

# ASPECTOS AMBIENTAIS E UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE AUTOMAÇÃO EM OBRAS DE DRAGAGEM

ANNA JULIA RENZO AGUAYO (FATEC RUBENS LARA)  
anna.aguayo@fatec.sp.gov.br

## RESUMO

O objetivo geral deste artigo é realizar um estudo exploratório sobre questões pertinentes à dragagem, demonstrando os principais tipos de operações existentes, os processos e equipamentos utilizados, bem como os impactos ambientais decorrentes desta atividade. Ademais, realizar uma análise acerca das vantagens e desvantagens da utilização de tecnologias de automação, como veículos não tripulados, na avaliação de projetos de batimetria e topografia, realizados na fase de planejamento de uma dragagem. A correta avaliação desses aspectos é importante para identificar as técnicas e equipamentos mais adequados, em função do volume do dragado, do tipo de sedimento, da área escolhida para disposição e do monitoramento posterior desses materiais. Em toda obra de dragagem, os impactos ambientais precisam ser avaliados para estar em conformidade com a Política Nacional de Meio Ambiente, que regulamenta e estabelece os critérios para avaliação de projetos com potencial de significativo impacto ambiental. Levantamentos deste tipo são de fundamental importância para o Brasil, que possui um litoral extenso e uma grande quantidade de rios navegáveis para transporte de cargas e pessoas. A metodologia adotada nesta pesquisa possui como abordagem principal a análise e revisão bibliográfica de autores renomados e de literatura técnica especializada, como programas de desenvolvimento setorial, legislações, dissertações e teses; identificando os tópicos mais relevantes e o papel das novas tecnologias neste tipo de avaliação.

**PALAVRAS-CHAVE:** dragagem 1. automação 2. meio ambiente 3.

## ABSTRACT

*The general objective of this article is to carry out an exploratory study on issues pertinent to dredging, demonstrating the main types of existing operations, the processes and equipment used, as well as the environmental impacts resulting from this activity. In addition, carry out an analysis of the advantages and disadvantages of using automation technologies, such as unmanned vehicles, in the evaluation of bathymetry and topography projects, carried out during the dredging planning phase. The correct evaluation of these aspects is important to identify the most appropriate techniques and equipment, depending on the volume of the dredge, the type of sediment, the area chosen for disposal and the subsequent monitoring of these materials. In all dredging works, environmental impacts need to be assessed to be in compliance with the National Environment Policy, which regulates and establishes the criteria and guidelines for evaluating projects with the potential for significant environmental impact. Surveys of this type are of fundamental importance for Brazil, which has an extensive coastline and a large number of navigable rivers to transport cargo and people. The methodology adopted in this research has as its main approach the analysis and bibliographic review of renowned authors and specialized technical literature, such as sector development programs, legislation, dissertations and theses, identifying the most relevant topics and the role of new technologies in this type of evaluation.*

**Keywords:** dredging 1. Automation 2. environment 3.

## 1. INTRODUÇÃO

## O setor portuário

brasileiro se desenvolve ao longo de seus mais de 8.000 km de linha de costa nos quais se distribuem mais de 40 portos que operam por meio da navegação de longo curso e de cabotagem, favorecendo o comércio interno e externo.

Apesar da existência de extensas bacias hidrográficas localizadas no interior do território brasileiro existem pouco mais de 20 mil quilômetros de hidrovias comercialmente navegáveis, com grande potencial de aproveitamento. Sendo o modal hidroviário considerado o mais econômico para a movimentação de grandes volumes de carga, com redução do custo de frete, menor consumo energético e conseqüentemente de impactos ambientais, a utilização de sistemas multimodais ainda não é significativamente explorada no país, em virtude da necessidade de investimentos em manutenção e ampliação da rede hidroviária.

Neste sentido, obras de infraestrutura ganham destaque, sendo necessárias para manter a viabilidade da navegação e das operações portuárias. Com o advento da Lei 12.815/2013 foi instituído o Programa Nacional de Dragagem Portuária e Hidroviária, além do PHE - Plano Hidroviário Estratégico (2012) conduzido pelo Ministério dos Transportes. Estes programas foram criados para alavancar o desenvolvimento de políticas públicas e de estratégias que contribuam para o incremento e melhoria das condições das hidrovias nacionais.

