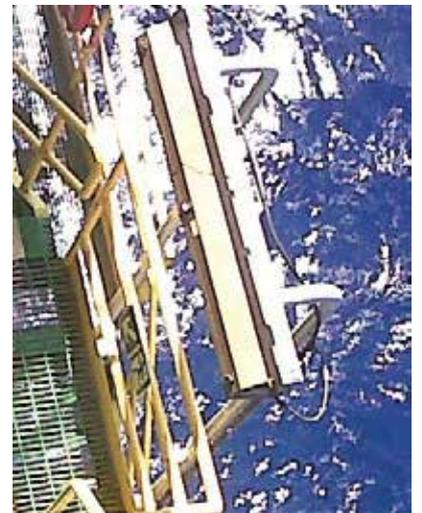


## AVALIAÇÃO DE OPÇÕES PARA A DESTINAÇÃO DO CASCALHO GERADO NA PERFURAÇÃO DE POÇOS MARÍTIMOS NO BRASIL



MARÇO 2023

**Copyright** © 2023 Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP)

Todos os direitos reservados ao Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP).

A reprodução não autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9610/98 (Lei de Direitos Autorais).

**Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Elaborada pela biblioteca do Centro de Informação e Documentação Hélio Beltrão – IBP

I59 Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás

Avaliação de opções para a destinação do cascalho gerado na perfuração de poços marítimos no Brasil / Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Associação Brasileira de Empresas de Exploração e Produção de Petróleo e Gás. – Rio de Janeiro: IBP, 2021 – (Caderno de boas práticas, v. 4).  
410 p. : il. color. ; PDF ; 23 MB.

Formato: e-book em PDF.

Modo de acesso: [www.ibp.org.br/biblioteca](http://www.ibp.org.br/biblioteca)

ISBN: 978-65-88039-08-3

11. Indústria petrolífera. 2. Perfuração de poços. 3. Resíduos industriais. I. IBP. II. Associação Brasileira de Empresas de Exploração e Produção de Petróleo e Gás. III. ABEP. IV. Título.

CDD 622.338

[www.ibp.org.br](http://www.ibp.org.br)



**IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás**  
Avenida Almirante Barroso, 52 - 21º e 26 andares  
Centro, Rio de Janeiro-RJ – CEP: 20031-918  
Tel.: (+55 21) 2112-9000

O grupo de trabalho para elaboração destas diretrizes foi composto dos seguintes membros (em ordem alfabética):

#### **Grupo de Trabalho de Fluidos e Cascalhos**

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| Adelci Almeida           | José Aina             |
| Adriana Frenkiel         | Juliana Padrão        |
| Ana Beatriz Ferreira     | Karima Lagraf         |
| Ana Cupelo               | Laura Martinelli      |
| Ana Paula Brandão        | Leandro Monteiro      |
| Anderson Cantarino       | Leonardo Marinho      |
| Andrele Andres           | Luciano Mendes        |
| Anidio Correa            | Ludmila Sampaio       |
| Anne Guedes              | Luiz Claudio Cosendey |
| Barbara Bosisio          | Maíta Moura           |
| Beatriz Mattos           | Marcelo Medeiros      |
| Carlos Silva             | Maria Eduarda Pessoa  |
| Carolina Coimbra         | Patricia Burlini      |
| Claudio Sternberg        | Paula Della Nina      |
| Daniel Aquino            | Sergio Barbosa        |
| Elaine Goverman          | Sonia Lima            |
| Emily Farias             | Stella Gomes          |
| Eric Trammell            | Wallace Costa         |
| Esdras Albuquerque       |                       |
| Estevão Rodrigues        |                       |
| Fernanda Othero          |                       |
| Geraldo Adriano Teixeira |                       |
| Gustavo Arruda           |                       |
| Gustavo Xavier           |                       |
| Johanna Amezquita        |                       |

#### **Equipe Mott MacDonald**

Adeílson Barbosa Nascimento  
Bruno Medeiros  
Clarissa Lourenço de Araujo  
Daniel Tavares Rosa  
Domingos Nicolli  
Elizabeth do Nascimento Carvalho  
Fernando Paiva  
Francisco Eduardo Mendes  
Karina Reis de Araujo Pontes Ribeiro  
Larissa Quaresma do Lago  
Leonardo Oliveira Lopes  
Mariana Siqueira  
Paulo F. Garreta Harkot  
Pedro Selig Botafogo  
Renata Catherine Gomes do Nascimento  
Ricardo Tavares  
Tatiana dos Santos Rocha

#### **Agradecimentos**

Carlos Henrique Mendes  
Fayga Pismel  
Maria Augusta Nogueira

**Com especial agradecimento a Maria Augusta e Carlos Henrique.**

O comprometimento e a dedicação na administração da elaboração deste estudo foram fundamentais para o sucesso!

# APRESENTAÇÃO

O comitê de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (Health, Safety and Environment) do IBP, doravante referenciado como HSE, foi criado em 1999 para discutir e tratar temas relevantes aos seus associados e à indústria, bem como temas relacionados à conformidade regulatória, no âmbito dos requisitos ambientais, de segurança e de saúde. Subordinados ao comitê estão os grupos de trabalho (GT) criados por demanda para discutir e propor as melhores alternativas técnicas sobre os temas específicos à indústria relacionados aos assuntos pertinentes ao HSE. Apenas no ano de 2018, o IBP como um todo contou com o auxílio técnico de mais de 1.200 profissionais do setor, consultores e acadêmicos.

Diante da inexistência de uma instrução normativa (IN) específica para o tema, no ano de 2002, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama) adotou, no que coubesse, procedimentos vigentes na regulação do Golfo do México, para uso de fluidos de perfuração, pastas de cimento e demais fluidos empregados nas atividades de construção de poços marítimos no Brasil, tanto quanto as condições para o descarte no mar desses fluidos e do cascalho gerado na atividade de perfuração. Até recentemente, as regras vigentes eram tratadas por meio de pareceres técnicos emitidos pelo órgão ambiental licenciador (CGMAC/Dilic/Ibama), vinculados às condicionantes de licenças de operação de cada uma das empresas operadoras, para os quais eram constituídos processos administrativos (PA) individualizados.

O tema fluidos de perfuração é discutido no IBP desde 1998, entretanto, em 2009, foi criado um GT específico, vinculado ao comitê de HSE, para discutir itens relativos a condições de descarte de fluidos, cascalho e pastas de cimento nas atividades de perfuração marítima de poços e produção de petróleo e gás, tendo, esse GT, participado de inúmeras reuniões com o grupo técnico do Ibama, sediado no Rio de Janeiro, para elaboração conjunta de uma instrução normativa sobre o tema.

Como parte do processo de colaboração técnica permanente entre os associados do IBP e o Ibama, foi estabelecida a elaboração de um estudo de balanço do custo-benefício de alternativas técnicas e locais para destinação de cascalho e fluidos de perfuração e seus respectivos riscos e impactos associados, intitulado "Avaliação de opções para a destinação do cascalho gerado na perfuração de poços marítimos no Brasil". Tal estudo foi elaborado pelo IBP em conjunto com a consultoria Mott MacDonald e apresentado em cinco fascículos.

No fascículo 1 foi abordada a tipologia dos resíduos de perfuração e a análise comparativa das condições de descarte de fluidos e cascalho no cenário regulatório nacional e internacional.

No fascículo 2, foi apresentado uma análise global das opções tecnológicas para tratamento e destinação final de resíduos das atividades de perfuração. Uma Análise Preliminar de Perigos (APP) para a avaliação dos riscos de cada método de tratamento e destinação de resíduos foi realizada.

O fascículo 3 apresenta a análise qualitativa dos perigos operacionais, ocupacionais e de integridade do poço envolvidos na adoção das tecnologias de tratamento e destinação de resíduos, tanto para as etapas offshore quanto para as etapas onshore.

Nesse fascículo 4 estão descritos os principais impactos para o cenário de descarte no mar de fluidos e cascalho de perfuração e para o cenário de descarte zero. Ao final, foi realizada uma análise comparativa do quantitativo e classificação dos impactos efetivos para cada cenário estabelecido.

No próximo fascículo, serão estabelecidos indicadores de sustentabilidade para auxiliar no processo de escolha da alternativa de tratamento e destinação final mais adequada ao cenário brasileiro, em termos de eficiência e sustentabilidade.

# SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| <b>Apresentação</b> .....   | 4   |
| <b>1. Análise da qualidade ambiental das bacias sedimentares brasileiras</b> .....                        | 10  |
| 1.1 Definição das áreas de estudo .....   | 12  |
| 1.1.1 Bacia da Foz do Amazonas .....  | 14  |
| 1.1.2 Bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas .....  | 21  |
| 1.1.3 Bacia do Ceará .....  | 27  |
| 1.1.4 Bacias de Camamu e Almada .....   | 33  |
| 1.1.5 Bacias do Espírito Santo e Campos .....   | 39  |
| 1.1.6 Bacia de Santos .....   | 45  |
| <b>2. Análise de impactos ambientais</b> .....  | 55  |
| 2.1 Procedimentos metodológicos .....   | 55  |
| 2.2 Descrição dos impactos ambientais efetivos .....  | 69  |
| 2.2.1 Impactos ambientais efetivos do meio natural<br>(meios físico e biótico) .....                      | 69  |
| 2.2.2 Impactos ambientais efetivos do meio socioeconômico .....   | 95  |
| 2.3 Descrição dos impactos ambientais potenciais .....  | 114 |
| 2.3.1 Impactos ambientais potenciais do meio natural<br>(meios físico e biótico) .....                    | 115 |
| 2.3.2 Impactos ambientais potenciais do meio socioeconômico ...   | 122 |
| 2.4 Descrição dos impactos ambientais potenciais nos municípios<br>recebedores dos resíduos .....         | 123 |
| 2.4.1 Impactos ambientais potenciais do meio natural .....  | 123 |
| 2.4.2 Impactos ambientais potenciais do meio socioeconômico ...   | 127 |
| 2.5 Análise comparativa dos impactos ambientais identificados<br>para os dois cenários operacionais ..... | 131 |
| 2.5.1 Análise quantitativa e qualitativa .....  | 132 |
| 2.5.2 Análise do grau de criticidade .....  | 134 |
| <b>Documentos de referência</b> .....   | 136 |

# LISTA DE FIGURAS

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| <b>Figura 1</b> | Segunda atualização das áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira da zona costeira e marinha ..... | 12 |
| <b>Figura 2</b> | Áreas prioritárias na Bacia da Foz do Amazonas .....   | 16 |
| <b>Figura 3</b> | Áreas prioritárias nas bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas .....  | 22 |
| <b>Figura 4</b> | Áreas prioritárias na Bacia do Ceará .....   | 27 |
| <b>Figura 5</b> | Áreas prioritárias na Bacia de Camamu-Almada .....   | 34 |
| <b>Figura 6</b> | Áreas prioritárias nas bacias de Espírito Santo e Campos .....   | 40 |
| <b>Figura 7</b> | Áreas prioritárias na Bacia de Santos .....  | 46 |

# LISTA DE MAPAS, QUADROS E TABELAS

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| <b>Quadro 1</b> | Distribuição do número e extensão territorial da segunda atualização das áreas prioritárias da zona costeira e marinha por categoria de importância biológica em 2018 ..... | 11 |
| <b>Quadro 2</b> | Estudos ambientais selecionados para a análise de sensibilidade ambiental .....   | 13 |
| <b>Mapa 1</b>   | Recursos biológicos da Bacia da Foz do Amazonas .....   | 17 |
| <b>Mapa 2</b>   | Unidades de conservação na Bacia da Foz do Amazonas .....   | 18 |
| <b>Mapa 3</b>   | Recursos socioeconômicos da Bacia da Foz do Amazonas .....  | 20 |
| <b>Mapa 4</b>   | Recursos biológicos das bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas .....  | 23 |
| <b>Mapa 5</b>   | Unidades de conservação nas bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas .....  | 24 |
| <b>Mapa 6</b>   | Recursos socioeconômicos das bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas .....   | 26 |
| <b>Mapa 7</b>   | Recursos biológicos da Bacia do Ceará .....   | 29 |
| <b>Mapa 8</b>   | Unidades de conservação na Bacia do Ceará .....   | 30 |
| <b>Mapa 9</b>   | Recursos socioeconômicos da Bacia do Ceará .....  | 32 |
| <b>Mapa 10</b>  | Recursos biológicos da Bacia de Camamu-Almada .....   | 35 |
| <b>Mapa 11</b>  | Unidades de conservação na Bacia de Camamu-Almada .....   | 36 |
| <b>Mapa 12</b>  | Recursos socioeconômicos da Bacia de Camamu-Almada .....  | 38 |
| <b>Mapa 13</b>  | Recursos biológicos das bacias do Espírito Santo e Campos .....   | 41 |
| <b>Mapa 14</b>  | Unidades de conservação das bacias do Espírito Santo e Campos .....   | 42 |

|                   |  |     |
|-------------------|--|-----|
| <b>Mapa 15</b>    | Recursos socioeconômicos das bacias do Espírito Santo e Campos .....                             | 44  |
| <b>Mapa 16/1</b>  | Qualidade ambiental - recursos biológicos da Bacia de Santos .....                               | 47  |
| <b>Mapa 16/2</b>  | Qualidade ambiental - recursos biológicos da Bacia de Santos .....                               | 48  |
| <b>Mapa 17/1</b>  | Qualidade ambiental - unidades de conservação da Bacia de Santos .....                           | 49  |
| <b>Mapa 17/2</b>  | Qualidade ambiental - unidades de conservação da Bacia de Santos .....                           | 50  |
| <b>Mapa 18/1</b>  | Qualidade ambiental - recursos socioeconômicos da Bacia de Santos .....                          | 52  |
| <b>Mapa 18/2</b>  | Qualidade ambiental - recursos socioeconômicos da Bacia de Santos .....                          | 53  |
| <b>Quadro 3</b>   | Avaliação de importância do impacto ambiental .....  | 59  |
| <b>Quadro 4</b>   | Ações impactantes e comportamento esperado para cada impacto em função do cenário avaliado ..... | 61  |
| <b>Quadro 5/1</b> | Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras ..                                | 63  |
| <b>Quadro 5/2</b> | Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras ...                               | 64  |
| <b>Quadro 5/3</b> | Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras ...                               | 65  |
| <b>Quadro 5/4</b> | Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras ...                               | 66  |
| <b>Quadro 5/5</b> | Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras ...                               | 67  |
| <b>Quadro 5/6</b> | Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras ...                               | 68  |
| <b>Quadro 6</b>   | Classes de probabilidade de incidência do impacto .....  | 131 |
| <b>Quadro 7</b>   | Classes de significância .....   | 132 |

# LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

|              |  |
|--------------|--|
| <b>Acas</b>  | Água central do Atlântico sul                      |
| <b>AIA</b>   | Água intermediária antártica                       |
| <b>AIA</b>   | Análise de impactos ambientais                     |
| <b>Apan</b>  | Água profunda do Atlântico norte                   |
| <b>AT</b>    | Água tropical                                      |
| <b>CB</b>    | Corrente do Brasil                                 |
| <b>CCNE</b>  | Contracorrente norte equatorial                    |
| <b>CNB</b>   | Corrente norte do Brasil                           |
| <b>CSE</b>   | Corrente sul equatorial                            |
| <b>FPBA</b>  | Fluido de perfuração de base aquosa                |
| <b>FPBNA</b> | Fluido de perfuração de base não aquosa            |
| <b>Inea</b>  | Instituto Estadual do Ambiente                     |
| <b>PAHs</b>  | Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos            |
| <b>PEI</b>   | Plano de Emergência Individual                     |
| <b>PMA</b>   | Projetos de Monitoramento Ambiental                |
| <b>PMFC</b>  | Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho     |
| <b>PMTE</b>  | Projeto de Monitoramento do Tráfego de Embarcações |
| <b>PPLC</b>  | Projeto de Proteção e Limpeza da Costa             |

# 1 ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL DAS BACIAS SEDIMENTARES BRASILEIRAS

A atividade de perfuração marítima de poços de óleo e gás faz uso e descarta substâncias químicas e fragmentos de rocha (cascalho) que se depositam no assoalho oceânico, implicando a exposição de organismos, principalmente bentônicos, a agentes estressores de ordem química e física (VEIGA, 2010), podendo ocasionar também impactos no ambiente terrestre relacionados ao uso do solo, emissão de poluentes atmosféricos, lançamento de efluentes e disposição de resíduos (RANGEL, 2015).

Além dos produtos e descartes comuns à atividade de perfuração, o ambiente marinho vem sendo seriamente ameaçado por acidentes com derramamento de óleo no mar (MULER et al., 2011). A abrangência e intensidade dos impactos ambientais das atividades de perfuração marítima dependem fundamentalmente das características ambientais específicas do corpo receptor, bem como das propriedades intrínsecas do material descartado ou vazado em cenário acidental.

No sentido de avaliar o grau de alteração decorrente da adoção do descarte zero no país, será feita uma análise do estado da qualidade do ambiente, conservação, preservação e utilização das bacias sedimentares brasileiras que serão alvo de perfuração nos próximos anos. Para isso será realizada uma análise sintética da sensibilidade ambiental (baseada na classificação dos ecossistemas costeiros, estuarinos ou pluviais), da presença de espécies biológicas e áreas prioritárias para a conservação e a identificação dos principais usos, atividades socioeconômicas desenvolvidas e conflitos existentes na zona costeira.

No meio socioeconômico são tipicamente contempladas informações sobre usos humanos de recursos como áreas de recreação, esporte e de lazer, locais de cultivo e extração de recursos naturais (áreas de aquicultura, pesca de subsistência artesanal ou pesca industrial e pontos de desembarque de pescado; sítios de mineração), sítios históricos e culturais.

Os recursos biológicos incluem plantas e animais, em que é devotada atenção especial nos mapas às áreas onde ocorrem concentrações de espécies destaque (espécies endêmicas, raras, ameaçadas e exóticas), áreas de alimentação, reprodução, berçários, *habitats* de nidificação e áreas de trânsito/rotas de migração. Nesse sentido, para fins de mapeamento, os recursos biológicos foram organizados de acordo com os seguintes grupos principais: mamíferos e quelônios marinhos, comunidades de fundo e bancos biogênicos.

É importante ressaltar que, para a análise da qualidade ambiental, foi dada ênfase aos grupos suscetíveis a impactos do descarte de fluidos e cascalho de perfuração no mar e aos potencialmente afetados em eventual acidente envolvendo embarcações de transporte de resíduos entre os blocos e as bases de apoio.

Nessa perspectiva, Schaffel (2002) aponta que os organismos que compõem o nécton estão sujeitos ao impacto da não dispersão de FPBNA no mar, que está associada aos dois tipos de plumas de dispersão que podem ser formadas durante o descarte de material no mar: pluma inferior com grande quantidade de cascalho e fluido que se depositam no fundo; e pluma superior com o restante do material, que pode permanecer nos primeiros metros da coluna d'água e se depositar a grandes distâncias da plataforma (IBAMA, 2009).

Já os organismos bentônicos estão suscetíveis à toxicidade e asfixia provenientes da decomposição do fluido agregado ao cascalho, bioacumulação de componentes do fluido, além de impactos inerentes à chegada do cascalho, como alterações no *habitat* (modificações no tamanho e composição dos sedimentos marinhos) e sufocamento pela cobertura de cascalho.

Além disso, a forma como os fluidos e cascalho se comportam no ambiente marinho depende da profundidade de descarte; se são descartados próximos à superfície, o fluido e o cascalho se dispersam na coluna d'água numa área extensa e se assentam como uma fina camada numa grande área do assoalho. Já se o descarte é realizado logo sobre o sedimento, o cascalho pode se acumular numa grande e profunda pilha próxima ao local do descarte. O acúmulo de cascalho e fluido no assoalho pode conter altas concentrações de metais, particularmente bário (da barita presente no fluido de perfuração) e, às vezes, hidrocarbonetos de petróleo (NEDILJKA et al., 2006).

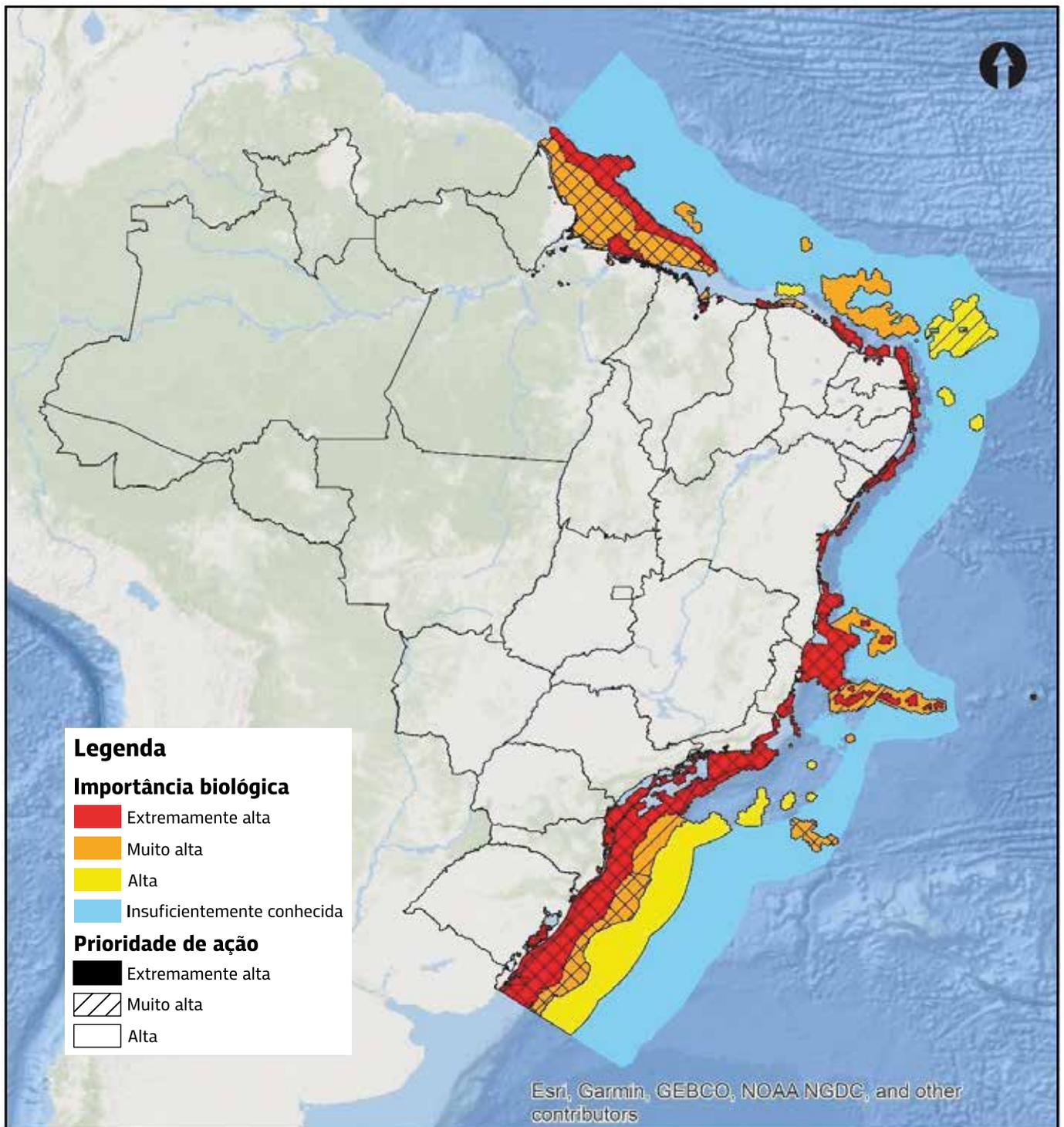
No sentido de conservar os recursos biológicos existentes no país, foram identificadas as áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira, de modo a incluir na análise de sensibilidade, as áreas consideradas pelo Ministério do Meio Ambiente (2018) como relevantes para manutenção e conservação da biodiversidade. No quadro 1, a seguir, será apresentada a distribuição em números e território dessas áreas, enquanto na figura 1 é representada sua distribuição geográfica.

**Quadro 1** – Distribuição do número e extensão territorial da segunda atualização das áreas prioritárias da zona costeira e marinha por categoria de importância biológica em 2018

| Grau de importância biológica da zona costeira marinha | Segunda atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade 2018 |                          |            |
|--|--|--------------------------|------------|
|  | Nº de áreas  | Áreas (km <sup>2</sup> ) | %          |
| <b>Extremamente alta</b>                               | <b>76</b>  | <b>505031.05</b>         | <b>16</b>  |
| <b>Muito alta</b>                                      | <b>29</b>  | <b>436873.43</b>         | <b>13</b>  |
| <b>Alta</b>  | <b>10</b>  | <b>306306.07</b>         | <b>9</b>   |
| <b>Insuficientemente conhecida</b>                     | <b>1</b>   | <b>1996179.37</b>        | <b>62</b>  |
| <b>Total</b>   | <b>116</b>   | <b>3244389.92</b>        | <b>100</b> |

Fonte: MMA, 2018 (segunda atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade).

**Figura 1** – Segunda atualização das áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira da zona costeira e marinha



Fonte: Thomas, 2001.

## 1.1 Definição das áreas de estudo

A partir dos conceitos apresentados, é possível a elaboração de uma análise de sensibilidade ambiental que permita identificar as características e recursos de cada ambiente, de forma a realizar o entendimento da dinâmica e das interações existentes entre os meios, sendo possível identificar

os pontos de maior sensibilidade e embasar a avaliação dos impactos da atividade de perfuração marítima.

Entretanto, tendo em vista o grande quantitativo de poços na zona costeira e marinha brasileira, para esta análise foram selecionados estudos representativos para oito bacias sedimentares que, de acordo com o planejamento das operadoras de O&G do país, serão alvo de licenciamento de atividades de perfuração no período entre 2019 a 2022.

A base de dados desta análise contou com a utilização de estudos ambientais protocolados no Ibama entre 2011 e 2017. Os estudos selecionados são listados no quadro 2 a seguir.

**Quadro 2 – Estudos ambientais selecionados para a análise de sensibilidade ambiental**

| Estudo ambiental  | Bacia sedimentar | Operadora        | Lâmina d'água  | Blocos                                  | Nº de poços |
|---|------------------|------------------|----------------|---|-------------|
| Estudo ambiental de caráter regional da Bacia da Foz do Amazonas  | Foz do Amazonas  | BP; TOTAL e QGEP | Acima de 1.000 | Sete blocos                             | 17          |
| Estudo ambiental de perfuração de blocos PAMA-M-265 e PAMA-M-337 – Bacia do Pará-Maranhão   | Pará-Maranhão    | QGEP             | 100-3.200      | PAMA-M-265 e PAMA-M-337                 | 1           |
| Estudo ambiental de perfuração bloco BAR-M-346 – Bacia de Barreirinhas  | Barreirinhas     | SP               | 1.700-2.700    | BAR-M-346                               | 2           |
| Estudo ambiental de perfuração marítima no bloco CE-M-661 – Bacia do Ceará  | Ceará            | Total            | 2.000          | CE-M-661                                | 1           |
| Estudo de impacto ambiental para atividade de perfuração marítima nas concessões BM-CAL-11/12 – Bacia de Camamu-Almada                        | Camamu-Almada    | Petrobras        | 1.100-2.400    | BM-CAL-11 e BM-CAL-12                   | 8           |
| Estudo ambiental de perfuração no bloco BM-CAL-13 – Bacia de Camamu-Almada  |                  | BP               | 2.500-2.700    | BM-CAL-13                               | 1           |
| Estudo ambiental de perfuração nos blocos ES-M-598, ES-M-671, ES-M-673 e ES-M-743 – Bacia do Espírito Santo                                   | Espírito Santo   | Statoil          | 2.000-3.000    | ES-M-598, ES-M-671, ES-M-673 e ES-M-743 | 8           |
| Desenvolvimento de produção da jazida de tartaruga-verde e jazida compartilhada de tartaruga-mestiça, Campo Tartaruga-Verde – Bacia de Campos | Campos           | Petrobras        | 10-600         | Campo Tartaruga-Verde - BM-C-36         | 18          |
| Estudo ambiental de perfuração nos blocos BM-S-8 – Bacia de Santos  | Santos           | Statoil          | 1.900-2.250    | BM-S-8                                  | 7           |

Fonte: Mott MacDonald, 2019.

A seguir, será apresentada uma síntese da sensibilidade ambiental de cada bacia.

## 1.1.1 Bacia da Foz do Amazonas

A bacia sedimentar da foz do Amazonas localiza-se no mar, ao largo dos estados do Pará, na sua porção norte-noroeste, e Amapá, em todo o seu litoral, na faixa que compreende a plataforma continental, talude e sopé da margem equatorial brasileira, possuindo uma área de 268.000km<sup>2</sup> (BRANDÃO e FEIJÓ, 1994; FIGUEIREDO et al., 2007) e sendo limitada a noroeste pelo platô de Demerara, na Guiana Francesa, e a sudeste pela Bacia Pará-Maranhão e pela plataforma da ilha de Santana (MOHRIAK, 2003).

No que se refere à circulação oceânica, a região da Bacia da Foz do Amazonas é influenciada diretamente pela corrente norte do Brasil (CNB), que flui para noroeste na região próxima ao talude continental. Na região próxima aos blocos do setor SFZA-API, é verificada a retroflexão da CNB, dando origem à contracorrente norte equatorial (CCNE), que flui para este ao largo da região de estudo.

Outro fenômeno de grande destaque na região da Bacia da Foz do Amazonas é a descarga do rio Amazonas. Como principal influência dessa descarga, observa-se a pluma de baixa salinidade, que se estende por grande parte da bacia, principalmente no período chuvoso, que ocorre aproximadamente entre janeiro e junho.

Com relação aos recursos biológicos sensíveis na região da Bacia da Foz do Amazonas, os dados do Projeto de Proteção e Limpeza da Costa (PPLC) indicam a presença de 31 espécies de cetáceos; para o grupo de grandes cetáceos destaca-se a cachalote (*Physeter macrocephalus*), com ocorrência principalmente em áreas sobre ou além do talude continental (500-3.000m), sendo mais frequentes a partir da isóbata de 1.500m (70%). Apenas uma avistagem foi efetuada na plataforma continental, na Bacia do Pará/Maranhão, a 100m de profundidade (ICMBIO, 2011a).

Já com relação aos pequenos cetáceos destacam-se as espécies *Stenobredanensis* (golfinho-de-dentes-rugosos), *Sotalia guianensis* (boto-cinza), *Sotalia fluviatilis* (tucuxi) e *Inia geoffrensis* (boto-vermelho).

Ressalta-se ainda a espécie *Sotalia fluviatilis*, única espécie da família Delphinidae que vive exclusivamente em águas interiores. No Brasil, ocorre praticamente em todas as bacias dos principais rios da Amazônia, tanto de águas claras, brancas ou negras, e as ameaças à espécie estão relacionadas com a destruição do *habitat*, incluindo a poluição por efluentes, agrotóxicos e metais pesados, barramentos de rios para fins hidrelétricos, desmatamentos das margens dos rios e lagos, aumento do tráfego de embarcações e atividades de exploração e transporte de óleo e outros produtos petroquímicos (DA SILVA, 2004).

As espécies *Trichechus manatus* (peixe-boi-marinho) e *Trichechus inunguis* (peixe-boi-da-amazônia) representam o grupo de sirênios com ocorrência na região de estudo. Ambas as espécies são ameaçadas de extinção, sendo o peixe-boi-marinho considerado como "em perigo" e o peixe-boi-da-amazônia como "vulnerável" pelo *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção* (ICMBIO, 2018).

O peixe-boi-da-amazônia é o mamífero aquático mais caçado do país, entretanto, além da caça, a espécie enfrenta ainda a destruição e a degradação ambiental causadas pelo aumento do tráfego de embarcações em certas áreas como, por exemplo, os grandes cargueiros nos rios Trombetas e Amazonas, e pelas atividades petroquímicas com a exploração e transporte de óleo e gás entre Coari e Manaus (ICMBIO, 2011b).

A região da foz do Amazonas pode ser considerada como área de alimentação e reprodução para as espécies *Sotalia guianensis* (boto-cinza), *Sotalia fluviatilis* (tucuxi), *Inia geoffrensis* (boto-vermelho), *Trichechus manatus* (peixe-boi-marinho) e *Trichechus inunguis* (peixe-boi-da-amazônia).

Com relação aos quelônios, as espécies tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) e tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) possuem ocorrência na região e figuram na lista de espécies ameaçadas de extinção em âmbito nacional e mundial (IUCN, 2019; ICMBIO, 2018). Quanto à fauna bentônica, a região da foz do rio Amazonas é considerada "insuficientemente conhecida" (MMA, 2002a), contando apenas com poucos estudos locais e pontuais que registraram uma baixa densidade e diversidade de organismos (ALLER E ALLER, 1986; ALLER E STUKAPOFF, 1996).

Destaca-se que, recentemente, foi descoberta a existência de bancos de corais na Bacia da Foz do Amazonas, considerada por especialistas como uma das descobertas mais importantes da ecologia marinha das últimas décadas.

Moura et al. (2016) promoveram expedições em 2010, 2012 e 2014 para pesquisar a região amazônica e verificar as declarações de Collete e Rutzler (1977). Collete e Rutzler (1977) afirmavam que ali viviam espécies de peixes típicas de recifes de coral, ainda que, na época, não houvesse nenhum estudo que relatasse a existência de recifes na região.

Segundo Moura et al. (2016), já foram catalogados nessa região 40 espécies de corais, 60 espécies de esponjas e 73 espécies de peixes típicos dos recifes, além de lagostas e estrelas-do-mar.

A partir dessas informações é possível perceber que a Bacia da Foz do Amazonas possui grande importância ecológica. Nesse sentido, a bacia possui cinco áreas prioritárias para proteção: o Parque Nacional do Cabo Orange, o rio Cassiporé, manguezais e planícies da Reserva Biológica do Lago Piratuba, ilha do Pará e golfo marajoara.

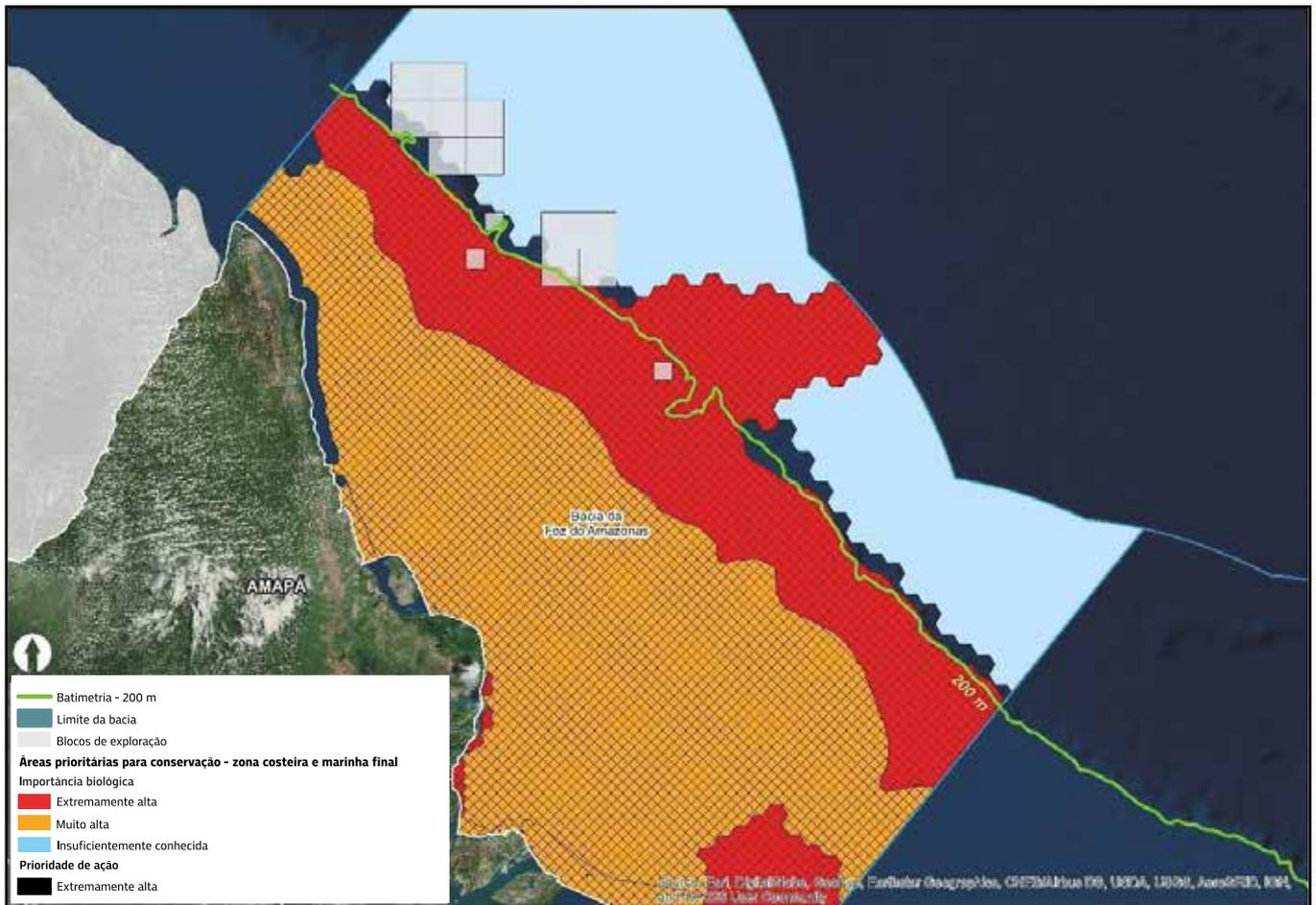
O Parque Nacional do Cabo Orange, além de área de ocorrência de sirênios (peixe-boi-marinho), protege 4,3% da área do estado do Amapá, com a presença de manguezais e planícies de maré, campos periodicamente inundados, floresta de várzea, floresta ombrófila aberta, cerrado e restingas.

A ilha do Pará apresenta ecossistema diversificado com presença de manguezais e planícies de maré. Toda a extensão da ilha é englobada pela Reserva Biológica do Parazinho.

O golfo marajoara, também conhecido por golfo amazonense, estende-se desde o município de São Caetano de Odivelas, englobando o braço sul (rio Pará) e o rio Amazonas (braço norte), e o litoral do Amapá até o arquipélago de Bailique. A região possui forte dinâmica sedimentar, constituída por planícies de maré, manguezais, praias e dunas móveis e fixas, restinga. É ainda área de concentração de pequenos cetáceos (boto-vermelho, boto-cinza e tucuxi) e área de alimentação e reprodução de sirênios (peixe-boi-da-amazônia).

Foram identificadas ainda 10 áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira. A localização dessas áreas é apresentada na figura 2 a seguir.

Figura 2 – Áreas prioritárias na Bacia da Foz do Amazonas



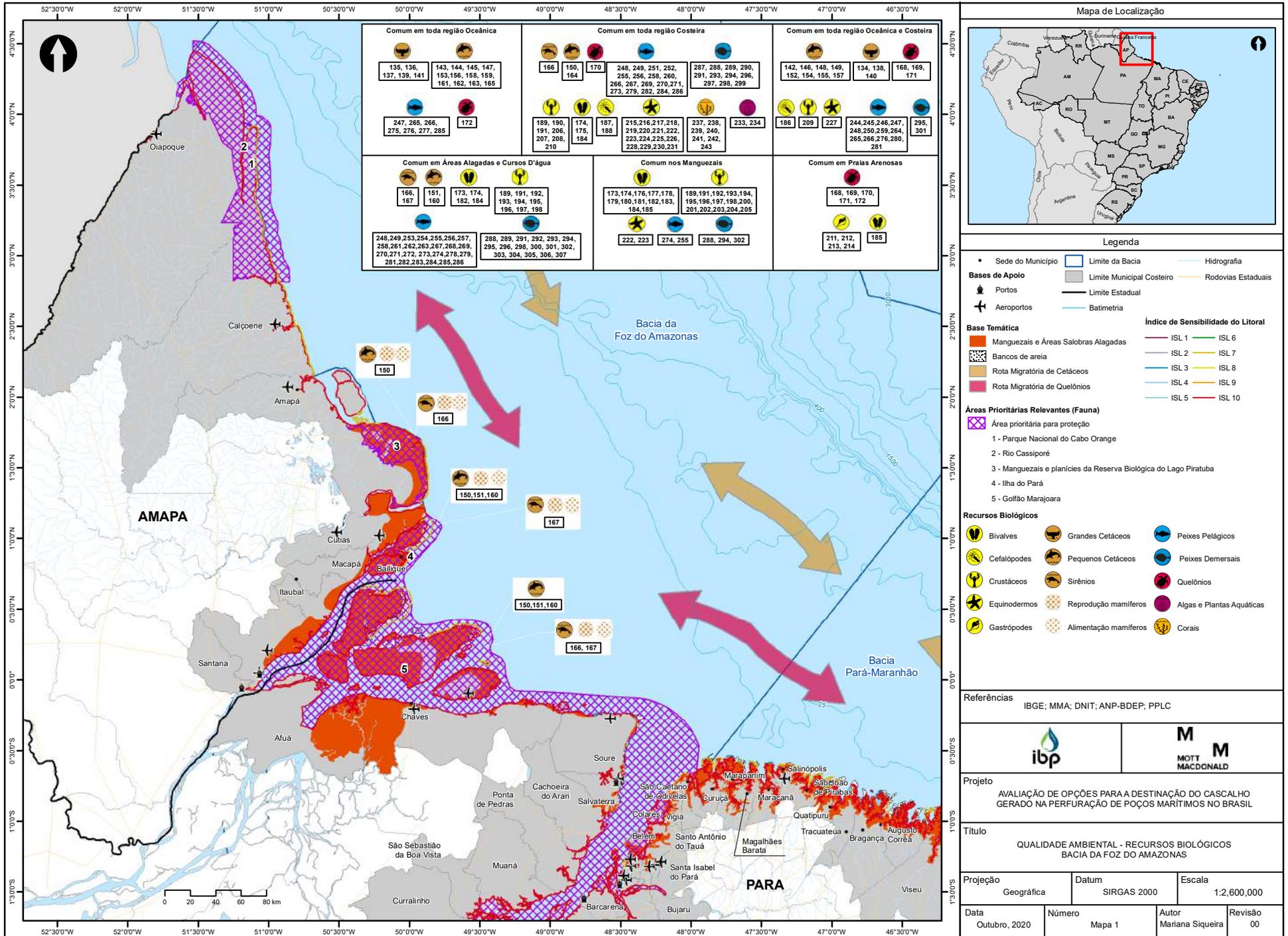
Fonte: MMA, 2018 (segunda atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade).

