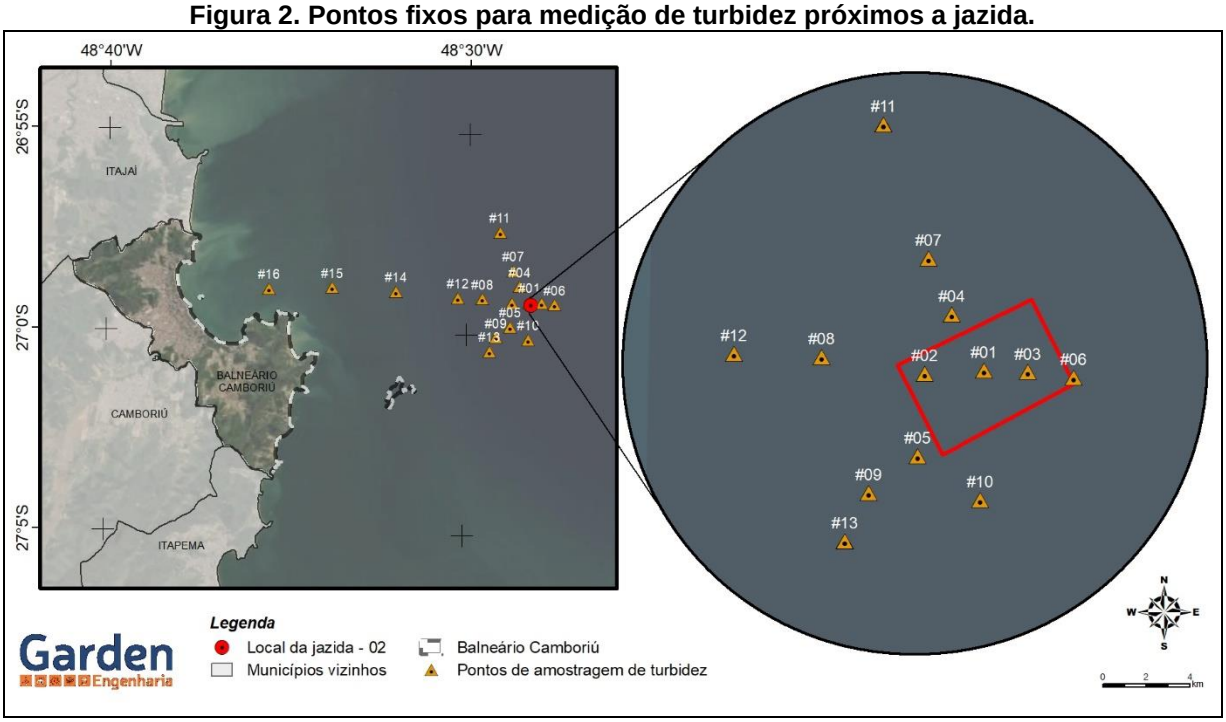
Ponto amostral	UTM Datum SIRGAS-2000		Descrição
	X	Y	
#01	750971	7012595,7	Área Diretamente Afetada – Jazida
#02	750191	7012554,9	
#03	751543	7012574,0	
#04	750545	7013330,7	Área de Influência Direta – Jazida
#05	750101	7011470,2	
#06	752145	7012498,9	
#07	750243	7014066,0	
#08	748834	7012772,0	
#09	749454	7010987,0	
#10	750922	7010891,7	
#11	749654	7015830,5	Área de Influência Indireta – Jazida
#12	747685	7012812,5	
#13	749138	7010351,0	
#14	744862	7013113,2	Caminho da Draga: Jazida-Praia
#15	741920	7013303,0	
#16	739025	7013255,5	

Figura 1. Limites das Áreas de *influência* afetadas pelo empreendimento.



Fonte: Acquaplan & Prosul (2014).

Figura 2. Pontos fixos para medição de turbidez próximos a jazida.



Fonte: Garden Engenharia (2020).

7.2. Coleta e processamento dos dados

A frequência amostral deverá ser semanal em condições astronômicas de sizígia e quadratura, objetivando coletar dados de um ciclo de maré. Em campo, para os pontos fixos a embarcação deve ser posicionada sobre o mesmo, e para os pontos móveis as respectivas coordenadas geográficas deverão ser anotadas. Ambos fazendo uso de um GPS portátil.