A dragagem é uma técnica de engenharia que consiste na escavação e movimentação do solo ou substrato rochoso com o auxílio de equipamentos específicos (hidráulicos ou mecânicos), denominados dragas, as quais são utilizadas para a remoção ou movimentação de fundos de rios, lagos, mares ou demais corpos hídricos, com a finalidade de implantar canais de acessos, bacias de evolução, zonas de atracação, aproveitamento de recursos minerais, assim como para manutenção da profundidade do leito de um canal.

Dessa forma, com o avanço tecnológico e o conhecimento gerado sobre dragagem, principalmente no que tange à disposição final de sedimentos, alteração da qualidade dos mananciais e da biota local ou regional; as atividades de dragagem passaram a ser avaliadas cada vez mais sob o ponto de vista ambiental, com o intuito de desenvolver técnicas e métodos para o aproveitamento do solo dragado, para a análise da melhor alternativa locacional de disposição e para o monitoramento ambiental, a fim de detectar alterações na qualidade da água, tais como o incidência de turbidez e salinidade, fatores que podem acarretar em impactos negativos para os ecossistemas.

Assim, a presente pesquisa tem por objetivo geral analisar os tipos de dragagens e os equipamentos industriais utilizados, bem como os aspectos ambientais relacionados a esta atividade, para que se possa compreender quais as aplicações dos Veículos não Tripulados, no monitoramento ambiental de dragagens marítimas e/ou fluviais, descrevendo as principais vantagens e desvantagens da utilização destas tecnologias.

Além disso, são objetivos específicos do trabalho, a descrição das principais normas e códigos que regulamentam esta atividade e a estruturação das etapas que consolidam o planejamento de uma operação de dragagem, construindo um fluxo de trabalho ordenado e em consonância com as principais diretrizes e fundamentos preconizados.

Ressalta-se ainda que, o principal método utilizado para a construção desta pesquisa é a revisão e sistematização bibliográfica, dos planos e programas de desenvolvimento setorial, das principais legislações e recomendações vigentes no Brasil e no mundo, como a Conferência de Estocolmo (1972), Resoluções NORMAM, Normas CONAMA, além de artigos, dissertações e teses que apresentem dados relevantes e que contribuam para o estudo.

## 2. EMBASAMENTO TEÓRICO

A preocupação com a gestão e correta destinação dos materiais dragados passou a ser discutida com mais veemência, a partir de 1972, durante a Conferência de Estocolmo, que deu origem à diversas normas e regulamentações internacionais sobre disposição de dragados em áreas marítimas e fluviais (LIMA, 2008).

É necessário ressaltar que o impacto da dragagem não ocorre somente em áreas de disposição, mas também nas áreas dragadas, que são suscetíveis à redução de potencial pesqueiro, risco de acidentes com dutos submersos, movimentação de sedimentos contaminados, alterações relacionados à batimetria e à linha de costa, ruídos ocasionados pela dragagem, entre outros comprometimentos (MÓDOLO, 2018).

Não obstante, a dragagem é considerada uma atividade necessária para o crescimento da economia brasileira, sendo fundamental que sua complexa cadeia logística, formada pela retirada, transporte, despejo e gerenciamento do material dragado, seja realizada de forma estruturada e bem planejada (FADDA, 2006).

No Brasil, a demanda anual de dragagem é de mais de 73 milhões de metros cúbicos, entretanto, é estimado que apenas 35% da meta anual seja efetivamente realizada. O serviço de dragagem envolve uma série de estágios e técnicas específicas, de maneira a tornar sua execução segura em todos os aspectos e viável financeiramente, visto que os custos relacionados à dragagem podem chegar a 50% do custo total da implantação de um porto (SIMÕES, 2009).

Dessa maneira é necessário compreender a finalidade para a qual as dragas serão utilizadas, bem como definir os melhores meios e alternativas tecnológicas para sua implantação. Assim, a aplicação de tecnologias de automação nessa área deve ser impulsionada, pois implicam em diminuição de custos logísticos e de mão de obra, permitindo obter benefícios na execução de projetos.