Com relação à classificação dos índices de sensibilidade do litoral (ISL), são encontrados na Bacia da Foz do Amazonas ecossistemas classificados como de baixa a alta sensibilidade ambiental.

As informações já descritas podem ser observadas no mapa 1, a seguir.

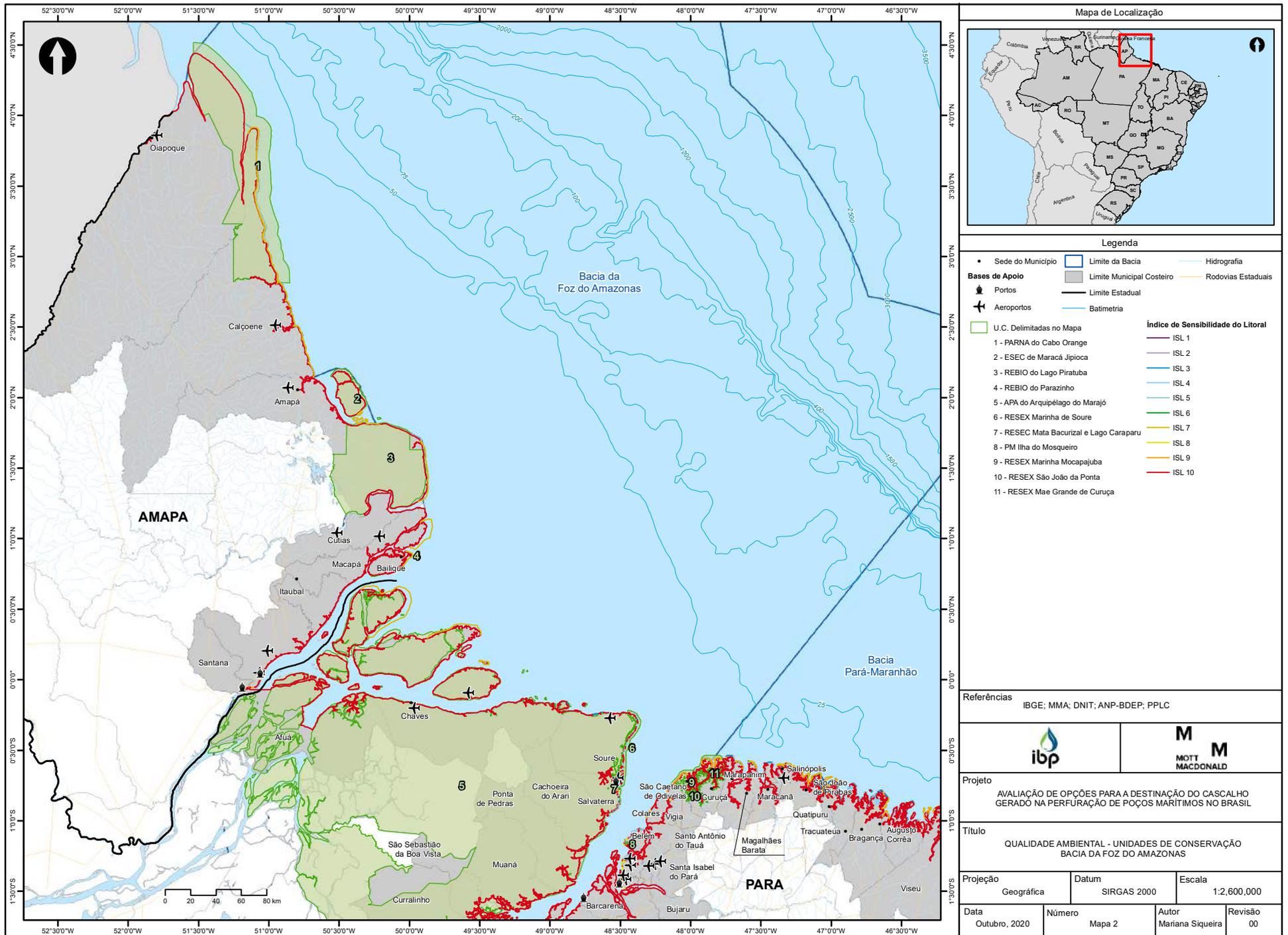
A Bacia da Foz do Amazonas apresenta ainda 11 unidades de conservação, como pode ser observado no mapa 2.

# Mapa 1 – Recursos biológicos da Bacia da Foz do Amazonas



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

# Mapa 2 – Unidades de conservação na Bacia da Foz do Amazonas



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

A região da Bacia da Foz do Amazonas apresenta uma série de recursos socioeconômicos sensíveis às atividades relacionadas à produção de óleo e gás (mapa 3). A pesca artesanal é uma importante atividade tradicional, que é fonte de renda e subsistência para diversas comunidades na região. Essa atividade é desenvolvida desde profundidades de 25 até 100m, onde a frequência da atividade diminui com o aumento da profundidade.

Em comparação com a pesca artesanal, a pesca industrial da região possui uma atividade muito menos proeminente, mas por ser uma frota pesqueira constituída de barcos de médio a grande porte, a atividade da pesca industrial consegue alcançar profundidades maiores. Nessa região, a frota está presente nas profundidades de 50 a 200m e em profundidades de 1.500 a 2.000m.

A produção de pescados e frutos do mar também é desenvolvida a partir da aquicultura, que pode se utilizar do ambiente fluviomarinho para a realização das suas atividades. Ocorre, principalmente, nos municípios de Calçoene (AP), Amapá (AP), Macapá (AP), Afuá (PA), Chaves (PA), Salvaterra (PA), Ponta de Pedras (PA), Barcarena (PA), Vigia (PA) e Curuçá (PA).

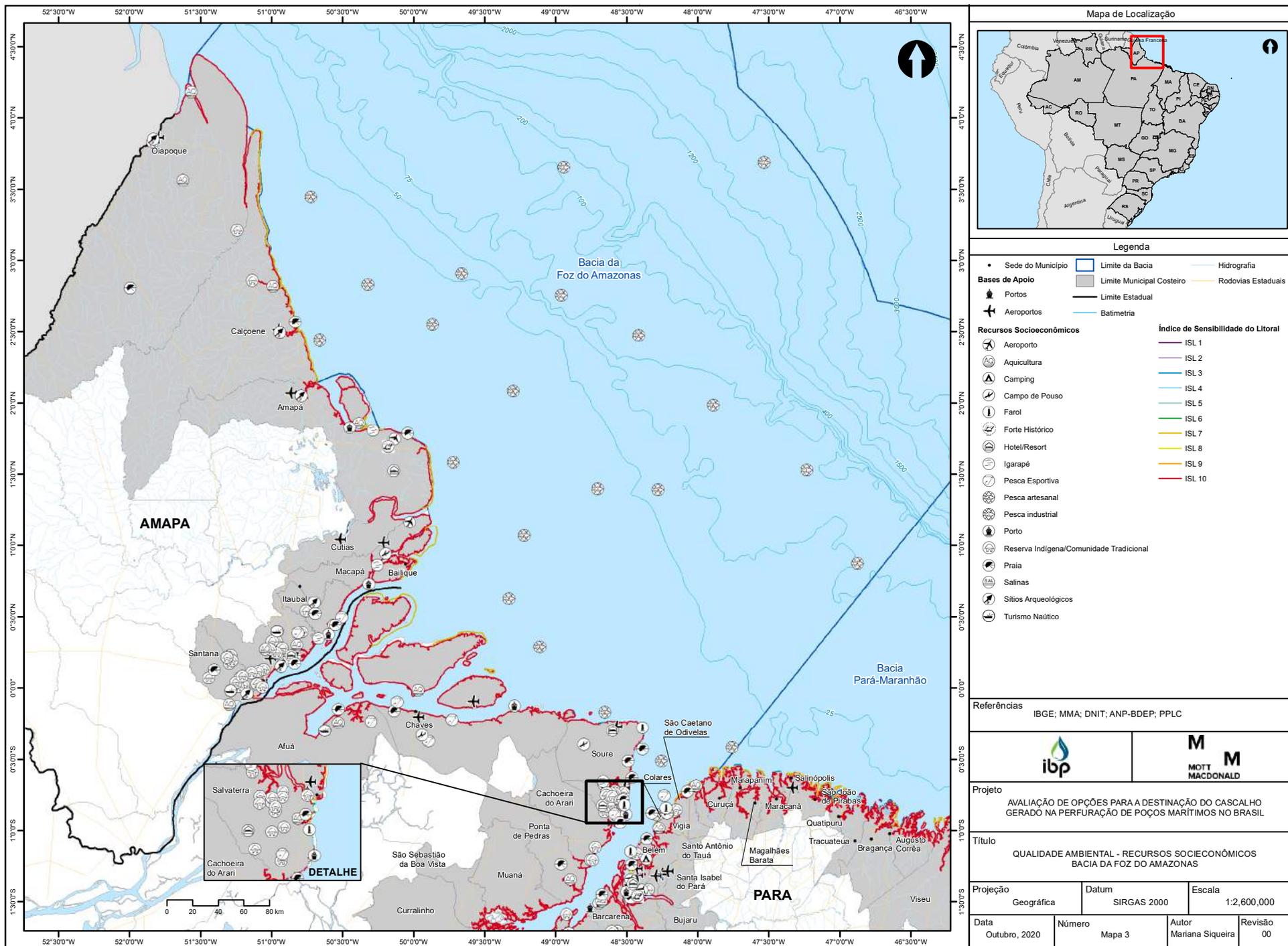
O turismo também é uma importante fonte de renda para os municípios da região. São consideradas áreas de sensibilidade para a atividade turística as praias e regiões onde ocorre turismo náutico. Há presença de praias na maioria dos municípios costeiros desde Calçoene (AP) até Curuçá (PA). Ressalta-se que há maior concentração na região da Baía de Marajó; entre os municípios de Soure (PA) e Salvaterra (PA), Barcarena (PA) e Curuçá (PA).

No tocante às reservas indígenas e/ou comunidades tradicionais, na região da foz do Amazonas há uma grande incidência na zona costeira. As comunidades tradicionais e os povos indígenas estão espalhados por muitos municípios da região, mas são mais evidentes em Macapá (AP), Santana (AP) e Salvaterra (PA).

As infraestruturas de apoio, aeroportos e portos, estão presentes em diversos municípios, destacam-se os aeroportos dos municípios de Oiapoque (AP), Amapá (AP), Macapá (AP), Santana (AP) e Belém (PA), que são frequentemente usados como bases de apoio.

Para os portos, apesar de existirem diversos portos e atracadouros, as principais bases de apoio estão nos municípios de Amapá (AP), Macapá (AP), Santana (AP) e Belém (PA).

# Mapa 3 – Recursos socioeconômicos da Bacia da Foz do Amazonas



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

## 1.1.2 Bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

A Bacia do Pará-Maranhão é uma bacia marginal exclusivamente marítima incluída na região denominada margem equatorial brasileira. Essa bacia está localizada entre os meridianos 47°O e 44°O e paralelos 1°S e 1°N, possuindo uma área de 48.000km<sup>2</sup>. Encontra-se limitada a oeste pela plataforma da ilha de Santana e a norte pela fratura de São Paulo.

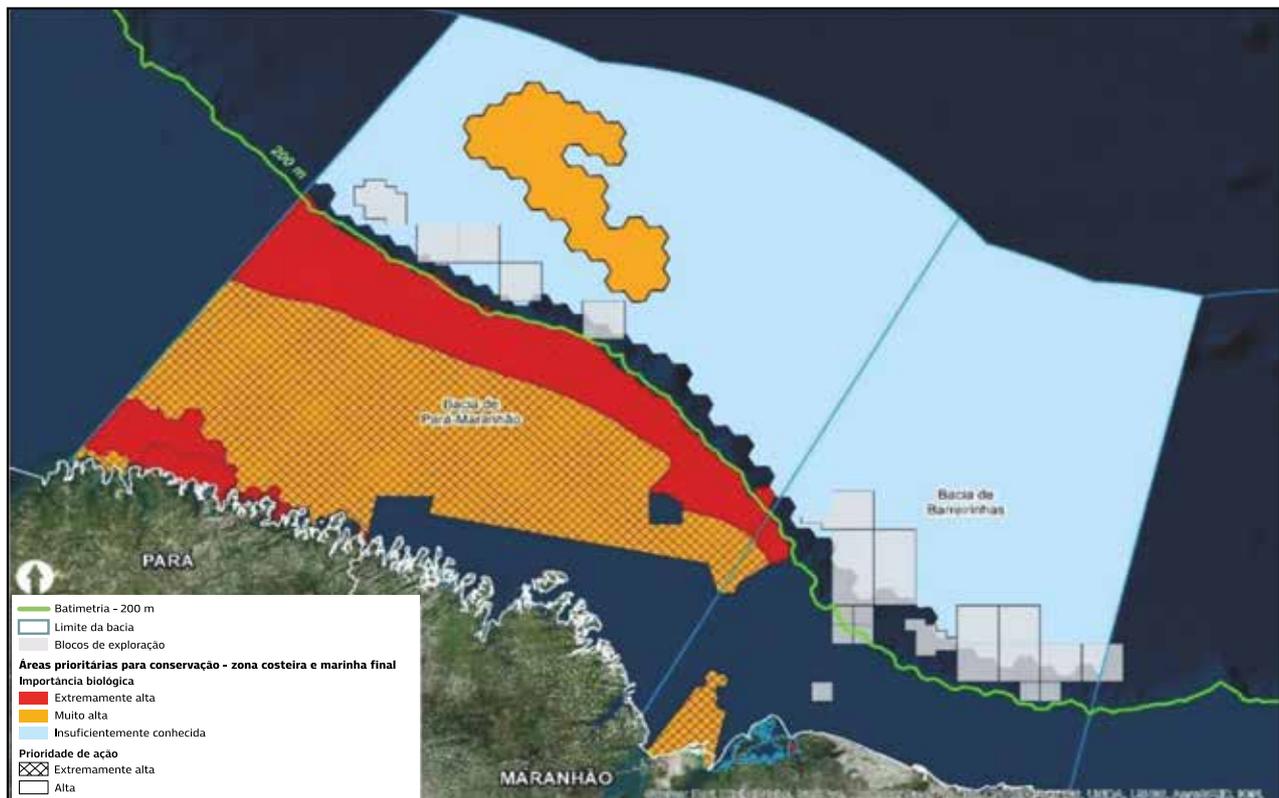
A Bacia Pará–Maranhão está localizada na porção norte da plataforma continental brasileira, na costa dos estados do Pará e do Maranhão, limitada a oeste e a sul pela plataforma da ilha de Santana, que é caracterizada por embasamento raso. Recobre uma área total de cerca de 50.000km<sup>2</sup>, sendo 26.000km<sup>2</sup> até a batimetria de 400m, e 24.000km<sup>2</sup> entre 400 e 3.000m.

A Bacia de Barreirinhas encontra-se na margem equatorial brasileira, com área de aproximadamente 46.000km<sup>2</sup>, sendo 8.500km<sup>2</sup> na porção emersa da bacia. A porção marítima se estende até a profundidade de 3.000m. Essa bacia limita-se a leste pelo Alto de Tutóia com a Bacia do Ceará (Sub-Bacia de Piauí-Camocim) e a sul com a plataforma de Sobradinho, a partir de falhas de borda. A oeste, a bacia se estende até a plataforma da ilha de Santana. Seu limite noroeste é considerado arbitrário, referido como sendo no meridiano 44°O, devido à inexistência de feições geológicas que justifiquem a separação das bacias de Barreirinhas e a do Pará-Maranhão (TROSITORF JR. et al., 2007).

A região de estudo, costa norte brasileira, possui alta energia devido à presença da corrente norte do Brasil, das oscilações de marés e ventos alísios e do lançamento de águas continentais originárias dos rios Amazonas e Pará (BRANDINI et al., 1997). É considerada uma das áreas com maior produtividade biológica do Brasil (FRÉDOU e ASANO-FILHO, 2006).

Destacam-se como áreas prioritárias para proteção nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, a região costeira do município de Bragança e os estuários dos municípios de Primeira Cruz e Santo Amaro do Maranhão. Como áreas relevantes para proteção, destacam-se as planícies do rio Negro e o estuário do rio das Preguiças. De acordo com a figura 3, foram identificadas nessas duas bacias, 15 áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira.

Figura 3 – Áreas prioritárias nas bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas



Fonte: MMA, 2018 (segunda atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade).

Na região costeira são observadas área de concentração de pequenos cetáceos (boto-cinza) e área de ocorrência de sirênios (peixe-boi-marinho). Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil existem condições essenciais para a manutenção dos peixes-boi, devido à presença de ecossistemas fluviais e estuarinos com manguezais preservados, que contribuem para a elevada concentração de nutrientes e fornecem abrigo e suporte à reprodução e alimentação desses animais (LUNA et al., 2008a, b; LIMA et al., 2011).

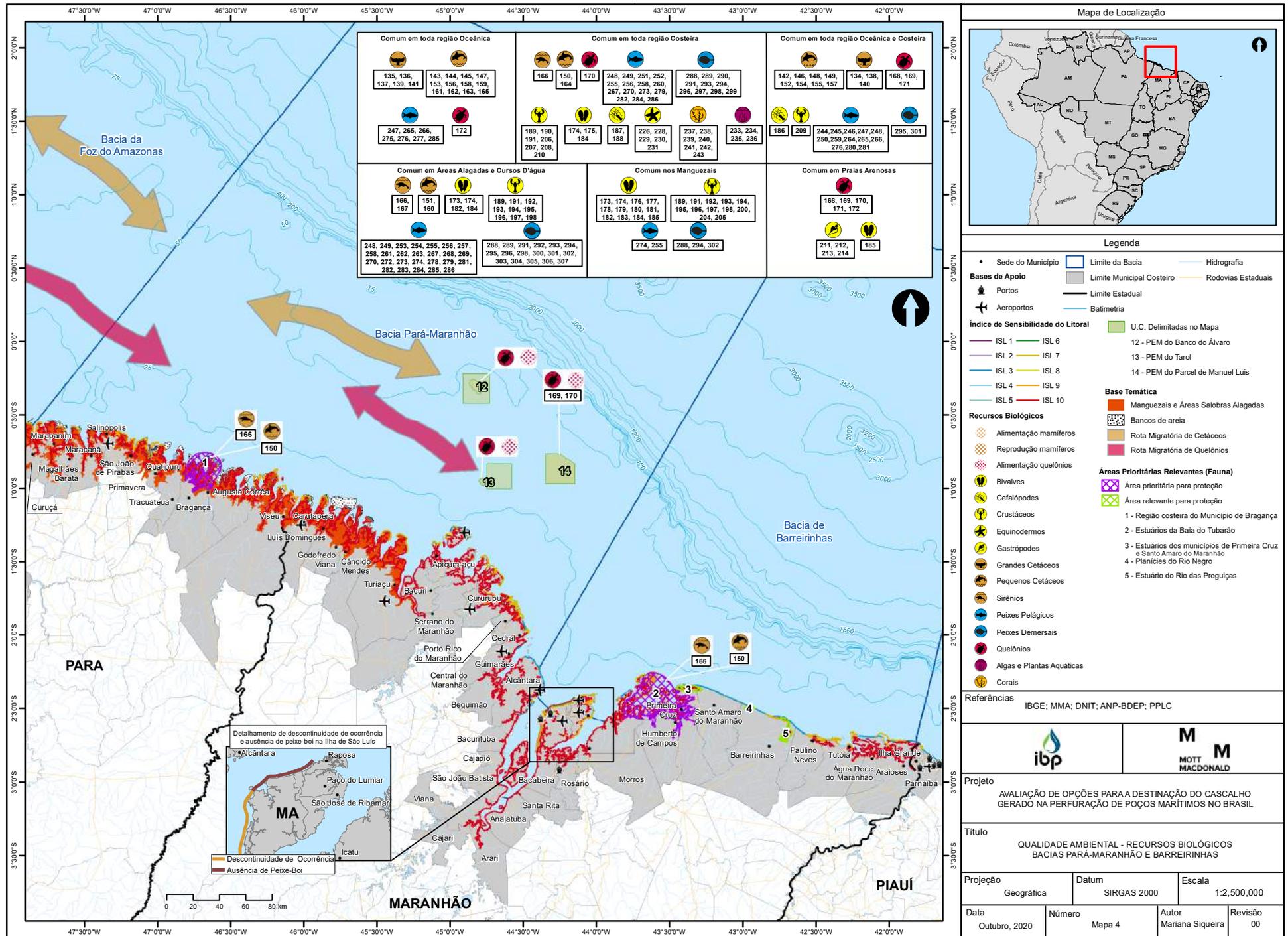
Destaca-se ainda que o Parque Estadual Marinho (PEM) do Parcel do Manuel Luís, do Tarol e do Banco do Álvaro são áreas protegidas relevantes para a conservação das tartarugas marinhas (tartaruga-verde e tartaruga-de-pente) (ICMBIO, 2011c).

Em relação às comunidades bentônicas presentes nas bacias do Pará-Maranhão e de Barreirinhas registra-se a ausência de recifes coralíneos, bancos de algas, rodólitos, moluscos ou qualquer outro tipo de associação biótica. Essas características são típicas de áreas de plataforma tropicais, dominadas por fundos carbonáticos arenosos e pobremente selecionados. Ressalta-se que, na área de estudo da Bacia de Barreirinhas, existem áreas prioritárias para a conservação de comunidades bentônicas, embora não tenham sido identificados bancos biogênicos na área do bloco (BP/AECOM, 2016). Quanto à Bacia do Pará-Maranhão, foi registrada uma comunidade microbentônica constituída principalmente por diatomáceas, fitoflagelados e cianobactérias. Já a meiofauna bentônica, caracterizada por elevada variabilidade espacial, foi dominada por nematódeos, copépodos e poliquetas e, por fim, destacou-se a predominância de crustáceos e poliquetas na macrofauna bentônica (QUEIROZ GALVÃO/AECOM, 2015).

As informações acima descritas podem ser observadas no mapa 4, a seguir.

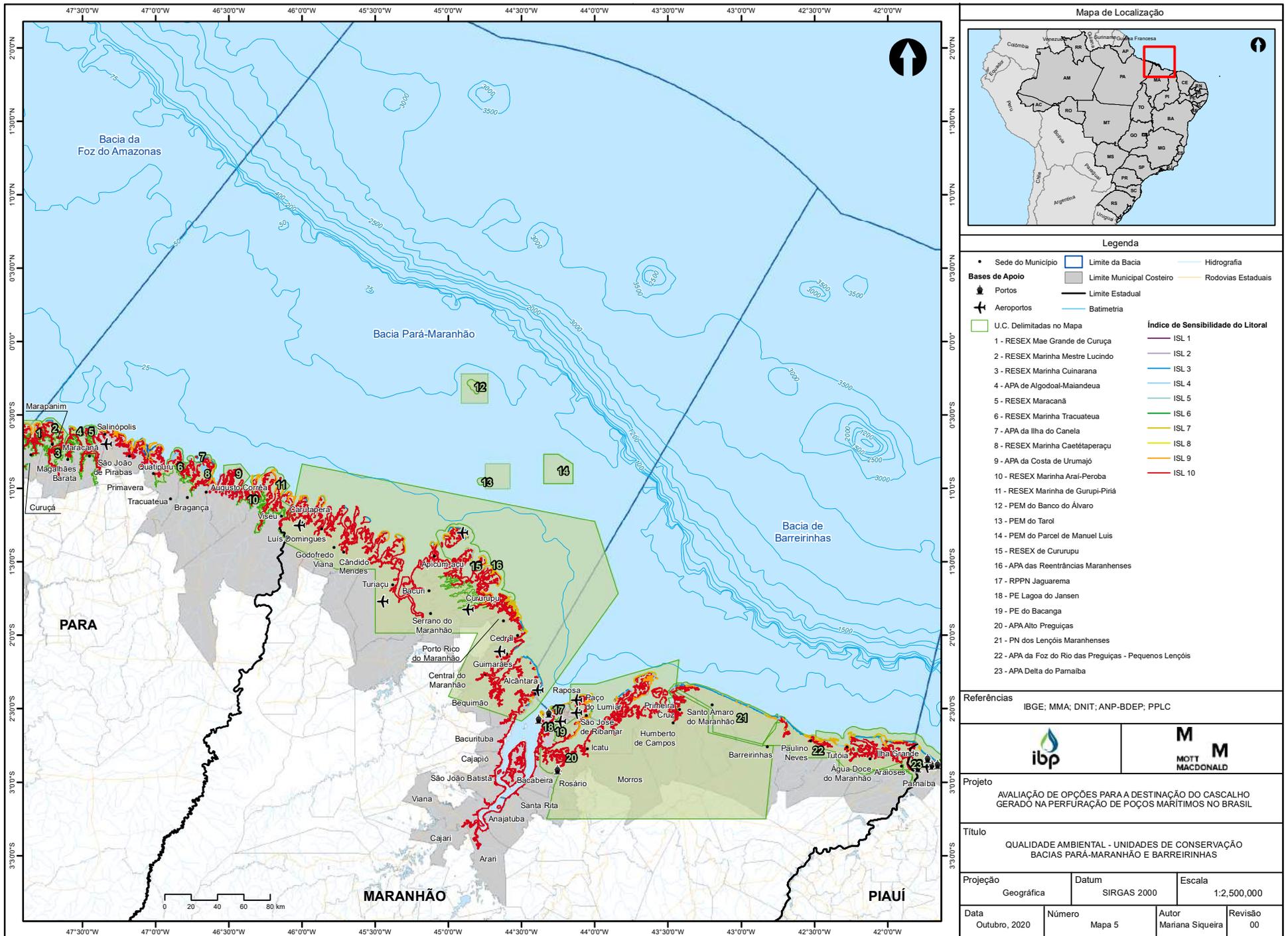
As bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas apresentam ainda 23 unidades de conservação, como pode ser observado no mapa 5.

# Mapa 4 – Recursos biológicos das bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

# Mapa 5 – Unidades de conservação nas bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

Na região estão presentes ecossistemas de sensibilidade baixa a alta.

Há uma percepção forte da presença das atividades pesqueiras artesanais e industriais, em águas de até 1.000m de profundidade. A pesca artesanal sendo mais intensa nas proximidades litorâneas onde apresenta maior variedade e quantidades de pescado. Há ainda atividades de aquicultura nas áreas da foz dos rios.

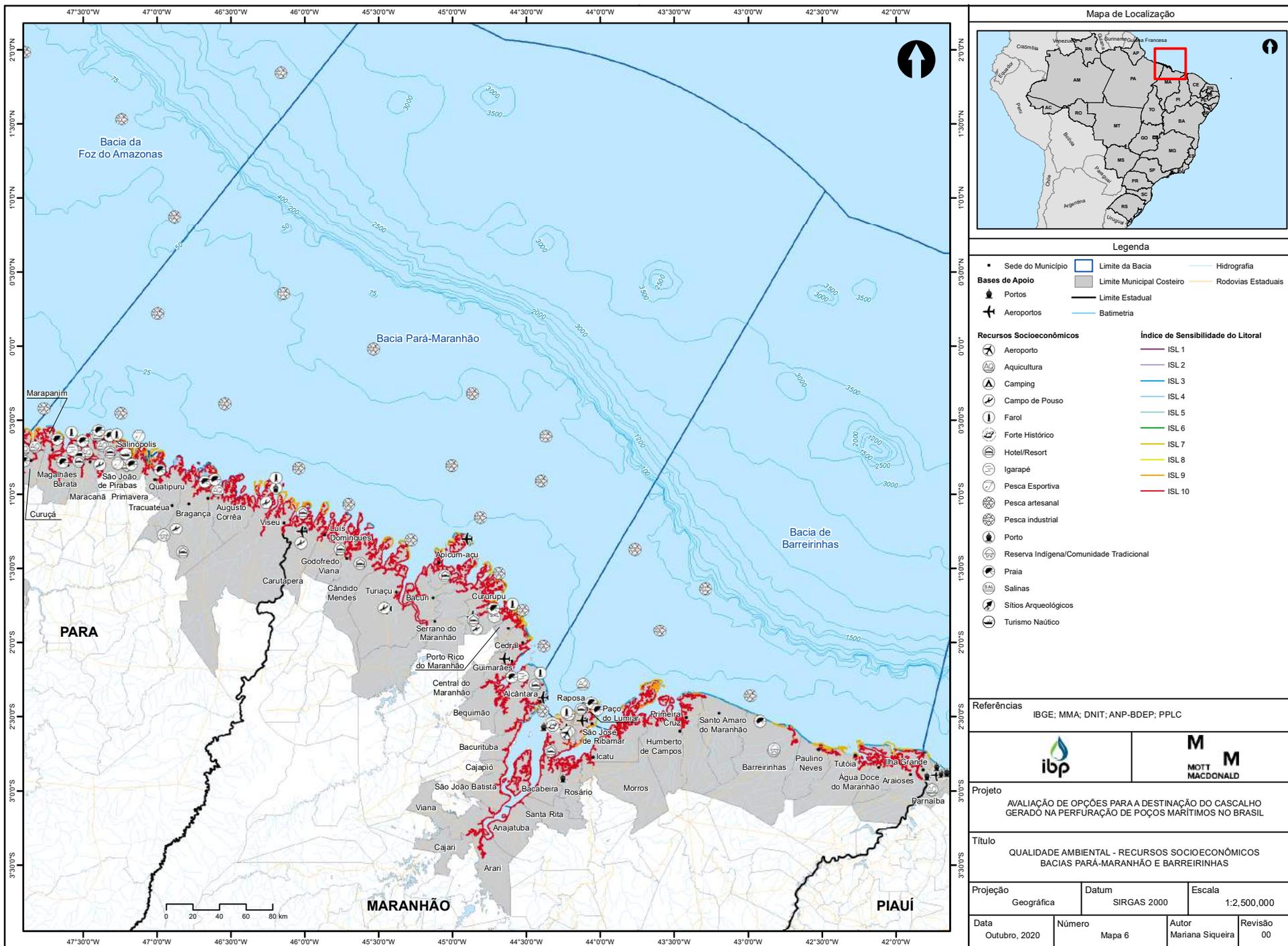
Nota-se que na bacia sedimentar do Pará-Maranhão, há uma presença mais atuante da atividade pesqueira tanto artesanal como industrial, isso se deve a uma área maior da plataforma continental (entre o litoral e o talude continental), possibilitando maior circulação das embarcações.

As infraestruturas de lazer, como as praias, são mais marcantes entre os municípios de Marapanim (PA) e Bragança (PA); Cururupu (MA) e Paço do Lumiar (MA) e no município de Barreirinhas (MA).

As infraestruturas de apoio como os aeroportos e os portos estão mais presentes nos municípios de Guimarães (MA), Alcântara (MA), São Luís (MA) e São José do Ribamar (MA), sendo recorrentemente usados como pontos de base de apoio nessa região.

As informações sobre os recursos socioeconômicos das bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas podem ser observadas no mapa 6.

# Mapa 6 – Recursos socioeconômicos das bacias de Pará-Maranhão e Barreirinhas



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

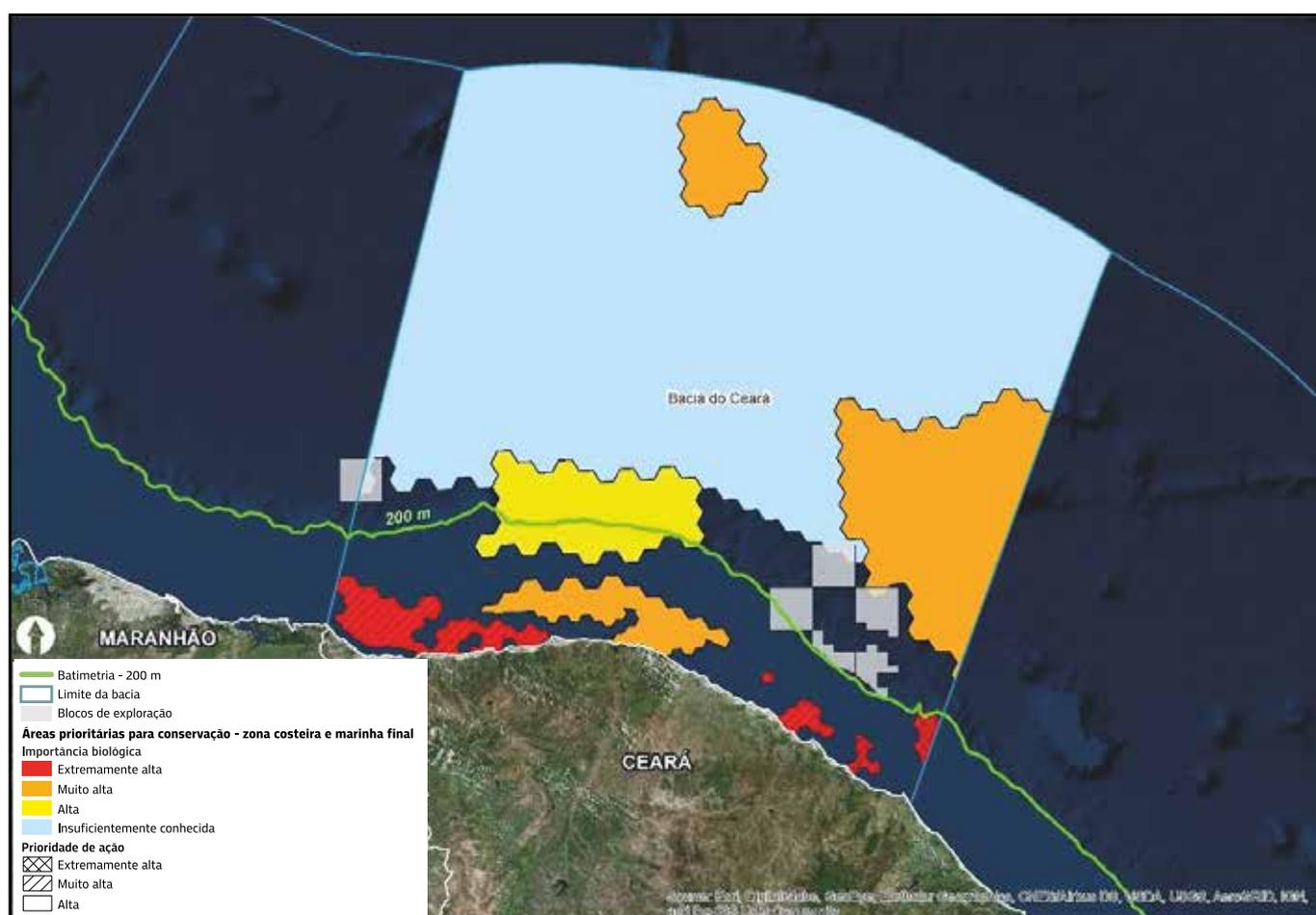
### 1.1.3 Bacia do Ceará

De acordo com os dados de correntes da região da Bacia do Ceará, há influência principalmente da corrente norte do Brasil (CNB), apresentando fluxo com direção preferencial para NO até aproximadamente 500m de profundidade. A partir dos 500m de profundidade, há uma inversão no sentido das correntes para S/SE devido ao transporte da água intermediária antártica (AIA).

As características das correntes da região refletem no comportamento previsto para possíveis manchas de óleo, que não tendem a tocar a costa. Essa mesma característica pode ser observada na dispersão do cascalho e fluido de perfuração.

Com relação às áreas prioritárias, foram identificadas 10 áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira. A localização dessas áreas é apresentada na figura 4.

Figura 4 – Áreas prioritárias na Bacia do Ceará



Fonte: MMA, 2018 (segunda atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade).

Com relação à conservação dos recursos biológicos, a área prioritária para proteção Almofala é uma região delimitada a oeste pela praia de Espriado (Acaraú) e a leste pela região do rio Aracati-Mirim, e que possui presença de trechos de manguezal, de planície de maré e estuários e tem a praia de Almofala como seu ponto principal. Essa região é uma área de alimentação e de elevada concentração de indivíduos juvenis e subadultos de tartarugas-verde (*Chelonia mydas*), sendo considerada importante área de alimentação para a espécie e para a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*).

A faixa marítima da zona costeira entre a praia do Preá e a praia de Espreado e a faixa marítima da zona costeira entre a praia de Patos e a praia do Presídio são consideradas áreas de alimentação de quelônios (tartaruga-verde e tartaruga-cabeçuda). Já o estuário e o manguezal do rio Guriú e também do rio Curu são considerados áreas de ocorrência de sirênios (peixe-boi-marinho).

A enseada do Mucuripe está localizada na cidade de Fortaleza, entre o rio Ceará e o porto do Mucuripe. Por ser uma região portuária e metropolitana, as margens da enseada são completamente urbanizadas e sofrem uma série de pressões antrópicas. A região é área de concentração de pequenos cetáceos (*Sotalia guianensis*).

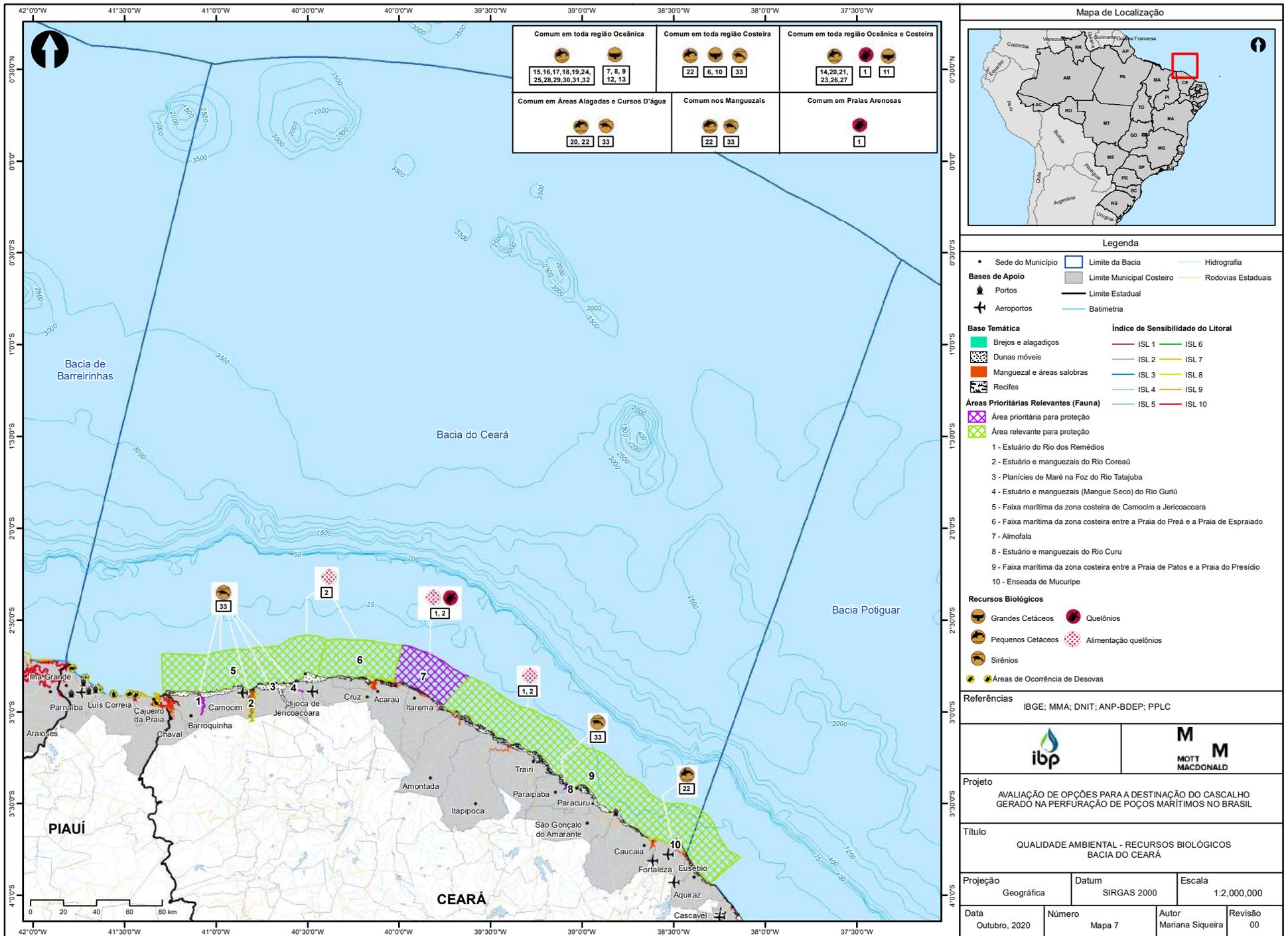
Na área de estudo não são registradas formações coralíneas, entretanto, o Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luis, próximo da região, é considerado um dos mais importantes ambientes recifais do Atlântico Sul (MOURA et al., 1999). Com relação aos corais de águas profundas, não foram encontradas evidências da ocorrência deles na região amostrada, o que pode evidenciar uma possível falta de estudos na área.

A comunidade bentônica segue o padrão típico de áreas de plataforma tropical, com fundos carbonáticos arenosos e elevada riqueza contrastada por baixas densidades. Na área foram registrados nove gêneros de nematódeos pertencentes à meiofauna, enquanto para a macrofauna registraram-se quatro grupos dominantes (poliquetas, crustáceos, equinodermas e moluscos).

Com relação à classificação dos índices de sensibilidade do litoral (ISL), é possível encontrar na Bacia do Ceará ecossistemas de baixa a alta sensibilidade. As informações acima descritas podem ser observadas no mapa 7.