7.3. Material em suspensão/ turbidez

Para a mensuração das concentrações de material em suspensão ou turbidez, sugere-se o uso de um turbidímetro portátil ou sonda multiparâmetro que contemple essa variável. As leituras deverão ocorrer em diferentes estratos de profundidade considerando que a profundidade da jazida varia entre 30 a 34 metros:

- Medição em quatro camadas: uma (1) em superfície (aproximadamente 0,50 metros abaixo da superfície), duas (2) em meia-água (aproximadamente em 10 e 20 metros) e uma (1) no fundo (aproximadamente 1 metro acima do leito marinho).

O início da medição deve ser feito entre 15 a 45 minutos depois da passagem da draga pelo ponto mais próximo da estação, cujo intervalo de tempo corresponde às maiores concentrações da pluma.

No caso de optar-se pelo uso de turbidímetros, atentar-se para a condição (i) das amostras (evitar que contenham bolhas de ar e fragmentos maiores flutuantes), (ii) das cubetas utilizadas para leituras (devidamente limpas e sem arranhões e descontaminadas com água destilada entre uma as leituras) e (iii) para a calibração do equipamento de acordo com as especificações do fabricante.

No caso de utilização de sonda multiparâmetro, demais variáveis poderão ser coletadas e armazenadas para uma caracterização mais completa da área amostrada.

A seleção da localização dos pontos móveis de amostragem deverão ser orientadas com base na obtenção em campo de fotos aéreas da região de influência da pluma, caso a mesma esteja atingindo locais fora da malha amostral determinada. Os mesmos devem seguir a mesma metodologia de amostragem em diferentes estratos de profundidade e as respectivas coordenadas devem ser anotadas em planilhas de campo específicas para pontos móveis.

Dados de turbidez também poderão ser obtidos do ADCP fundeado próximo à região da jazida.

7.4. Dados físico-oceanográficos

Os dados físico-oceanográficos (ondas, correntes e marés) serão obtidos tanto do Programa de Acompanhamento do Clima de Ondas e Dinâmica Praial (PACODP) quanto da medição *in situ* através de um perfilador de correntes acústico ADCP de 600 kHz (do inglês: Acoustic Doppler Current Profiler). Para tal, o equipamento será fundeado em um ponto próximo a área da jazida (744926,9 mE; 7014794,8 mS – UTM Datum WGS-84). Sugere-se o fundeio do mesmo para garantir a segurança do equipamento, evitando-se o arrasto do mesmo por embarcações pesqueiras de arrasto, pela própria draga e eventuais fundeios de outras embarcação. Independentemente, a identificação do equipamento deverá ser realizada mediante o emprego de sinalização náutica adequada em superfície, conforme estabelecido pela Marinha do Brasil.

De acordo com Calazans (2011), para garantir a integridade dos dados a serem arquivados, deve ser realizada recuperação, nesse caso, mensal do equipamento através de mergulho autônomo, a fim de descarregar os dados, realizar a substituição de baterias e para eventuais manutenções em função da bioincrustação nos sensores acústicos.

7.5. Imageamento com RPA

O uso e aplicação de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs) no campo ambiental permitiu um grande desempenho no processo de monitoramento de áreas de interesse (Longhitano, 2010), por se tratar de uma plataforma aérea de pequeno porte, de fácil e rápida utilização e relativamente barata, quando comparado às aeronaves utilizadas para o aerolevantamento padrão. Além disso, o acoplamento de câmeras digitais permite a coleta de imagens de alta resolução da superfície.

Dessa forma, buscando atender as condicionantes da Licença Ambiental Prévia No. 2739/2018, dentro do PMDPS deverá estar incluída a obtenção de imagens aéreas através do uso de RPAs para o acompanhamento visual e cálculo da extensão da pluma de sedimentos gerada durante a operação da draga.

A área abrangida pelos levantamentos deverá estar de acordo com a conforme Figura 1 e com o plano de voo a ser elaborado previamente em um software específico para tal. A aquisição de imagens poderá ocorrer concomitante as medições de turbidez nas estações, tendo a embarcação como plataforma de voo para o RPA.

A compilação dos resultados deverá ser apresentada mediante confecção de relatórios mensais, denominados Relatório de Andamento. Ao fim do programa, deverá ser apresentado um Relatório de Encerramento, consolidando 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

Como medidas corretivas e mitigatórias entendidas como medidas para reduzir o impacto da pluma de sedimentos gerada dragagem, pode-se propor:

- Especial atenção e esforço amostral deve ser dado durante a dragagem de sedimentos finos dos sítios da jazida (porcentagem maior do que 10%) para disposição no bota fora;
- Para se evitar a formação de uma pluma de sedimentos finos, em função da dragagem da camada de lama na jazida e deposição no bota fora, o tempo de *overflow* do material da draga deverá ser reduzido de acordo com planejamento no Projeto Executivo;
- Os tempos determinados para o *overflow* dos sedimentos da draga deverão estar de acordo com os especificados no estudo diagnóstico e como condicionantes da licença de instalação e operação.