### 3. DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

A operação de uma obra de dragagem envolve a retirada, o transporte e a deposição de solo, rocha e sedimento, decomposto ou desmontado por derrocamento. Para sua execução é necessária a utilização de dragas, equipamentos adequados e técnicas especializadas.

Desta forma, os equipamentos de dragagem podem ser divididos em: mecânicos ou hidráulicos. Os primeiros se caracterizam pelo uso de alguma espécie de caçamba para escavar e elevar o material do fundo e podem ser classificados segundo o tipo de trabalho, em descontínuo e de alcatruzes, já as dragas hidráulicas são caracterizadas pela mistura e transporte do material dragado em escoamento, através de tubulações que realizam o seu despejo (ALFREDINI, 2005).

Ademais, os equipamentos de dragagem hidráulica podem ser divididos em estacionários ou autotransportadores. As dragas estacionárias necessitam de equipamento acessório para transportar o sedimento dragado até a área de descarte e as autotransportadoras o carregam até a área de disposição final (MÓDOLO, 2018).

Por sua vez, as operações de dragagem são classificadas de acordo com suas características e objetivos, assim a literatura técnica relaciona quatro tipos de operações: Dragagem de Aprofundamento ou de Implantação, Dragagem de Manutenção, Dragagem de Recuperação Ambiental ou Ecológica e Dragagem de Mineração (LIMA, 2008). A Tabela 1, a seguir, mostra os Tipos de Dragas e Suas Principais Características e a Tabela 2, os Tipos de Dragagens e suas Principais Características:

Tabela 1 – Tipos de  
 Dragas e Suas Principais Características:

Tipo de draga	Característica
<b>Mecânicas</b>	
<b>Caçamba de mandíbula</b>	Possui um guindaste rotativo montado sobre um pontão flutuante e dotado de uma caçamba acionada por pistão hidráulico de cabine de comando. Pode ser carregado em barcas ou na própria embarcação
<b>Escavadeira frontal</b>	Caçambas voltadas para frente ou para trás, construídas sobre pontões flutuantes. São praticamente, uma versão adaptada para a dragagem das pás escavadeiras.
<b>Pá de arrasto</b>	Caçamba de aço suspensa à ponta de um cabo flexível, ligado a um guindaste móvel. Seu funcionamento é semelhante ao das caçambas de mandíbula.
<b>Draga de alcatruzes</b>	Foi a primeira tentativa de se efetuar operações de dragagens contínuas, sem as interrupções que as outras dragas mecânicas precisam fazer, pelo ciclo de movimento das caçambas.
<b>Hidráulicas</b>	
<b>Estacionária de sucção e recalque</b>	Representa a forma mais simples de draga hidráulica. Existem modelos com ou sem desagregador, o qual escava e traslada os degradados para a área de influência do escoamento, passando pela bomba de recalque para a área de despejo.
<b>Auto transportadora de sucção e arrasto</b>	Consiste numa embarcação marítima autopropelida em que os dragados são armazenados na cisterna para despejo posterior. As dragas modernas também têm possibilidade de descarga das cisternas através de bombeamento.
<b>Equipamentos Alternativos</b>	
<b>Jet Pump</b>	Pode ser incorporada a qualquer draga que trabalha com o princípio de sucção, porém mais comumente em dragas de sucção estacionárias.
<b>Air Lifts</b>	Consiste na injeção de ar comprimido por uma tubulação submersa que chega até o leito a ser dragado, resultando na redução da densidade da mistura ar-água próxima à tubulação. Obtém um bom rendimento quando trabalha em altas profundidades e com solos de granulometria fina.