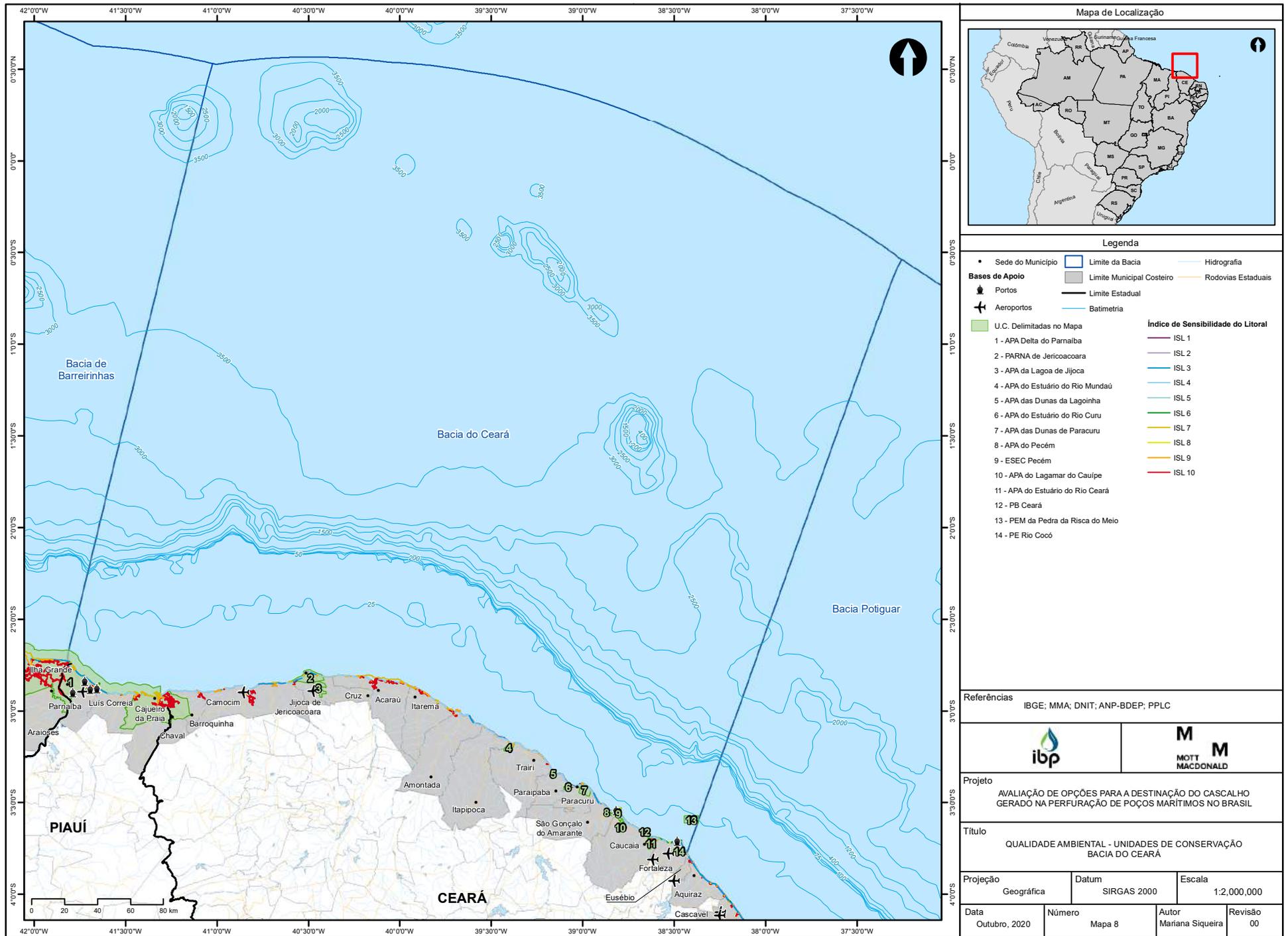
A Bacia do Ceará apresenta ainda 14 unidades de conservação, como pode ser observado no mapa 8.

# Mapa 7 – Recursos biológicos da Bacia do Ceará



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

# Mapa 8 – Unidades de conservação na Bacia do Ceará



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

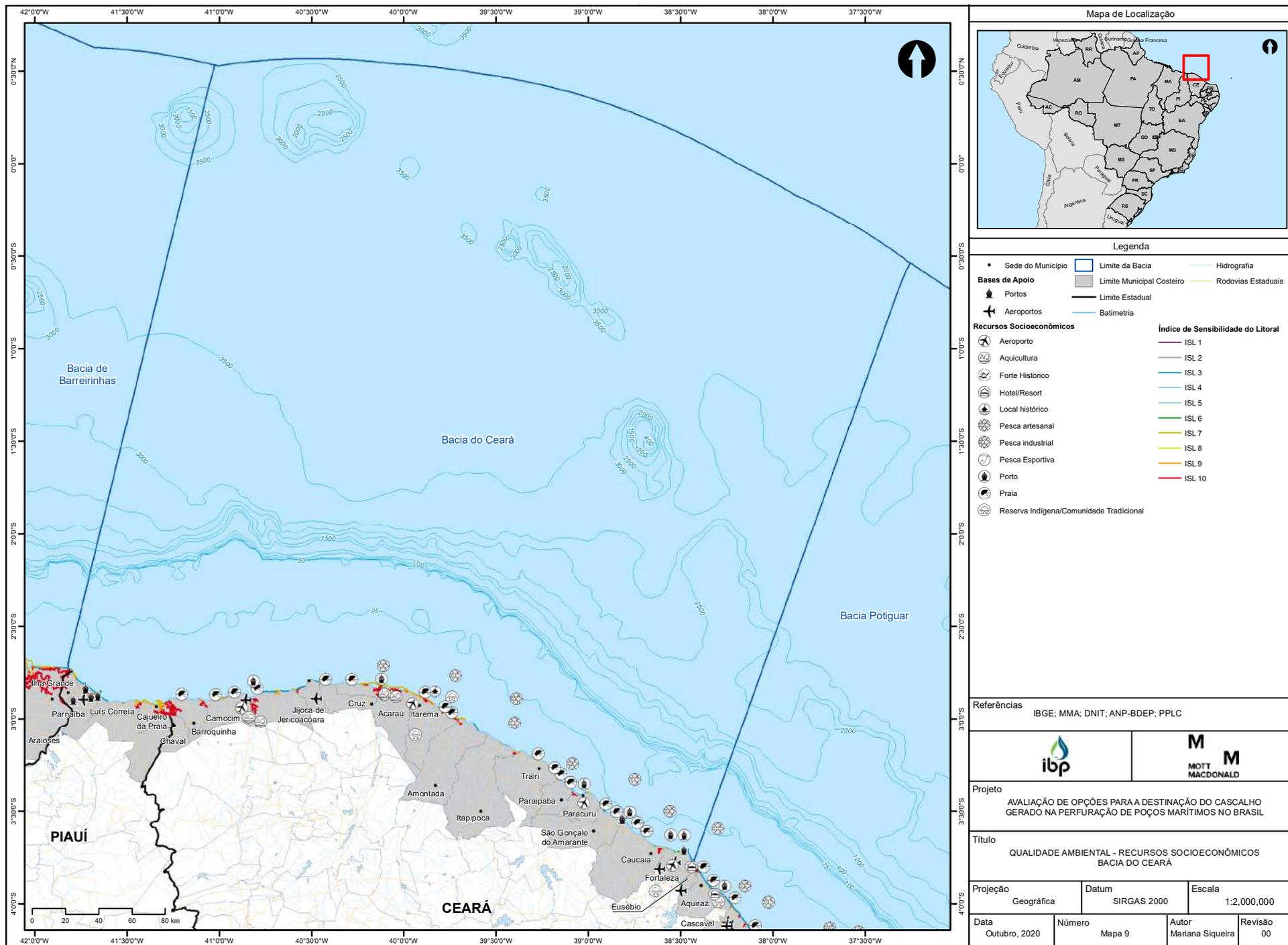
Com relação aos recursos socioeconômicos, há presença de atividades pesqueiras artesanais e industriais, em profundidades menores de 50m, de profundidade. A aquicultura tem maior presença nos municípios de Camocim (CE) e Acaraú (CE), nas áreas de foz.

As infraestruturas que servem como base de apoio aeroportuário e portuário estão localizadas nos municípios de Parnaíba (PI), Luís Correia (PI), Camocim (CE), Jijoca de Jericoacoara (CE), Itarema (CE), São Gonçalo do Amarante (CE) e Fortaleza (CE).

O município de Itarema apresenta sítio histórico e reserva indígena nas proximidades do litoral.

As informações sobre os recursos socioeconômicos da Bacia do Ceará podem ser observadas no mapa 9 adiante.

# Mapa 9 – Recursos socioeconômicos da Bacia do Ceará



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

## 1.1.4 Bacias de Camamu e Almada

As bacias de Camamu e Almada situam-se na porção sul do litoral do estado da Bahia. A Bacia de Camamu, abrangendo parte da planície costeira, limita-se ao norte com as bacias de Jacuípe e Recôncavo, pelas zonas de transferência de Itapoã e Barra, respectivamente. O seu limite sul com a Bacia de Almada ocorre próximo ao alto de Itacaré. A Bacia de Almada, por sua vez, limita-se ao sul com a Bacia de Jequitinhonha, no Alto de Olivença. Essas bacias totalizam uma área de 22.900km<sup>2</sup> até o limite da cota batimétrica de 3.000m, sendo 16.500km<sup>2</sup> pertencentes à Bacia de Camamu e 6.400km<sup>2</sup> à Bacia de Almada.

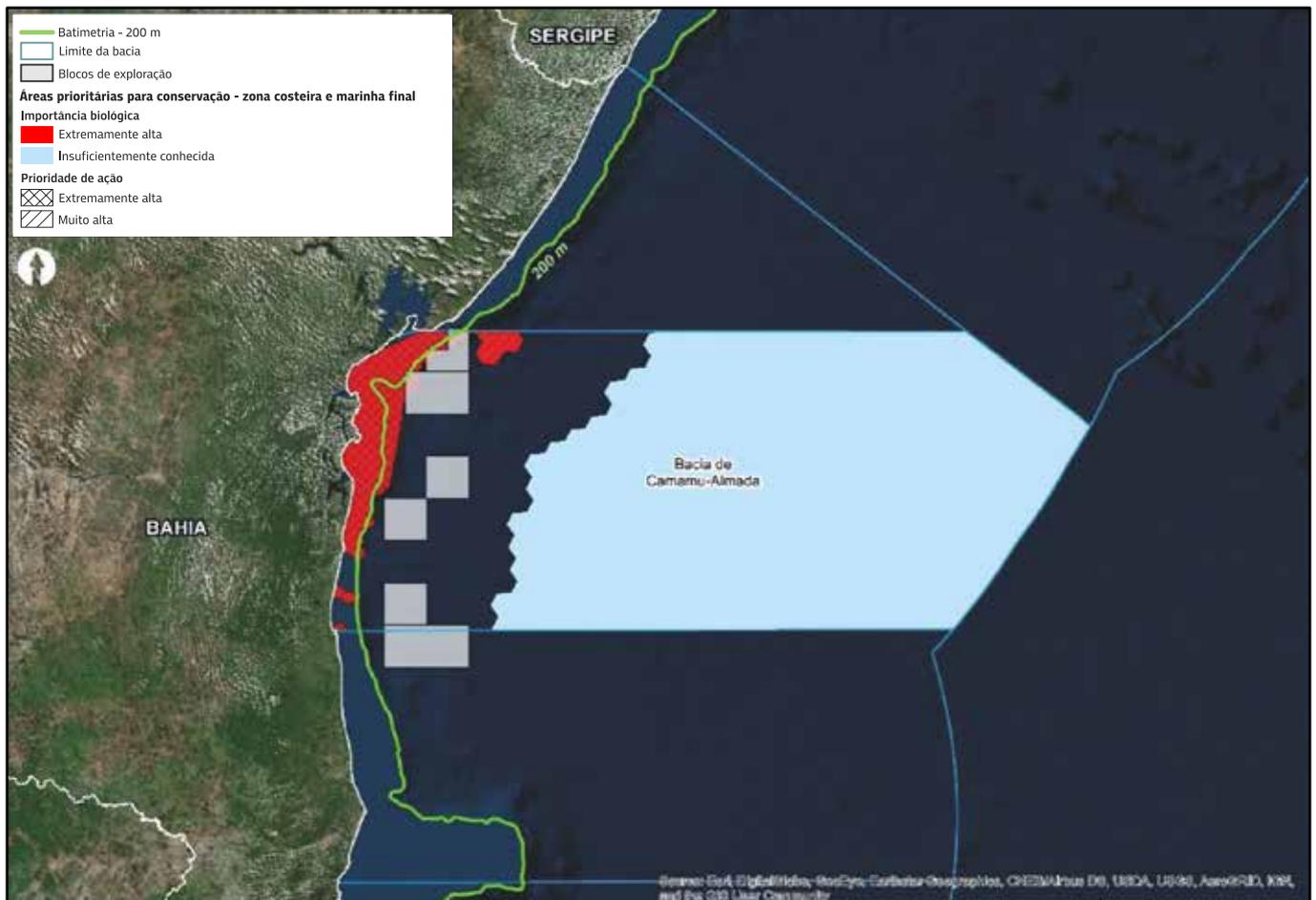
A hidrodinâmica na região é influenciada principalmente pela corrente do Brasil (CB), que apresenta inversão norte-sul sazonal. No verão, quando a bifurcação da corrente sul equatorial (CSE) encontra-se mais ao norte, a CB flui para S/SO, podendo atingir velocidades de até 83cm/s. No inverno, a bifurcação da CSE encontra-se mais ao sul e a CB flui para N/NO, com intensidade na superfície de aproximadamente 50cm/s.

Com relação à conservação dos recursos biológicos, foram identificadas 16 áreas relevantes para proteção: zona nerítica entre a praia da Boca do Rio e a praia de Jauá; praias arenosas de Salvador entre a praia da Armação e a praia de Ipitanga, praia do Garcez; praias arenosas do município de Valença; praias arenosas do município de Ilhéus (até a praia de São Miguel); zona nerítica entre Salvador e Canavieiras.

A Bacia de Camamu-Almada apresenta áreas de desova de quelônios (tartaruga-cabeçuda e tartaruga-de-pente) e reprodução de mamíferos marinhos, além de área de concentração de pequenos cetáceos (boto-cinza). As informações sobre os recursos biológicos da Bacia de Camamu-Almada podem ser observadas no mapa 10.

A fauna bentônica é destacada pelos grupos Dermospongiadae, Gastropoda e Decapoda. As características observadas na área de estudo seguem o mesmo padrão dos ecossistemas marinhos tropicais, com elevada diversidade e baixa abundância. Salienta-se que, devido ao baixo conhecimento bentônico, a região é considerada área prioritária para a conservação. Os bancos biogênicos em águas profundas são desconhecidos. Na figura 5 são apresentadas as seis áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira localizadas na região. Mostra ainda ecossistemas litorâneos com sensibilidade variando de baixa a alta.

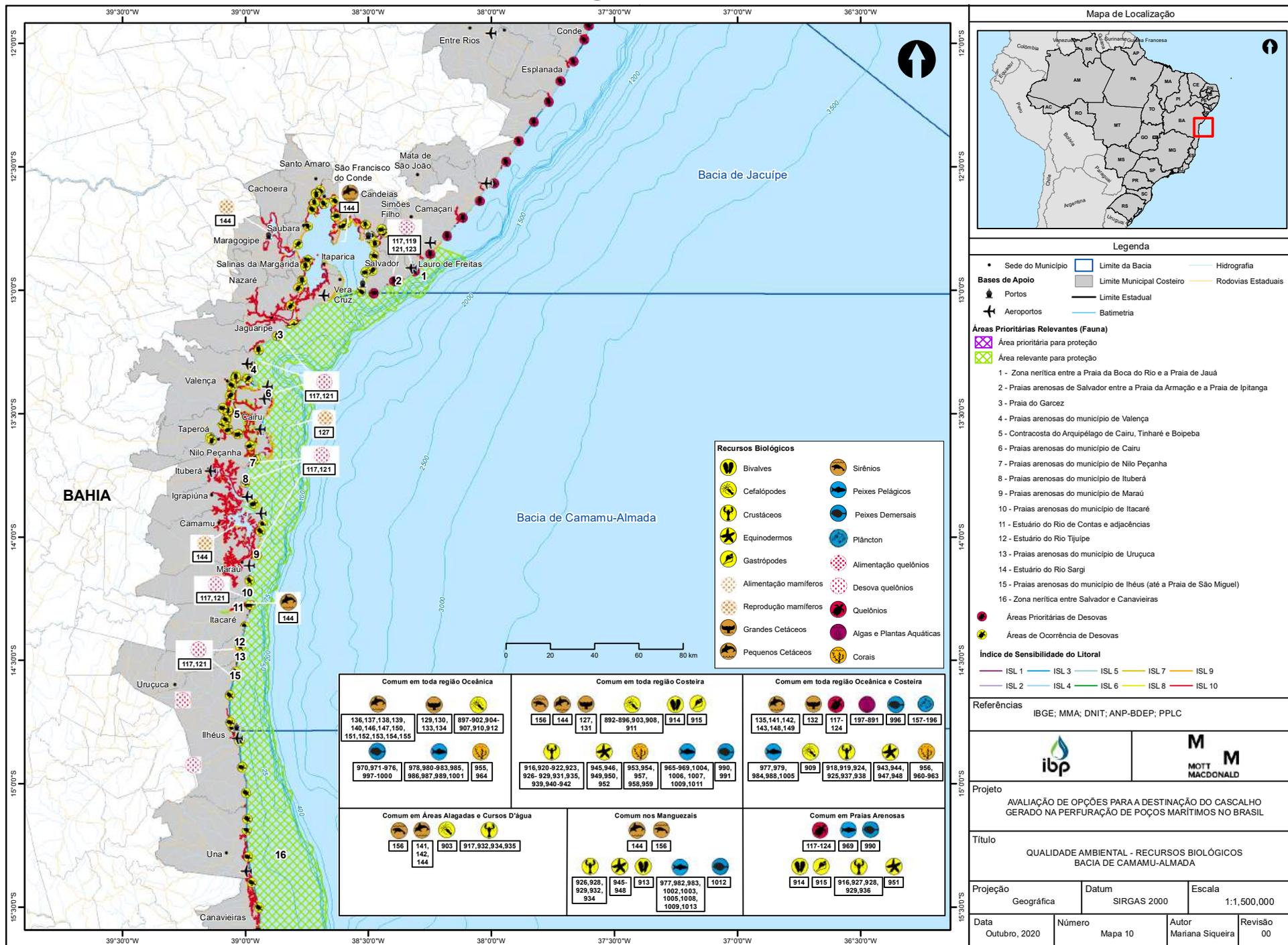
Figura 5 – Áreas prioritárias na Bacia de Camamu-Almada



Fonte: MMA, 2018 (segunda atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade).

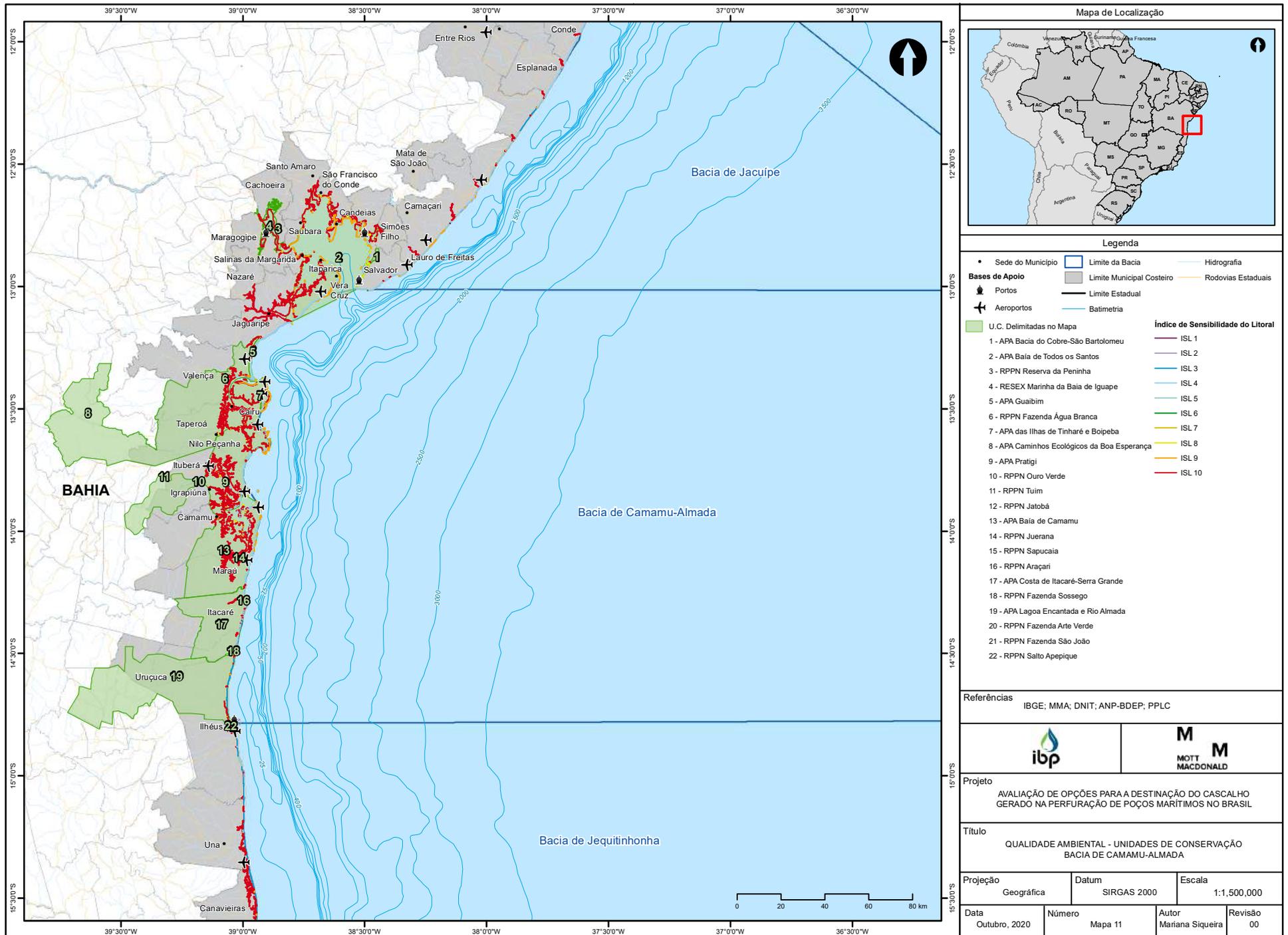
A Bacia de Camamu-Almada apresenta ainda 22 unidades de conservação, como pode ser observado no mapa 11.

# Mapa 10 – Recursos biológicos da Bacia de Camamu-Almada



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

# Mapa 11 – Unidades de conservação na Baía de Camamu-Almada



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

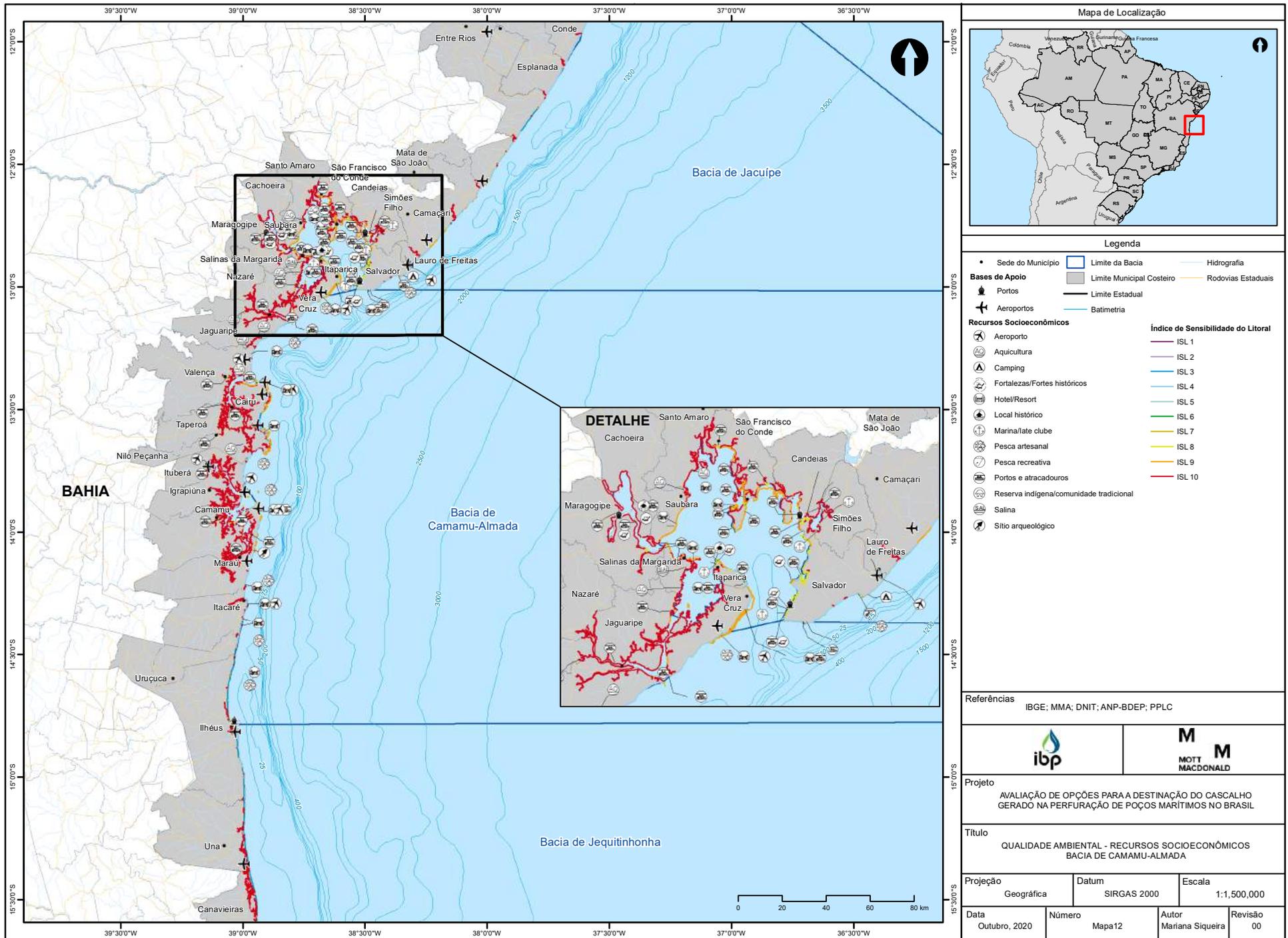
Com relação aos recursos socioeconômicos, as atividades pesqueiras presentes nessa bacia são a pesca artesanal e a aquicultura. A pesca artesanal ocorre em águas com até 50m de profundidade. A aquicultura está presente nos municípios de Jaguaripe (BA), Valença (BA) e Nilo Peçanha (BA), atividades em águas continentais próximas da foz.

Com relação às infraestruturas de apoio ao longo da costa na bacia sedimentar há um quantitativo significativo de portos de pequeno porte e atracadouros, desde o município de Vera Cruz (BA) até Maraú (BA), principalmente nas áreas de foz onde os rios deságuam no mar. Entre os municípios de Vera Cruz (BA) e Itacaré (BA) há uma quantidade significativa de aeroportos. O município de Ilhéus apresenta porto e aeroporto, sendo este um dos principais pontos considerados como base de apoio para a Bacia de Camamu-Amada e para a Bacia do Jequitinhonha.

Na região estão identificados sítios arqueológicos e históricos localizados na zona de intermaré, tais como sambaquis, ou muito próximos à costa, em locais de passagem para a operação de limpeza, áreas tombadas, reservas indígenas, remanescentes de quilombos ou comunidades tradicionais.

As informações com relação aos recursos socioeconômicos presentes na Bacia de Camamu-Almada podem ser observadas no mapa 12.

# Mapa 12 – Recursos socioeconômicos da Baía de Camamu-Almada



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

## 1.1.5 Bacias do Espírito Santo e Campos

A análise dos dados oceanográficos para a região da Bacia de Campos mostrou a presença das seguintes massas d'água: água tropical (AT), água central do Atlântico Sul (Acas), água intermediária antártica (AIA) e água profunda do Atlântico Norte (Apan). Cada uma delas apresenta um índice termohalino característico, reflexo das condições ambientais do local de formação e, quando houver, dos processos de mistura sofridos. De modo geral, a bacia é fortemente influenciada pela corrente do Brasil (CB), o que justifica o fluxo para sul-sudoeste observado nas análises.

Para as tartarugas marinhas, por exemplo, segundo Valentin (2001), o aumento da produtividade primária registrado na região de interesse cria uma potencial área de alimentação para as cinco espécies encontradas na costa brasileira (tartaruga-cabeçuda, tartaruga-verde, tartaruga-de-pente, tartaruga-oliva, tartaruga-de-couro). O que é favorecido, ainda, pela presença das praias arenosas no litoral do Espírito Santo e na Bacia de Campos, que configuram *habitats* importantes para reprodução (SICILIANO et al., 2006) e descanso das espécies de quelônios marinhos (PETROBRAS, 2013).

No município de Campos dos Goytacazes, localiza-se uma das principais áreas de reprodução das espécies de quelônios marinhos que ocorrem no Brasil, apresentando mais de 350 desovas por temporada (PRIMO e VOLCKER, 2002).

No tocante à distribuição de cetáceos, as características ambientais identificadas na região de interesse influenciam ainda a distribuição e o comportamento reprodutivo e de forrageio de algumas espécies. Acredita-se que a presença de cetáceos na área da Bacia de Campos está relacionada a áreas de residência, ocupação sazonal ou ainda a rotas migratórias.

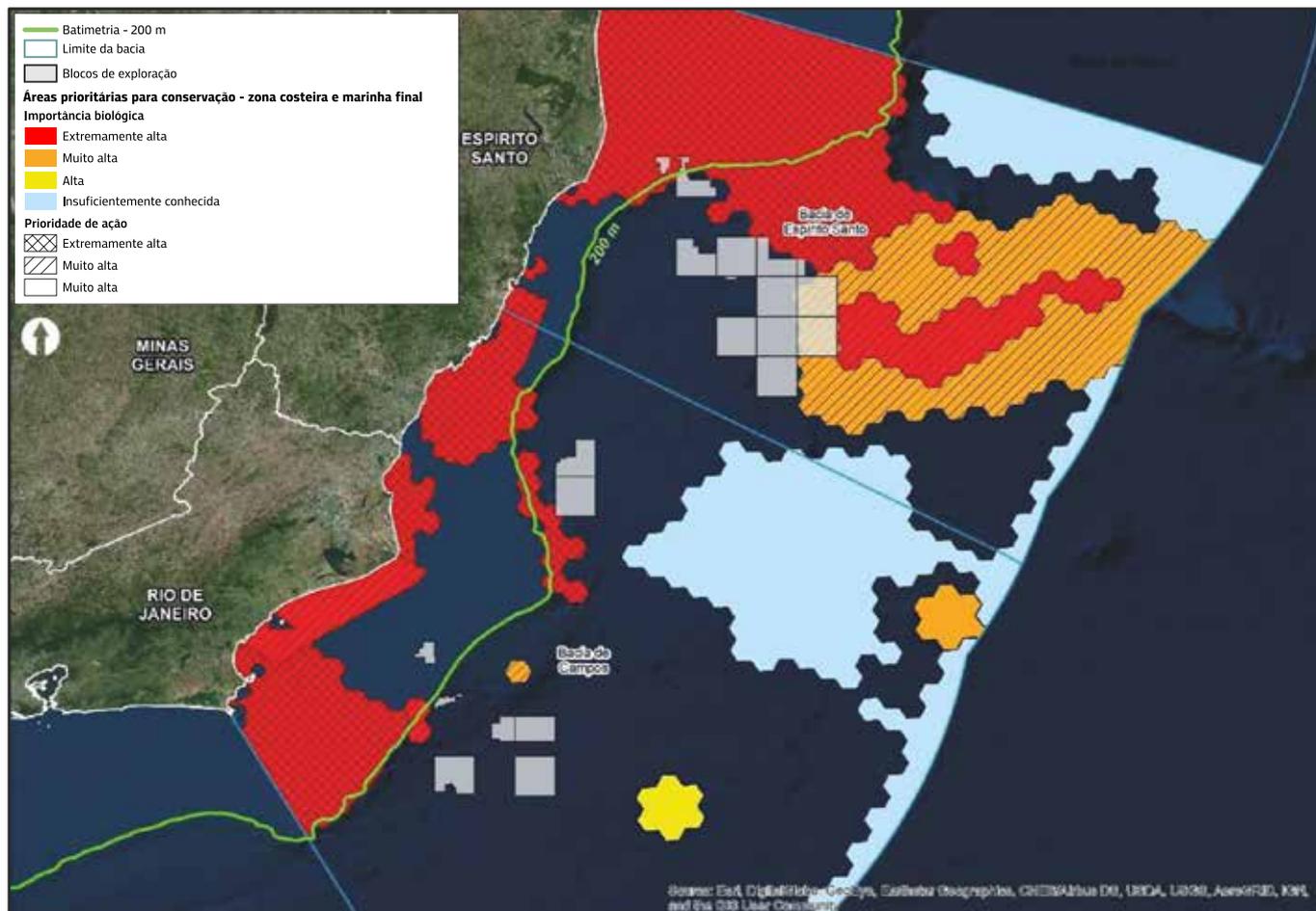
As espécies de cetáceos que possuem maior número de registros de ocorrência na Bacia de Campos são: *Megaptera novaeangliae* (baleia jubarte) e *Sotalia guianensis* (boto-cinza) (PETROBRAS, 2013). Em relação à baleia jubarte deve ser ressaltada a existência de um corredor migratório da espécie (SICILIANO et al., 2006).

Na região das bacias do Espírito Santo e Campos foram identificadas 49 áreas prioritárias relevantes, como pode ser observado no mapa 13, sendo a faixa marítima da zona costeira entre a foz do rio Cricaré e a praia de Guriri; a faixa marítima da foz do rio Doce e a zona nerítica entre Quissamã e São Francisco de Itabapoana consideradas áreas de concentração de boto-cinza.

As bacias do Espírito Santo e Campos apresentam ainda áreas de desova de quelônios (tartaruga-cabeçuda, tartaruga-verde e tartaruga-de-couro).

Com relação aos organismos bentônicos presentes nas bacias do Espírito Santo e Campos destacam-se a presença de bancos biogênicos e seus principais componentes formadores (moluscos, algas e corais). De forma geral, o litoral sudeste brasileiro apresenta grande heterogeneidade ambiental, gerada pelos diferentes tipos de substratos existentes na plataforma e talude e, conseqüentemente, permite a existência de uma grande diversidade bentônica. Foram identificadas ainda 20 áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira. A localização dessas áreas é apresentada na figura 6.

Figura 6 – Áreas prioritárias nas bacias de Espírito Santo e Campos

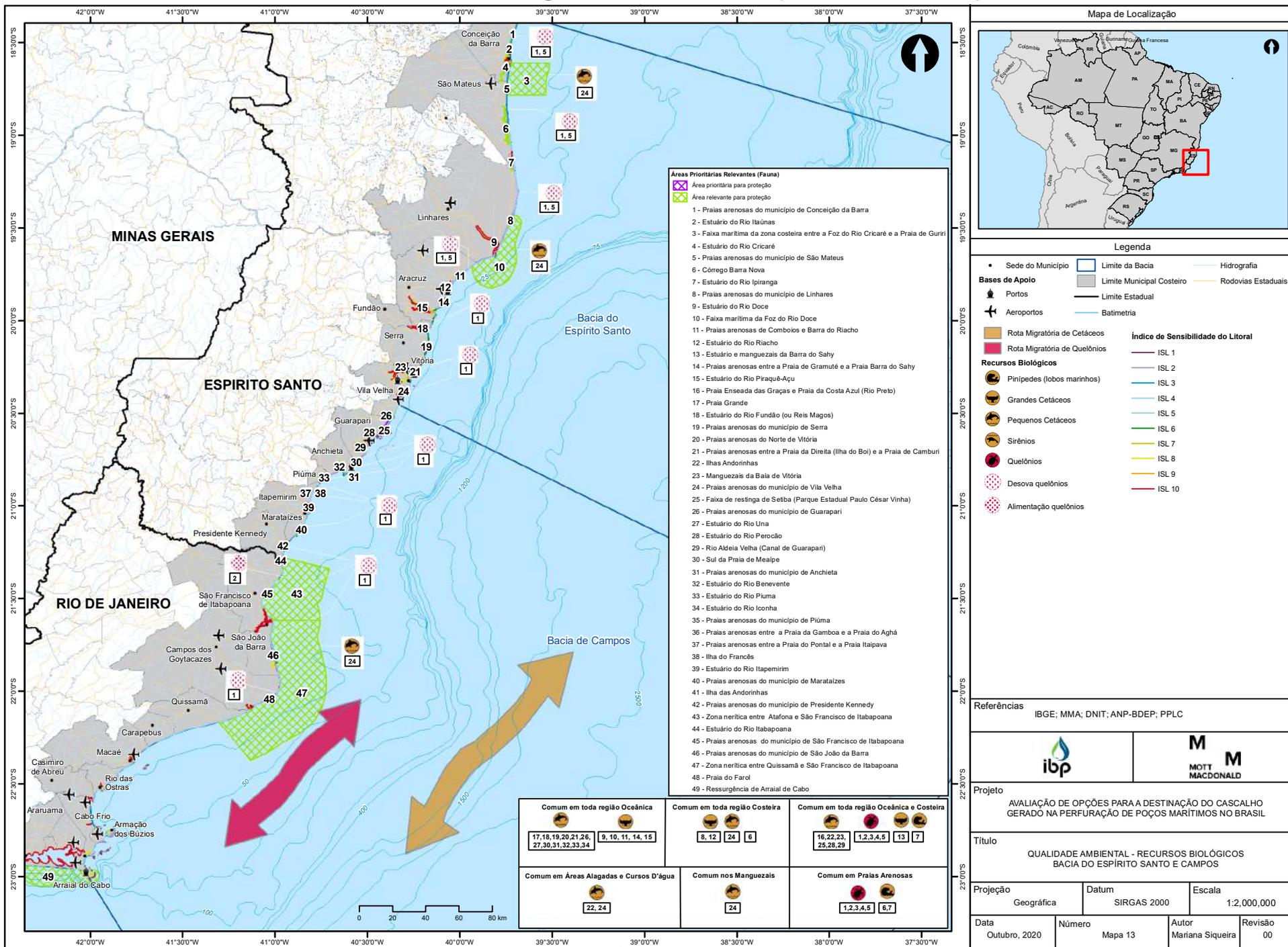


Fonte: MMA, 2018 (segunda atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade).

As bacias do Espírito Santo e Campos possuem ecossistemas de baixa a alta sensibilidade ambiental.

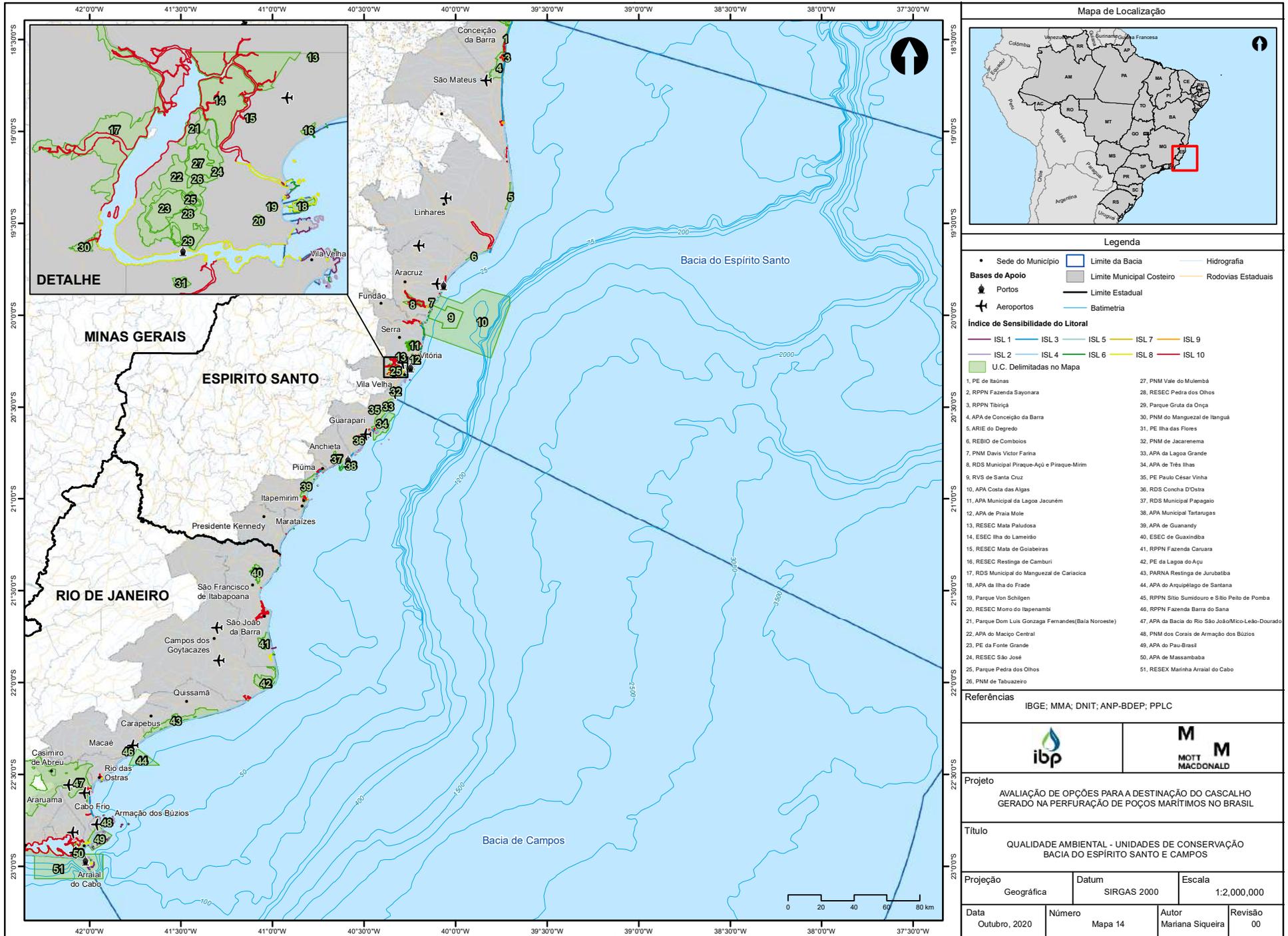
As bacias do Espírito Santo e Campos apresentam ainda 51 unidades de conservação, como pode ser observado no mapa 14.