9. Etapas e Cronograma de Execução

Considerando as etapas previstas para a execução do empreendimento, o PMDPS deverá ocorrer em três momentos distintos do monitoramento, se iniciando em período anterior à dragagem (pelo menos um mês) para a coleta de dados de referência. A partir de então, será desenvolvido concomitantemente com a execução das obras de alimentação artificial, se estendendo por mais 30 dias após a conclusão das mesmas. Tendo portanto uma duração total de 10 meses de monitoramento, com os levantamentos ocorrendo semanalmente, conforme Anexo 01.

10. Inter-relações com outros Programas

As informações obtidas do PMDPS serão diretamente relacionadas ao Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas (PMQA), uma vez que o monitoramento da concentração de sedimentos em suspensão e da extensão da pluma, podem auxiliar a identificar possíveis fontes e causas de alterações nos padrões de qualidade das águas. Pode também se relacionar com o Programa de Monitoramento da Biota Aquática (PMBA), já que a turbidez das águas podem afetar tanto a produtividade primária pela limitação de penetração da luz, quanto organismos bentônicos, pelo soterramento após sedimentação da pluma. Os valores encontrados no monitoramento também auxiliarão na gestão e fiscalização da atividade de dragagem e de *overflow* no âmbito do Programa de Controle Ambiental da Atividade de Dragagem (PCAAD), ao permitir uma caracterização da pluma gerada pela atividade.

Dados provenientes do Programa de Acompanhamento da Hidrodinâmica da Jazida (PAHJ) e do Programa de Acompanhamento do Clima de Ondas e da Dinâmica Praial (PACODP), serão interligados ao PMDPS, já que sintetizam os processos hidrodinâmicos envolvidos na área do empreendimento, os quais serão responsáveis pelo comportamento de dispersão da pluma no ambiente. Resultados do Programa de Qualidade dos Sedimentos (PMQS) também devem ser utilizados como base de avaliação, já que alterações pontuais nos padrões de qualidade podem surgir a medida que a pluma transporta sedimentos e estes se depositam em outros sítios.

11. Recursos Necessários

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

Quadro 3. Recursos necessários para execução do PMDPS.

Materiais e equipamento	Quantidade
Planilhas de campo	01
Aparelho GPS portátil	01
Aparelho ADCP 600 kHz	01
Turbidímetro ou sonda multiparâmetro	02
Drone (RPA)	01
Embarcação motorizada	01
Máquina Fotográfica	01

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

A avaliação deste programa se dará mediante apresentação dos indicadores dentro dos relatórios redigidos ao longo do monitoramento e no momento do seu encerramento. A entrega de relatórios servirá de instrumento para o acompanhamento do programa junto ao órgão ambiental e ao empreendedor.

14. Responsáveis Técnicos

O monitoramento dos dados pode ser realizado tanto pela(s) empresa(s) contratada(s) para executar a obra quanto por empresas especializadas nesse tipo de serviço. A equipe mínima é formada por um coordenador, dois analistas e mergulhador. O Quadro 4 apresenta o perfil dos profissionais que deverão executar o presente programa.

Quadro 4. Perfil da equipe técnica do PMDPS

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 Oceanologia, Biologia ou Geologia com qualificação técnica correlata	Coleta de dados em campo e Confecção de relatórios
Analista	Profissional da área de Oceanologia, Biologia ou de Nível Técnico com qualificação técnica correlata	Coleta de dados em campo e Confecção de relatórios
Mergulhador	Profissional com experiência e formação específica para instalação de equipamentos e coletas de dados.	Instalação da ADCP e coleta de dados.

15. Bibliografia

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

CALAZANS, D. Estudos oceanográficos: do instrumental ao prático. Pelotas, RS: Editora textos. 462 páginas, 2011.

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.

LONGHITANO, G. A. VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2010.

MARINHA DO BRASIL. Estabelece as normas e procedimentos para autorização e controle dos Levantamentos Hidrográficos realizados, em Águas Jurisdicionais Brasileiras, por órgão ou entidade não pertencente à Marinha do Brasil. – NORMAM 25. Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2017.