<p><b>Pneumática</b></p>	<p>A dragagem de sedimentos poluídos pode provocar danos ambientais pela dispersão desses sedimentos nos corpos hídricos. Não utilizam desagregadores e promovem a sucção do material a ser dragado por ar comprimido, podendo efetuar dragagens ambientais praticamente sem turbidez de contaminantes.</p>
<p><b>Anfíbia</b></p>	<p>São utilizadas em canais de baixa profundidade, podendo mover-se tanto na água quanto na terra. Podem ser mecânicas ou hidráulicas. O maior benefício deste tipo de equipamento é que os mesmos podem transpor estruturas que restringem o curso d'água.</p>

**Fonte:** Adaptada de Lima (2008).

Tabela 2 – Tipos de Dragagens e suas Principais Características:  
X

Tipos de Dragagem	Características Principais
Dragagem de Aprofundamento ou de Implantação	Envolve a criação de bacias portuárias, canais de acesso ou lagos em áreas não dragadas anteriormente, sendo removidos solos compactados e com baixa presença de contaminantes.
Dragagem de Manutenção	Consiste na remoção periódica de sedimentos e materiais depositados em bacias e canais de navegação que ocorrem através de um processo natural de assoreamento dessas áreas e cujo objetivo é a manutenção das condições originais de projeto licenciadas, que contribuem para sua correta utilização. Suas principais características são a remoção de solo não compactado, quantidade de material variável e da possível presença de contaminantes. Este potencial decorre da disposição do material dragado e do aumento de sedimentos suspensos durante a fase de execução da obra. É possível mitigar estes impactos através da utilização do melhor tipo de equipamento de dragagem e de procedimentos adequados, durante a fase de operação, tal como a utilização de hidrociclones ou dragas pneumáticas, por exemplo.
Dragagem de Recuperação Ambiental ou Ecológica	Utilizada para a remoção de sedimentos contaminados, sendo necessária a adoção de procedimentos rigorosos, na operação, no transporte e na disposição final. O objetivo principal é a remediação de uma condição ambiental adversa, gerando melhorias socioambientais para a área.
Dragagem de Mineração	É destinada à extração de recursos minerais com potencial de aproveitamento econômico, como argila, areia e cascalho, para utilização na construção civil e podem ainda ser efetuadas, extração de ouro e diamante de aluvião.

**Fonte:** Adaptada de Lima (2008).

Ainda, de acordo com Goes Filho (2004), a escolha dos equipamentos de dragagem é bastante complexa, devendo-se examinar vários elementos, como:

- Identificação das características físicas do material a ser dragado,
- Estimativa do volume do material a ser dragado,
- Profundidades de dragagem,
- Distância da área de disposição do material,
- Condições socioambientais da área a ser dragada e do local de disposição,
- Nível de contaminação dos sedimentos,
- Método de disposição do material dragado,
- Produção estimada dos equipamentos empregados,
- Tipos de dragas disponíveis para operação.

Ademais, segundo Simões (2009), para a implantação de uma obra de dragagem devem ser observados os requisitos operacionais e de preservação ambiental, através da elaboração de um diagnóstico ambiental das áreas de influência, da análise integrada de informações e das características de implantação e operação de determinado empreendimento.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a execução de obras dessa natureza é necessário realizar levantamentos e análises, como: batimetria (marinha ou fluvial), análise química, granulometria de sedimentos, topografia de áreas de despejo, entre outros estudos requeridos.

Desse modo, o levantamento batimétrico, ou seja, o mapeamento hidrográfico cujo objetivo é aferir as profundidades de leitos oceânicos e fluviais para a construção de Modelos Digitais de Elevação é uma das etapas mais importantes do planejamento para implantação/manutenção de uma obra de dragagem e serve como base para outras análises.

Ademais, a realização de análise topográfica, nas áreas que serão utilizadas para disposição dos materiais dragados também é um requisito de projeto para avaliar as dimensões, pontos cotados, acidentes geográficos, perfil longitudinal, entre outros parâmetros.

Nesse cenário, a incorporação de novas tecnologias de automação como: Veículos Aéreos não Tripulados (VANTs), *Autonomous Surface Craft* (ASCs), imagens orbitais, entre outras, podem ser utilizadas para elaboração de projetos de engenharia e diagnósticos ambientais, conforme avaliação de critérios de projeto, em áreas que oferecem riscos à navegação e dificuldade de acesso, possibilitando benefícios na avaliação de impactos ambientais e na proposição de alternativas técnicas (ÍTALO et al., 2016).