# Mapa 13 – Recursos biológicos das bacias do Espírito Santo e Campos



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

# Mapa 14 – Unidades de conservação das bacias do Espírito Santo e Campos



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

Especificamente na Região Sudeste do Brasil, a partir da descoberta de petróleo e gás na década de 1970 na Bacia de Campos, observa-se o aumento da ocupação do litoral que passou a servir para a instalação de portos, aeroportos, estradas, campos logísticos (polos petroquímicos), buscando viabilizar as operações de exploração e produção de petróleo. O conflito pelo uso do espaço marítimo é o impacto mais evidente entre a pesca e a atividade marítima de petróleo.

Tanto nas atividades de pesquisa sísmica e de perfuração de poços quanto na produção de petróleo, o estabelecimento de áreas de restrição de pesca, o aumento do tráfego de embarcações e, no caso das atividades de perfuração e produção, a presença de unidades marítimas, por si só, produzem impactos diferenciados na pesca artesanal e industrial.

Nesse sentido, a pesca artesanal, por apresentar padrões definidos de territorialidade (BEGOSSI, 1995; 2006) e utilizar embarcações de pequeno porte, possui maior dificuldade em reorientar suas pescarias para outras áreas, principalmente aquelas mais distantes da costa.

A pesca artesanal está presente em águas com profundidade inferior a 150m, sendo mais intensa na bacia sedimentar de Campos.

A pesca industrial ocorre em águas com profundidade de até 3.000m, sendo ocorrente desde o sul da Bacia do Espírito Santo e ao longo de toda a Bacia de Campos.

A aquicultura está presente nos municípios de Arraial do Cabo (RJ) e Cabo Frio (RJ). Ressalta-se ainda a importância da presença das colônias de pescadores, que atuam efetivamente a fim de buscar condições melhores para seus respectivos associados.

Com relação às infraestruturas de apoio presentes, há um número significativo de aeroportos ao longo dos municípios que estão dentro do território das bacias do Espírito Santo e de Campos, deve-se enfatizar que os municípios de Vitória (ES), Vila Velha (ES), Campos dos Goytacazes (RJ), Macaé (RJ), Arraial do Cabo (RJ) e Cabo Frio (RJ) possuem os aeroportos que são constantemente considerados em empreendimentos e atividades como bases de apoio aéreo. Os portos, que servem de base de apoio terrestre, estão presentes nos municípios de Aracruz (ES), Vitória (ES), Vila Velha (ES), Anchieta (ES) e Arraial do Cabo (RJ).

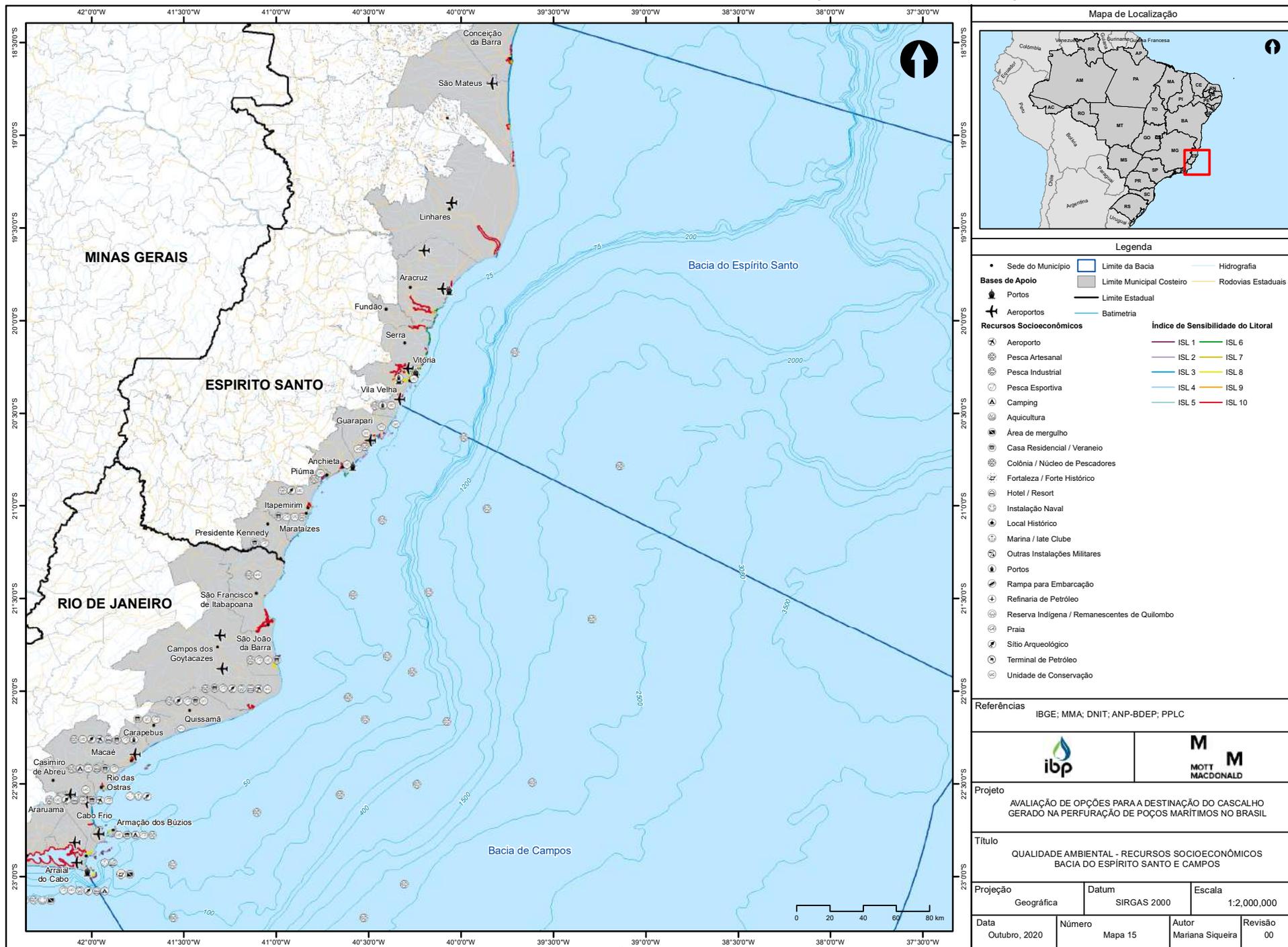
As infraestruturas de lazer estão apresentadas em praias nos municípios de Itapemirim (ES), Presidente Kennedy (ES), São João da Barra (RJ), Campos dos Goytacazes (RJ), Quissamã (RJ), Carapebus (RJ), Macaé (RJ), Rio das Ostras (RJ), Armação dos Búzios (RJ), Arraial do Cabo (RJ) e Cabo Frio (RJ); áreas de *camping* em Casimiro de Abreu (RJ) e Armação dos Búzios (RJ) e há ainda a prática de mergulho no município de Arraial do Cabo (RJ).

No que diz respeito aos sítios arqueológicos, eles estão presentes em: Itapemirim (ES), Campos dos Goytacazes (RJ), Quissamã (RJ), Macaé (RJ), Arraial do Cabo (RJ) e Cabo Frio (RJ).

Há ainda a presença de reservas indígenas e/ou remanescentes quilombolas em Itapemirim (ES), Campos dos Goytacazes (RJ) e Cabo Frio (RJ).

As informações sobre recursos socioeconômicos nas bacias do Espírito Santo e Campos podem ser observadas no mapa 15.

# Mapa 15 – Recursos socioeconômicos das bacias do Espírito Santo e Campos



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

## 1.1.6 Bacia de Santos

Para a região da Bacia de Santos, no que tange à conservação de recursos biológicos, foram identificadas 21 áreas prioritárias relevantes, de acordo com os mapas 16 e 17.

A baía de Sepetiba, a restinga de Marambaia e a baía de Paraty são consideradas áreas de concentração de pequenos cetáceos (boto-cinza). A faixa marítima da zona costeira de São Paulo e o complexo lagunar de Cananéia são áreas de concentração de pequenos cetáceos (boto-cinza e toninha – *Pontoporia blainvillei*, enquanto a baía norte é área de concentração de pequenos (toninha) e grandes cetáceos, como a baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*).

Com relação aos quelônios, na Bacia de Santos ocorrem as cinco espécies de tartarugas marinhas presentes no Brasil: tartaruga-cabeçuda, tartaruga-verde, tartaruga-de-pente, tartaruga-oliva e tartaruga-de-couro.

Já em relação às áreas de desova para a espécie tartaruga-de-pente, estas estão distribuídas desde o Espírito Santo até o Ceará, sendo o Espírito Santo um dos estados com menor concentração de desova e com poucos e raros registros de ocorrência da espécie. Já a zona nerítica do município de Ubatuba é considerada área de desova da tartaruga-verde.

Para a espécie tartaruga-de-couro, a única área conhecida de desovas regulares no Brasil localiza-se no litoral norte do Espírito Santo. Há, porém, registros de desovas ocasionais em diversos estados, entre eles, no litoral do Rio de Janeiro (BARATA e FABIANO, 2002).

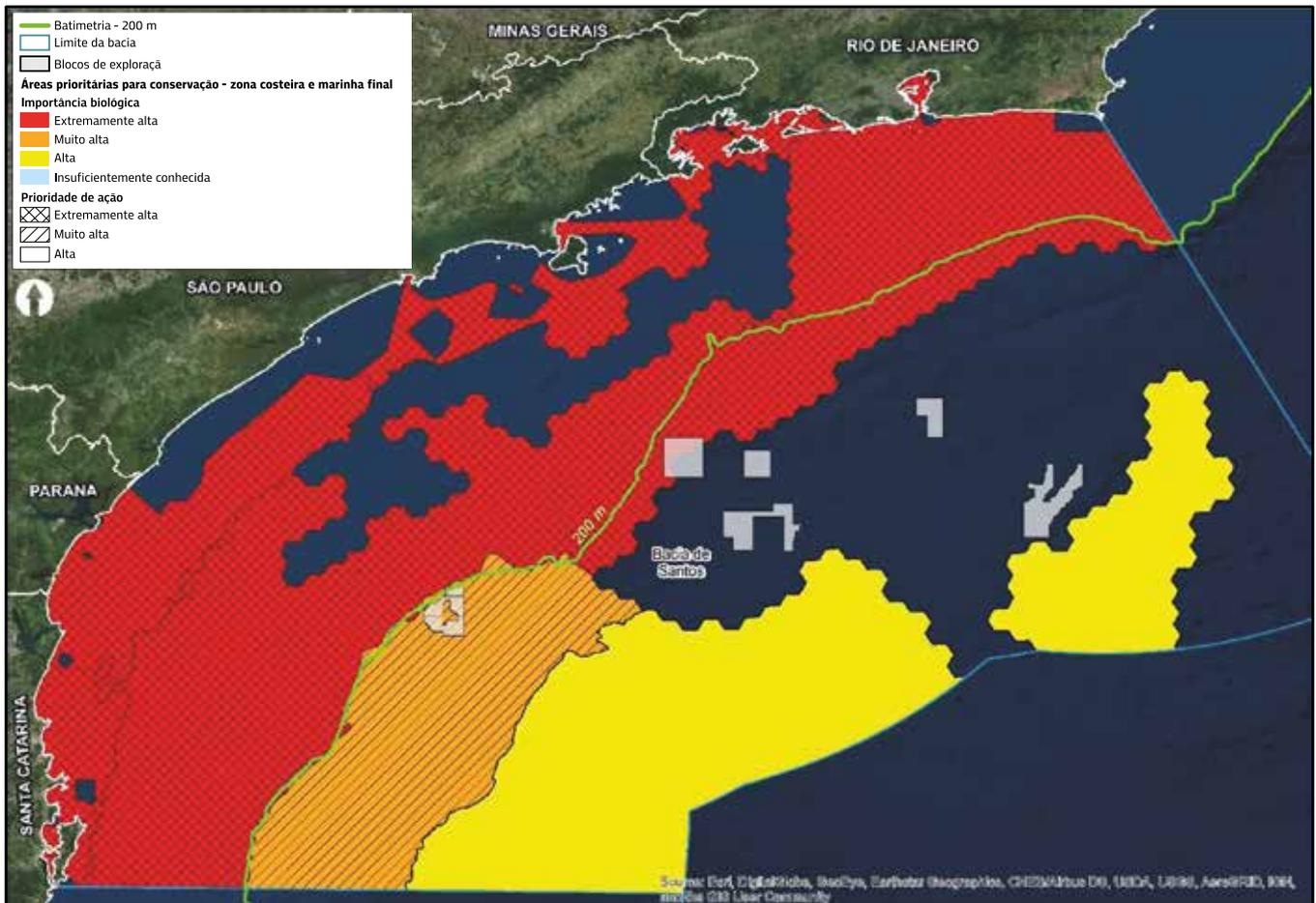
Com relação à comunidade bentônica, destaca-se a Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (ReviZEE) escora Sul/Bentos, um dos componentes do programa, apresentado no trabalho de Amaral e Rossi-Wongtschowski (2004), que teve como propósito, entre outros, estudar a costa Sudeste-Sul (do Cabo de São Tomé, RJ, ao Chuí, RS) do país, trazendo informações sobre a composição, distribuição, abundância e biomassa da macrofauna bentônica da região.

A fauna bentônica da Bacia de Santos é representada principalmente pelos grupos Porifera, Cnidaria, Sipuncula, Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda, Polychaeta, Crustacea, Ophiuroidea, Bryozoa e Brachiopoda.

Apesar do volume de informações geradas pelo programa ReviZEE, permanece incipiente o conhecimento da riqueza de espécies da fauna bentônica em águas ultraprofundas na região da Bacia de Santos.

Foram identificadas ainda 17 áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira. A localização dessas áreas é apresentada na figura 7.

Figura 7 – Áreas prioritárias na Bacia de Santos

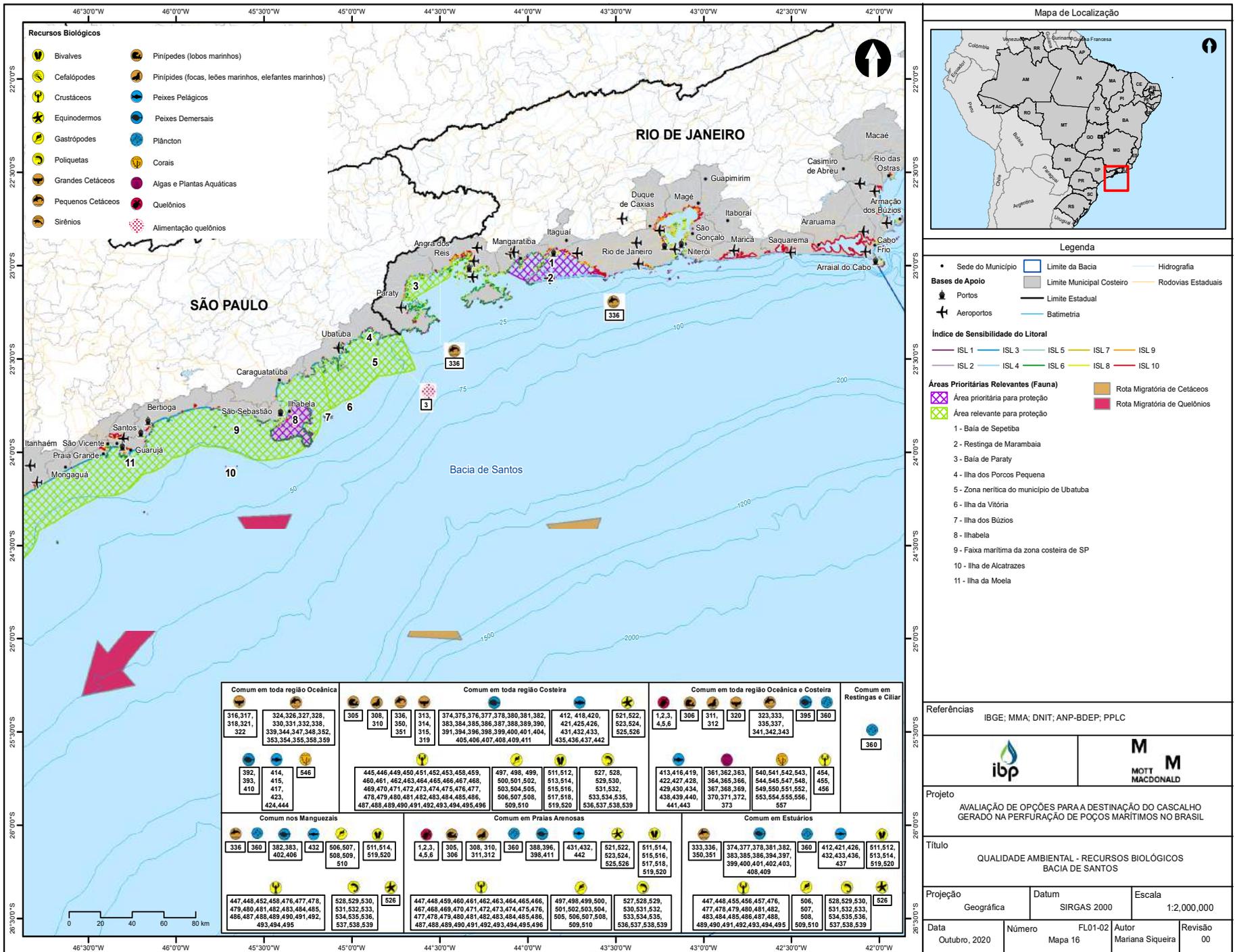


Fonte: MMA, 2018 (segunda atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade).

As informações da figura podem ser observadas no mapa 16.

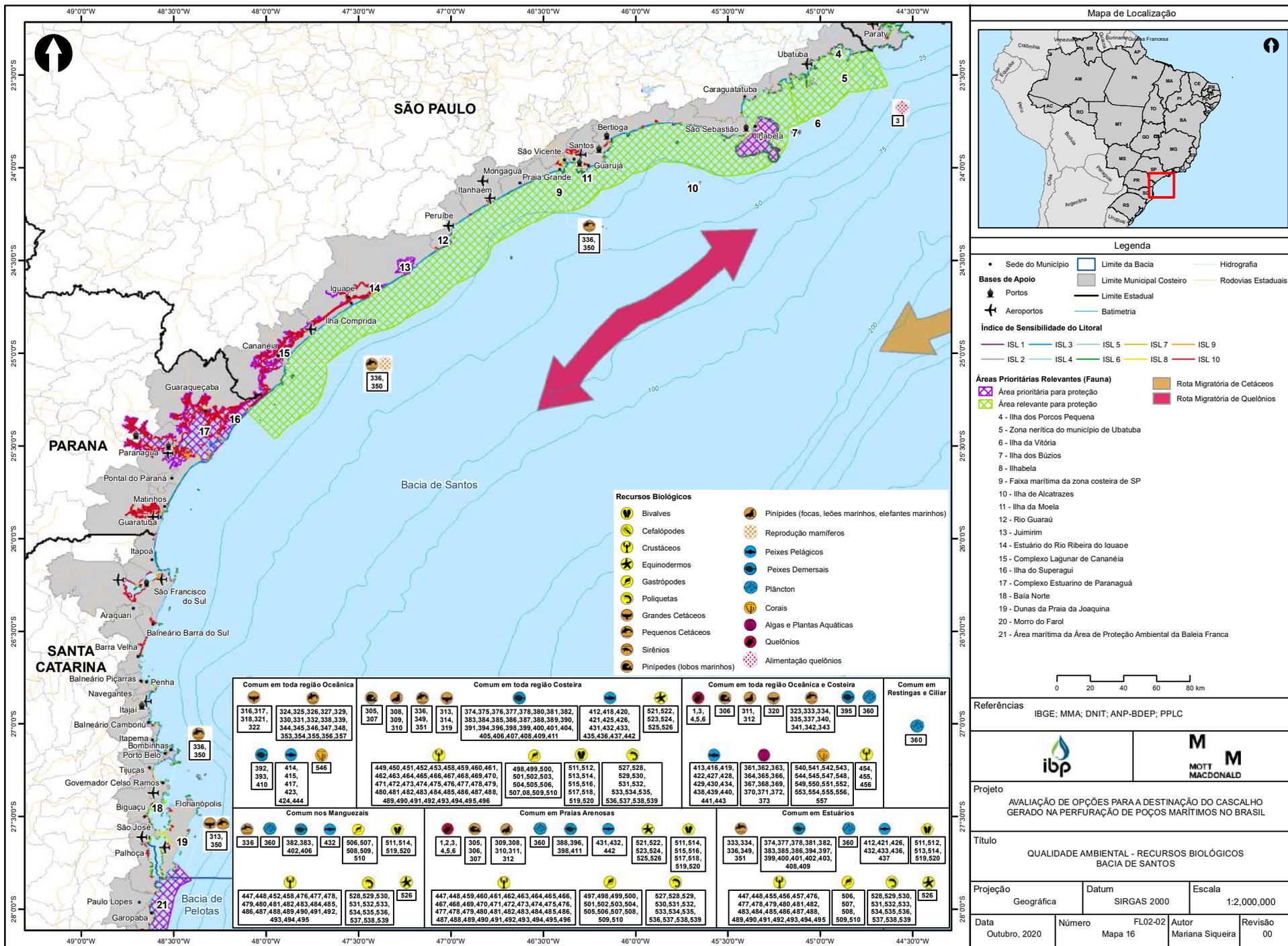
A Bacia de Santos apresenta ainda 122 unidades de conservação mostradas no mapa 17.

# Mapa 16/1 – Qualidade ambiental – recursos biológicos da Baía de Santos



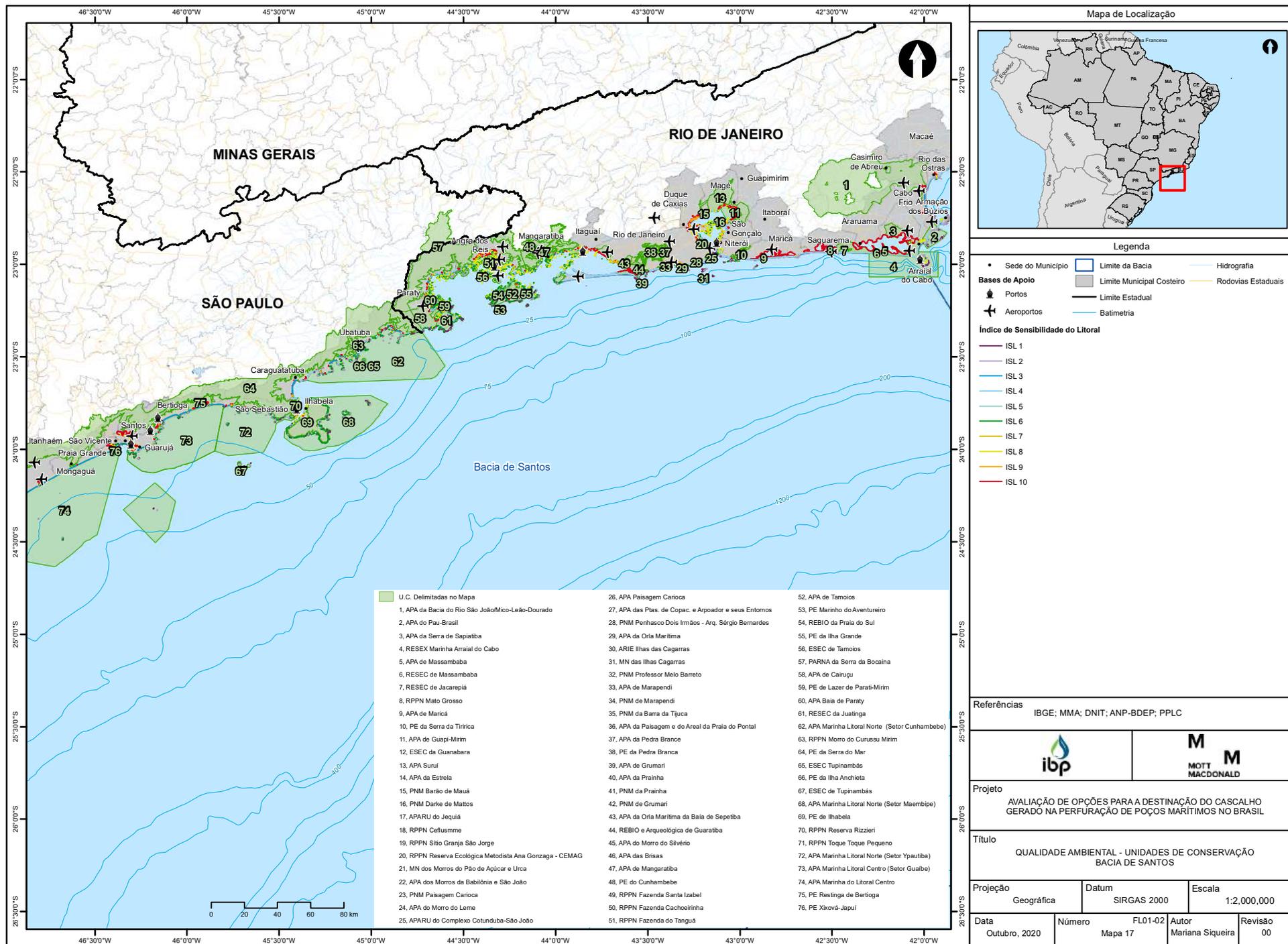
Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

# Mapa 16/2 – Qualidade ambiental - recursos biológicos da Baía de Santos



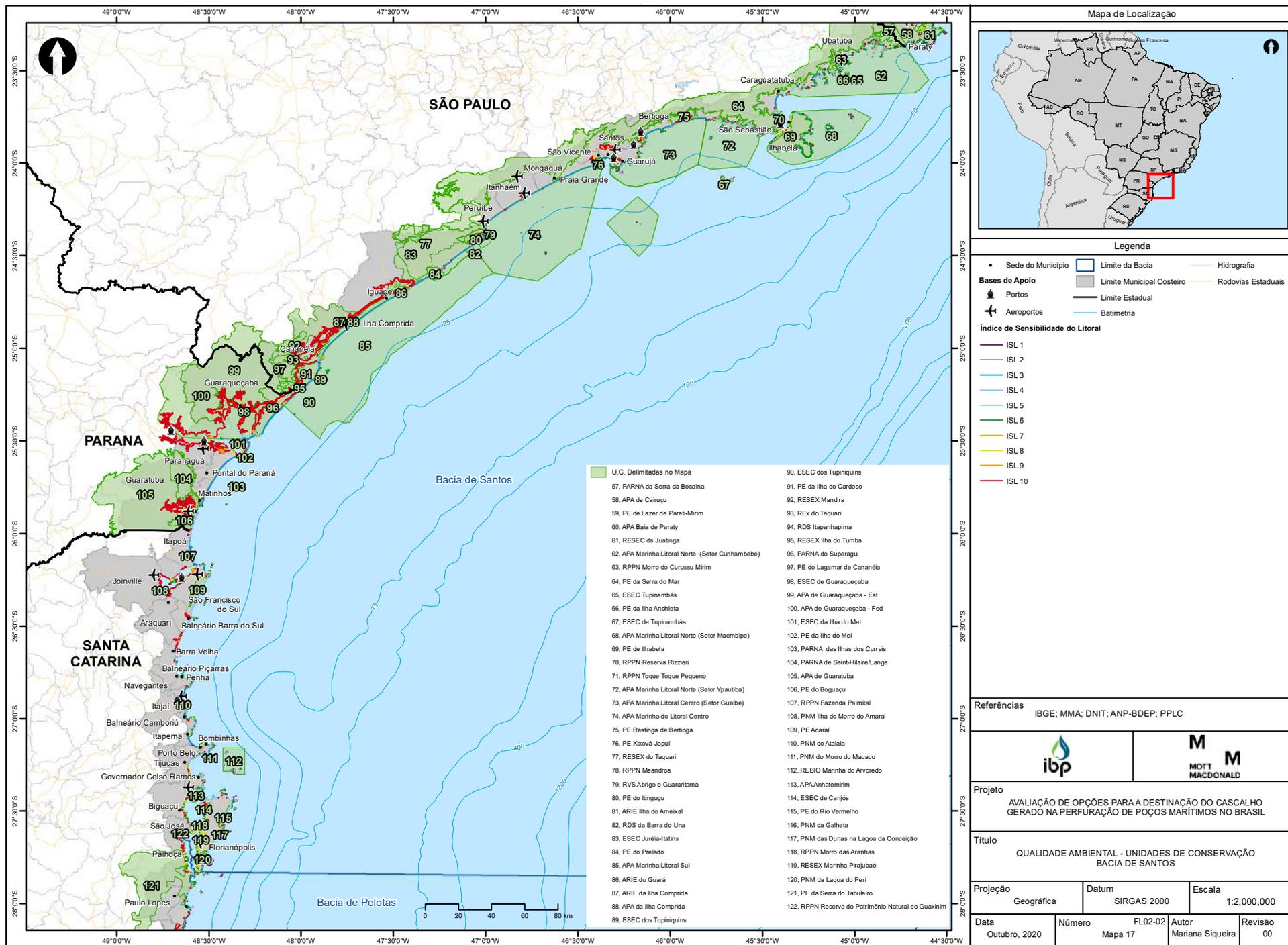
Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

# Mapa 17/1 – Qualidade ambiental - unidades de conservação - Bacia de Santos



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

# Mapa 17/2 – Qualidade ambiental - unidades de conservação - Baía de Santos



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

Com relação aos recursos socioeconômicos, destaca-se que as atividades pesqueiras artesanais e industriais estão presentes na Bacia de Santos. A pesca artesanal é ocorrente desde o litoral de Arraial do Cabo (RJ) até o de Guaratuba (PR), a ocorrência se dá em águas com até 30m de profundidade, sendo mais intensa nas baías da Guanabara e de Sepetiba, no estado do Rio de Janeiro e na baía de Paranaguá, no estado do Paraná.

A pesca industrial também está presente em águas rasas, com profundidade de até 50m. Ocorre no litoral paulista, desde Ubatuba (SP) até Cananéia (SP), com maior frequência nas proximidades de Ilhabela (SP), São Sebastião (SP) e Bertiooga (SP).

A aquicultura ocorre nas proximidades da Ilha Grande, entre os municípios de Angra dos Reis (RJ) e Paraty (RJ); na baía de Paranaguá, entre os municípios de Guaraqueçaba (PR), Paranaguá (PR) e Pontal do Paraná (PR); no município de Guaratuba (PR); na baía de Babitonga, entre os municípios de Itapoá (SC), Garuva (SC) e São Francisco do Sul (SC); além do litoral sul da bacia desde o município de Penha (SC) até as baías Norte e Sul em Florianópolis (SC).

As infraestruturas de apoio estão presentes em quase todos os municípios que pertencem à Bacia de Santos, seja pela presença de aeroportos e/ou portos. Ressalta-se a importância dos portos, usados com maior frequência como bases de apoio, nos municípios de Niterói (RJ), Rio de Janeiro (RJ), Itaguaí (RJ), Santos (SP), Paranaguá (PR), São Francisco do Sul (SC), Itajaí (SC) e Florianópolis (SC).

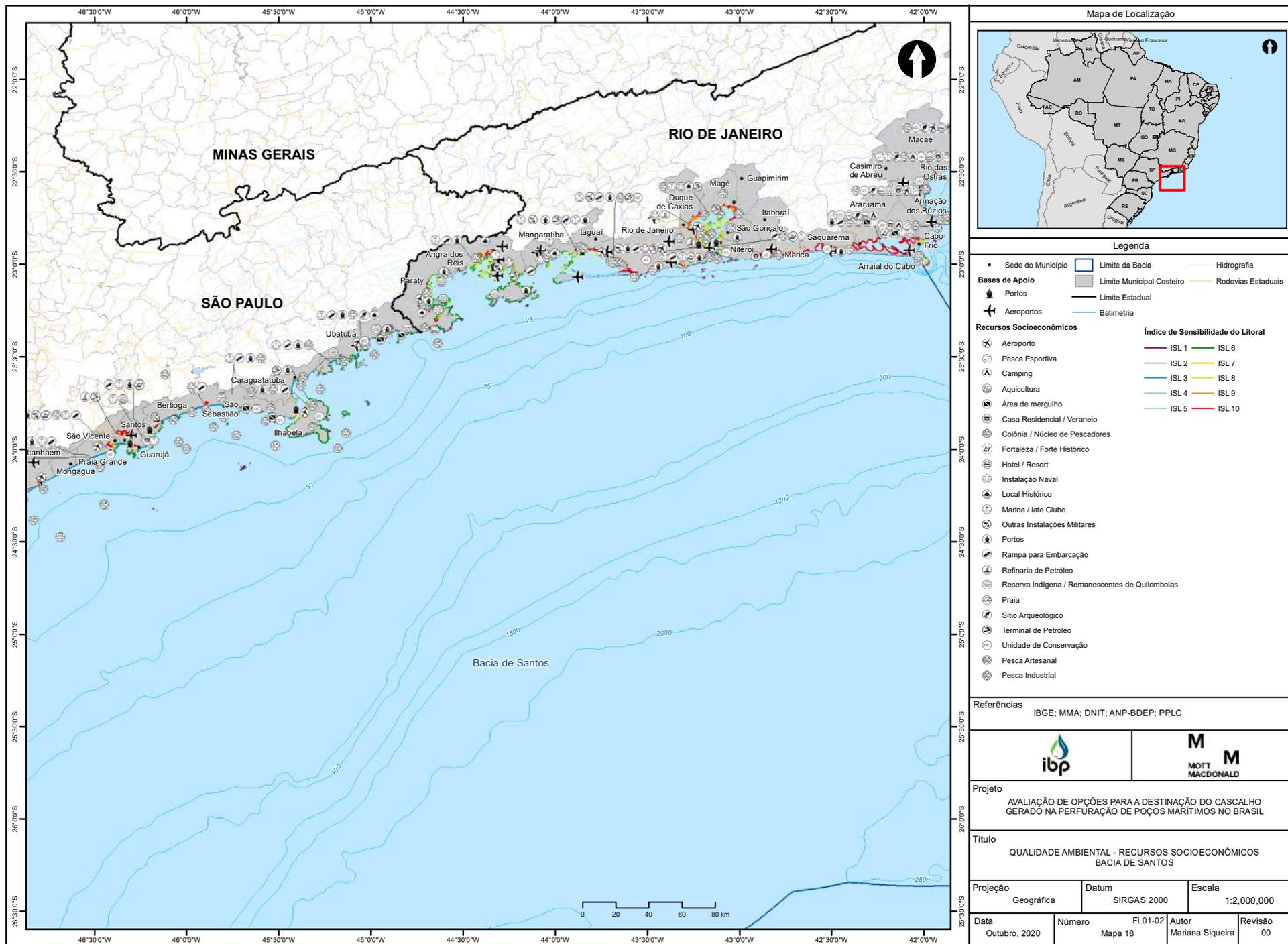
Os aeroportos que servem, com maior frequência, como base de apoio estão presentes nos municípios de Rio de Janeiro (RJ), Angra dos Reis (RJ), Santos (SP), Paranaguá (PR), Itajaí (SC) e Florianópolis (SC).

Com relação às reservas indígenas e/ou remanescentes quilombolas, estes estão presentes nos municípios de Paraty (RJ), Ubatuba (SP), São Sebastião (SP), Guaraqueçaba (PR), Paranaguá (PR) e Palhoça (SC).

As infraestruturas de lazer estão representadas pelas áreas de mergulho, ocorrentes no litoral de Ubatuba (SP), São Sebastião (SP) e Angra dos Reis (RJ).

As informações sobre recursos socioeconômicos na Bacia de Santos podem ser observadas também no mapa 18.

# Mapa 18/1 – Qualidade ambiental - recursos socioeconômicos - Baía de Santos



**Legenda**

- Sede do Município
- ▭ Limite da Bacia
- Hidrografia
- ▭ Bases de Apoio
- ▭ Limite Municipal Costeiro
- Rodovias Estaduais
- ✈ Portos
- Limite Estadual
- ✈ Aeroportos
- Batimetria

**Recursos Socioeconômicos**

- ✈ Aeroporto
- ⚓ Pesca Esportiva
- ⛺ Camping
- 🐟 Aquicultura
- 🏊 Área de mergulho
- 🏠 Casa Residencial / Veraneio
- 🏡 Colônia / Núcleo de Pescadores
- 🏰 Fortaleza / Forte Histórico
- 🏨 Hotel / Resort
- 🚢 Instalação Naval
- 🏰 Local Histórico
- 🏊 Marina / Iate Clube
- 🏢 Outras Instalações Militares
- ⚓ Portos
- 🚢 Rampa para Embarcação
- 🛢 Refinaria de Petróleo
- 🌿 Reserva Indígena / Remanescentes de Quilombolas
- 🏖 Praia
- 🏛 Sítio Arqueológico
- 🛢 Terminal de Petróleo
- 🌿 Unidade de Conservação
- 🐟 Pesca Artesanal
- 🐟 Pesca Industrial

**Índice de Sensibilidade do Litoral**

- ISL 1
- ISL 2
- ISL 3
- ISL 4
- ISL 5
- ISL 6
- ISL 7
- ISL 8
- ISL 9
- ISL 10

**Referências** IBGE; MMA; DNIT; ANP-BDEP; PPLC



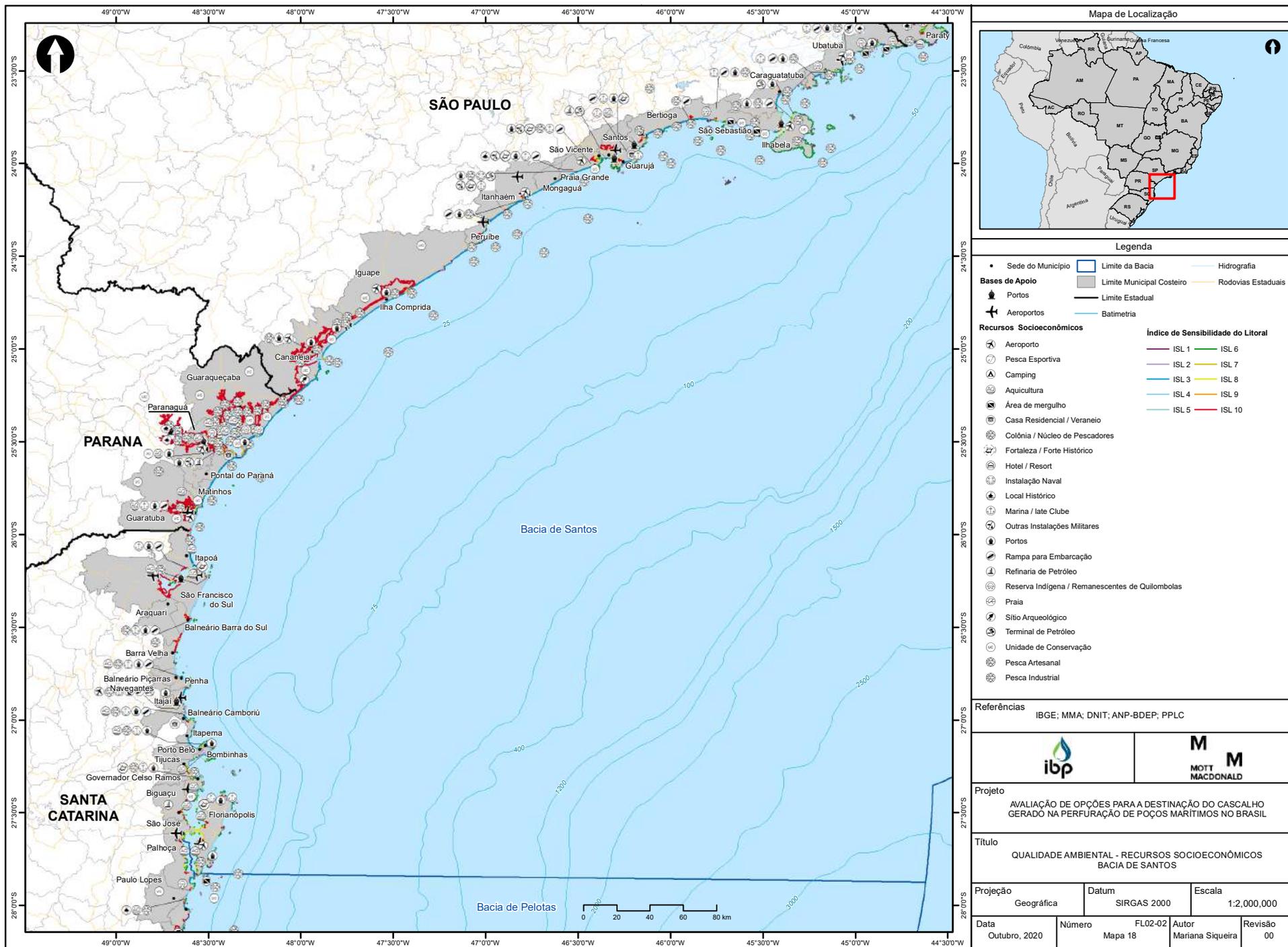
**Projeto**  
 AVALIAÇÃO DE OPÇÕES PARA A DESTINAÇÃO DO CASCALHO GERADO NA PERFURAÇÃO DE POÇOS MARÍTIMOS NO BRASIL

**Título**  
 QUALIDADE AMBIENTAL - RECURSOS SOCIOECONÔMICOS  
 BACIA DE SANTOS

|                               |                             |                                 |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| <b>Projeção</b><br>Geográfica | <b>Datum</b><br>SIRGAS 2000 | <b>Escala</b><br>1:2,000,000    |
| <b>Data</b><br>Outubro, 2020  | <b>Número</b><br>Mapa 18    | <b>Autor</b><br>Mañana Siqueira |
|                               | <b>FL01-02</b>              | <b>Revisão</b><br>00            |

Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

# Mapa 18/2 – Qualidade ambiental - recursos socioeconômicos - Baía de Santos



Fonte: Mott MacDonalds, 2019.