Assim, os levantamentos batimétricos geralmente são obtidos através de sistemas acústicos, como ecobatímetros monofeixe e multifeixe, além de sonares interferométricos a bordo de plataformas de sondagens (embarcações), utilizadas em conjunto com GNSS - Sistemas de Posicionamento Global, visando o georreferenciamento das profundidades. Este método, ainda é a principal maneira de realização de levantamentos batimétricos, com acurácia e boa relação custo/benefício, porém desde a década de 1980 o desenvolvimento em robótica e automação, permitiu avanços e melhorias, como a realização de tarefas de maneira mais autônoma.

Uma das tecnologias mais promissoras nesse campo são os ASCs, veículos não tripulados, controlados remotamente por operadores, para aplicações militares ou civis como: patrulha na linha de costa, segurança nacional, monitoramento de minas submarinas, pesquisas oceanográficas e campanhas ambientais, monitoramento de portos e atracadouros, controle de poluição, missões de resgate e em levantamentos batimétricos. Esta tecnologia incorpora as vantagens das demais plataformas submersas não tripuladas, além da característica de operar na superfície, desta forma, ao contrário dos veículos subaquáticos, é capaz de manter comunicação através de uma rede sem fio, com estações posicionadas em terra ou em plataformas tripuladas.

É importante destacar que desde que começaram a ser desenvolvidos os ASCs, uma das principais preocupações se concentraram na capacidade de armazenagem de energia, sendo que os equipamentos mais modernos são capazes de utilizar energias renováveis, através de painéis solares, representando um grande avanço neste tipo de tecnologia. Ademais, a comunicação, via ondas de rádio, permite que os dados sejam enviados em tempo real, propiciando realizar intervenções, durante a operação.

Por fim, entre os diversos benefícios da utilização de ASCs em sondagens batimétricas se destacam:

- Possibilidade de operação em águas rasas (~1 m), onde uma embarcação convencional não poderia navegar;
- Diminuição dos custos logísticos;

- Menor utilização de mão de obra;
- Utilização em áreas de difícil acesso ou que ofereçam riscos.

No Brasil, a utilização de ASCs para mapeamentos batimétricos, possui restrições, por falta de regulamentação e normas técnicas, orientando o seu uso para fins científicos e mapeamentos de pequenos reservatórios (ÍTALO et al., 2016).

Por sua vez, a utilização de imagens orbitais em análises batimétricas pode ocorrer em projetos, com certa cautela, pois sua baixa resolução ainda não permite realizar uma avaliação mais apurada sobre a caracterização das profundidades de um canal, requeridas para a construção de uma hidrovia. No entanto, estudos sugerem que avanços na resolução espacial de sensores orbitais podem permitir que futuramente esses produtos contem com mais detalhes e confiabilidade (ZANI, 2008).

Já, em análises topográficas, os VANT's, popularmente conhecidos como drones, podem ser utilizados em avaliações para reconhecimento e determinação de áreas destinadas à disposição final de materiais dragados. A utilização de serviços de aerolevante encontra-se em franca expansão para a obtenção de imagens ortorretificadas e georreferenciadas, com coordenadas de altitude associadas, sendo fundamental para análises de risco e vulnerabilidade, em escala detalhada (YURI et. al., 2019), sendo algumas de suas vantagens:

- Diminuição do tempo de trabalho em levantamentos de campo;
- Diminuição de custos logísticos;
- Menor quantidade de mão de obra empregada;
- Obtenção de ortoimagens de toda a área sobrevoada;
- Aumento de produtividade,
- Operação em áreas de difícil acesso.

É necessário destacar que, no Brasil, o uso de VANTs embora regulamentado pela ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil, pelo DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo e pela ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações, ainda carece de regulamentação técnica para fins de levantamentos topográficos, limitando a sua aplicação.

Como visto, a utilização de tecnologias de automação, apresenta grande potencial de aplicação em dragagens, corroborando a necessidade de avanços na regulamentação de alguns dispositivos, assim como, a necessidade de investimentos em P&D - Pesquisa e Desenvolvimento, para ampliação deste segmento de mercado.