De acordo com a sumarização de informações por bacia sedimentar, de maneira geral no cenário atual (descarte de fluidos e cascalho no mar), os fatores classificados como sensíveis às atividades de perfuração marítima são: água, comunidade planctônica, sedimentos, comunidades de fundo, bancos biogênicos, recursos pesqueiros, grandes e pequenos cetáceos, sirênios e quelônios, além de áreas prioritárias, ecossistemas costeiros e atividades socioeconômicas (pesca industrial, pesca artesanal, transporte marítimo, infraestrutura portuária, infraestrutura terrestre, infraestrutura para destinação de resíduos sólidos).

Já no cenário de descarte zero, embora seja evidenciada a redução da pressão sobre o ambiente marinho, a destinação de resíduos em terra (fluidos e cascalho) acarretará a transferência de potencial responsabilidades futuras (*liability*) para infraestrutura terrestre. Os principais fatores sensíveis a esta mudança no cenário operacional são: infraestruturas portuárias e rodoviárias (disponibilidade de cais, espaço para armazenamento de resíduos, fundeio das embarcações de apoio, desgaste de vias e aumento de tráfego rodoviário), tráfego marítimo (aumento do número de viagens marítimas), ar (aumento da emissão de gases do efeito estufa e de material particulado) e solo, águas superficiais e subterrâneas (possibilidade de contaminação).

Assim sendo, na etapa de avaliação de impactos desses dois cenários serão feitas análises diferenciadas regionalmente para os seguintes aspectos: 1. presença de recursos ambientalmente sensíveis; 2. disponibilidade de infraestrutura terrestre para destinação dos resíduos (espaço para armazenamento e desenvolvimento de técnicas); 3. locação do empreendimento (águas rasas ou profundas); 4. potencial de desenvolvimento da atividade marítima (grande número de empreendimentos pode ocasionar saturação e potencialização de impactos) e 5. áreas de desenvolvimento de atividades de pesca artesanal e industrial.

## 2 ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Para análise de impactos ambientais (AIA) deste estudo foram elaboradas matrizes de Leopold et al. (1971) modificadas. Esse método consiste em trabalhar os conceitos de interação entre os aspectos de uma atividade/processo e fatores ambientais, avaliando assim os impactos ambientais e analisando questões referentes à significância, frequência, importância e criticidade de cada interação.

As matrizes contêm em sua estrutura as ações humanas relacionadas às atividades de perfuração considerando o descarte zero e o cenário atual de descarte de fluidos e cascalho, bem como os âmbitos físicos, biológicos e socioculturais potencial ou efetivamente afetados por essas atividades. As vantagens dessa ferramenta são a fácil compreensão dos resultados, a abordagem de fatores biofísicos e sociais, o caráter multidisciplinar, o baixo custo e a simplicidade na elaboração (FOGLIATTI et al., 2004).

### 2.1 Procedimentos metodológicos

AIA levou em consideração as diretrizes e orientações metodológicas atualmente aplicáveis aos projetos marinhos do setor de óleo e gás no Brasil, consolidadas na Nota Técnica NT nº 10/2012 - Identificação e avaliação de impactos ambientais, emitida pelo CGPEG/Dilic/Ibama.

É importante frisar que cada método apresenta vantagens e limitações. Assim, não existe nenhum método "universal" que possa ser aplicado a todos os tipos de projetos, em todos os tipos de ambiente e para todas as atividades inerentes ao processo de AIA. Em vista disso, a perspectiva considerada mais apropriada consiste em utilizar os métodos apenas como ferramentas que podem ser selecionadas e modificadas para auxiliar no processo da AIA.

A seguir serão descritas as etapas consideradas para avaliação dos impactos.

#### Etapa 1 – Identificação dos impactos

A identificação dos impactos foi desenvolvida por, principalmente, a utilização de estudos de caso, listagens de controle, opiniões de especialistas, revisões de literatura e matrizes de interação. As principais ferramentas metodológicas utilizadas nessa etapa da AIA foram as listas de verificação, constituídas a partir de atividades análogas. Nesse caso, para seleção dos impactos mais relevantes ao cenário de descarte no mar, foi efetuada uma análise conjunta dos estudos ambientais selecionados para a análise da qualidade ambiental apresentados no quadro 39 do capítulo 7.

A partir deste conjunto de métodos foi constituída uma lista preliminar de impactos, analisada em conjunto por profissionais especializados.

Ressalta-se que, entre os cenários analisados, foram contemplados neste estudo apenas: (i) impactos novos ou aqueles em que foram observadas alterações; (ii) na magnitude ou (iii) importância (cujos critérios serão descritos mais adiante).

Os impactos não enquadrados nesses dois últimos critérios, não serão considerados na análise por se tratar de impactos comuns, ou seja, idênticos em magnitude e importância para os dois cenários operacionais.

## Etapa 2 – Avaliação dos impactos ambientais

Nessa etapa, as técnicas utilizadas foram: opinião de especialistas, revisões de literatura, estudos de caso e matrizes de interação. Para avaliação dos impactos foram considerados os critérios e atributos apresentados na NT CGPEG/Dilic/Ibama nº 10/2012. A homogeneização dos critérios para os diversos temas estudados foi obtida com dinâmicas interdisciplinares, buscando-se um entendimento conceitual deles, de modo que sua aplicação para impactos de natureza diversa fosse coerente. As definições adotadas para os atributos são descritas a seguir.

### a) Classe

- » Efetivo – quando o impacto está associado a condições normais de operação, inclusive aqueles cuja frequência de ocorrência é indeterminada.
- » Potencial - quando se trata de um impacto associado a condições anormais do empreendimento, ou seja, impactos passíveis de ocorrer em decorrência de incidentes, acidentes e situações de contingência operacional, independente de sua probabilidade de ocorrência. No caso deste estudo os impactos potenciais identificados e avaliados foram aqueles oriundos de um potencial acidente de derramamento de fluido ou cascalho no mar e, para o cenário de descarte zero, envolve o vazamento na estrada de fluido de perfuração ou cascalho durante o transporte até a central de tratamento ou destinação final ocasionado por um acidente envolvendo a carreta tanque ou caminhão basculante.

### b) Natureza

- » Negativa - quando representa deterioração da qualidade do fator ambiental afetado.
- » Positiva - quando representa melhoria da qualidade do fator ambiental afetado.

### c) Forma de incidência

- » Direta - quando os efeitos do aspecto gerador sobre o fator ambiental em questão decorrem de uma relação direta de causa e efeito.
- » Indireta - quando seus efeitos sobre o fator ambiental em questão decorrem de reações sucessivas, não diretamente vinculadas ao aspecto ambiental gerador de impacto.

### d) Tempo de incidência

- » Imediato - quando os efeitos do fator ambiental em questão se manifestam durante a sua ocorrência.
- » Posterior - quando os efeitos no fator ambiental em questão se manifestam após decorrido um intervalo de tempo da sua cessação.

### e) Abrangência espacial

- » Local – quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão estão restritos a um raio de 5km; para o meio socioeconômico a abrangência espacial é local quando o impacto é restrito a um município.
- » Regional - quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão ultrapassam um raio de 5km; para o meio socioeconômico a abrangência espacial é regional quando o impacto afeta mais de um município.

- » Suprarregional - quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão ultrapassam um raio de 5km e apresentam caráter nacional, continental ou global; para o meio socioeconômico a abrangência espacial é suprarregional quando o impacto afeta mais de um município e tem caráter nacional, continental ou global.

#### **f) Duração**

- » Imediata - quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão têm duração de até 5 anos.
- » Curta - quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão têm duração de 5 a 15 anos.
- » Média - quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão têm duração de 15 a 30 anos.
- » Longa - quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão têm duração superior a 30 anos.

#### **g) Permanência**

O atributo permanência é diretamente relacionado ao atributo duração. O impacto de imediata, curta ou média duração é avaliado como temporário, e o de longa duração é considerado como permanente.

#### **h) Reversibilidade**

- » Reversível – quando existe a possibilidade de o fator ambiental afetado retornar às condições semelhantes às que apresentava antes da incidência do impacto.
- » Irreversível – quando a possibilidade de o fator ambiental afetado retornar às condições semelhantes às que apresentava antes da incidência do impacto não existe ou é desprezível.

#### **i) Cumulatividade**

Os impactos ambientais foram avaliados, quanto ao seu potencial de cumulatividade, conforme apresentado a seguir.

- » Não cumulativo – não acumula no tempo ou no espaço; não induz ou potencializa nenhum outro impacto; não é induzido ou potencializado por nenhum outro impacto; não apresenta interação de qualquer natureza com outro(s) impacto(s); e não representa incremento em ações passadas, presentes e razoavelmente previsíveis no futuro (EUROPEAN COMMISSION, 2001).
- » Cumulativo – nos casos em que o impacto incide sobre um fator ambiental que seja afetado por outro(s) impacto(s) de forma que haja relevante cumulatividade espacial e/ou temporal nos efeitos sobre o fator ambiental em questão.
- » Indutor – nos casos em que a ocorrência do impacto induz a ocorrência de outro(s) impacto(s).
- » Induzido – nos casos em que a ocorrência do impacto é induzida por outro impacto.
- » Sinérgico – nos casos em que há potencialização nos efeitos de um ou mais impactos em decorrência da interação espacial e/ou temporal entre estes.

#### **j) Frequência (utilizado apenas para impactos efetivos).**

- » Pontual – quando ocorre uma única vez durante a etapa em questão (planejamento, instalação, operação ou desativação).
- » Contínuo – quando ocorre de maneira contínua durante a etapa em questão (ou durante a maior parte desta).

- » Cíclico – quando ocorre com intervalos regulares (ou seja, com um período constante) durante a etapa em questão.
- » Intermitente – quando ocorre com intervalos irregulares ou imprevisíveis durante a etapa em questão.

#### **k) Magnitude**

A avaliação da magnitude tem como principal objetivo mensurar (qualitativa ou quantitativamente, se possível) o grau de alteração gerado por uma ação impactante em um dado fator ou componente ambiental. Em outras palavras, a magnitude de um impacto é a severidade, o grau de alteração provocada pelo aspecto ambiental sobre o fator ambiental impactado.

Sua análise, em geral, é feita qualitativamente, uma vez que raramente se obtém uma resposta em termos quantitativos de impacto positivo ou negativo sobre um dado fator ambiental. Neste estudo, a magnitude foi classificada qualitativamente como: baixa, média ou alta. A descrição do impacto busca reduzir, sempre que possível, o grau de subjetividade dessa avaliação.

#### **l) Sensibilidade**

As características do fator ou componente ambiental afetado (ambiente receptor) correspondem a sua sensibilidade, avaliada por critérios específicos, considerando sua função e relevância nos processos ambientais dos quais é parte, conforme indicado na descrição de cada impacto.

Critérios específicos para os meios físico, biótico e socioeconômico foram utilizados para a avaliação da sensibilidade dos fatores ambientais, conforme orientações metodológicas apresentadas na Nota Técnica CGPEG/Dilic/Ibama nº 10/2012.

A gradação de sensibilidade considera, entre outros aspectos, a importância biológica dos fatores e componentes ambientais, é avaliada considerando tanto as informações levantadas no diagnóstico ambiental dos estudos ambientais analisados quanto na literatura de referência do Ministério do Meio Ambiente – MMA (MMA, 2002a, 2002b, 2002c, 2004, 2007a).

Nesse contexto, a classificação da sensibilidade foi subdividida em baixa, média e alta, como descrito a seguir.

- » Baixa sensibilidade – regiões caracterizadas por: (i) ecossistemas de baixa relevância ambiental, sem áreas de reprodução e alimentação; e/ou (ii) de pouco uso pelo homem; e/ou (iii) zona costeira composta por costões rochosos, estruturas artificiais e/ou plataformas rochosas expostas.
- » Média sensibilidade – regiões caracterizadas por: (i) ecossistemas de moderada relevância ambiental, sem áreas de reprodução e alimentação; e/ou (ii) moderados usos humanos; e/ou (iii) zona costeira composta por praias e planícies de maré expostas.
- » Alta sensibilidade – regiões caracterizadas por: (i) ecossistemas de grande relevância ambiental; e/ou (ii) intensa atividade socioeconômica (desenvolvimento urbano, facilidades recreacionais, atividades extrativistas, patrimônio cultural/arqueológico, áreas de manejo); e/ou (iii) presença de áreas de reprodução e alimentação; e/ou (iv) zona costeira composta por manguezais, lagoas e costões rochosos e planícies de maré protegidos.

#### **m) Importância**

Segundo a Nota Técnica nº 10/2012 – CGPEG/Dilic/Ibama, a importância indicará a relevância do impacto, o que pode ser entendido como interpretar a relação entre a alteração do fator

ambiental, a relevância desse fator ambiental nos níveis de ecossistemas e socioeconômico. Dessa forma, a importância será interpretada por meio da conjugação entre a magnitude do impacto e sensibilidade do fator ambiental afetado, como mostra o quadro 3.

**Quadro 3 – Avaliação de importância do impacto ambiental**

| Sensibilidade ambiental | Magnitude |        |        |
|-------------------------|-----------|--------|--------|
|                         | Baixa     | Média  | Alta   |
| Baixa                   | Pequena   | Média  | Média  |
| Média                   | Média     | Média  | Grande |
| Alta                    | Média     | Grande | Grande |

Fonte: Ibama, 2012 (Nota Técnica nº 10/2012 - CGPEG/Dilic/Ibama - Identificação e avaliação de impactos ambientais).

Nesse sentido, a fim de analisar os impactos ambientais relativos ao descarte de fluidos e cascalho de perfuração marítima, foram elaboradas seis matrizes de impacto ambiental, onde foram comparados dois cenários operacionais: 1. o de descarte no mar (atual), seguindo as orientações contidas no processo de monitoramento de fluidos e cascalho, e 2. o de descarte zero, quando o quantitativo de resíduos gerados na fase com retorno à plataforma será direcionado para tratamento ou disposição em terra.

Para o cenário de descarte zero, foram considerados impactos que ocorrem no trecho marítimo relativos ao transporte de resíduos da locação do poço até a base de apoio marítimo e aqueles que abrangem o trecho terrestre, incidentes sobre os municípios recebedores dos resíduos, decorrente da destinação de fluidos e cascalho tendo em vista diferentes volumes de resíduos e a sua classificação como perigoso e não perigoso.

Já na análise do cenário de descarte no mar, foi considerada a adoção das melhores tecnologias no país e no mundo para uso de fluidos e tratamento de cascalho prévio ao descarte no mar.

Esta seção apresentará, separadamente, os impactos efetivos (aqueles que ocorrem com a execução normal da atividade) sobre os meios físico e biótico (meio natural) e os impactos sobre o meio socioeconômico, seguidos dos impactos potenciais (aqueles decorrentes de acidentes) para estes mesmos meios.

Para análise dos impactos potenciais foram consideradas as seguintes situações acidentais em cada um dos cenários:

1. Cenário 1 – descarte no mar: derramamento de volume médio de fluido de perfuração com cascalho na linha de transferência do poço até o desgaseificador devido à ruptura de linhas, tanques, bombas, válvulas, acessórios e equipamentos, por impacto mecânico (ex.: queda de material, carga) ou por erro de operação.
2. Cenário 2 – descarte zero: vazamento de fluido de perfuração ou cascalho na estrada durante o transporte até a unidade de tratamento ou destinação final devido a acidente envolvendo a carreta carga seca ou caminhão basculante estanque causado por problemas mecânicos, pneu furado, colisão com outro veículo, falha humana ou má conservação das vias.

A seleção da situação acidental do cenário de descarte no mar tomou como base os resultados do capítulo 5 (quadro 27, hipótese 5), sendo identificada na matriz de hipóteses acidentais de derramamento de fluido e cascalho o vazamento médio como a situação mais conservativa de vazamento de cascalho

com fluido aderido na unidade de perfuração e que pode alcançar o mar. Esse cenário considera que o vazamento pode ocorrer no trecho entre o poço até o desgaseificador, ou seja, antes dos tratamentos primário e secundário. Neste trecho, o vazamento pode ser considerado o mais crítico para o meio ambiente, pois apresenta a maior concentração de fluido aderido (FPBNA) em sua composição.

Já no cenário de descarte zero, foi selecionado o cenário de vazamento em um acidente durante o transporte rodoviário de fluido de perfuração ou cascalho entre o porto e a instalação já que o tempo de resposta a uma emergência em uma rodovia será maior se comparado ao tempo de resposta para um acidente em uma instalação fixa de recebimento e estocagem de resíduos.

De acordo com o Instituto Estadual do Ambiente (Inea, 2018), a etapa de transporte pode ser considerada como mais crítica, pois apresenta os maiores riscos para a sociedade e, por conseguinte, para o meio ambiente. O transporte rodoviário afeta locais públicos de livre acesso, como rodovias e vias urbanas e isso já é um fator complicador, pois, geralmente, os acidentes durante o transporte ocorrem longe da base transportadora e, por conseguinte, de toda a infraestrutura necessária para minimizar os impactos gerados. Somam-se a esse fato outras condições que também definem a gravidade dos acidentes tais como: características físicas e químicas do material transportado, condições climáticas locais no momento do acidente (chuva e vento), proximidade de populações, cursos hídricos (rios e lagos) ou áreas de proteção ambiental.

As instalações fixas de recebimento e estocagem de resíduos possuem salvaguardas e sistemas preventivos para vazamentos acidentais tais como: bacias de contenção com capacidade volumétrica redundante, compactação do solo, uso de mantas de impermeabilização para prevenir a contaminação do solo etc., enquanto, no caso de um acidente rodoviário, o local do acidente não terá tais proteções e, além disso, será necessário o deslocamento de recursos humanos e materiais para o combate à emergência até o local de ocorrência do mesmo. A demora na disponibilização dos recursos poderá levar a um maior impacto sobre o meio ambiente.

No quadro 4, são apresentadas as ações impactantes e o comportamento esperado para cada impacto em função dos dois cenários avaliados.

**Quadro 4 – Ações impactantes e comportamento esperado para cada impacto em função do cenário avaliado**

| Meio           | Ação impactante   | Impacto   | Cenário 1 - Descarte no mar | Cenário 2 - Descarte zero  |
|----------------|---|---|-----------------------------|--|
| Natural        | Trânsito de embarcações   | 1 - Interferência com mamíferos e quelônios devido à geração de ruídos  | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                |   | 2 - Riscos de abalroamento de mamíferos marinhos e quelônios devido ao trânsito das embarcações                         | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                | Descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares   | 3 - Interferência na ictiofauna devido ao descarte de efluentes e resíduos alimentares                                  | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                |   | 4 - Interferência na comunidade planctônica devido ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares           | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                |   | 5 - Alteração da qualidade da água devido ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares                    | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                | Descarte de cascalho e fluido de perfuração   | 6 - Alteração da qualidade da água devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração                                | Impacto existente           | N/A  |
|                |   | 7 - Variação da qualidade dos sedimentos marinhos devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração                 | Impacto existente           | N/A  |
|                |   | 8 - Interferência nas comunidades bentônicas devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração                      | Impacto existente           | N/A  |
|                | Geração de emissões atmosféricas  | 9 - Alteração da qualidade do ar devido a emissões atmosféricas (trecho marítimo e terrestre)                           | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                | Tratamento e disposição do fluido e cascalho de perfuração  | 10 - Alteração da qualidade das águas superficiais devido ao tratamento e destinação de resíduos em terra               | N/A                         | Impacto adicional  |
|                |   | 11 - Alteração da qualidade do solo devido a destinação de resíduos em terra  | N/A                         | Impacto adicional  |
|                |   | 12 - Alteração da qualidade da água subterrânea devido a destinação de resíduos em terra                                | N/A                         | Impacto adicional  |
| Socioeconômico | Trânsito de embarcações   | 13 - Interferências nas atividades pesqueiras artesanais devido ao trânsito de embarcações                              | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                |   | 14 - Interferências nas atividades pesqueiras industriais devido ao trânsito de embarcações                             | Impacto existente           | Impacto permanece, com baixo potencial para aumento de magnitude e importância |
|                | Demanda por serviço de apoio marítimo e transporte de materiais, equipamentos, insumos e resíduos           | 15 - Pressão sobre o tráfego marítimo devido à demanda por transporte de materiais, equipamentos, insumos e resíduos    | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                | Demanda de mão de obra  | 16 - Geração e manutenção de empregos diretos e indiretos devido à demanda de bens e serviços                           | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                | Geração de resíduos sólidos   | 17 - Aumento da demanda por infraestrutura de disposição final e resíduos sólidos e efluentes                           | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                | Demanda de serviços de apoio marítimo e portuários  | 18 - Pressão sobre a infraestrutura portuária devido à demanda por serviços portuários                                  | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                | Demanda por serviço de transporte de insumos, materiais, equipamentos e resíduos                            | 19 - Incremento da economia local, estadual e nacional devido à demanda por materiais, equipamentos, insumos e serviços | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                | Contratação de empresas especializadas  | 20 - Aumento de arrecadação tributária  | Impacto existente           | Impacto permanece, com potencial para aumentar a magnitude e importância       |
|                | Demanda por serviço de transporte de insumos, materiais, equipamentos e resíduos                            | 21 - Aumento da pressão sobre o tráfego terrestre e infraestrutura rodoviária   | N/A                         | Impacto adicional  |
|                | Aplicação de técnicas de remoção de fluido aderido ao cascalho e reaproveitamento do cascalho de perfuração | 22 - Reaproveitamento de produtos e resíduos (fluido e cascalho)  | N/A                         | Impacto adicional  |
|                | Trânsito de caminhões, funcionamento de maquinário e possíveis obras de ampliação                           | 23 - Interferência no cotidiano da população devido às atividades de transporte e destinação final de resíduos          | N/A                         | Impacto adicional  |
|                | Desenvolvimento técnico e científico e de oportunidades de melhoria para a indústria de óleo e gás          | 24 - Desenvolvimento técnico e científico e de oportunidades de melhoria para a indústria de óleo e gás                 | N/A                         | Impacto adicional  |

Legenda: N/A - não aplicável.

Fonte: Mott MacDonalds, 2019. Adaptação.

## Etapa 3 – Análise regional da sensibilidade

Para melhor avaliação da sensibilidade, importância e magnitude dos impactos foi proposta uma análise regional, considerando-se a divisão em dois trechos das bacias sedimentares abordadas no capítulo 2 do estudo. A concepção desta regionalização teve como base:

- » as características semelhantes da atividade de pesca (artesanal e industrial); tendo como referência os tipos de petrecho, autonomia, áreas e modos de pesca;
- » as características físicas da bacia sedimentar; tendo como referência a dimensão da plataforma continental até o talude continental e as correntes oceânicas; e
- » as infraestruturas de apoio que incluem os destinadores de O&G e as infraestruturas aéreas e portuárias que servem de base de apoio.

No quadro 5, estão resumidas as características de cada uma das bacias sedimentares que serão alvo de perfuração nos próximos anos para concepção da regionalização adotada neste estudo.

**Quadro 5/1 – Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras**

| Bacia           | Pesca artesanal   | Pesca industrial   | Características físicas   | Destinadores*  | Infraestrutura de apoio (aeroportos e portos)   |
|-----------------|---|--|---|--|---|
| Foz do Amazonas | <p>A pesca artesanal é uma importante atividade tradicional que é fonte de renda e subsistência para diversas comunidades na bacia. Esta atividade é desenvolvida com profundidade mínima de 91 m chegando até mais de 200 m, onde a frequência da atividade diminui com o aumento da profundidade.</p> <p>As artes de pesca são: coleta manual, arpão, zagaia; espinhel de fundo; rede de emalhar; rede de arrasto. Os principais recursos pesqueiros são: pescada-amarela, serra e pescada-gó com redes de emalhe; as pescarias de gurijuba, bandeirado e pargos, com linhas ou espinhéis; a captura de peixes estuarinos com currais e a coleta manual de caranguejos-do-mangue.</p> <p>As pescarias com espinhéis visam principalmente a captura de peixes da família Ariidae de considerável valor econômico, como o bandeirado ou a gurijuba. Ocorrem a bordo de embarcações de pequeno porte que se deslocam para locais costeiros e da plataforma, com linhas que, dependendo do barco e do ambiente, podem ter até 2 km de comprimento. São pescarias bastante rentáveis e que visam recursos relativamente ainda pouco explorados.</p> <p>As capturas com redes de emalhe são as mais diversificadas. As redes e o local de pesca dependem da espécie alvo. No caso da pescada-amarela trata-se de redes de malhas de 15 a 20 cm entre nós opostos. O tamanho da rede depende do tamanho do barco, mas pode ser superior a 3 km de comprimento e 5 m de altura; as redes são colocadas na coluna d'água e em contato com o fundo, em ambientes costeiros e sobre a plataforma continental até 30 m de profundidade. Além da pescada, outras espécies de grande porte e que fornecem bons rendimentos econômicos são capturadas, como a gurijuba.</p> <p>Há redes de malha um pouco menores (malha de 4 a 6 cm), com mais de 1 km de comprimento e 4 m de altura, para a captura da serra. Esta rede é colocada na coluna d'água, em locais pouco profundos da costa. Capturam-se também o bandeirado, a tainha e outros peixes menores. Redes de menor porte e malhas mais finas são utilizadas para a captura de espécies de menor tamanho dentro dos estuários ou nas imediações da costa, como as utilizadas para a pescada-gó, que é dominante nesses ambientes, mas também pequenos peixes.</p> <p>A pesca artesanal de pargo tem ganhado muita importância nos últimos anos, por se tratar de um recurso de exportação e alto valor comercial. As capturas desta modalidade são realizadas com espinhéis verticais (linhas pargueiras), que possuem uma dezena de anzóis na sua extremidade e que são operadas desde a embarcação "mãe" ou a partir de pequenos botes (caiques) liberados no mar. Além das espécies mais comuns de pargos são também capturadas a garoupa e a coíba. As capturas de pequenos peixes estuarinos e costeiros com armadilhas fixas (currais construídos com madeira do mangue) já foi uma modalidade de pesca muito rentável no passado, porém, o aumento do número de currais e de pescadores tem prejudicado os rendimentos. Os currais são construídos em locais próximos da costa e que sofrem o efeito da maré, retendo várias espécies, principalmente a pescada-gó, a tainha, o bagre, o cangatá, a uritinga e as arraias. A captura do caranguejo-do-mangue é uma das modalidades de pesca de maior importância social no litoral paraense, pelo emprego de um grande contingente de trabalhadores. Durante a maré baixa, a coleta é realizada andando pelo manguezal e introduzindo as mãos nas tocas dos indivíduos ou, às vezes, utilizando um gancho ou um laço. Uma vez que não são necessárias artes de pesca e nem embarcação, essa modalidade é adotada pela porção mais pobre da população de pescadores, a qual possui renda per capita muito baixa e péssimas condições de vida. Na maior parte das vilas do litoral paraense, mais da metade dos moradores depende diretamente dessa atividade de extração, seja para a renda ou como fonte de alimento.</p> <p>A produção de pescados e frutos do mar também é desenvolvida a partir da aquicultura, que pode se utilizar do ambiente fluviomarinho para a realização das suas atividades.</p> <p>As Reservas Extrativistas localizadas na Bacia de Foz do Amazona são: RESEX Marinha de Soure e Marinha de Mocapajuba.</p> | <p>Em relação à pesca industrial, a mesma é desenvolvida por uma frota de embarcações de médio e grande porte construídas em madeira e ferro. Diferentemente da pesca artesanal, o setor industrial encontra-se localizado em poucos municípios, sendo os principais, em termos de frota, Belém e Vigia. As principais artes de pesca são: arrasto duplo ou simples, arrasto de parelha, espinhel vertical e/ou covos, rede de emalhe, manzuá e espinhel horizontal e/ou linha de mão; e espinhel com potes. Apesar de localizada em poucos municípios, sendo os principais, em termos de frota, Belém e Vigia, a área de pesca industrial é mais extensa do que a observada para a frota artesanal, cobrindo toda a plataforma continental e também uma extensão considerável do oceano, a partir da profundidade de 200 m metros.</p> <p>Dentre as pescarias consideradas industriais destaca-se a captura do camarão-rosa pela frota de arrasto de portas e a captura da piramutaba pela frota de arrasto de parelhas, ambas orientadas para a exportação e cuja prática possui grandes impactos nos ecossistemas, seja pelo efeito do arrasto, ou, principalmente, pela grande quantidade de fauna acompanhante capturada nesse tipo de apetrecho. Na pesca industrial, com grande importância econômica e orientadas ao mercado internacional, destaca-se a captura de pargos que é realizada com barcos industriais que utilizam armadilhas colocadas sobre fundos consolidados, bem como a captura de lagostas, considerada de caráter semi-industrial, feita com redes de espera colocadas sobre o substrato e que têm um efeito parecido àquele das redes de arrasto. Mais recentemente, alguns barcos arrendados iniciaram a captura de atuns e bonitos na quebra da plataforma continental. Estas três últimas modalidades de pesca são recentes no litoral amazônico e resultam da "migração" da frota e de pescadores do Nordeste do Brasil para regiões ainda pouco exploradas do litoral norte, em busca de melhores rendimentos econômicos, devido à exaustão dos estoques nos seus locais de pesca originais.</p> | <p>A bacia sedimentar localiza-se no mar, ao largo dos estados do Pará, na sua porção norte-noroeste, e Amapá, em todo o seu litoral, na faixa que compreende a plataforma continental, talude e sopê da Margem Equatorial Brasileira, possuindo uma área de 268.000 km².</p> <p>No que se refere à circulação oceânica é influenciada diretamente pela Corrente Norte do Brasil (CNB), que flui para NO na bacia próxima ao talude continental.</p> <p>No fenômeno de descarga do rio Amazonas, observa-se a pluma de baixa salinidade, que se estende por grande parte da bacia, principalmente no período chuvoso.</p> | <p>Cidade Limpa Ambiental: blendeira e incinerador de RSS e resíduo industrial Transcabral: blendeira e incinerador de RSS e resíduo industrial.</p> | <p>Os aeroportos estão localizados nos municípios de Oiapoque (AP), Amapá (AP), Macapá (AP), Santana (AP) e Belém (PA).</p> <p>Para os portos, apesar de existirem diversos portos e atracadouros, as principais bases de apoio estão nos municípios de Amapá (AP), Macapá (AP), Santana (AP) e Belém (PA).</p> |

**Quadro 5/2 – Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras**

| Bacia         | Pesca artesanal   | Pesca industrial  | Características físicas   | Destinadores*  | Infraestrutura de apoio (aeroportos e portos)  |
|---------------|---|---|---|--|--|
| Pará-Maranhão | <p>A frota pesqueira marinha/estuarina que desembarca nos portos do Estado do Pará atua na área costeira e na plataforma interna, desde o limite norte do Brasil até o litoral do Maranhão. A pesca artesanal é mais intensa nas proximidades litorâneas onde apresenta maior variedade e quantidades de pescado. Trata-se de embarcações, a maioria, de madeira, muito variadas na sua estrutura e tamanho, e que podem ser classificadas em, pelo menos, seis categorias. Há uma percepção forte da presença das atividades pesqueiras artesanais e industriais, em águas de até 1000 metros de profundidade. Em relação à frota, temos barcos de pequeno porte (embarcação de madeira com comprimento de 8 a 12m) e barcos de médio porte (embarcação de madeira, com mais de 12 m).</p> <p>Estudos apresentam uma baixa frequência de utilização das áreas de pesca acima da isóbata dos 100m, permitindo inferir que a utilização deste trecho pelas comunidades destes municípios é ocasional. Em relação à pesca artesanal dentro dos limites de 100 m da costa, temos montaria (canoa construída com um único tronco de madeira, movida a remo), canoa (canoa de tabuas, movida a remo) e canoa motorizada. Todas estas modalidades desembarcam nos portos do município de Bragança. Há ainda atividades de aquicultura nas áreas da foz dos rios.</p> <p>As pescarias ocorrem com uma grande diversidade de artes de pesca, que vão desde linhas de mão simples, até espinhéis e redes de espera de grande porte, além das armadilhas fixas ou não, como currais e covos.</p> <p>Na área da bacia de Pará-Maranhão temos as seguintes Reservas Extrativistas: Marinha de Maracanã, Marinha de Caeté - Taperaçu, Marinha de Soure, Marinha de Tracuateua, Marinha Gurupi-Piriã, Marinha de Araí - Peroba, Mãe Grande de Curuçá, Marinha Mestre Lucindo, Mocapajuba e São João da Ponta.</p>   | <p>Para a pesca industrial podemos citar a presença de barco industrial (barco de ferro e mecanizado), além das chamadas "geleiras" que são barcos que só transportam o pescado para os portos.</p> <p>A pesca industrial da bacia possui uma atividade muito menos proeminente, mas por ser uma frota pesqueira constituída de barcos de médio a grande porte, a atividade da pesca industrial consegue alcançar profundidades maiores. Nesta bacia a frota está presente nas profundidades de 12 a 3000 metros.</p> | <p>A região marginal, exclusivamente marítima, incluída na Bacia é denominada Margem Equatorial Brasileira. Esta Bacia está localizada entre os meridianos 47°O e 44°O e paralelos 1°S e 1°N, possuindo uma área de 48.000 km².</p> <p>Possui alta energia devido à presença da Corrente Norte do Brasil, das oscilações de marés e ventos alísios e do lançamento das águas continentais originárias dos rios Amazonas e Pará.</p> | <p>Eco Servjce: aterro Classes I e II, incineração e blendeira.</p> <p>CGA Titara: aterros Classes I e II.</p> <p>Maxtec: aterros Classes I e II, incinerador de RSS e resíduo industrial.</p>   | <p>Os aeroportos e os portos estão presentes nos municípios de Guimarães (MA), Alcântara (MA), São Luís (MA) e São José do Ribamar (MA).</p>   |
| Barreirinhas  | <p>A área de abrangência da Bacia de Barreirinhas é influenciada diretamente pelas águas quentes, salinas e oligotróficas da Corrente Sul Equatorial, essa costa apresenta uma alta diversidade de espécies, mas com baixa biomassa, resultando numa grande atuação da pesca de pequena escala, tipicamente artesanal. O estado do Ceará compõe essa bacia e possui tradição histórica e consolidada para a atividade pesqueira, sendo líder nacional na produção e exportação de lagostas. A frota pesqueira é essencialmente de pequeno porte (até 8 metros) e com propulsão a vela e a remo.</p> <p>Em menor escala encontram-se as embarcações motorizadas, denominadas localmente de lanchas ou navios, sendo que muitas dessas embarcações atuam na pesca industrial.</p> <p>Nota-se o emprego de inúmeras variações de linhas de mão, armadilhas, espinhéis horizontais e verticais, redes de emalhe, entre outros, sendo comum o domínio de mais de uma técnica por pescador.</p> <p>A pesca da lagosta é uma das atividades pesqueiras desenvolvidas por estas comunidades e desempenha um importante papel no contexto econômico, social e cultural do Estado.</p> <p>As áreas de pesca de lagosta se distribuem entre a costa e o talude continental, ao longo de um gradiente batimétrico perpendicular à costa, que varia de 9 a 30 metros de profundidade, e a uma distância máxima de 50 m em relação à costa.</p> <p>Outro estado que faz parte dessa área é o Piauí que possui pesca majoritariamente artesanal, com destaque para a captura do caranguejo-uçá.</p> <p>A pesca no estado do Piauí utiliza uma variedade de embarcações, variando de pequenas canoas (motorizada, a remo ou a vela) até barcos de maior porte motorizados. Destaca-se que a pesca ocorre predominantemente a bordo das canoas, embarcações de pequeno porte com propulsão a remo, vela ou motor.</p> <p>Preponderam três tipos de artes de pesca mais representativas, caso da coleta manual, rede de espera e linha.</p> <p>No estado do Maranhão, os pescadores maranhenses utilizam uma grande diversidade de tipos de embarcações pesqueiras. Nas profundidades inferiores a 100 metros utilizam embarcações em madeira, com propulsão a vela e construídas em estaleiros improvisados ao longo da costa.</p> <p>Na Bacia, foram criadas as seguintes Reservas Extrativistas: Cururupu e Baía do Tubarão.</p> | <p>A frota de pesca industrial é reduzida devido a um processo de "reartesanização", motivado pelos altos custos das embarcações motorizadas e baixos rendimentos da pescaria da lagosta.</p> <p>Em menor escala, encontram-se as embarcações motorizadas denominadas localmente de lanchas ou navios, sendo que muitas dessas embarcações atuam na pesca industrial.</p> <p>Na Bacia de Barreirinhas, a pesca industrial ocorre até 200 m de profundidade e até aproximadamente 350 km de distância da costa.</p>    | <p>A Bacia de Barreirinhas encontra-se na Margem Equatorial Brasileira, com área de aproximadamente 46.000 km², sendo 8.500 km² na porção emersa da bacia. A porção marítima se estende até a profundidade de 3.000 m.</p> <p>Possui alta energia devido à presença da Corrente Norte do Brasil, das oscilações de marés e ventos alísios e do lançamento de águas continentais originárias dos rios Amazonas e Pará.</p>           | <p>BITAL Soluções Ambientais: Resíduos Classes I e II; Recicláveis; Efluentes industriais; Cascalhos de perfuração.</p> <p>JC Ambiental Reciclagem: Efluentes industriais; Resíduos Classe I.</p> <p>REPLUB: Resíduos oleosos; Sucatas metálicas;</p> <p>STERICYCLE: Resíduos de saúde;</p> <p>ASCAMAR - Associação de Catadores de Material Reciclável/CEPEL/Comercial Maranhense/EMPAPLA/Sucato São Sebastião: Resíduos Recicláveis;</p> <p>TRANSUL TRANSPORTE LTDA./ ULTRALIMPO SOLUÇÕES AMBIENTAIS/RECIMAR/ ECOSERVIÇO – GESTÃO DE RESÍDUOS: Resíduos Classe I e II;</p> <p>LWART LUBRIFICANTES: Resíduos oleosos;</p> <p>CLEAN SERVICE SERVIÇOS GERAIS: Resíduos Classe I; Resíduos de saúde; Lâmpadas fluorescentes.</p> | <p>Na Bacia de Barreirinhas estão localizados os Portos de São Luís e Itaqui, no Maranhão, com possível interferência na pesca.</p> <p>Nesta Bacia também está localizado o aeroporto internacional Marechal Cunha Machado, no estado do Maranhão.</p> |