Assim, o processo de planejamento de uma dragagem em águas costeiras ou fluviais, incluindo sua disposição final, em áreas submersas ou em terra, deve possuir uma justificativa bem consolidada como, por exemplo: assoreamento do canal, aumento de movimentação de cargas, necessidade de passagem de navios com maior calado, manutenção de segurança viária, entre outros.

No Brasil, a Lei 11.610 de 2007 instituiu o Programa Nacional de Dragagem Hidroviária, e em 2010, a ANTAQ – Agência Nacional de Transporte Aquaviário, por meio da Resolução 1.636 de 2010 passou a não considerar a atividade de dragagem como uma operação de apoio portuário e, portanto, os equipamentos de dragagem não mais precisavam de registro e autorização desta agência, para afretamentos de dragas estrangeiras. (FADDA, 2006).

Assim, as atividades de autorização e execução de obras de dragagens, no país, são de competência da Marinha do Brasil (MB), e entre suas atribuições se destacam:



- a implementação e fiscalização de leis, no mar e nas águas interiores;
- a cooperação com órgãos federais na repressão de delitos, em águas jurisdicionais e portos brasileiros;
- o Comandante da Marinha é designado como “Autoridade Marítima” para este fim;
- Cabe à Autoridade Marítima, por meio das Capitânicas dos Portos da MB assegurar a salvaguarda à vida e a segurança da navegação, bem como elaborar normas para execução de obras de dragagens.

Ademais, de acordo com a Lei 9.537 de 1997, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas jurisdicionais brasileiras, uma embarcação é definida como: “qualquer construção, inclusive as plataformas flutuantes e, quando rebocadas, as fixas, sujeita a inscrição na autoridade marítima e suscetível de se locomover na água, por meios próprios ou não, transportando pessoas ou cargas (inciso V do Art. 2º) e, portanto, de acordo com essa Lei, as dragas podem ser consideradas como embarcações.

Vale destacar, no entanto, que como a partir da Resolução da ANTAQ 1.636 de 2010, na qual a atividade de dragagem passou a não ser mais considerada como uma operação de apoio portuário e sim, como um serviço de engenharia, os equipamentos de dragagem deixaram de serem considerados como embarcações, passando a ser definidos como: “equipamentos especializados acoplados à embarcação ou à plataforma fixa, móvel ou flutuante, utilizados para execução de obras ou serviços de dragagem” (Art. 1º, Inciso II da Lei 11.610 de 2007), permanecendo, porém, a obrigação de efetuar o registro de armador da embarcação que realizará o serviço de dragagem, junto à ANTAQ (FADDA, 2006).

Dessa forma, as NORMAMs – Normas da Autoridade Marítima são elaboradas com base na legislação nacional e nas convenções da IMO – Organização Marítima Internacional, sendo que a Norma relacionada à atividade de dragagem no país é regulamentada pela NORMAM-11/DPC de 2003 e a Norma que estipula procedimentos para autorização e controle dos Levantamentos Hidrográficos em Águas Jurisdicionais Brasileiras é a NORMAM-25/DHN de 2017.

Ressalta-se que, no atual modelo de dragagem brasileiro, a autorização de serviços de dragagem depende da anuência do Capitão dos Portos, o qual estabelece que antes de iniciar o processo de licenciamento ambiental, seja encaminhado um Requerimento do Pedido Preliminar de Dragagem à MB e, após a obtenção do respectivo licenciamento ambiental, junto ao órgão ambiental competente, deverá solicitar um segundo requerimento para o início das atividades.

Finalmente, embora não seja o objetivo deste artigo, é importante destacar os instrumentos legais relativos ao licenciamento ambiental, sendo obrigatório em todo o território nacional através da Lei 6.938 de 1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente, como: Resolução CONAMA 237/1997, que estabelece critérios de competência para o licenciamento ambiental, CONAMA 454/2012, que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional, além da Lei Federal nº 9.433, de 1997, que instituiu a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, entre outros dispositivos e legislações estaduais, complementares.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto, a exigência de realização periódica de dragagens marítimas e fluviais para a garantia da segurança à navegação, implicou em aumento de vigilância com questões relacionadas a meio ambiente e a técnicas de dragagem, tornando-se uma necessidade para os operadores portuários e um desafio para os países.