**Quadro 5/3 – Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras**

| Bacia         | Pesca artesanal  | Pesca industrial   | Características físicas  | Destinadores*  | Infraestrutura de apoio (aerportos e portos)  |
|---------------|--|--|--|--|---|
| Ceará         | <p>Há atividades pesqueiras artesanais e industriais em profundidades menores de 50 metros de profundidade. A frota pesqueira é essencialmente de pequeno porte e com propulsão a vela e a remo. Em menor escala encontram-se as embarcações motorizadas, como lanchas e navios. A aquicultura tem maior presença nos municípios de Camocim (CE) e Acaraú (CE), nas áreas de foz. Nota-se o emprego de inúmeras variações de linhas de mão, armadilhas para peixes, crustáceos e moluscos, espinhéis horizontais e verticais, redes de emalhe, entre outros, sendo comum o domínio de mais de uma técnica por pescador. As lagostas foram o recurso pesqueiro mais explorado e em Acaraú, Beberibe, Fortim e Icapuí e ocorrem também de forma desembarcada. Fortaleza e Aquiraz foram os únicos municípios com grande representatividade para a captura de camarão, enquanto Camocim foi o único com expressiva pesca de sardinha. Destaca-se ainda a produção pesqueira de biquara em Aracati.</p> <p>Em profundidades superiores a 100 m, encontram-se embarcações motorizadas, como lanchas e navios. Destaca-se a comunidade de Porto dos Botes, em Fortaleza com alcance próximo à cota de 2.000 m de profundidade. Há outras comunidades, como Pecém e Taíba, em São Gonçalo do Amarante; sede/Munguba, em Paracuru cuja frota alcança profundidade de até 150 m.</p> <p>A Reserva Extrativista localizada na Bacia é a do Batoque.</p>  | <p>Assim como já apresentado para a Bacia de Barreirinhas, no Ceará, a frota de pesca industrial é reduzida devido a um processo de "reartesanização" devido aos altos custos das embarcações motorizadas e aos baixos rendimentos da pescaria da lagosta.</p> <p>No Ceará, a atividade pesqueira industrial está presente nos municípios de Icapuí, Aracati, Beberibe, Fortim, Fortaleza, Itarema, Acaraú e Camocim. As espécies-alvo para a pesca industrial são a lagosta e pargo.</p> <p>Em relação às frotas pesqueiras, destaca-se que as embarcações possuem características peculiares para pesca da lagosta, pois têm arqueação bruta elevada, devido à grande capacidade de estocagem, e pequenos comprimentos, caracterizando uma embarcação pequena e larga. As modalidades de pesca industrial identificadas no Ceará são: i. manzuá; ii. linha de mão; iii. espinhel vertical, também chamado de pargueira; iv. espinhel horizontal; v. pote, vi. arrasto com portas e; vii. rede de emalhe. A arte de pesca comumente utilizada na captura de lagosta, principal espécie-alvo da indústria pesqueira, consiste no manzuá.</p> | <p>Na Bacia do Ceará há influência principal da Corrente Norte do Brasil (CNB), com fluxo com direção preferencial para NO até aproximadamente 500 m de profundidade. A partir dos 500m de profundidade, há uma inversão no sentido das correntes para S/SE devido ao transporte da Água Intermediária Antártica (AIA).</p>  | <p>Apodi Cimentos: blendeira.<br/>(Sobral): aterro Classe II.<br/>(Limoeiro do Norte): aterro Classe II.<br/>Cidade Limpa Ambiental (Sobral): blendeira.<br/>Construtora Marquise (ASMOC): aterro Classe II.<br/>Construtora Marquise (CTRP): incinerador de RSS.<br/>Braslimp: blendeira.</p> | <p>As infraestruturas que servem como base de apoio aeroportuário e portuário estão localizadas nos municípios de Parnaíba (PI), Luís Correia (PI), Camocim (CE), Jijoca de Jericoacoara (CE), Itarema (CE), São Gonçalo do Amarante (CE) e Fortaleza (CE).</p>   |
| Camamu-Almada | <p>No trecho do litoral onde fica localizado o Porto de Salvador e em toda a costa da Bahia, a pesca exercida tem característica artesanal e as áreas de pesca desses pescadores estão restritas às cotas batimétricas de 400 metros, na quebra do talude continental, que é o máximo de distância que as frotas das comunidades pesqueiras conseguem atingir.</p> <p>Em relação à pesca artesanal, destaca-se que esta atividade é realizada ao longo de toda a costa da Bahia, em áreas estuarinas e marítimas, em geral até os limites da plataforma continental. A pesca artesanal ocorre em águas com até 50 metros de profundidade. A pesca desenvolvida nos municípios de Ilhéus, Uruçuca, Itacaré, Marau e Camamu é estritamente artesanal, sendo encontrado um grande número de comunidades costeiras e pontos de desembarque. A aquicultura está presente nos municípios de Jaguaripe (BA), Valença (BA) e Nilo Peçanha (BA), atividades em águas continentais próximas da foz.</p> <p>As frotas sediadas nesses cinco municípios apresentam predominância de canoas e embarcações de convés. Nas localidades de Ponta do Ramo, Ponta da Tulha e Serra Grande (municípios de Itacaré e Ilhéus) é notável a manutenção das jangadas tradicionais para a pesca em alto mar. Algumas jangadas dessas localidades passaram a utilizar um pequeno motor de popa, denominado "motor de rabetá", o que tem aumentado a autonomia para a visita de mais áreas de pesca por viagem, além de proporcionar maior segurança para o retorno à praia, mesmo que não ocorram ventos favoráveis para navegação à vela. Os municípios de Camamu e Marau têm suas sedes localizadas às margens da Baía de Camamu e a maior parte de suas atividades pesqueiras é realizada dentro do ambiente estuarino, utilizando petrechos de pesca típicos para este ambiente.</p> <p>Os ambientes estuarinos são essenciais para a manutenção da pesca artesanal, assim como para as pescarias oceânicas, tendo em vista que funcionam como habitat para uma rica fauna de peixes (e outros itens de pescado) considerada como transitória nestes ambientes.</p> <p>Reconhecidamente considerada como uma atividade de importância sociocultural e econômica para um expressivo contingente de pescadores e membros familiares vinculados à cadeia produtiva.</p> | <p>Estudos apontam que a pesca industrial está concentrada na bacia costeira até 100 metros de profundidade,</p>   | <p>A Bacia de Camamu, abrangendo parte da planície costeira, limita-se ao norte com as Bacias de Jacuípe e Recôncavo, através das zonas de transferências de Itapoã e Barra, respectivamente. O seu limite sul com a Bacia de Almada ocorre próximo ao alto de Itacaré. A Bacia de Almada, por sua vez, limita-se ao sul com a Bacia de Jequitinhonha, através do Alto de Olivença. Estas Bacias totalizam uma área de 22.900 km² até o limite da cota batimétrica de 3.000m, sendo 16.500 km² pertencentes à Bacia de Camamu e 6.400 km² à Bacia de Almada.</p> <p>A hidrodinâmica na bacia é influenciada principalmente pela Corrente do Brasil (CB), que apresenta inversão Norte-Sul sazonal.</p> | <p>Cetrel: aterro Classe I e incineração.<br/>Ecológica Nordeste: blendeira.<br/>Ambiental do Brasil: blendeira.<br/>Estre: aterro Classe II.</p>  | <p>Há um quantitativo significativo de portos de pequeno porte e atracadouros, desde o município de Vera Cruz (BA) até Marau (BA), principalmente nas áreas de foz onde os rios desaguam no mar. Entre os municípios de Vera Cruz (BA) e Itacaré (BA) há uma quantidade significativa de aeroportos. O município de Ilhéus apresenta porto e aeroporto, sendo este um dos principais pontos considerados como base de apoio para a Bacia de Camamu-Amada.</p> |

**Quadro 5/4 – Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras**

| Bacia          | Pesca artesanal   | Pesca industrial  | Características físicas | Destinadores*   | Infraestrutura de apoio (aeroportos e portos)  |
|----------------|---|---|-------------------------|---|--|
|                | <p>As principais pescarias praticadas na Bacia foram classificadas conforme os seguintes grupos de artes de captura: (i) Arrasto (Calão, Arrasto motorizado manual e Arrasto motorizado com guincho); (ii) Linhas (De mão e Groseira); (iii) Redes de emalhe, (iv) Mergulho/Mariscagem; e (v) Armadilhas (Manzuá, Gaiola, Camboa).</p> <p>Nas áreas mais afastadas da costa, considerada como zona da quebra da plataforma continental, os artefatos mais empregados são as linhas de mão, a grosseira (espinhel). A partir de suas características e das rotinas de operação, as áreas de operação da frota motorizada na Bacia de estudo, observa-se que há uma ocorrência predominante em até 30 quilômetros de distância a partir dos respectivos portos de origem, o que representa metade da distância da localização do Bloco BM-CAL-13 (cerca de 60 km da linha de costa). Em geral, o município de Ilhéus possui as maiores frotas locais de barcos de convés, o que lhes possibilita maior mobilidade e distanciamento dos portos de origem.</p> <p>Dentre as pescarias mais produtivas estão as de linha e arrasto de camarão. Esta produtividade está diretamente associada ao caráter mais empresarial que caracteriza algumas frotas de Ilhéus, com barcos de convés que praticam a pesca de pequena escala comercial, voltada principalmente para a produção de camarão e peixes de linha.</p> <p>As jangadas tradicionais resultam em baixa produtividade em termos de volume de produção devido a sua pouca autonomia, caracterizam as comunidades costeiras do município e realizam pescarias de ir e vir com saídas diárias.</p> <p>Na Bacia temos a presença das Reservas Extrativistas de Canavieiras, de Cassurubá e marinha de Corumbau.</p>   |   |                         |   |  |
| Espírito Santo | <p>A frota responsável por esta pescaria no Espírito Santo é composta de embarcações motorizadas na faixa dos 10 a 12 metros de comprimento e com menos de 100HP de potência, que concentram seus desembarques principalmente no porto de Itaipava (Martins et al., 2005a; Costa et al., 2005a). A chamada plataforma interna (até os 20m) é relativamente lisa, com areias, e mais irregular em águas mais profundas. Em frente ao ES predominam os sedimentos biogênicos calcários e recifes de algas calcárias e corais.</p> <p>De acordo com Martins et al (2014), em Conceição da Barra há a plataforma interna onde, até 20 metros, apresenta topografia propícia para captura de camarões. A faixa mais externa é entrecortada de numerosas pequenas construções biogênicas e é muito visada para a pesca de linha de mão de peixes recifais, embora as frotas que exploram esses recursos estejam localizadas em municípios mais ao sul ou ao norte (Martins et al., 2005). A maior parte da pesca é dirigida à captura de camarões, principalmente o camarão-sete-barbas, que habita fundos lamosos da bacia costeira, não ultrapassando os 30 m de profundidade (MARTINS et al, 2014). As capturas de espécies recifais são obtidas principalmente entre 30-80 m de profundidade, correspondendo à zona externa da plataforma continental (Olavo et al., 2005a). No Espírito Santo, a frota de linha que explora recursos recifais é mais representativa na Grande Vitória (Martins et al., 2005a).</p> <p>A pesca artesanal utilizada pela frota de Itaipava em áreas com profundidade inferior a 100 m, são a pesca de linha de fundo, o espinhel e o currico, atingindo uma profundidade de até 35 metros (MEIRA; ALMEIDA, 2016).</p> <p>A frota pesqueira de linha de alto mar do Espírito Santo é considerada de transição entre as pescarias de maior escala e de complexidade tecnológica do Sudeste-Sul e as pescarias de pequena escala do Nordeste. É composta por embarcações semi-industriais, dividindo-se em duas categorias: (i) frota de linha recifal, baseada em Vitória, que utiliza a linha de mão como principal petrecho; dirige-se a pequenos peixes serranídeos e lutjanídeos e pesca na bacia do Banco de Abrolhos; e (ii) frota de pesca de atum, localizada em sua quase totalidade, em Itaipava (ES); utiliza currico como arte principal e pesca na bacia oceânica da Bacia de Campos, tendo os atuns e afins como espécies alvo (Costa et al., 2005; Martins et al., 2005). Destacam-se os pesqueiros situados a mais de 170 milhas náuticas da costa sobre profundidade de até 3.000 metros.</p> | <p>A pesca industrial ocorre em águas com profundidade de até 2500 metros, sendo ocorrente desde o sul da Bacia do Espírito Santo e ao longo de toda a Bacia de Campos.</p> <p>A pesca industrial é altamente seletiva, direcionada à captura de espécies de grande valor comercial, tais como: agulhão, albacora, atuns, badejo, bonito, cioba, corvina, enchova, espadarte, marlim, olhete, garoupa, xareú, xerelete, xixarro e camarão-rosa.</p> |                         | <p>Marca Ambiental: aterros Classes I e II.</p> <p>Vitória Ambiental: aterros Classes I e II.</p> | <p>Há um número significativo de aeroportos ao longo dos municípios que estão dentro do território das Bacias do Espírito Santo e de Campos, deve-se enfatizar que os municípios de Vitória (ES), Vila Velha (ES), Campos dos Goytacazes (RJ), Macaé (RJ), Arraial do Cabo (RJ) e Cabo Frio (RJ) possuem os aeroportos que são constantemente considerados em empreendimentos e atividades como bases de apoio. Os portos, que servem de base de apoio, estão presentes nos municípios de Aracruz (ES), Vitória (ES), Vila Velha (ES), Anchieta (ES) e Arraial do Cabo (RJ).</p> |

Quadro 5/5 – Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras

| Bacia  | Pesca artesanal   | Pesca industrial  | Características físicas   | Destinadores*  | Infraestrutura de apoio (aerportos e portos) |
|--------|---|---|---|--|--|
|        | <p>Itaipava é o nome de um distrito do município de Itapemirim, sul do estado do Espírito Santo, que é sede de um porto pesqueiro. A sua pesca é direcionada a atuns e afins e tem a particularidade dos pesqueiros estarem localizados em sua maioria ao redor de plataformas de petróleo na Bacia de Campos. À primeira vista, a característica que a torna peculiar é a aparente contradição de um sistema de produção pesqueira que por um lado apresenta características de pesca tradicional de pequena escala; pelas relações de trabalho de parceria entre os pescadores e o aspecto dos barcos. Por outro lado, se assemelha a pesca industrial por operar em áreas de captura distantes, às vezes oceânicas, o recurso alvo (grandes peixes pelágicos), elevados volumes e valores das capturas desembarcadas e, deslocamentos na costa brasileira em busca desses recursos altamente migratórios (MARTINS, et al, 2014). Os petrechos utilizados são o espinhel com 500 a mil anzóis, para pesca de meca, dourado, atum e tubarão; a pargueira com dez a 20 anzóis, para pesca de namorado, pargo e garoupa; e a linha com isca viva, para a pesca de dourado e atum. O tamanho médio das embarcações é de 12 metros, o que permite a navegação em grandes distâncias, até uma profundidade de 600 metros em mar aberto, e, dessa maneira, o exercício do que denominam de pesca multiespecífica (MEIRA; ALMEIDA, 2016). Como Reserva Extrativista temos a Marinha do Arraial do Cabo.</p>   |   |   |  |  |
| Campos | <p>No estado do Rio de Janeiro, as pescarias com características artesanais predominam no norte fluminense, voltadas para os camarões barba-ruça e sete-barbas. A Baía de Guanabara apresenta ainda uma pescaria importante visando camarões rosa e branco e peixes, tais como; corvina, tainha, parati e espada, entre outros (Jablonski et al., 2006). A pesca artesanal está presente principalmente em águas com profundidade inferior a 100 metros, mas pode chegar até a 150 metros, sendo mais intensa na bacia sedimentar de Campos. As baías de Sepetiba, Ilha Grande e Parati, no sul do Estado, registram, também, uma atividade pesqueira artesanal significativa. A pesca artesanal, por apresentar padrões definidos de territorialidade (BEGOSSI, 1995; 2006) e utilizar embarcações de pequeno porte, possui maior dificuldade em reorientar suas pescarias para outras áreas, principalmente aquelas mais distantes da costa. A partir de 60 m de profundidade até o talude continental (acima de 200 m de profundidade), entre Guarapari e Laguna, ocorre a pesca de dourado e cações com espinhel de superfície. A arte de pesca rede de espera ocorre entre Cabo Frio e Saquarema, entre 14 e 45 m de profundidade, visando a captura de pescada, cação, maria mole e corvina.</p> <p>A aquicultura está presente nos municípios de Arraial do Cabo (RJ) e Cabo Frio (RJ). Ressalta-se a ainda a importância da presença das colônias de pescadores, que atuam efetivamente a fim de buscar condições melhores para seus respectivos associados.</p> <p>Até 60 m de profundidade, entre Armação dos Búzios e Cabo Frio, há pesca de pargo com linha de fundo. A pesca de linha de fundo ocorre entre 50 e 250 m de profundidade, entre o Cabo de São Tomé e o Rio de Janeiro, visando a captura de badejo, pitangola, cherne.</p> <p>Na Bacia temos as seguintes Reservas Extrativistas: Marinha de Arraial do Cabo; Marinha de Itaipú.</p> | <p>A pesca industrial está localizada preferencialmente na bacia costeira, em batimetria de até 100 metros, com poucas frotas atuantes acima desta. De acordo com as bases de dados consultadas, foram identificadas, na área da Bacia de Campos, as seguintes modalidades de pesca: espinhel horizontal de superfície, vara, emalhe de fundo, arrasto-simples, arrasto-duplo, rede de cerco e armadilha. Dentre as espécies alvo da pesca industrial destacam-se a albacora, albacora-bandolim, albacora-branca e a albacora-laje, além do espadarte, dourado, o bonito-listrado, corvina, abrótea-de-fundo e peixe-sapo e a fauna acompanhante dessas pescarias.</p> <p>A arte de pesca arrasto duplo visa a captura de peixes de fundo entre Cabo Frio e o Rio de Janeiro, em lâmina d'água variando entre 30 e 150 m de profundidade.</p> <p>A sardinha é capturada através do cerco, utilizando as traineiras entre o Cabo de São Tomé e o Cabo de Santa Marta em até 70 m de profundidade.</p> <p>O espinhel de superfície captura atum, dourado e cação preferencialmente nas Bacias de Campos e Santos, em profundidades variando entre 100 e 600 m.</p> <p>A pesca de badejo, pitangola, cherne ocorre com linha de fundo entre 50 e 250 m de profundidade, entre o Cabo de São Tomé e o Rio de Janeiro.</p> <p>A pesca com espinhel de fundo visa a captura de namorado e batata após a queda da plataforma continental (acima de 200 m de profundidade). Ocorre do Cabo de São Tomé ao Rio de Janeiro.</p> <p>Após a queda da plataforma continental (acima de 200 m de profundidade), entre o Cabo de São Tomé e São Sebastião, ocorre a captura de pitangola, olhete e cavala com linha de superfície.</p> | <p>A análise dos dados oceanográficos para a região da Bacia de Campos, mostrou a presença das seguintes massas d'água: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN).</p> | <p>Alliance Ambiental: dessorção térmica, sistema de separação de sólidos e ETEI.</p> <p>Essencis: aterro Classe II e blindagem.</p> <p>Tecnosol: aterro Classe I e blindagem.</p> <p>Haztec: aterro Classe II, blendagem e incineração.</p> |  |

**Quadro 5/6 – Resumo das características das bacias sedimentares brasileiras**

| Bacia  | Pesca artesanal  | Pesca industrial   | Características físicas | Destinadores*   | Infraestrutura de apoio (aeroportos e portos)  |
|--------|--|--|-------------------------|---|--|
| Santos | <p>Os aparelhos de pesca utilizados para a captura destas espécies são principalmente cerco, parelha, arrasto de fundo e emalhe. Por suas características, estima-se que cerca de 85% do total das capturas descarregadas no estado sejam provenientes de operações de pesca realizadas sobre a plataforma interna ao largo da costa paulista e adjacências, em áreas com profundidades inferiores a 50 m (IP,2019).</p> <p>A pesca artesanal é ocorrente desde o litoral de Arraial do Cabo (RJ) até o litoral de Guaratuba (PR), a ocorrência se dá em águas com até 30 metros de profundidade, sendo mais intensa nas baías da Guanabara, de Sepetiba no estado do Rio de Janeiro; e, na Baía de Paranaguá, no estado do Paraná. Para as comunidades localizadas no estado do Paraná e Santa Catarina, a pesca é a principal fonte de renda. A frota pesqueira artesanal atinge somente a batimetria de 70 m de profundidade.</p> <p>Na Baixada Santista, a maioria dos pescadores artesanais atuam no estuário de Santos, na captura de siris, camarão-branco e peixes. Os demais atuam na pesca de camarão sete-barbas e na costa, capturando as espécies de cada época como a corvina, a pescada-foguete e a enchova. Em Cananéia, litoral Sul do estado de São Paulo, a pesca local é conduzida por pescadores para o próprio consumo e complementação da renda.</p> <p>A aquicultura ocorre nas proximidades da Ilha Grande, entre os municípios de Angra dos Reis (RJ) e Paraty (RJ); na Baía de Paranaguá, entre os municípios de Guaraqueçaba (PR), Paranaguá (PR) e Pontal do Paraná (PR); no município de Guaratuba (PR); na Baía de Babitonga, entre os municípios de Itapoá (SC), Garuva (SC) e São Francisco do Sul (SC); além do litoral sul da Bacia desde o município de Penha (SC) até as baías Norte e Sul em Florianópolis (SC).</p> <p>Na Bacia temos as seguintes Reservas Extrativistas: Marinha de Arraial do Cabo; Marinha de Itaipú.</p> | <p>A pesca industrial está presente até a cota batimétrica máxima de 5.500 m, sendo neste caso, a frota de Cabo Frio, Niterói e Itajaí, alcançando a área entre Aracruz e Santa Vitória do Palmar. A frota de Angra dos Reis alcança de Presidente Kennedy a Santa Vitória do Palmar, atingindo a cota batimétrica de 1.100 m. E, em Porto Belo, alcançando a área de Vitória até Jaguaruna e até a cota batimétrica de 200 m.</p> <p>A pesca industrial também está presente em águas rasas, com profundidade de até 50 metros. Ocorre no litoral paulista, desde Ubatuba (SP) até Cananéia (SP), com maior frequência nas proximidades de Ilhabela (SP), São Sebastião (SP) e Bertioga (SP).</p> |                         | <p>Momento Ambiental: aterro Classes I e II, incineração e blendeira.</p> | <p>As infraestruturas de apoio estão presentes em quase todos os municípios que pertencem a Bacia de Santos, seja pela presença de aeroportos e/ou portos. Ressalta-se a importância dos portos, usados com maior frequência como bases de apoio, nos municípios de Niterói (RJ), Rio de Janeiro (RJ), Itaguaí (RJ), Santos (SP), Paranaguá (PR), São Francisco do Sul (SC), Itajaí (SC) e Florianópolis (SC).</p> |

Fonte: Mott MacDonalds, 2019. Adaptação.

A partir das características apresentadas no quadro 5, foram determinados dois trechos regionais:

- » Trecho Norte - Foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas e Ceará; e
- » Trecho Sul - Camamu-Almada, Espírito Santo, Campos e Santos.

Por fim, no item 8.5 será apresentada a comparação entre os cenários 1 e 2 e a metodologia para a ordenação do grau de importância de cada impacto em função da tecnologia de tratamento ou disposição de resíduos utilizada.

## 2.2 Descrição dos impactos ambientais efetivos

Nesta seção, serão abordados os impactos ambientais para descarte no mar considerando-se as melhores tecnologias já adotadas no país e no mundo para uso de fluidos e tratamento de cascalho prévio ao descarte no mar; assim como os impactos ambientais relativos à destinação final em terra de fluidos e cascalho de perfuração.

### 2.2.1 Impactos ambientais efetivos do meio natural (meios físico e biótico)

#### TRECHO MARÍTIMO

**Impacto nº 1:** interferência com mamíferos marinhos e quelônios devido à geração de ruídos.

#### Descrição do impacto

As atividades de perfuração, inevitavelmente, podem gerar fonte de perturbação sonora para cetáceos, em função dos ruídos produzidos pelos equipamentos e pelas embarcações associadas às operações desenvolvidas, dada a importância do sistema auditivo para esse grupo, sendo um dos mecanismos sensoriais mais importantes, com relevância não só no contexto da comunicação, mas também pelo papel vital que desempenha na percepção e interação do grupo com o meio ambiente (KETTEN, 1995).

Segundo Roussel (2002), as atividades exploratórias de óleo e gás podem gerar uma série de ruídos, principalmente sons de baixa frequência e altos decibéis por longos períodos, sendo os ruídos de baixa frequência particularmente prejudiciais, por atingirem distâncias maiores. Assim sendo, as espécies de cetáceos que frequentam a região podem sofrer os efeitos desses ruídos (RICHARDSON et al., 1995; ROUSSEL, 2002; PIDCOCK et al., 2003; SOUTHALL et al., 2007; IBAMA, 2011; THOMSEN et al., 2011).

O sistema auditivo para os cetáceos é de grande importância, com relevância não só no contexto da comunicação, mas também pelo papel vital que desempenha na percepção e interação com o meio ambiente (KETTEN, 1995). Dentre as alterações de comportamento observadas em cetáceos expostos a ruídos destacam-se: modificações dos padrões gerais de comportamento e atividades sociais; mudanças de orientação, respiração e padrões de movimentação e velocidade; interferência na habilidade dos animais para detectar outros sons naturais; interrupção da alimentação, da reprodução e da vocalização; fuga de áreas previamente ocupadas e áreas de entorno dessas atividades; além de impactos em níveis fisiológicos, com a ruptura de órgãos internos e hemorragias, e impactos indiretos, pela redução da disponibilidade de presas pelo afugentamento de peixes e outros organismos (RICHARDSON et al., 1985, 1990, 1995; PERRY, 1998; WÜRSIG e EVANS, 2001; MOORE e CLARKE, 2002; MARCHIORO e NUNES, 2003; SIMMONDS et al., 2003; LUSSEAU, 2006).

As reações de comportamento dos cetáceos aos ruídos dependem da espécie, da maturidade do animal, da atividade que está sendo realizada, do *status* reprodutivo, da hora e da temperatura, entre outros fatores. Considerando-se somente um indivíduo, a população ou a espécie, o deslocamento causado pelo ruído pode configurar um impacto como insignificante. No entanto, se a emissão de um ruído altera o deslocamento de cetáceos de locais de alimentação, reprodução, ou ainda rotas de passagem, por um longo período, este impacto é considerado relevante (SEIC/LGL, 2003; SIMMONDS et al., 2003).

As tartarugas marinhas também podem ser consideradas como grupo potencialmente vulnerável às diversas perturbações sonoras produzidas no ambiente marinho (PETZET, 1999). No entanto, os estudos a respeito das interferências dos ruídos sobre esses organismos ainda são bastante inconclusivos. Muito pouco se sabe sobre os mecanismos auditivos básicos, ou o papel do som no ciclo de vida das tartarugas marinhas, mas os dados existentes indicam que a comunicação acústica não é comum no grupo (MAGYAR, 2008).

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

Para ambos os cenários, este impacto foi classificado como negativo, de incidência direta, imediato, abrangência regional, temporário e reversível, uma vez que, cessada a fonte geradora (trânsito de embarcações), as alterações causadas pelos ruídos possivelmente serão eliminadas, sendo ainda qualificado como de duração imediata e contínuo. Ainda, do ponto de vista do critério de cumulatividade, esse impacto foi considerado cumulativo, uma vez que o impacto do risco de abaloamento de mamíferos marinhos e quelônios devido ao trânsito das embarcações (impacto nº 2) também incide sobre o fator mamíferos marinhos e quelônios. É classificado ainda como sinérgico, em decorrência da interação espacial e/ou temporal com outras atividades de E&P.

Tendo em vista o *status* de conservação de diversas espécies de cetáceos, sirênios e quelônios, consideradas ameaçadas de extinção pelo MMA (2018), IUCN (2019), o impacto foi classificado como de alta sensibilidade.

Contudo, a avaliação da magnitude e, conseqüentemente, da importância do impacto diferiu entre os cenários.

### **Cenário de descarte no mar**

Considerando-se a utilização do espaço marítimo e nível de ruído produzido pelas embarcações de apoio foi considerado como de baixa magnitude para empreendimentos em águas profundas e de média magnitude para águas rasas. Conseqüentemente, esse impacto foi classificado como de média importância.

### **Descarte zero**

A implementação do descarte zero causará uma maior demanda no transporte de resíduos para a terra pelos barcos de apoio em relação ao cenário de descarte no mar, produzindo um acréscimo da geração de ruídos pelas embarcações e na interferência sobre mamíferos e cetáceos é esperado, principalmente em águas rasas e regiões onde a atividade de perfuração é menos intensa. Sendo assim, a magnitude do impacto foi considerada de média a alta. Conseqüentemente, esse impacto foi classificado como de grande importância.

| Cenário de descarte no mar | Descarte no mar      | Descarte zero        |
|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Classe                     | Efetiva              | Efetiva              |
| Natureza                   | Negativa             | Negativa             |
| Forma de incidência        | Direta               | Direta               |
| Tempo de incidência        | Imediato             | Imediato             |
| Abrangência espacial       | Regional             | Regional             |
| Duração                    | Imediata             | Imediata             |
| Permanência                | Temporária           | Temporária           |
| Reversibilidade            | Reversível           | Reversível           |
| Cumulatividade             | Cumulativa/sinérgica | Cumulativa/sinérgica |
| Frequência                 | Contínua             | Contínua             |
| Magnitude                  | Baixa/média          | Média/alta           |
| Sensibilidade              | Alta                 | Alta                 |
| Importância                | Média                | Grande               |

**Impacto nº 2:** risco de abalroamento de mamíferos marinhos e quelônios devido ao trânsito das embarcações.

#### Descrição do impacto

As atividades *offshore* demandam uma logística de transporte de pessoas, equipamentos e insumos que se traduz no tráfego de embarcações nas regiões de atuação. O tráfego de embarcações motorizadas pode afugentar os organismos nectônicos que utilizam as áreas para alimentação e/ou descanso e/ou reprodução, porém, potencialmente, também aumentam a possibilidade de ocorrência de acidentes envolvendo colisões (KLINOWSKA, 1991).

Estudos recentes têm demonstrado que casos de colisões entre embarcações e grandes cetáceos (misticetos e cachalotes) não são tão incomuns quanto se imaginava (LAIST, 2001). Colisões envolvendo pequenos cetáceos também têm sido documentadas (WELLS e SCOTT, 1997). Durante as últimas décadas, devido à grande expansão do tráfego marítimo, os cetáceos têm sido vítimas de colisão com navios no mundo todo (LAIST et al., 2001; WAEREBEEK et al., 2007).

Essas colisões podem gerar diversos efeitos sobre os organismos, desde escoriações, geralmente encontradas no dorso dos animais, até mesmo a sua morte (NOWACEK et al., 2001). Em geral, quelônios podem apresentar dificuldades para perceber a presença dessas embarcações, ou mesmo para desviar dificuldades (NOAA, 2010).

Segundo Goldberg et al. (2010), acidentes envolvendo hélices ou cascos de navios, comumente causam danos ou até a morte de tartarugas marinhas. Assim como todos os répteis, as tartarugas precisam subir à superfície periodicamente para respirar. Esse comportamento, aliado ao seu próprio

deslocamento entre áreas de reprodução e alimentação, deixam-as vulneráveis a possíveis colisões com embarcações.

Para os cetáceos, apesar da ameaça que o trânsito de embarcações representa, esse grupo parece responder melhor à presença de embarcações, pois geralmente esses mamíferos tendem a se afastar delas. A colisão com embarcações parece ser mais incidente sob animais jovens, devido à pouca vivência em tais situações, uma vez que os animais mais velhos, e com maior experiência, são menos suscetíveis a esses eventos (IBAMA, 2005).

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

Para ambos os cenários, o impacto do abalroamento de quelônios e cetáceos por embarcações foi classificado como negativo, direto e com alcance regional. O impacto pode ser considerado ainda como imediato, considerando o momento do abalroamento, com frequência intermitente, uma vez que a ocorrência desse impacto é imprevisível. Do ponto de vista do critério de cumulatividade, esse impacto foi considerado cumulativo, uma vez que o impacto de interferência com mamíferos marinhos e quelônios devido à geração de ruídos (impacto nº 1) também incide sobre o fator mamíferos marinhos e quelônios. É classificado, ainda, como sinérgico, em decorrência da interação espacial e/ou temporal com outras atividades de E&P.

Levando-se em conta que a possibilidade de abalroamento dos animais poderá levá-los ou não à morte, a duração, reversibilidade e permanência do impacto foram avaliadas de duas formas: caso o indivíduo venha a óbito, o impacto será de longa duração, irreversível e permanente. Já se o indivíduo sobreviver, o impacto será imediato, reversível e temporário.

Devido à ocorrência de algumas espécies ameaçadas de extinção, esse fator ambiental foi classificado como de alta sensibilidade.

A avaliação da magnitude e da importância diferiu entre os cenários, sendo:

### **Cenário de descarte no mar**

A magnitude desse impacto foi avaliada como baixa, considerando que o grau de alteração gerado afetará o organismo, mas não a população e que existem medidas de controle de alta eficácia, como capacitação ambiental dos trabalhadores e redução da velocidade de navegação das embarcações quando mamíferos são avistados, o impacto foi avaliado como de média importância.

### **Cenário de descarte zero**

A magnitude desse impacto foi avaliada como de baixa a média, tendo em vista que: a) o grau de alteração gerado afetará o organismo, mas não uma população; entretanto, na extensão de litoral da foz do Amazonas ao Espírito Santo onde são encontrados grupos de sirênios, com baixa densidade de organismos, esse impacto é capaz de afetar a população, tornando-se, assim, de alta magnitude e classificado como de média a grande importância.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b>  | <b>Descarte zero</b>    |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Classe               | Efetiva                 | Efetiva                 |
| Natureza             | Negativa                | Negativa                |
| Forma de incidência  | Direta                  | Direta                  |
| Tempo de incidência  | Imediato                | Imediato                |
| Abrangência espacial | Regional                | Regional                |
| Duração              | Imediata/longa          | Imediata/longa          |
| Permanência          | Temporária/permanente   | Temporária/permanente   |
| Reversibilidade      | Reversível/irreversível | Reversível/irreversível |
| Cumulatividade       | Cumulativa sinérgica    | Cumulativa sinérgica    |
| Frequência           | Intermitente            | Intermitente            |
| Magnitude            | Baixa                   | Baixa/Alta              |
| Sensibilidade        | Alta                    | Alta                    |
| Importância          | Média                   | Média/grande            |

**Impacto nº 3:** interferência na ictiofauna devido ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares.

#### **Descrição do impacto**

Durante a atividade de perfuração marítima ocorre a geração de rejeitos e efluentes, tais como efluentes sanitários, resíduos alimentares, água oleosa, entre outros. Os efluentes sanitários e oleosos serão encaminhados para tratamento e somente serão descartados no mar depois de atendidas as especificações mínimas estabelecidas pela legislação vigente (Resoluções Conama nºs 357/05 e 430/11). Os resíduos sólidos produzidos também receberão manejo e destinação final adequados, incluindo os restos de alimentos que, antes de serem dispostos no mar, serão triturados.

O descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares gerados nas embarcações que prestam apoio à atividade, incluindo as embarcações de apoio envolvidas no transporte de resíduos para destinação em terra, poderá acarretar o incremento temporário na concentração (disponibilidade) de compostos orgânicos na área de entorno do empreendimento e, conseqüentemente, um aumento da produção primária (BONECKER et al., 2002). Essas condições podem gerar efeitos na cadeia pelágica local, desde os microrganismos (bactérias e protozoários), fitoplâncton, zooplâncton até a ictiofauna (NYBAKKEN, 1993).

A disponibilização de alimentos (restos de comida) no ambiente também poderá gerar um adensamento de peixes, alterando a densidade e diversidade da comunidade local, principalmente no entorno da unidade de perfuração. Notadamente, o grupo mais susceptível a essa disponibilidade de alimento é o da ictiofauna epipelágica oceânica.

Devido às características do ambiente marinho (alta energia, correntes superficiais com energia suficiente para promover a dispersão e diluição dos efluentes e dos resíduos alimentares lançados) estima-se que as possíveis alterações sobre o grupo sejam temporárias.

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

Para ambos os cenários, mesmo considerando-se: (i) o tratamento dos resíduos alimentares e efluentes gerados previamente ao descarte no mar; (ii) a abrangência local do impacto, limitando seus efeitos às proximidades das embarcações; e (iii) as características hidrodinâmicas locais, que favorecem a diluição e dispersão desses elementos, esse impacto foi considerado negativo, uma vez que pode alterar as condições locais das estruturas da comunidade de peixes. A abrangência local do impacto se deve à limitação de seus efeitos às proximidades do ponto de descarte.

É considerado um impacto de permanência temporária, indireto, imediato e reversível, uma vez que com a interrupção dos lançamentos, as condições originais e a biota poderão ser restabelecidas. Quanto ao critério de cumulatividade, é classificado como induzido pelo impacto de alteração da qualidade da água devido ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares (impacto nº 6). Como ele ocorrerá durante a permanência das embarcações na região foi classificado como contínuo e de duração imediata.

A sensibilidade foi considerada alta, já que existem espécies pelágicas de elevada importância, seja por conta do valor econômico ou do valor ecológico e de espécies ameaçadas de extinção.

### **Cenário de descarte no mar**

Como o descarte de efluentes é extremamente pontual, restrito ao descarte das embarcações de apoio, e considerando que a hidrodinâmica marinha, de forma geral, favorece a dispersão desses efluentes, ele foi considerado de baixa magnitude. Tendo em vista as avaliações de sensibilidade e magnitude, esse impacto foi considerado de média importância.

### **Cenário de descarte zero**

Com o cenário de descarte zero é esperado um aumento no número de viagens ou de embarcações dedicadas ao transporte de fluido e cascalho para tratamento e disposição em terra. Dessa forma, haverá aumento do descarte de efluentes e resíduos alimentares no cenário de descarte zero, ele foi considerado de média magnitude. Tendo em vista as avaliações de sensibilidade e magnitude, esse impacto foi considerado de grande importância.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Classe               | Efetiva         | Efetiva       |
| Natureza             | Negativa        | Negativa      |
| Forma de incidência  | Indireta        | Indireta      |
| Tempo de incidência  | Imediato        | Imediato      |
| Abrangência espacial | Local           | Local         |
| Duração              | Imediata        | Imediata      |
| Permanência          | Temporária      | Temporária    |
| Reversibilidade      | Reversível      | Reversível    |
| Cumulatividade       | Induzida        | Induzida      |
| Frequência           | Contínua        | Contínua      |
| Magnitude            | Baixa           | Média         |
| Sensibilidade        | Alta            | Alta          |
| Importância          | Média           | Grande        |

**Impacto nº 4:** interferência na comunidade planctônica devido ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares.

#### Descrição do impacto

Durante toda a atividade de perfuração ocorrerá o descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares gerados pelas embarcações de apoio e as embarcações envolvidas no transporte de resíduos. Esses lançamentos poderão ocasionar alterações pontuais na qualidade da água pelo *input* de nutrientes e o aumento de turbidez, induzindo um impacto sobre a comunidade planctônica.

Os nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, desempenham um papel central na produtividade primária. Nos oceanos, uma vez que as partículas orgânicas deixam a zona epipelágica, antes dos nutrientes nela contidos serem regenerados, as águas superficiais são pobres em nutrientes, muitas vezes limitando o crescimento do fitoplâncton (CASTRO, 1999).

O aumento das concentrações de nutrientes em função do descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares favorecerá o incremento da produtividade primária, principalmente de espécies oportunistas. Esse aumento da biomassa fitoplanctônica ocorrerá principalmente nas camadas superiores da coluna d'água, onde a escassez de nutrientes é o fator limitante para o crescimento do plâncton (LALLI e PARSONS, 1993).

O fito e zooplâncton são o principal alimento das larvas de peixes (ictioplâncton) e até de organismos nectônicos adultos. Assim, a maior disponibilidade de alimento no ambiente se reflete em toda a cadeia pelágica, gerando um aumento na concentração de organismos nectônicos e recursos pesqueiros, alterando a densidade e até a composição da comunidade local (NIBAKKEN, 1993; PATIN, 1999).

Cabe ressaltar que as embarcações previstas de serem mobilizadas obrigatoriamente atenderão aos princípios estabelecidos na Convenção Marpol (73/78) e na Nota Técnica CGPEG/Dilic/Ibama nº 01/11 (sobre a implementação do Projeto de Controle de Poluição) e demais requisitos legais aplicáveis.

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

Dessa forma, apesar das características hidrodinâmicas marinhas favorecerem a diluição e dispersão dos efluentes e resíduos alimentares gerados, para ambos os cenários esse impacto foi considerado negativo. É considerado ainda como indireto, de abrangência local, limitando-se seus efeitos às proximidades das fontes de descarte, de incidência imediata e duração imediata, pois ocorrerá durante a permanência das embarcações na locação. É temporário e reversível, uma vez que, com a interrupção dos lançamentos, as condições originais e a biota poderão ser restabelecidas.

Quanto ao critério de cumulatividade, é classificado como induzido pelo impacto de alteração da qualidade da água devido ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares (impacto nº 5); e contínuo, pois a interferência na comunidade planctônica irá acontecer de maneira contínua durante toda a atividade de perfuração.

A sensibilidade foi considerada baixa, devido à possibilidade de reduzida alteração na estrutura das comunidades planctônicas.

### **Cenário de descarte no mar**

Como o descarte de efluentes é pontual e a hidrodinâmica favorece a dispersão dos efluentes, esse impacto foi considerado de baixa magnitude. Tendo em vista as avaliações de sensibilidade e magnitude, foi considerado de pequena importância.

### **Cenário de descarte zero**

Apesar do descarte de efluentes ser pontual, no cenário de descarte zero, esse impacto foi considerado de média magnitude pois o aumento do número de embarcações ou de viagens para apoio à atividade de perfuração causará um incremento do descarte de efluentes que se refletirá no incremento da produtividade primária, densidade e diversidade da comunidade local.

Tendo em vista as avaliações de sensibilidade e magnitude, esse impacto foi considerado de média importância.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | Efetiva                | Efetiva              |
| Natureza             | Negativa               | Negativa             |
| Forma de incidência  | Indireta               | Indireta             |
| Tempo de incidência  | Imediato               | Imediato             |
| Abrangência espacial | Local                  | Local                |
| Duração              | Imediata               | Imediata             |
| Permanência          | Temporária             | Temporária           |
| Reversibilidade      | Reversível             | Reversível           |
| Cumulatividade       | Induzida               | Induzida             |
| Frequência           | Contínua               | Contínua             |
| Magnitude            | Baixa                  | Média                |
| Sensibilidade        | Baixa                  | Baixa                |
| Importância          | Pequena                | Média                |

**Impacto nº 5:** alteração da qualidade da água devido ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares.

#### **Descrição do impacto**

Como indicado nos impactos nº 3 e nº 4, durante a atividade de perfuração haverá descarte de efluentes das embarcações de apoio à atividade de perfuração, ocasionando a alteração da qualidade da água marinha local.

No tocante à geração de efluentes, para o cenário de descarte no mar foi considerada a atuação de três embarcações do tipo PSV, com 29 tripulantes com estimativa média<sup>1</sup> de lançamento no mar de um volume diário de 12m<sup>3</sup> de efluentes sanitários e 70kg de resíduos alimentares durante 3 meses de atividade em média.

Com a implementação do descarte zero espera-se um aumento no tráfego de embarcações de apoio envolvidas no transporte de resíduos. Assim, de forma conservadora, é considerado um aumento do descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares, causando alterações locais da qualidade da água em proporções mais significativas que no cenário de descarte no mar.

Considerando as características do ambiente marinho *offshore*, é esperado que as correntes marinhas superficiais promovam a dispersão e diluição dos efluentes sanitários e dos resíduos alimentares lançados, de modo que a possível alteração será no máximo local (próxima à fonte de descarte).

Essas embarcações obrigatoriamente atenderão aos princípios estabelecidos na Convenção Marpol (73/78), nas Resoluções Conama nºs 357/05 e 430/11 e na Nota Técnica CGPEG/Dilic/Ibama nº 01/2011 (sobre a implementação do Projeto de Controle de Poluição).

<sup>1</sup>Cálculo baseado na tipologia e número de embarcações indicadas nos estudos ambientais de perfuração disponibilizados no banco de dados do Ibama (<http://licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo/Perfuracao/>. Acesso em: 2019 e 2020).

Os resíduos alimentares (resíduos orgânicos alimentares) serão triturados em partículas com tamanho inferior a 25mm e, posteriormente, descartados ao mar, conforme as especificações determinadas na Convenção Marpol 73/78.

Ressalta-se, entretanto, que tendo em conta o efetivo a bordo da plataforma, pode-se prever, de forma conservadora, que sejam geradas quantidades significativas de efluentes e resíduos orgânicos pontualmente, ou seja, ao seu redor, o que aumentará a disponibilidade de nutrientes e a turbidez da água (CETESB, 2006), mesmo que as correntes superficiais da região onde ocorre a atividade os dispersem rapidamente.

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

De acordo com Nixon (1995) e o National Research Council (2000), um possível aumento da disponibilidade de nutrientes em um ambiente oligotrófico poderá levar a um impacto negativo, podendo causar uma alteração do ambiente quanto aos padrões de produtividade e biodiversidade em relação ao padrão natural de distribuição.

É um impacto direto por decorrer de uma relação direta do descarte de efluentes e resíduos alimentares no mar e local, considerando-se o tratamento dos resíduos alimentares e efluentes gerados previamente ao descarte no mar e a grande capacidade de diluição do corpo receptor.

Considerando-se, ainda, que, com a interrupção dos lançamentos destes efluentes e resíduos alimentares ao mar, as condições naturais da água do mar deverão ser totalmente restabelecidas num curto período, este impacto pode ser classificado como de incidência e duração imediata, temporária e reversível.

Foi classificado como indutor dos impactos de interferência com a ictiofauna (impacto nº 3) e interferência na comunidade planctônica (impacto nº 4); e contínuo, pois o descarte de efluentes sanitários e de restos alimentares das embarcações ocorrerá durante toda a atividade de perfuração (cerca de 3 meses/poço).

A sensibilidade do fator ambiental foi considerada baixa, devido à grande capacidade de dispersão da hidrodinâmica marinha.

### **Cenário de descarte no mar**

A magnitude do impacto também foi considerada baixa, tendo em vista que as alterações causadas serão de baixa intensidade, pois são adotadas medidas ambientais de alta eficácia como: controle das fontes de poluição e da correta operação e manutenção dos equipamentos de tratamento de efluentes domésticos no âmbito do Projeto de Controle da Poluição. Adicionalmente, o Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT) contribuirá para a mitigação do impacto, com a conscientização dos trabalhadores envolvidos na atividade, no que diz respeito à importância do correto gerenciamento de resíduos e efluentes. Assim, a importância do impacto foi classificada como pequena.

### **Cenário de descarte zero**

Em razão do aumento do volume de sanitários e resíduos alimentares descartados, a magnitude do impacto foi considerada média, ainda que sejam tomadas as medidas descritas para o cenário de descarte no mar. Assim, a importância do impacto foi classificada como média.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | Efetiva                | Efetiva              |
| Natureza             | Negativa               | Negativa             |
| Forma de incidência  | Direta                 | Direta               |
| Tempo de incidência  | Imediato               | Imediato             |
| Abrangência espacial | Local                  | Local                |
| Duração              | Imediata               | Imediata             |
| Permanência          | Temporária             | Temporária           |
| Reversibilidade      | Reversível             | Reversível           |
| Cumulatividade       | Indutor                | Indutor              |
| Frequência           | Contínua               | Contínua             |
| Magnitude            | Baixa                  | Média                |
| Sensibilidade        | Baixa                  | Baixa                |
| Importância          | Pequena                | Média                |

**Impacto nº 6:** alteração da qualidade da água devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração.

#### **Descrição do impacto**

O descarte de cascalho com fluido aderido poderá alterar temporariamente as propriedades físico-químicas das águas na área de entorno da atividade de perfuração. Entre os impactos gerados na qualidade da água, pode-se citar o aumento da turbidez, levando a alterações físico-químicas da água do mar, como: transparência, densidade, mudança de pH e efeito térmico. Além disso, tendo em vista que os fluidos de perfuração descartados ao mar possuem diversos produtos químicos em sua composição, o que pode gerar a alteração temporária das concentrações naturais de alguns elementos, como o bário, o cádmio e o cromo, integrantes de alguns tipos de baritina (EPA, 1999).

Os fluidos de perfuração são classificados em dois tipos principais: os fluidos de base aquosa (FPBA) e os fluidos de base não aquosa (FPBNA). Os fluidos aquosos são compostos por água como fase contínua, com a adição de componentes tais como barita, argila, lignosulfonatos, soda cáustica, polímeros e outros aditivos especiais. O líquido base utilizado na formulação dos fluidos pode ser água industrial, água do mar ou soluções salinas saturadas, dependendo da disponibilidade e das necessidades relativas ao fluido de perfuração (SILVEIRA et al., 2016).

Os fluidos de base aquosa representam a absoluta maioria dos fluidos utilizados pois, se comparados aos fluidos de base não aquosa, apresentam baixo custo, tratamento mais simples, menor risco de poluição e se dispersam mais facilmente na coluna d'água (SCHAFFEL, 2002; SANTOS, 2012; PALLA, 2016).

Segundo Neff (2005), cerca de 90% dos sólidos oriundos do descarte de fluidos de base aquosa e de seu cascalho depositam-se rapidamente no fundo oceânico. A fração restante (10%), composta basicamente de partículas finas argilosas e componentes solúveis do fluido, forma uma pluma na

coluna d'água que se afasta da plataforma de perfuração com a ação das correntes predominantes, sendo rapidamente diluída devido à hidrodinâmica local. A rápida diluição dos descartes é também corroborada por Ayres (1994), Mairs et al. (1999) e Nedwed et al. (2004).

Diversos autores reforçam que não é esperado um efeito ambiental significativo na qualidade das águas decorrente do descarte ao mar de cascalho com fluido aderido ou de fluido de base aquosa excedente, devido à rapidez da dispersão e ao caráter descontínuo dos descartes (NEFF et al., 1987; PATIN, 1999; OGP, 2003; BELL e SMITH, 2000; NEFF, 2005; VEIGA, 2010).

Já os fluidos de base não aquosa são emulsões inversas que têm como fase contínua (fase líquida) uma base orgânica insolúvel em água mais água e substâncias químicas. Compreendem os fluidos de base não aquosa as seguintes categorias: os fluidos à base de óleo, os à base de óleo mineral de baixa toxicidade, à base de óleo mineral melhorado e, atualmente, os fluidos de base sintética. Estes apresentam vantagens operacionais devido ao seu melhor desempenho em relação aos fluidos de base aquosa, porém possuem como grande desvantagem a lenta biodegradabilidade nas condições anóxicas do ambiente marinho (GAMA, 2014).

Dessa forma, o descarte de cascalho com fluido de base não aquosa agregado altera a condição da qualidade da água durante o tempo de solubilização. Na determinação da magnitude dos impactos sobre a qualidade das águas, deve-se considerar o elevado hidrodinamismo das águas oceânicas que leva à alta capacidade de dispersão, gerando a diluição de qualquer efeito negativo com relativa rapidez (NEFF, 2005).

Nos estudos de avaliação do uso e descarte de fluidos de base não aquosa coordenados pela OGP (2003), pode-se concluir que os impactos na coluna d'água decorrentes do descarte de cascalho com esse tipo de fluido aderido são pouco significativos, tendo em vista a baixa solubilidade dos fluidos, a pequena dispersão ao longo da coluna d'água e o fato do descarte não ser contínuo, mas intermitente. Ainda segundo os autores, os programas de monitoramento ambiental implementados ao redor do mundo confirmam que não são esperados impactos na coluna d'água decorrentes do descarte de fluidos de base aquosa ou de cascalho com fluidos de base aquosa e não aquosa aderidos.

Essa avaliação pode ser corroborada pelos resultados do programa de monitoramento da atividade de perfuração nos blocos BM-S-48 e BM-S-55, onde observou-se apenas um ligeiro aumento de valores de pH entre campanhas pré e pós perfuração (REPSOL/HABTEC, 2012). Cabendo destacar que, fatores como a sazonalidade, profundidade de amostragem e composição das massas d'água atuaram de forma mais intensa para variação dos parâmetros físicos e químicos da água entre as duas campanhas.

## **AVALIAÇÃO**

O impacto foi classificado como negativo, direto, local, imediato, temporário, reversível e contínuo (descarte ocorre quase que diariamente) e duração imediata. No que se refere à cumulatividade, foi classificado como indutor por poder desencadear impactos nas comunidades biológicas.

Considerando a alta resiliência do fator ambiental, mesmo durante a etapa de perfuração quando haverá descarte de cascalho com fluido aderido, os impactos na qualidade das águas foram considerados como de baixa magnitude.

Em função do curto tempo de permanência na coluna d'água, não é esperada a contaminação do ambiente marinho, existindo apenas um aumento temporário e localizado da turbidez e de metais a depender do material descartado (NEFF et al., 2000; EPA, 1999) e com a adoção de medidas ambientais como monitoramento do descarte de cascalho e fluido de perfuração e atendimento às diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalho, fluidos complementares e pastas de cimento estabelecidos pelo Ibama no âmbito do Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho (PMFC), a sensibilidade do fator ambiental é baixa.

Em função da baixa magnitude e sensibilidade do fator ambiental, a importância do impacto também é pequena.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | Efetiva                | N/A                  |
| Natureza             | Negativa               | N/A                  |
| Forma de incidência  | Direta                 | N/A                  |
| Tempo de incidência  | Imediato               | N/A                  |
| Abrangência espacial | Local                  | N/A                  |
| Duração              | Imediata               | N/A                  |
| Permanência          | Temporária             | N/A                  |
| Reversibilidade      | Reversível             | N/A                  |
| Cumulatividade       | Indutor                | N/A                  |
| Frequência           | Contínua               | N/A                  |
| Magnitude            | Baixa                  | N/A                  |
| Sensibilidade        | Baixa                  | N/A                  |
| Importância          | Pequena                | N/A                  |

**Impacto nº 7:** variação da qualidade dos sedimentos marinhos devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração.

#### **Descrição do impacto**

Durante a etapa de perfuração dos poços, os impactos no sedimento são ocasionados por alterações que podem ocorrer por processos físicos e químicos. As alterações físicas e químicas dos sedimentos mais frequentemente observadas incluem: alterações na aparência visual da superfície e topografia do sedimento; mudanças no tamanho dos grãos do sedimentos e mineralogia de partículas; aumento nas concentrações de um ou mais metais (geralmente bário) e presença ou aumento de concentrações de produtos químicos específicos da composição dos FPBNAs, hidrocarbonetos totais de petróleo, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs) e hidrocarbonetos alifáticos (IOGP, 2016).

Os efeitos anteriormente citados que incidem sobre as características físicas do sedimento – como alterações na aparência visual da superfície e topografia, mudanças no tamanho dos grãos e mineralogia de partículas – não dependem do fluido de perfuração utilizado, mas sim das propriedades

do cascalho, como forma, tamanho e volume final depositado (HURLEY e ELLIS, 2004 e NETTO et al., 2009 apud OGX/Pir2, 2012).

A extensão e espessura dos depósitos finais de cascalho são dependentes, além da própria quantidade de cascalho lançado, das condições oceanográficas locais e da profundidade de perfuração. Em águas rasas e/ou de baixa energia, a deposição inicial tende a ser mais localizada que em áreas de águas profundas. Como consequência, a espessura dos depósitos de cascalho e as concentrações de hidrocarbonetos tendem a ser menores em zonas profundas. Uma vez depositados, a persistência do cascalho dependerá de uma série de fatores como ressuspensão e transporte dos sedimentos e a velocidade da biodegradação (NEFF et al., 2000 e HURLEY e ELLIS, 2004 apud OGX/Pir2, 2012).

Os efeitos de natureza química estão relacionados com destino e persistência do material sólido e dos produtos químicos presentes nos resíduos no assoalho oceânico e a depleção de oxigênio no sedimento devida à biodegradação de compostos orgânicos presentes, notadamente nos fluidos de base não aquosa (LAM et al., 2001; REIS, 1996; VEIGA, 2010).

Um dos efeitos no sedimento do lançamento de cascalho com fluido de perfuração de base aquosa é a contaminação química por metais, principalmente por bário, cuja concentração na composição de fluidos, no entanto, é limitada pela regulamentação vigente, e mais raramente por cromo, cobre, níquel, chumbo e zinco (BREUER et al., 2004). Conforme observado no monitoramento ambiental do Poço Guarapari-1 do Bloco BM-ES-38, Bacia do Espírito Santo, o descarte de cascalho pode gerar a alteração temporária das concentrações naturais de alguns elementos que fazem parte da composição dos fluidos de perfuração, como o bário (PERENCO, 2012).

Contudo, cabe destacar que as campanhas do Projeto Mapem (Monitoramento Ambiental das Atividades de Perfuração Exploratória Marítima) não indicaram aumento das concentrações da maioria dos metais e metaloides nos sedimentos (TOLDO JR. et al., 2005). Este estudo verificou que, com exceção do bário, após um ano de perfuração, as concentrações desses elementos encontram-se nos níveis iniciais, obtidos antes das atividades de perfuração e são normalmente elevadas nos sedimentos próximos ao local de descarte. Cabe destacar que, barita, sólido particulado mais abundante na maioria dos fluidos de perfuração, tem uma solubilidade muito baixa na água do mar natural e é resistente à dissolução.

Com relação ao volume de cascalho produzido durante a perfuração, teoricamente, esse corresponde ao volume do poço acrescido de 20% em decorrência de eventuais desmoronamentos das formações para dentro do poço, de forma que, para cada 100m perfurados, são produzidos cerca de 13m cúbicos de cascalho (FIALHO, 2012b).

Com relação ao comportamento físico do material descartado, com base em resultados da modelagem de cascalho e fluido aderido em diferentes regiões brasileiras, percebe-se que não há tendência de formação de depósitos com grandes espessuras de cascalho. Com base nos resultados obtidos no Bloco ES-M-598, localizado na Bacia do Espírito Santo, nas simulações no período de verão a maior espessura de depósito no fundo seria de 778,43mm (77cm). Verificou-se ainda que as seções descartadas da superfície (com *riser*) com a utilização do fluido de base sintética são as que se depositam mais rapidamente, por conta das maiores densidades do fluido aderido e pela presença de classes granulométricas mais grosseiras em sua composição (STATOIL/PROOCEANO, 2015).

Já para o Bloco FZA-M-59, na Bacia da Foz do Amazonas, a espessura máxima obtida foi de 2,06mm no período de inverno, sendo observadas ainda as maiores distâncias do ponto de descarte no cenário de verão (4,53km) (BP/PROOCEANO, 2015).

Nas simulações realizadas para a área geográfica dos blocos BM-S-61, BM-S-62, BM-S-68, BM-S-69 e BM-S-70 (KAROON/ECOLOGY BRASIL, 2010), observou-se que as maiores pilhas de cascalho sobre o assoalho oceânico estariam associadas às fases de descarte sem *riser* (fases I e II), onde o acúmulo de material é maior, alcançando espessuras de até 38,2cm (fase II, no período de verão). Já os resultados obtidos para as fases com *riser* (fases III e IV) mostraram espessuras de no máximo 0,45cm (fase III, no período de verão). Considerando espessuras iguais ou superiores a 1mm, a área de influência total do material descartado foi de 0,16km<sup>2</sup> no período de verão e cerca de 0,20km<sup>2</sup> no inverno. Os resultados das simulações mostraram que, em uma distância de cerca de 155m do ponto de descarte, a pluma de sólidos em suspensão alcança concentrações da ordem de 1mg/litro. As altas concentrações localizam-se muito próximas do ponto de descarte e sua permanência na coluna d'água está limitada ao período do próprio descarte.

No entanto, durante as campanhas de filmagens, realizadas após cerca de 1 mês depois da perfuração de três poços na região, não foram encontrados indícios de formação de pilhas de cascalho ao redor da locação do poço e nem em sua área de influência (KAROON/AMBIPETRO, 2015).

## **AVALIAÇÃO**

O impacto foi classificado como negativo, direto, de incidência imediata, temporário, reversível, contínuo e local. É de imediata a média duração, pois em alguns casos mesmo que não sejam formadas grandes espessuras de cascalho o material depositado pode permanecer por um tempo considerável no fundo marinho – em função da baixa velocidade das correntes marinhas junto ao fundo. No que se refere à cumulatividade, foi classificado como indutor por ter possibilidade de induzir impactos nas comunidades biológicas, principalmente nos bentos (impacto nº 8).

Na escolha das locações são avaliadas questões como: a distância de bancos de rodolitos, algas calcárias, corais de profundidade, estruturas recifais ou qualquer outro tipo de substrato de formação biogênica ou feições geomorfológicas relevantes na área, ou ainda, qualquer outra estrutura que funcione como barreira à dispersão de sedimentos, a sensibilidade do fator ambiental foi classificada como baixa. Considerando-se o volume de descarte, o potencial de alteração (restrito às proximidades da locação) e as medidas ambientais contempladas nos Projetos de Monitoramento Ambiental (PMA) e de Monitoramento de Fluidos e Cascalho (PMFC), a magnitude foi avaliada como média. Dessa forma, a importância do impacto é média.

| Critério             | Descarte no mar  | Descarte zero |
|----------------------|------------------|---------------|
| Classe               | Efetiva          | N/A           |
| Natureza             | Negativa         | N/A           |
| Forma de incidência  | Direta           | N/A           |
| Tempo de incidência  | Imediato         | N/A           |
| Abrangência espacial | Local            | N/A           |
| Duração              | Imediata a média | N/A           |
| Permanência          | Temporária       | N/A           |
| Reversibilidade      | Reversível       | N/A           |
| Cumulatividade       | Indutor          | N/A           |
| Frequência           | Contínua         | N/A           |
| Magnitude            | Média            | N/A           |
| Sensibilidade        | Baixa            | N/A           |
| Importância          | Média            | N/A           |

**Impacto nº 8:** interferência nas comunidades bentônicas devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração.

#### Descrição do impacto

Durante a fase de perfuração, o descarte de cascalho com fluido aderido no fundo marinho pode afetar diretamente os organismos marinhos, em especial os bentônicos, uma vez que altera significativamente o meio físico (substrato) onde os organismos ocorrem (NASSAR, 2019) pelas alterações granulométricas e possibilidade de soterramento de organismos e o efeito toxicológico sobre os organismos presentes na coluna d'água (LAM et al., 2001; REIS, 1996; VEIGA, 2010). A relação entre a composição química dos fluidos de perfuração aderida ao cascalho com a ecotoxicidade está diretamente ligada aos efeitos adversos para a fauna marinha, causando alterações fisiológicas, mudanças no comportamento e até a morte dos indivíduos afetados (CAPP, 2001; GERRARD et al., 1999; MONAGHAN et al., 1980; VEIGA, 2010). Dessa forma, o deslocamento, soterramento ou mesmo morte de indivíduos pelo impacto mecânico (esmagamento) implicam alteração da comunidade bentônica.

A severidade do impacto de descarte de fluido com cascalho aderido nos bentos está diretamente relacionada à quantidade de material acumulado no substrato que, por sua vez, está relacionado às características físicas do material descartado e às condições ambientais no momento no local de descarte, como hidrodinamismo e profundidade local (IOGP, 2016).

Em ambientes de alta circulação, somente uma pluma reduzida se acumula e os impactos na comunidade bentônica são mínimos e de curta duração. Nos ambientes de baixa circulação e deposicionais, uma maior quantidade de material se acumula e pode haver uma redução na abundância de algumas espécies bentônicas (WILLS, 2000).

Os impactos biológicos do descarte de cascalho de perfuração na comunidade bentônica estão bem documentados (DAAN et al., 1990, 1991, 1992, 1994, 1996; DAAN e MULDER, 1993, 1994, 1995, 1996; KRONCKE et al., 1992, OLSGARD et al., 1997; BREUER et al., 1999; TOLDO JR. et al., 2005; IOGP, 2016). Existe um padrão consistente para as mudanças observadas na fauna após um gradiente de aumento de volume de cascalho. Esse gradiente é resultante dos efeitos combinados de abafamento físico, enriquecimento orgânico, contaminação química (por hidrocarbonetos, metais e sulfetos). Estudos de campo no mar do Norte demonstraram que os efeitos são principalmente confinados a comunidades bentônicas dentro de um raio de 1-2km das plataformas.

Segundo Breuer et al. (1999), no Golfo do México os impactos do descarte de cascalho de perfuração observados na comunidade bentônica a longo prazo são: (i) diminuição dos efeitos biológicos associados ao longo do tempo; (ii) sinais claros de recuperação da biota localizada num raio superior a 500m das plataformas e (iii) efeitos biológicos detectados num raio de até 250m da plataforma.

De acordo com IOGP (2016), os efeitos da deposição de cascalho de FPBA e FPBNA nas comunidades biológicas de fundo são causados principalmente pelo soterramento, alterações na textura dos sedimentos e baixas concentrações de oxigênio nos sedimentos resultantes da degradação microbiana da matéria orgânica. A recuperação das comunidades bentônicas geralmente ocorre pelo recrutamento de novos organismos colonizadores e a subsequente migração de sedimentos adjacentes não perturbados. A recuperação ecológica geralmente começa logo após o término da perfuração e, geralmente, está bem avançada em um ano. Durante o período de recuperação normalmente se observa uma sucessão de composição e diversidade da comunidade bentônica. A recuperação total pode se estender até que as propriedades físicas e químicas do sedimento retornem às condições iniciais, pode ser impulsionada pela deposição natural e transporte de sedimentos para a área afetada e, combinada com a biodegradação da matéria orgânica do sedimento, resulta na reoxigenação das camadas superficiais de sedimentos.

Essas observações são corroboradas pelos dados do Projeto Mapem (TOLDO JR. et al., 2005) que indicam que, um ano após a atividade de perfuração, foi detectado um significativo aumento nas densidades de copépodos e de nemátodos que se alimentam no epistrato do sedimento, típicos de sedimentos mais grosseiros. Segundo os autores, o aumento de formas superficiais da meiofauna persistirá até a desagregação do cascalho na área de impacto. Para a macrofauna, a recuperação da área de estudo nos níveis observados antes da perfuração está condicionada a persistência do cascalho de perfuração no sedimento, o que favorece a persistência de organismos sedentários detritívoros construtores de tubos e que utilizam os recursos da interface sedimento-água, dificultando o restabelecimento das comunidades presentes antes da atividade de perfuração.

De acordo com a compilação de dados do IOGP (2016), os impactos físicos à fauna bentônica, incluindo os efeitos do soterramento e, independentemente do tipo de fauna, parecem ser maiores em profundidades oceânicas inferiores a 600m, pois quando o descarte de cascalho ocorre em águas mais profundas, geralmente forma-se um depósito em camada mais fina sobre uma área maior, onde a concentração de químicos no sedimento diminui com o aumento da distância do ponto de descarte.

Diversos estudos de monitoramento do descarte de cascalho com FPBA aderido indicam que a abundância e diversidade da megafauna sésil e de movimento lento foram reduzidas em 50 a 100m do ponto de descarte, sendo os efeitos maiores em profundidades em lâmina d'água de 100 a 600m (JONES et al., 2006, 2011, 2012; HUGHES et al., 2010; GATES e JONES, 2012). Em outros estudos, poucos

efeitos na megafauna bentônica foram observados perto de poços perfurados com FPBA ou FPBNAs em profundidades superiores a 1.000m de água (CARNEY, 2006).

No tocante à macrofauna bentônica, cabe destacar que sua capacidade de sobreviver ao soterramento depende em grande parte de sua mobilidade e da frequência e da taxa e profundidade da deposição do cascalho. Alguns animais presos ou sésseis com capacidade muito limitada de se mover são os mais suscetíveis e provavelmente serão sufocados e perecerão. Outras espécies podem ser suscetíveis a condições de baixa concentração de oxigênio se sua capacidade de se mover para cima no sedimento for mais lenta que a taxa de deposição. Segundo a compilação de limiares de soterramento para diferentes espécies bentônicas feita por Kjeilen-Eilertsen et al. (2004) o limiar de soterramento varia de 1 a >50cm, dependendo do táxon, tamanho e mobilidade. Já Smit et al. (2008), estabeleceram uma profundidade limiar de 0,65cm (6,5mm) de sedimento, baseado em dados da fauna de águas rasas. Embora não existam dados sobre espécies de águas profundas, onde a macrofauna bentônica costuma ter um tamanho menor e as taxas de sedimentação natural geralmente são baixas (GRASSLE e MACIOLEK, 1992), o limiar de soterramento para os bentos em águas profundas pode ser menor do que para a fauna em águas rasas.

## **AVALIAÇÃO**

O impacto foi classificado como negativo, direto, contínuo, de incidência imediata, local, visto que os efeitos mais significativos estão restritos ao entorno dos poços. Foi avaliado como temporário, reversível e de duração imediata para os efeitos agudos, que são aqueles sentidos logo após a ocorrência do descarte, e ainda como permanente, irreversível e de longa duração, quando os efeitos possuem capacidade de alterar a estrutura da população ou comunidade, dependendo das condições ambientais (hidrodinâmica e taxa de sedimentação do local, disponibilidade de oxigênio etc.) e dos organismos afetados (NRC, 2003).

No que se refere à cumulatividade foi classificado como induzido, pois as alterações na composição da comunidade podem estar diretamente associadas à alteração da qualidade do sedimento marinho (impacto nº 7).

Quanto à sensibilidade do fator ambiental, esta foi classificada como média para ambientes profundos e alta para ambientes de águas rasas e locais onde é registrada a presença de espécies sensíveis, como corais e bancos biogênicos.

Devido ao reduzido grau de alteração esperado na estrutura da comunidade (epifauna evidente), o impacto foi avaliado como de baixa magnitude.

Em função das classificações de magnitude e a sensibilidade atribuídas ao impacto, este foi classificado como de média importância.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b>  | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Classe               | Efetiva                 | N/A                  |
| Natureza             | Negativa                | N/A                  |
| Forma de incidência  | Direta                  | N/A                  |
| Tempo de incidência  | Imediato                | N/A                  |
| Abrangência espacial | Local                   | N/A                  |
| Duração              | Imediata/longa          | N/A                  |
| Permanência          | Temporária/permanente   | N/A                  |
| Reversibilidade      | Reversível/irreversível | N/A                  |
| Cumulatividade       | Induzida                | N/A                  |
| Frequência           | Contínua                | N/A                  |
| Magnitude            | Baixa                   | N/A                  |
| Sensibilidade        | Média/alta              | N/A                  |
| Importância          | Média                   | N/A                  |

## **IMPACTO COM OCORRÊNCIA NOS TRECHOS MARÍTIMO E TERRESTRE**

**Impacto nº 9:** alteração da qualidade do ar devido às emissões atmosféricas.

### **Descrição do impacto**

#### **TRECHO MARÍTIMO**

As emissões atmosféricas originadas pelo descarte no mar do cascalho dependem essencialmente do método de tratamento deste. Uma simples centrifugação acarretaria pequeno consumo de energia adicional pelos geradores elétricos da plataforma. Entretanto, se for adotado a bordo da plataforma algum tipo de tratamento térmico, haverá aumento do consumo de óleo para aquecimento dos fornos e conseqüente incremento das emissões atmosféricas. Os poluentes da exaustão do aquecimento dos fornos serão somados aos gases da exaustão provenientes da evaporação dos voláteis e das partículas finas de pó arrastadas.

Para separar o impacto das emissões atmosféricas geradas pela plataforma de perfuração do impacto causado pelo tratamento do cascalho a bordo, foi feita a estimativa das emissões de um motor diesel de 1.200hp dedicado à geração de energia para tratamento do cascalho (funcionando à potência de 100%) (USEPA, AP-42, Seção 3.4: Large stationary diesel & all stationary dual engines, Table 3.4-1). Os poluentes de exaustão considerados foram NO<sub>x</sub> (313,5kg/dia), CO (71,85kg/dia), SO<sub>x</sub> (105,69kg/dia), MP (9,14kg/dia) e TOC como metano (9,21kg/dia).

O transporte de cascalho das plataformas para descarte em terra envolve a emissão de poluentes atmosféricos nas várias operações necessárias até o sítio de disposição final do material. Os principais poluentes lançados por navios são dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), monóxido de

carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e material particulado (MP). Em quantidades muito pequenas são liberados óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>) e alguns compostos orgânicos voláteis (VOC).

Com a modificação do cenário operacional, por exemplo, ocorrem emissões no carregamento das caixas sobre os barcos de apoio, tanto devido ao consumo de energia pelos guindastes como pela manobra dos barcos. No trajeto da locação até o porto de destino, há emissões pelos barcos de apoio, enquanto nos portos, as manobras dos barcos e o descarregamento das caixas ocasionam ainda mais emissões.

Com base em dados do IPCC reference manual, Table 1-47, e do estudo comparativo de três modais (caminhão, trem e barco) de transporte na região dos Grandes Lagos e do rio São Lourenço feito por Research and Traffic Group (2013), o transporte de uma tonelada de carga por mar resulta na emissão de 6,87g de dióxido de carbono por quilômetro. Considerando-se que na perfuração de um poço na Bacia de Campos pela Petrobras, haveria o retorno de 1.100t de cascalho (descarte zero). Estimando a localização do poço a 200km de distância do porto de destino do cascalho, apenas o transporte causaria a emissão de uma tonelada e meia de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por poço.

## TRECHO TERRESTRE

No trajeto dos portos até a central de resíduos, o transporte pode ser feito por caminhão ou trem. O transporte por caminhão, além das emissões da combustão, levanta poeira e produz partículas suspensas no ar.

As distâncias terrestres a serem percorridas são ponto-chave para o balanço final das emissões atmosféricas. De acordo com o estudo do Research and Traffic Group (2013) em que foram avaliadas três modalidades de transporte de resíduos (trem, caminhão e navio) observou-se que um litro de óleo diesel possibilita transportar de caminhão uma tonelada de carga por 49km de distância, enquanto de trem a distância seria de 226km; e de barco, 394km. Além do maior consumo de combustível, as emissões pelo transporte de caminhão são cerca de oito vezes maiores que as dos navios.

Além disso, as estimativas totais das emissões atmosféricas dependerão do processo escolhido para tratamento ou destinação final, pois o tratamento térmico ou a calcinação seriam fontes importantes de emissões no ar. E ainda, em técnicas como aterro ou *landfarming*, os fluidos aderidos ao cascalho quando não removidos, irão evaporar compostos orgânicos no ar (COV) que são precursores da formação do ozônio troposférico e prejudiciais à saúde.

Segundo Walker e Dalton (2009), os principais impactos na qualidade do ar referem-se aos efeitos sobre a saúde da população, sobre ecossistemas terrestres e aquáticos, além de áreas agrícolas.

Em terra, haverá pequeno acréscimo de poluição do ar durante o transporte por caminhões. Entretanto, o tratamento final por incineração, reaproveitamento em artefatos cerâmicos ou aproveitamento para geração de energia (WTE) poderá causar impacto relevante na qualidade do ar local, se equipamentos para abatimento da poluição, como lavadores de gases não forem adotados.

Se for adotado o tratamento térmico do cascalho em terra, haverá aumento do consumo de óleo para aquecimento dos fornos com conseqüente incremento das emissões atmosféricas. Os poluentes gerados na exaustão do aquecimento dos fornos serão somados aos gases da exaustão provenientes da evaporação dos voláteis e das partículas finas de pó arrastadas.

Há três opções básicas para tratamento dos gases da exaustão do processo de tratamento térmico: (a) lançamento dos contaminantes vaporizados e dos gases da exaustão na atmosfera; (b) coleta dos vapores e tratamento destes e (c) destruição térmica dos voláteis. No caso da combustão dos voláteis,

haverá ainda o problema das partículas sólidas que precisam ser removidas dos gases da exaustão dos fornos e da queima dos voláteis.

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

Para ambos os cenários, o impacto sobre a qualidade do ar foi considerado negativo, imediato, direto e local. Esse impacto foi classificado ainda como temporário, reversível e de duração imediata, pois a qualidade do ar tenderá a se restabelecer após o aspecto cessar. Além disso, é classificado como contínuo, pois a alteração na qualidade do ar ocorrerá durante toda a atividade de perfuração.

Esse impacto também é considerado indutor do impacto nº 10, Contribuição antrópica para o efeito estufa devido às emissões atmosféricas.

### **Cenário de descarte no mar**

A sensibilidade do fator foi avaliada como baixa, uma vez que essas atividades estão localizadas em área não saturada por poluentes regulados.

Considerando-se as características de mar aberto, onde a velocidade do vento em geral é sempre elevada, tem-se uma rápida dispersão no ar, sendo assim a magnitude do impacto foi avaliada como baixa. Dessa forma, a importância do impacto foi avaliada como pequena.

### **Cenário de descarte zero**

Considerando-se: (i) as emissões durante o transporte pelos caminhões; (ii) aplicação de técnicas de processamento térmico no tratamento do cascalho e (iii) a possibilidade de que a poluição do ar afete pessoas ou ecossistemas - a magnitude do impacto foi avaliada como média.

A sensibilidade do fator foi avaliada como baixa a média, uma vez que atividades de transporte e as centrais de resíduos podem se localizar em áreas não saturadas ou em grandes centros urbanos, como, por exemplo, na Região Sudeste do país. Sendo assim, a importância do impacto foi avaliada como média.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Classe               | Efetiva         | Efetiva       |
| Natureza             | Negativa        | Negativa      |
| Forma de incidência  | Direta          | Direta        |
| Tempo de incidência  | Imediato        | Imediato      |
| Abrangência espacial | Local           | Local         |
| Duração              | Imediata        | Imediata      |
| Permanência          | Temporária      | Temporária    |
| Reversibilidade      | Reversível      | Reversível    |
| Cumulatividade       | Indutor         | Indutor       |
| Frequência           | Contínua        | Contínua      |
| Magnitude            | Baixa           | Média         |
| Sensibilidade        | Baixa           | Baixa/média   |
| Importância          | Pequena         | Média         |

## TRECHO TERRESTRE

**Impacto nº 10:** alteração da qualidade das águas superficiais devido ao tratamento e destinação de resíduos em terra.

Com a implementação do descarte zero, ocorrerá um aumento da demanda por tratamento e destinação de fluido e cascalho em terra. De maneira geral, durante as atividades de perfuração os resíduos especializados gerados representam um quantitativo elevado, comparado aos resíduos de caráter geral (SANTOS, 2013).

Segundo Moraes (2010), estima-se que cerca de 10 a 15% do volume do fluido de perfuração permanecem aderidos ao cascalho após o processo de separação, o que, indubitavelmente, influenciará a composição do resíduo sólido a ser transportado e destinado, por exemplo, a um aterro, reaproveitamento ou mesmo à incineração.

Um dos principais problemas ambientais relacionados à disposição inadequada desses resíduos é a contaminação das águas superficiais devido ao carreamento de produtos químicos, metais, compostos orgânicos e nutrientes pelas águas pluviais (ZULAUF, 2000). Para regiões onde a disponibilidade de aterros industriais é crítica, a disposição desse material em aterros sanitários requer atenção, devido à possibilidade de contaminação ambiental pelo chorume, neste caso oriundo da mistura de resíduos de múltiplas fontes.

Até mesmo para técnicas de reaproveitamento do cascalho, como sua utilização na pavimentação de vias, não se pode descartar a potencial contaminação de recursos hídricos devido à lixiviação dos hidrocarbonetos presentes no fluido aderido ou do sal (cloretos) presente na matriz das rochas. Mesmo quando considerada a mistura do cascalho com argila no sentido de tornar o material mais inerte ou seu pré-tratamento via dessorção térmica, o problema dos cloretos persiste - conforme apresentado

no Fascículo 2, item 3.2.3.1.4 Pavimentação de vias. Já no aproveitamento para produção de artefatos cerâmicos, o potencial de contaminação é ainda maior, pois há o risco de o resíduo ser depositado diretamente na lavra, sem qualquer controle de lixiviação ou vazamento para outras áreas.

## AVALIAÇÃO

Nesse contexto, o impacto efetivo sobre a qualidade da água superficial é classificado como negativo. É um impacto de incidência indireta e imediata, pois seus efeitos se manifestam durante a ocorrência do aspecto ambiental causador.

Sua abrangência é local, atingindo os arredores do ponto de destinação dos resíduos. Sua frequência de ocorrência é intermitente, pois não se consegue precisar quando ocorrerá. É possível o ambiente retornar às condições originais, caso sejam aplicadas medidas de controle ambiental; e considerando-se que a ocorrência do impacto se dá principalmente no período de chuvas intensas, o impacto foi classificado como temporário, reversível e imediato.

Devido à possibilidade de interação com os impactos nºs 11 e 12 (Alteração da qualidade do solo devido à destinação de resíduos em terra e Alteração da qualidade da água subterrânea, respectivamente), foi classificado como um impacto cumulativo. Em razão do potencial de alteração do fator ambiental (presença de resíduos perigosos, não perigosos e do sal), este impacto foi classificado como de baixa magnitude para (a) técnicas sem disposição de material no solo ou etapa de tratamento de efluentes, e (b) técnica de reaproveitamento na pavimentação de vias; e como de média magnitude para técnicas como aterro industrial, compostagem, *landfarming* ou separação física.

Como as águas superficiais podem ser utilizadas para fins de recreação, abastecimento público ou irrigação, constituindo assim um risco à saúde humana, o fator ambiental é considerado como de alta sensibilidade, portanto, a importância foi classificada como de média a grande.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Classe               | N/A             | Efetiva       |
| Natureza             | N/A             | Negativa      |
| Forma de incidência  | N/A             | Indireta      |
| Tempo de incidência  | N/A             | Imediato      |
| Abrangência espacial | N/A             | Local         |
| Duração              | N/A             | Imediata      |
| Permanência          | N/A             | Temporária    |
| Reversibilidade      | N/A             | Reversível    |
| Cumulatividade       | N/A             | Cumulativo    |
| Frequência           | N/A             | Intermitente  |
| Magnitude            | N/A             | Baixa/média   |
| Sensibilidade        | N/A             | Alta          |
| Importância          | N/A             | Média/grande  |

**Impacto nº 11:** alteração da qualidade do solo devido à destinação de resíduos em terra.

### **Descrição do impacto**

Com a implementação do descarte zero é esperado um incremento do volume de resíduos enviados para a terra.

A poluição do solo consiste em qualquer mudança na natureza ou na composição do solo decorrente do seu contato com produtos químicos, resíduos sólidos ou líquidos. Esse tipo de poluição pode tornar o solo infértil, além de gerar riscos à saúde humana, dos animais e das plantas.

Para a técnica de disposição final em aterro industrial ou outras técnicas como a compostagem, *landfarming* e aproveitamento em artefatos cerâmicos, o potencial de contaminação do solo é alto em função da disposição dos resíduos em valas, lavras ou pilhas, alterações físico-químicas, processos de biodegradação ou atividade microbiológica do material descartado.

De acordo com (MTX AMBIENTAL/CONSTRUNÍVEL ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2017), por mais que seja feita a impermeabilização do solo na base do aterro e a cobertura dos resíduos com camadas de solo ou outro material apropriado, o risco de contaminação do solo e de águas subterrâneas pela percolação dos líquidos provenientes do aterro industrial é tido como um dos impactos negativos mais relevantes nesse tipo de empreendimento. Sendo necessário então estabelecer um sistema de monitoramento de águas superficiais e subterrâneas a montante e a jusante da área do empreendimento.

### **AVALIAÇÃO**

Nesse contexto, o impacto sobre a qualidade do solo é classificado como negativo. É um impacto de incidência direta e imediata, já que é previsto ocorrer logo que se aumente o volume de resíduos destinado em terra. Sua abrangência é local, atingindo os arredores do ponto de destinação dos resíduos. Como não se consegue precisar sua frequência de ocorrência, é classificado como intermitente.

Como pode ocorrer a deposição permanente do material no ambiente (no caso das técnicas de *landfarming*, caverna de sal e aterro industrial) e contaminação do solo por compostos persistentes como metais, principalmente o bário, o impacto é classificado como permanente, irreversível e de longa duração. Já para a técnica de compostagem, o impacto é avaliado como temporário, imediato e reversível, pois os resíduos precisam ser tratados em um período relativamente curto e sua possibilidade de conversão em composto que pode ser utilizado como fertilizante orgânico, na recuperação de solos esgotados, cobertura de aterros, proteção de encostas e taludes e no controle de processo erosivos.

Devido à possibilidade de indução dos impactos nºs 10 e 12 (Alteração da qualidade das águas superficial e subterrânea, respectivamente), foi classificado como um impacto cumulativo e indutor. Com base na análise dos volumes que serão destinados à terra, do potencial de alteração do fator ambiental (presença de resíduos perigosos, não perigosos e do sal), a existência de mecanismos de contenção de acidentes e necessidade de atendimento à legislação ambiental e a requisitos de saúde, segurança e meio ambiente, a magnitude deste impacto foi classificada como média.

Considerando que as áreas para destinação final de resíduos passam por processos de licenciamento ambiental, onde são avaliados processos como erosão do solo, estabilidade do terreno e tipos de usos (distância de áreas de vocação agrícola e de recursos hídricos), a sensibilidade ambiental do fator foi avaliada como baixa, portanto, a importância foi classificada como média.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b>    |
|----------------------|------------------------|-------------------------|
| Classe               | N/A                    | Efetiva                 |
| Natureza             | N/A                    | Negativa                |
| Forma de incidência  | N/A                    | Direta                  |
| Tempo de incidência  | N/A                    | Imediata                |
| Abrangência espacial | N/A                    | Local                   |
| Duração              | N/A                    | Imediata/longa          |
| Permanência          | N/A                    | Temporária/permanente   |
| Reversibilidade      | N/A                    | Reversível/irreversível |
| Cumulatividade       | N/A                    | Cumulativo/indutor      |
| Frequência           | N/A                    | Intermitente            |
| Magnitude            | N/A                    | Média                   |
| Sensibilidade        | N/A                    | Baixa                   |
| Importância          | N/A                    | Média                   |

**Impacto nº 12:** alteração da qualidade da água subterrânea devido à destinação de resíduos em terra.

#### **Descrição do impacto**

A contaminação da água subterrânea pode ocorrer de maneira direta ou indireta, podendo estar relacionada com as atividades humanas e/ou por processos naturais como carreamento de material pela água da chuva e conseqüente infiltração no solo (MMA, 2007b).

Por mais que sejam adotadas técnicas adequadas para disposição dos resíduos da atividade de perfuração, o envio desse material para o continente pode se tornar uma fonte de contaminação de solos, rios e aquíferos, especialmente os rasos e não confinados, que se dá por infiltração ou escoamento da solução gerada nos processos naturais de decomposição orgânica (FERREIRA e ROSELEN, 2012).

O potencial de poluição da água subterrânea depende das características, da quantidade e da forma de disposição do material no solo e da vulnerabilidade intrínseca do aquífero (CETESB, 2020).

Devido às baixas velocidades de infiltração e aos processos biológicos, físicos e químicos que ocorrem no solo, os aquíferos são naturalmente mais protegidos da poluição. Porém, ao contrário das águas superficiais, uma vez ocorrida a poluição, as baixas velocidades de fluxo tendem a promover uma recuperação muito lenta da qualidade (MMA, 2007b).