Assim, é de fundamental importância que as atividades de dragagem no país continuem sendo aprimoradas, através de avanços no arcabouço legal, na sistematização de dados sobre os materiais dragados, bem como, em avanços nas áreas regulatórias, para utilização de novas tecnologias, no âmbito da automação e do sensoriamento remoto, consideradas técnicas que possuem um mercado promissor para avaliação de projetos de engenharia e meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ALFREDINI, P. **Obras e Gestão de Portos e Costas**. Escola Politécnica de São Paulo. 2005.

ANTAQ. **Resolução 1.636 de 2010, de 10 de março de 2010**. Normatiza o afretamento de embarcação de dragas estrangeiras. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/portalv3/pdfSistema/Publicacao/0000002252.pdf>. Acesso em: maio de 2021.

BRASIL. **Lei Federal N° 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Institui a Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: maio de 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº**

**9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em: maio de 2021.

BRASIL. **Lei 9.537 de 1997, de 11 de dezembro de 1997.** Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9537-11-dezembro-1997-349418-norma-pl.html>. Acesso em: maio de 2021.

BRASIL. **Lei Federal Nº 11.610, de 12 de dezembro de 2007.** Institui o Programa Nacional de Dragagem Hidroviária. Disponível em: [www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5214698/4136056/2011\\_06PMPlaneja\\_4.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5214698/4136056/2011_06PMPlaneja_4.pdf). Acesso em: maio de 2021.

FADDA, E. **Instrumentos Legais Aplicados à Dragagem no Brasil.** Coppe/UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.

FERREIRA, I; NETO, A; MONTEIRO, C. Revista Brasileira de Cartografia. **O Uso de Embarcações não Tripuladas em Levantamentos Batimétricos.** 2016.

GOES, F. Tese de Doutorado: **Dragagem e Gestão de Sedimentos.** Coppe/UFRJ. Rio de Janeiro, 2004.

LIMA, L. Dissertação de Mestrado: **Dragagem, Transporte e Disposição Final de Sedimentos de Leito de Rio. Estudo de Caso: Calha do Rio Tietê - Fase 2.** Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

MACEDO, Y; SARAIVA, J; LIMA, Z. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **O Uso de Drones nos Estudos de Risco Ambiental.** Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2019.

MARINHA DO BRASIL. **NORMAM-11/DPC de 2003.** Normas para obras, dragagens, pesquisa e lavra de minerais sob, sobre e às margens das águas jurisdicionais brasileiras. Disponível em: [https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br/dpc/files/NORMAM-11\\_DPC\\_Rev1%20Mod%204\\_0.pdf](https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br/dpc/files/NORMAM-11_DPC_Rev1%20Mod%204_0.pdf). Acesso em: maio de 2021.

MARINHA DO BRASIL. **NORMAM-25/DHN de 2017.** Norma da Autoridade Marítima para levantamento topográfico. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dhn/?q=pt-br/node/266>. Acesso em: maio de 2021.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Plano Nacional de Dragagem.** 2007

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Plano Hidroviário Estratégico.** 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997.** Regulamenta e estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: maio de 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO

AMBIENTE. **CONAMA 454 de 01 de novembro de 2012.** Estabelece diretrizes para o gerenciamento de materiais dragados. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res\\_conama\\_454\\_2012\\_materialserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res_conama_454_2012_materialserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf). Acesso em: maio de 2021.

MÓDOLO, L. Dissertação de Mestrado: **Relação entre o Volume Dragado no Porto de Santos e a Qualidade do Sedimento no Polígono de Disposição Oceânica – PDO.** Universidade Santa Cecília. Santos, 2018.

SIMÕES, M.H. Dissertação de Mestrado: **Sistematização dos Aspectos Ambientais de dragagens Portuárias Marítimas no Brasil.** Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

ZANI, H. **Batimetria Fluvial Estimada com dados Orbitais: Estudo de Caso no Alto Curso do Rio Paraguai com o Sensor Aster.** UNESP. Rio Claro, 2008. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/3500/2924>. Acesso em: maio de 2021.