Em aterros industriais, a infiltração de percolados no solo pode ocorrer por problemas na impermeabilização na base do aterro, pelas caixas de passagem e drenos. A má operação do aterro, com cobertura deficiente das células e eventuais vazamentos em tubulações, canaletas e demais dispositivos de drenagem também pode contribuir para a infiltração de percolados no solo e contaminação das águas subterrâneas. Como exemplo, podemos citar o estudo de Nascimento et al. (2006) onde foram encontradas altas concentrações de manganês e chumbo, em águas superficiais e subterrâneas em localidades próximas a um aterro industrial na cidade de Cubatão (SP). Outro exemplo

é o caso da avaliação das águas subterrâneas na área de influência da Utesa, central de disposição de resíduos localizada no Rio Grande do Sul, onde foram observadas alterações de concentração de diversos parâmetros, como: sódio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, cloretos, zinco, entre outros nos pontos monitorados (KRIEGER, 2000).

## AVALIAÇÃO

É um impacto negativo, indireto pois será desencadeado pela contaminação do solo durante a disposição ou tratamento de resíduos de perfuração em terra e, local, considerando-se a baixa velocidade de fluxo e o confinamento da água, seus efeitos estão restritos aos corpos subterrâneos próximos ao local de destinação dos resíduos. Pelo fato de que seus efeitos serão sentidos durante a ocorrência do aspecto ambiental é um impacto de incidência imediata. Como não se consegue precisar sua frequência de ocorrência, é classificado como intermitente.

Em razão da possibilidade de o ambiente retornar às condições originais caso sejam aplicadas medidas de controle ambiental, e devido ao aumento de lixiviação do solo, principalmente no período de chuvas intensas, o impacto é temporário, reversível e imediato.

Foi classificado como cumulativo e induzido pelo impacto de alteração da qualidade do solo (impacto nº 11).

A sensibilidade do fator ambiental foi considerada alta, face à possibilidade de utilização dos reservatórios subterrâneos para abastecimento humano. Contudo, a magnitude do impacto foi considerada baixa, tendo em vista que na escolha das áreas para instalação de centrais de tratamento ou destinação de resíduos evita-se a proximidade de recursos ambientais sensíveis e são aplicadas contenções para evitar o risco de contaminação ambiental e as operadoras de petróleo possuem ferramentas de gestão de suas subcontratadas. Assim, a importância do impacto foi classificada como média.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero       |
|----------------------|-----------------|---------------------|
| Classe               | N/A             | Efetiva             |
| Natureza             | N/A             | Negativa            |
| Forma de incidência  | N/A             | Indireta            |
| Tempo de incidência  | N/A             | Imediato            |
| Abrangência espacial | N/A             | Local               |
| Duração              | N/A             | Imediata            |
| Permanência          | N/A             | Temporária          |
| Reversibilidade      | N/A             | Reversível          |
| Cumulatividade       | N/A             | Cumulativo/induzido |
| Frequência           | N/A             | Intermitente        |
| Magnitude            | N/A             | Baixa               |
| Sensibilidade        | N/A             | Alta                |
| Importância          | N/A             | Média               |

## 2.2.2 Impactos ambientais efetivos do meio socioeconômico

### TRECHO MARÍTIMO

**Impacto nº 1:** interferências nas atividades pesqueiras artesanais devido ao trânsito de embarcações.

#### Descrição do impacto

Durante as atividades de perfuração *offshore*, as rotas por onde circulam as embarcações de apoio atravessam áreas de pesca artesanal de diversas frotas pesqueiras. Esse movimento está relacionado ao transporte de insumos para a unidade e o transporte de resíduos para o continente, ocorrendo, portanto, entre a locação da unidade de perfuração e a base de apoio marítima.

A interferência do deslocamento das embarcações de apoio sobre a pesca artesanal se dá devido aos seguintes aspectos: (i) eventual sobreposição da rota de navegação das embarcações de apoio com áreas onde ocorre o desenvolvimento de atividade de pesca artesanal, impossibilitando o exercício da atividade no momento de deslocamento da embarcação; (ii) aumento do risco de acidentes (abaloamento/colisão) envolvendo as embarcações de apoio e as de pesca, com consequências que podem envolver desde danos materiais a perda de vida(s) humana(s) e (iii) aumento do risco de danos e perda de materiais de pesca utilizados pelas comunidades pesqueiras artesanais (equipamentos, petrechos, artes de pesca) e da produção associada, por exemplo, no caso de redes de espera em uso que sejam danificadas durante a passagem das embarcações de apoio.

Além da interferência com as áreas de pesca, o tráfego de embarcações em locais próximos aos pesqueiros tradicionais pode resultar no afastamento de cardumes, pressionando os pescadores a buscarem novas áreas de pesca, cada vez mais distantes e a um custo elevado, a fim de garantir sua sobrevivência (ROCHA, 2013).

Vale destacar que compõem como grupos mais vulneráveis às alterações causadas pelas atividades de perfuração *offshore* os pescadores que atuam em profundidades inferiores a 100m; que desempenham uma atividade com forte característica cultural e típica de uma determinada região; que possuem um recurso pesqueiro específico como alvo; e que atuam em reservas extrativistas.

No cenário de descarte no mar, considera-se que podem ser utilizadas técnicas de recuperação de fluido aderido ao cascalho (sistema de controle de sólidos ou dessorção térmica) previamente ao seu descarte no mar e que não haverá acréscimo ao número de viagens já previstas para atendimento às demandas da atividade de perfuração.

A implementação do descarte zero gerará um aumento na demanda por transporte marítimo de resíduos em relação ao cenário de descarte no mar, acarretando uma maior interferência sobre a atividade pesqueira artesanal, pois as rotas por onde circulam as embarcações de apoio muitas vezes atravessam áreas de pesca.

### AVALIAÇÃO

#### Ambos os cenários

Este impacto é classificado como efetivo, de natureza negativa e de incidência direta e imediata, ocorrendo desde o início da fase de instalação da unidade de perfuração numa determinada locação. A abrangência é classificada como regional, pois seus efeitos podem afetar frotas pesqueiras de diversos municípios.

Além desse impacto apresentar duração imediata, ele é considerado ainda temporário e reversível, pois tão logo terminem as atividades, tais embarcações de apoio deixarão de circular e sua interferência com a atividade pesqueira cessa. Trata-se de um impacto sinérgico, uma vez que os efeitos sobre a atividade de pesca estão relacionados a outros empreendimentos que compartilham o mesmo espaço marítimo. Sua frequência é contínua, ocorrendo durante toda a atividade de perfuração.

A pesca artesanal é uma atividade econômica de alta relevância e com muitas fragilidades na forma como se estrutura e se organiza. Portanto, a sensibilidade deste fator foi avaliada como alta.

### **Descarte no mar**

Segundo resultados do levantamento do Projeto de Monitoramento do Tráfego de Embarcações (PMTE) da Bacia de Santos houve uma diminuição geral da navegação da Bacia de Santos entre os anos de 2013 e 2018, acompanhada de um adensamento nas áreas de alta intensidade. De modo geral, levando-se em consideração a amplitude das áreas em que a pesca artesanal é realizada, a autonomia limitada dessas embarcações para atuar a grandes distâncias da costa e ainda a periodicidade das embarcações de apoio destinadas a uma determinada localidade, não se prevê uma intensidade alta de conflito pelo uso do espaço.

Da análise regional, temos: a) magnitude média para as bacias da foz do Amazonas, Barreirinhas e Camamu-Almada, onde a pesca figura como uma importante fonte de renda e de subsistência para diversas comunidades, além da importância sociocultural; e na Bacia do Ceará onde a pesca artesanal é altamente dependente da captura da lagosta; e b) para as demais bacias brasileiras, a magnitude do impacto é baixa.

Sendo assim, este impacto é avaliado como de média importância. No caso de localidades em que o impacto foi classificado como de média magnitude, o impacto pode alcançar grande importância.

### **Descarte zero**

De modo geral, levando-se em consideração a amplitude das áreas onde a pesca artesanal é realizada, a autonomia limitada das embarcações para atuação em grandes distâncias da costa e o aumento da periodicidade de embarcações destinadas ao apoio à atividade de perfuração no cenário de descarte zero, é previsto um aumento da intensidade de conflito pelo uso do espaço marítimo.

Considerando-se que em algumas regiões, como a baía de Todos os Santos, a atividade de navegação é bastante intensa devido à presença de terminais portuários de grande movimentação, prevê-se um aumento da magnitude do impacto sobre a atividade de pesca artesanal em relação ao cenário de descarte no mar.

Contudo, cabe considerar que a magnitude do impacto estará diretamente relacionada à área de atuação das comunidades artesanais. Da análise regional temos alta magnitude para as bacias da Foz do Amazonas, Barreirinhas e Camamu-Almada, onde a pesca figura como uma importante fonte de renda e subsistência para diversas comunidades, assim como atividade de relevância sociocultural. No caso da Bacia do Ceará, as atividades de pesca artesanal ocorrem principalmente nos primeiros 50m de profundidade, com embarcações de pequeno porte e propulsão a vela e a remo, além da pesca especializada na captura da lagosta. Para as demais bacias brasileiras, a magnitude do impacto é média.

Assim, este impacto é avaliado como de grande importância.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | Efetiva                | Efetiva              |
| Natureza             | Negativa               | Negativa             |
| Forma de incidência  | Direta                 | Direta               |
| Tempo de incidência  | Imediato               | Imediato             |
| Abrangência espacial | Regional               | Regional             |
| Duração              | Imediata               | Imediata             |
| Permanência          | Temporária             | Temporária           |
| Reversibilidade      | Reversível             | Reversível           |
| Cumulatividade       | Sinérgica              | Sinérgica            |
| Frequência           | Contínua               | Contínua             |
| Magnitude            | Baixa/média            | Média/alta           |
| Sensibilidade        | Alta                   | Alta                 |
| Importância          | Média/grande           | Grande               |

**Impacto nº 2:** interferências nas atividades pesqueiras industriais devido ao trânsito de embarcações.

### **Descrição do impacto**

A dinâmica com que o impacto do trânsito de embarcações acomete a atividade pesqueira industrial é semelhante àquela que ocorre sobre a pesca artesanal. Esse fato torna-se ainda mais relevante ao considerarmos as frotas de pesca industrial que atuam em profundidades inferiores a 100m de profundidade.

O fator principal é o conflito sobre o uso do espaço marítimo, pressionado pelas embarcações de apoio às atividades de perfuração. A demanda do tráfego é regida pela necessidade de suprimento de insumos às unidades marítimas de perfuração e pelo transporte de resíduos para o continente.

No cenário de descarte no mar não haverá acréscimo ao número de viagens já previstas para atendimento às demandas da atividade de perfuração, visto que o descarte de fluidos e cascalho provenientes da perfuração é realizado diretamente no mar.

No cenário de descarte zero é previsto um aumento de conflito pelo uso do espaço marítimo, visto que haverá um aumento na demanda por transporte marítimo de resíduos.

### **AVALIAÇÃO**

#### **Ambos os cenários**

Desse modo, o impacto é classificado como negativo e direto, devido à interferência da rota das embarcações com a atividade pesqueira industrial. O impacto é classificado como imediato, pois ocorrerá tão logo se inicie a fase de instalação da atividade. Sua abrangência é regional, tendo em vista que tem potencial para impactar frotas pesqueiras oriundas de diversos municípios e sua duração é imediata.

Esse impacto é considerado temporário e reversível, pois seus efeitos cessam junto com o término da atividade.

Trata-se de um impacto sinérgico, uma vez que os efeitos sobre a atividade de pesca estão relacionados a outros empreendimentos que compartilham o mesmo espaço marítimo. Sua frequência é contínua, ocorrendo durante toda a duração da atividade de perfuração.

#### **Descarte no mar**

Considerando-se a elevada autonomia da frota industrial e abrangência de desenvolvimento da atividade, este impacto foi classificado como de baixa magnitude e baixa sensibilidade, para empreendimento em águas profundas e em águas rasas. Ponderando as características deste impacto, sua importância foi avaliada como pequena.

#### **Descarte zero**

Considerando-se a elevada autonomia da frota industrial, amplitude das áreas em que a pesca industrial é realizada e o aumento da periodicidade de embarcações destinadas a uma determinada localidade no cenário de descarte zero, é previsto um aumento da intensidade de conflito pelo uso do espaço, sendo assim a magnitude do impacto é classificada como baixa para empreendimento em águas profundas e média para empreendimentos localizados em águas rasas, sendo a sensibilidade do fator ambiental avaliada como baixa.

Ponderando-se as características deste impacto, sua importância foi avaliada como de pequena a média.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | Efetiva                | Efetiva              |
| Natureza             | Negativa               | Negativa             |
| Forma de incidência  | Direta                 | Direta               |
| Tempo de incidência  | Imediato               | Imediato             |
| Abrangência espacial | Regional               | Regional             |
| Duração              | Imediata               | Imediata             |
| Permanência          | Temporária             | Temporária           |
| Reversibilidade      | Reversível             | Reversível           |
| Cumulatividade       | Sinérgica              | Sinérgica            |
| Frequência           | Contínua               | Contínua             |
| Magnitude            | Baixa                  | Baixa/média          |
| Sensibilidade        | Baixa                  | Baixa                |
| Importância          | Pequena                | Pequena/média        |

**Impacto nº 3:** pressão sobre o tráfego marítimo devido à demanda por transporte de materiais, equipamentos, insumos e resíduos.

### **Descrição do impacto**

Durante a execução da atividade de perfuração, os materiais e equipamentos necessários para o seu desenvolvimento terão que ser transportados da base de apoio até o local da plataforma. No cenário de descarte no mar, a pressão será similar à da chegada de um novo empreendimento em determinada região, ou seja; espera-se um pequeno e temporário aumento da circulação de embarcações dedicadas à atividade de perfuração.

Com a implementação do descarte zero, tem-se uma demanda adicional de transporte de equipamentos e resíduos e, conseqüentemente, um aumento da circulação de embarcações de apoio e da pressão sobre o tráfego marítimo. Dependendo das características da localidade onde está sediada a base de apoio (trecho norte ou sul do país, conforme quadro 4), este impacto poderá ter maior ou menor relevância, independentemente do grau de incremento do fluxo de meios de transportes, pois dependerá do nível de conflito, infraestrutura e capacidade operacional preexistentes.

De forma geral, os maiores problemas que afetam todos os portos brasileiros, quase sem exceção, é a fila de espera associada à baixa produtividade nas operações portuárias, acarretando elevadas estadias dos navios nos portos e problemas nas vias de acesso aos terminais, congestionamentos de trens e caminhões (LIMA, 1999). O crescimento das atividades aquaviárias impacta diretamente a infraestrutura portuária, acarretando a necessidade de investimento em melhorias em vários segmentos, tais como: incremento da construção e reparo navais; reforço da segurança física das instalações e a implantação de sistemas de controle de tráfego, para otimizar e prover maior segurança nas operações de acesso às instalações portuárias, entre outros (DEFENSEA, 2019).

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

A pressão sobre o tráfego marítimo é considerada negativa, direta e o tempo de incidência imediato. É considerada regional por incidir sobre o tráfego proveniente de vários municípios, que utiliza as rotas de navegação, principalmente as próximas dos portos. Trata-se de um impacto de duração imediata, temporário e reversível, uma vez que o tráfego voltará ao normal depois de finalizada a atividade.

O impacto é classificado como cumulativo, tanto no âmbito espacial, quanto temporal, por ocorrer em concomitância com outros empreendimentos marítimos que utilizam a mesma área para rota das suas embarcações. É definido como contínuo, por acontecer ao longo de toda a atividade de perfuração.

Este impacto é considerado sinérgico pelo efeito de potencialização que tem sobre os demais impactos que ocorrem na mesma região causados pelas embarcações que atendem aos demais empreendimentos na área.

Considerando-se a existência de bacias em diferentes estágios de maturidade (conforme quadro 4), mas que possuem os mesmos gargalos de atendimento, a curta duração de uma atividade de perfuração e que o fator em questão possui capacidade de adaptar-se às modificações com facilidade pela implementação de medidas simples para ordenamento do fluxo de carga e descarga de navios, como a melhoria do trânsito nas localidades próximas às zonas portuárias, ampliação de área de estocagem de resíduos e construção de estacionamentos para se evitar filas na entrada dos portos (ALMEIDA, 2011), a sensibilidade ambiental do fator foi considerada baixa.

### Descarte no mar

Em relação à magnitude, esta foi avaliada como baixa para os trechos norte (foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas e Ceará) e sul (Camamu-Almada, Espírito Santo, Campos e Santos), pois representa um pequeno aumento de tráfego em áreas onde, em geral, já existem muitas embarcações utilizadoras do espaço (como apresentado no capítulo 7) e devido às condições de trafegabilidade marítima que já preveem uma série de procedimentos e normas a ser seguida.

Assim sendo, a importância do impacto é avaliada como pequena.

### Descarte zero

Mesmo sabendo-se que o tráfego marítimo obedecerá às regras de navegação estabelecidas pela Marinha do Brasil entre outras regulamentações, as preferências de tráfego (NORMAN 08/DPC), a magnitude é considerada média a alta, tendo em vista o aumento de tráfego em áreas onde, em geral, já existem muitas embarcações utilizadoras do espaço aquático.

Sendo assim, a importância do impacto é avaliada como média.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | Efetiva                | Efetiva              |
| Natureza             | Negativa               | Negativa             |
| Forma de incidência  | Direta                 | Direta               |
| Tempo de incidência  | Imediato               | Imediato             |
| Abrangência espacial | Regional               | Regional             |
| Duração              | Imediata               | Imediata             |
| Permanência          | Temporária             | Temporária           |
| Reversibilidade      | Reversível             | Reversível           |
| Cumulatividade       | Cumulativo/sinérgico   | Cumulativo/sinérgico |
| Frequência           | Contínua               | Contínua             |
| Magnitude            | Baixa                  | Média/alta           |
| Sensibilidade        | Baixa                  | Baixa                |
| Importância          | Pequena                | Média                |

### TRECHO TERRESTRE

**Impacto nº 4:** geração e manutenção de empregos diretos e indiretos devido à demanda de bens e serviços.

#### Descrição do impacto

De maneira geral, a atividade de perfuração marítima mobiliza profissionais que já fazem parte do corpo técnico das empresas e das tripulações das plataformas de perfuração e das embarcações de apoio, garantindo a manutenção dos empregos existentes.

No cenário de descarte no mar, então, é considerada a demanda normal (de instalação de um novo empreendimento) por serviços nas bases de apoio terrestre e aéreo, administradoras dos terminais portuários e dos aeroportos selecionados, que para atendimento às atividades de perfuração poderão optar pela contratação de mão de obra, gerando empregos diretos.

Com a implementação do descarte zero, para atender ao aumento da demanda desses serviços será necessária a contratação de mão de obra adicional, gerando empregos diretos.

A manutenção de empregos diretos pela atividade por sua vez viabilizará a geração de empregos indiretos no setor de serviços regional para atender aos profissionais envolvidos na atividade. Isso já ocorre normalmente durante a atividade de perfuração e não será alterado em função da implementação do descarte zero.

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

A manutenção de empregos é considerada um impacto positivo, direto em relação à continuidade dos postos de serviços e, indireto, quanto à geração de novas vagas. O tempo de incidência é imediato, pois seus efeitos se manifestarão durante a ocorrência do aspecto ambiental causador. A duração do impacto é avaliada como imediata e com permanência temporária. A abrangência é avaliada como regional, uma vez que mais de um município no entorno das bases de apoio poderão prover mão de obra.

O impacto é considerado reversível, pois cessará com o término da atividade de perfuração. É avaliado como cumulativo sinérgico, por interagir com os impactos de manutenção de empregos ocasionados por outras atividades econômicas, e indutor, por interagir com o impacto nº 7 - Incremento da economia local, estadual e nacional devido à demanda por materiais, equipamentos, insumos e serviços.

A frequência é contínua, ocorrendo durante toda a atividade de perfuração e cessando ao final desta.

O fator nível de emprego é considerado de alta sensibilidade, visto o cenário nacional de carência de vagas para alocação de mão de obra, principalmente deste setor.

### **Descarte no mar**

Embora este impacto tenha influência na economia local com os empregos diretos mantidos e os indiretos gerados; considerando o tempo de duração da atividade e que se trata, principalmente, de manutenção de empregos, sendo relativamente pequena a possível geração de novas vagas, trata-se de um impacto de baixa magnitude. Dessa forma, avalia-se este impacto como de média importância.

### **Descarte zero**

Embora este impacto tenha influência na economia local com os empregos diretos mantidos e os indiretos gerados, considerando-se o tempo de duração da atividade, a manutenção de parte do contingente de trabalhadores já alocados diretamente nas empresas que serão contratadas para o tratamento de resíduos e a possível geração de novas vagas, trata-se de um impacto de baixa a média magnitude, a depender da técnica de tratamento e destinação de resíduos utilizada.

Dessa forma, avalia-se este impacto como de média a grande importância.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b>       | <b>Descarte zero</b>         |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| Classe               | Efetiva                      | Efetiva                      |
| Natureza             | Positiva                     | Positiva                     |
| Forma de incidência  | Direta/indireta              | Direta/indireta              |
| Tempo de incidência  | Imediato                     | Imediato                     |
| Abrangência espacial | Regional                     | Regional                     |
| Duração              | Imediata                     | Imediata                     |
| Permanência          | Temporária                   | Temporária                   |
| Reversibilidade      | Reversível                   | Reversível                   |
| Cumulatividade       | Cumulativo/sinérgico/indutor | Cumulativo/sinérgico/indutor |
| Frequência           | Contínua                     | Contínua                     |
| Magnitude            | Baixa                        | Baixa/média                  |
| Sensibilidade        | Alta                         | Alta                         |
| Importância          | Média                        | Média/grande                 |

**Impacto nº 5:** aumento da demanda por infraestrutura de disposição final de resíduos sólidos e efluentes.

#### **Descrição do impacto**

Durante a atividade de perfuração, os resíduos sólidos e oleosos gerados na execução dos serviços devem ser encaminhados à terra para destinação final. Esses resíduos podem ser materiais recicláveis, resíduo comum, sucata de madeira, sucata metálica, resíduos contaminados por óleo ou produtos químicos ou outros resíduos perigosos. O manuseio do resíduo, desde a forma de coleta até sua disposição final, deve atender à Nota Técnica CGPEG/Dilic/Ibama nº 01/2011 para os resíduos gerais e as diretrizes estabelecidas pelo PGRAP da empresa para os resíduos da perfuração.

Com a demanda de descarte zero, o volume de fluidos e cascalho a ser destinado será maior, chegando à ordem de 1.717t de fluido de perfuração de base aquosa e 1.100t de cascalho gerados na fase com retorno, ocasionando, assim, maior pressão sobre a infraestrutura de disposição final, que terá de realizar constantes adequações, para atender à demanda da indústria de E&P.

Embora esse tipo de infraestrutura atenda, mesmo que em condições de saturação, à maioria dos estados brasileiros, os resíduos da atividade de perfuração são destinados para incineração ou aterros (classes I e II). Sendo assim, a significativa estimativa de resíduos gerados por poço, dependendo do tipo de tratamento escolhido, poderá demandar a necessidade de obras para ampliação da capacidade de recebimento, armazenamento, tratamento e disposição final dos resíduos ou a construção de novas infraestruturas.

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

Dessa forma, este impacto foi considerado negativo e direto. É imediato, pois seus efeitos serão sentidos assim que for iniciada a atividade de perfuração e regional. Trata-se de um impacto contínuo, pois seu efeito será sentido durante toda a atividade de perfuração.

É um impacto do tipo sinérgico, pois seus efeitos podem ser potencializados por outros empreendimentos que compartilham do mesmo local. Devido à demanda por transporte marítimo dos resíduos gerados a bordo, este impacto torna-se indutor da pressão sobre o tráfego e infraestrutura portuária (impacto nº 6) e indutor da pressão sobre o tráfego e infraestrutura rodoviária (impacto nº 9) devido à necessidade de encaminhamento para destino final.

### **Descarte no mar**

Trata-se de um impacto temporário, reversível e de duração imediata, uma vez que seus efeitos serão sentidos durante toda a etapa de perfuração e sem alteração da situação atual do fator ambiental impactado.

Considerando-se que a demanda por infraestrutura de destinação final já existe normalmente e que as centrais de recebimento e tratamento já operam para atender às atividades do setor petrolífero, este impacto foi avaliado como de baixa magnitude.

Tendo em vista que: a) na foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas e Ceará há baixa disponibilidade de infraestrutura de destinação de resíduos, o impacto foi considerado como de média sensibilidade (ver quadro 4); b) em Camamu-Almada, Espírito Santo, Campos e Santos, existe maior número de empresas de resíduos e que, atualmente, operam com capacidade ociosa devido ao cenário de diminuição das atividades de E&P no país (ver item 1.1, Cenário operacional de exploração e produção *offshore* de óleo e gás no Brasil, página 25), a sensibilidade foi avaliada como baixa. Assim sendo, a importância do impacto variará de pequena a média.

### **Descarte zero**

Trata-se de um impacto permanente, de longa duração e irreversível, uma vez que a pressão sobre a infraestrutura de resíduos será constante após a implementação do descarte zero e demandará adequações para atendimento ao incremento das necessidades do setor.

Considerando-se o aumento da demanda por infraestrutura de destinação final de resíduos e a possível necessidade de ampliação ou instalação de novas infraestruturas para atendimento às demandas deste novo cenário, este impacto foi avaliado como de média magnitude.

Tendo em vista que: a) na Região Norte há baixa disponibilidade de infraestrutura de destinação de resíduos o impacto foi considerado como de média sensibilidade; b) na Região Sudeste do país, a sensibilidade é baixa visto que a infraestrutura existente já seria capaz de atender às demandas do descarte zero. De acordo com estes atributos, trata-se de um impacto de média importância.

| Critério             | Descarte no mar   | Descarte zero     |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Classe               | Efetiva           | Efetiva           |
| Natureza             | Negativa          | Negativa          |
| Forma de incidência  | Direta            | Direta            |
| Tempo de incidência  | Imediato          | Imediato          |
| Abrangência espacial | Regional          | Regional          |
| Duração              | Imediata          | Longa             |
| Permanência          | Temporária        | Permanente        |
| Reversibilidade      | Reversível        | Irreversível      |
| Cumulatividade       | Sinérgico/indutor | Sinérgico/indutor |
| Frequência           | Contínua          | Contínua          |
| Magnitude            | Baixa             | Média             |
| Sensibilidade        | Baixa/média       | Baixa/média       |
| Importância          | Pequena/média     | Média             |

**Impacto nº 6:** pressão sobre a infraestrutura portuária devido à demanda por serviços portuários.

#### Descrição do impacto

Para viabilizar as atividades *offshore* de perfuração, são necessários terminais portuários pré-selecionados para servir como base de apoio terrestre. Os serviços normalmente demandados pela atividade englobam: o abastecimento de combustível, o armazenamento e carregamento de equipamentos e o transporte de materiais, insumos e resíduos. Sendo assim, o impacto sobre a infraestrutura portuária ocorre devido a essas demandas. No cenário de descarte no mar, a demanda de utilização desses serviços não será alterada.

Com o descarte zero é esperado um incremento na demanda de entrada e saída de embarcações e caminhões de transporte de resíduos. Além disso, também é esperado um aumento do tempo necessário para realização das operações de abastecimento e de transbordo (principalmente quando o transporte de resíduos for feito em silos) e de armazenamento de resíduos no porto em função do aumento de volume de fluidos e cascalho destinados à terra.

#### AVALIAÇÃO

##### Ambos os cenários

O impacto é classificado como negativo e direto, de incidência imediata, com abrangência somente nos locais onde a infraestrutura portuária será utilizada.

O impacto é classificado como sinérgico devido à interação com os impactos gerados por outras atividades econômicas, que também fazem uso do setor portuário; e indutor do impacto nº 4, Geração e manutenção de empregos diretos e indiretos devido à demanda de serviços.

A frequência é contínua, ocorrendo durante toda a atividade de perfuração.

O fator é considerado de média sensibilidade, por ser relevante para a economia local.

#### **Descarte no mar**

É um impacto de duração imediata e de permanência temporária, pois seus efeitos serão sentidos durante toda a etapa de perfuração (cerca de 3 meses). É considerado reversível, pois o setor portuário retornará às condições existentes antes do início da atividade.

Como as infraestruturas portuárias existentes nos trechos norte e sul do país são capazes de atender às demandas do cenário atual de E&P, a magnitude do impacto foi classificada como baixa. Dessa forma, a importância deste impacto é definida como média.

#### **Descarte zero.**

O impacto é de longa duração e permanente, pois a infraestrutura portuária será demandada constantemente após a implementação do descarte zero. É considerado um impacto irreversível, pois possivelmente demandará a expansão e obras de ampliação de portos localizados no eixo norte e nordeste do país.

A magnitude do impacto é avaliada como baixa para os estados do sudeste e média para o norte e nordeste do país. Dessa forma, a importância deste impacto é definida como média.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | Efetiva                | Efetiva              |
| Natureza             | Negativa               | Negativa             |
| Forma de incidência  | Direta                 | Direta               |
| Tempo de incidência  | Imediato               | Imediato             |
| Abrangência espacial | Local                  | Local                |
| Duração              | Imediata               | Longa                |
| Permanência          | Temporária             | Permanente           |
| Reversibilidade      | Reversível             | Irreversível         |
| Cumulatividade       | Sinérgico              | Sinérgico            |
| Frequência           | Contínua               | Contínua             |
| Magnitude            | Baixa                  | Baixa/média          |
| Sensibilidade        | Média                  | Média                |
| Importância          | Média                  | Média                |

**Impacto nº 7:** incremento da economia local, estadual e nacional devido à demanda por materiais, equipamentos, insumos e serviços.

### **Descrição do impacto**

A aquisição de materiais, insumos e equipamentos, bem como a contratação de serviços, implicará um aumento na arrecadação tributária. Os impostos, por apresentarem natureza não vinculada, permitem uma distribuição direta de recursos para investimentos públicos de caráter geral, o que, em tese, pode contribuir para o desenvolvimento da região onde a atividade se insere.

Dessa forma, durante a execução da atividade, ocorrerá o fluxo de transporte entre as bases de apoio e a locação no mar. Com a implementação do descarte zero, tem-se uma demanda adicional por materiais, equipamentos, insumos e serviços. Os municípios recebedores de resíduos poderão ser beneficiados, principalmente por atenderem às demandas no setor hoteleiro e de transporte, entre outros. Dessa forma, o desenvolvimento de negócios locais poderá ocasionar o incremento na economia.

Além do incremento da economia local, a atividade trará outros benefícios, como arrecadação de impostos nas esferas municipal, estadual e federal, que pode ser vinculada à circulação de mercadorias. A atividade *offshore* gera inúmeros tributos, sendo considerados aqui os principais relacionados a serviços.

Tais tributos são elementos dinamizadores da economia, que podem contribuir para investimentos sociais.

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

O impacto ambiental referente ao incremento na economia foi considerado como positivo, direto pelas aquisições de materiais e insumos e indireto devido à geração de tributos advinda da aquisição de serviços, equipamentos e insumos para a atividade e por eventuais contribuições no nível de empregos indiretos.

Trata-se de um impacto imediato, pois os efeitos na economia já poderão ocorrer no início da atividade.

Entende-se que o impacto é de duração imediata, temporário, contínuo e reversível uma vez que ocorrerá enquanto perdurar a atividade.

Foi classificado ainda como cumulativo, por ser induzido pelo impacto nº 4 (Geração e manutenção de empregos diretos e indiretos devido à demanda de bens e serviços), uma vez que a população empregada contribui para o incremento da economia pela aquisição de bens e serviços. A potencialização dos efeitos na economia em conjunto com os efeitos dos demais empreendimentos, localizados nas mesmas bacias sedimentares, também torna este impacto cumulativo sinérgico.

### **Descarte no mar**

O impacto é considerado ainda como regional, pois a aquisição de insumos, equipamentos e serviços pode abranger mais de um município.

A sensibilidade do fator economia, principalmente para os municípios na região, é considerada média, devido à relevância da cadeia produtiva para a população. Como seus efeitos serão de caráter temporário e para o cenário de descarte no mar não é prevista alteração do cenário normal de

operações, considerou-se a magnitude do impacto como baixa. Dessa forma, a importância é avaliada como média.

### Descarte zero

É considerado de regional a suprarregional, visto que alguns municípios podem necessitar de aquisição de suprimentos de outros estados ou até de outros países para a realização de técnicas de tratamento inexistentes no cenário nacional.

Uma vez que a dinamização da economia e os tributos arrecadados asseguram que parte do montante dos investimentos permanecerá por algum tempo como retorno de receitas revertidas para a sociedade, o impacto foi avaliado como de média magnitude. A sensibilidade deste fator foi avaliada como média, devido à relevância que a demanda por materiais, equipamentos, insumos e serviços pode representar para a economia da maioria dos municípios, levando-se em conta que alguns deles têm uma parcela importante de receitas relacionadas com a indústria de petróleo e gás. Dessa forma, considerando-se estes atributos, sua importância foi avaliada como média.

| Critério             | Descarte no mar      | Descarte zero             |
|----------------------|----------------------|---------------------------|
| Classe               | Efetiva              | Efetiva                   |
| Natureza             | Positiva             | Positiva                  |
| Forma de incidência  | Direta/indireta      | Direta/indireta           |
| Tempo de incidência  | Imediato             | Imediato                  |
| Abrangência espacial | Regional             | Regional a suprarregional |
| Duração              | Imediata             | Imediata                  |
| Permanência          | Temporária           | Temporária                |
| Reversibilidade      | Reversível           | Reversível                |
| Cumulatividade       | Cumulativo/sinérgico | Cumulativo/sinérgico      |
| Frequência           | Contínua             | Contínua                  |
| Magnitude            | Baixa                | Média                     |
| Sensibilidade        | Média                | Média                     |
| Importância          | Média                | Média                     |

**Impacto nº 8:** aumento da arrecadação tributária.

### Descrição do impacto

A arrecadação tributária, incrementada pela geração de tributos, vinculados à circulação de mercadorias (ICMS), à aquisição de produtos industrializados (IPI) e à prestação de serviços (ISS), resulta no aumento de receitas municipais, estaduais e federais.

Para o descarte *offshore*, o cascalho precisa passar pelo processo de remoção do fluido aderido (sistemas de controle de sólidos) de modo a reduzir os impactos ambientais gerados pelo seu descarte.

Para isso, são necessárias a aquisição de produtos e a implementação de procedimentos específicos que implicam a compra de materiais e a contratação de serviços especializados.

A demanda de descarte zero de fluidos e cascalho em terra implica o incremento da compra de produtos e a contratação de serviços especializados de transporte, tratamento prévio e disposição dos resíduos da atividade de perfuração.

## **AVALIAÇÃO**

### **Ambos os cenários**

Este impacto é avaliado como positivo, indireto, pois a geração de tributos é advinda da demanda por insumos, equipamentos e serviços para a atividade. Trata-se de um impacto de incidência imediata, pois seus efeitos na receita tributária ocorrerão assim que iniciada a atividade de perfuração, e de abrangência suprarregional, tendo em vista que afeta a receita municipal, a receita estadual e, ainda, a receita federal, dependendo da natureza do serviço, dos insumos e dos equipamentos envolvidos.

É um impacto de duração imediata, temporário e reversível, uma vez que a dinamização da economia e os tributos arrecadados asseguram que parte do montante dos investimentos permanecerá por algum tempo como retorno de receitas revertidas para a sociedade.

É classificado como contínuo, uma vez que ocorrerá enquanto estiverem mobilizadas as bases de apoio à atividade de perfuração, e cumulativo pelo fato de interagir com o impacto no 7 – Incremento da economia local, estadual e nacional devido à demanda por materiais, equipamentos, insumos e serviços.

Considerando a relevância do aumento na arrecadação tributária, principalmente para os municípios, a sensibilidade é classificada como média.

### **Descarte no mar**

Tendo em vista que a quantidade de materiais, equipamentos e insumos a serem adquiridos em função do cenário de descarte no mar não será alterada, este impacto foi avaliado como de baixa magnitude. Portanto, a importância do impacto é classificada como média.

### **Descarte zero**

Tendo em vista a quantidade de materiais, equipamentos e insumos a ser adquiridos em função do descarte zero, este impacto foi avaliado como de média magnitude. Portanto, a importância do impacto é classificada como média.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | Efetiva                | Efetiva              |
| Natureza             | Positiva               | Positiva             |
| Forma de incidência  | Indireta               | Indireta             |
| Tempo de incidência  | Imediato               | Imediato             |
| Abrangência espacial | Suprarregional         | Suprarregional       |
| Duração              | Imediata               | Imediata             |
| Permanência          | Temporária             | Temporária           |
| Reversibilidade      | Reversível             | Reversível           |
| Cumulatividade       | Cumulativo             | Cumulativo           |
| Frequência           | Contínua               | Contínua             |
| Magnitude            | Baixa                  | Média                |
| Sensibilidade        | Média                  | Média                |
| Importância          | Média                  | Média                |

**Impacto nº 9:** aumento da pressão sobre o tráfego terrestre e infraestrutura rodoviária.

#### **Descrição do impacto**

A demanda de tratamento e disposição final em terra dos fluidos e cascalho de perfuração ocasionará uma intensificação da circulação de veículos pesados (caminhões basculantes ou carretas tanque) entre as bases de apoio e as centrais de destinação de resíduos.

Deve-se também considerar os trajetos entre os locais de aquisição de insumos e de equipamentos durante a etapa de tratamento de resíduos (solidificação, encapsulamento, fabricação de blocos de cimento etc.) e posterior destinação final dos resíduos após tratamento.

Dessa forma, o aumento da circulação de veículos pesados em decorrência da implementação do descarte zero poderá acelerar a deterioração das rodovias e a demanda por maior frequência de manutenção. No tocante às vias secundárias que já se encontram em mau estado de conservação, o incremento da circulação de caminhões, poderá aumentar o incômodo para a população local.

#### **AVALIAÇÃO**

O impacto de aumento da pressão sobre o tráfego e infraestrutura rodoviária é negativo e direto, com temporalidade imediata, já que se limita à duração da atividade de perfuração e contínuo pois ocorre diversas vezes durante a perfuração. Pode variar de local a regional, considerando-se a possibilidade de pressão sobre vias de acesso vicinais, estaduais ou até mesmo federais, a depender da localização da central de recebimento de resíduos.

É um impacto do tipo temporário e reversível, pois o tráfego pode retornar ao volume padrão verificado antes do início da atividade em questão e, mesmo se danificada, a infraestrutura viária poderá ser restaurada.

Devido à interação com os impactos nºs 5 e 11 (Aumento da demanda por infraestrutura de disposição final de resíduos sólidos e efluentes e Interferência no cotidiano da população devido às atividades de transporte e destinação final de resíduos) é considerado cumulativo. É considerado, também, como sinérgico pela possibilidade de interagir com outros empreendimentos ou atividades que compartilham do mesmo local que demandem transporte rodoviário.

É avaliado como de média magnitude, considerando uma intensificação significativa do tráfego no eixo entre a base de apoio e a central de resíduos. Devido ao estado de conservação das vias existentes no país (existência ou não de asfaltamento ou calçadas, iluminação ou sinalização), a sensibilidade do fator ambiental pode variar de baixa a alta. Ponderando esses atributos, sua importância foi avaliada como média a grande.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b>    |
|----------------------|------------------------|-------------------------|
| Classe               | N/A                    | Efetiva                 |
| Natureza             | N/A                    | Negativa                |
| Forma de incidência  | N/A                    | Direta                  |
| Tempo de incidência  | N/A                    | Imediato                |
| Abrangência espacial | N/A                    | Local/regional          |
| Duração              | N/A                    | Imediata                |
| Permanência          | N/A                    | Temporária/permanente   |
| Reversibilidade      | N/A                    | Reversível/irreversível |
| Cumulatividade       | N/A                    | Cumulativo/sinérgico    |
| Frequência           | N/A                    | Contínua                |
| Magnitude            | N/A                    | Média                   |
| Sensibilidade        | N/A                    | Baixa a alta            |
| Importância          | N/A                    | Média/grande            |

**Impacto nº 10:** reaproveitamento de produtos e resíduos (fluido e cascalho).

### **Descrição do impacto**

A necessidade de atendimento à demanda de descarte zero, pode vir a favorecer o desenvolvimento de tecnologias de tratamento e destinação final de cascalho que permitam o seu reaproveitamento, tais como: utilização na fabricação de artefatos de cimento ou artefatos cerâmicos, utilização na construção civil e na pavimentação de vias; reduzindo, assim, a pressão sobre a infraestrutura de recebimento final, como os aterros e os impactos ambientais de sua destinação.

Além disso, algumas técnicas de tratamento, como micro-ondas e dessorção térmica, permitem uma maior recuperação do fluido de base sintética aderido ao cascalho e que após este processo poderá ser recondicionado e reutilizado em outros projetos ou, ainda, quando não enquadrado nos requisitos técnicos de recondicionamento, poderá ser utilizado para produção de energia pela queima em usinas

de incineração. Sendo assim, esses resíduos sem utilidade para a atividade de perfuração onde foram gerados, podem virar matéria-prima e/ou insumos para produção de novos produtos ou fonte de energia.

## AVALIAÇÃO

Este impacto é avaliado como positivo e indireto, pois o reaproveitamento dos resíduos é incentivado pela demanda de descarte *onshore* de fluidos e cascalho de perfuração. Trata-se de um impacto de incidência imediata, pois seus efeitos serão sentidos logo após a implementação deste novo cenário, e de abrangência local, tendo em vista que afeta os municípios recebedores desses resíduos.

É um impacto de duração imediata, temporário e reversível e contínuo, uma vez que ocorrerá enquanto durar a atividade de perfuração.

Caracteriza-se como um impacto cumulativo, pois pode ser induzido pelo impacto nº 12 (Desenvolvimento técnico e científico e de oportunidades de melhoria para indústria de óleo e gás).

Levando-se em consideração a quantidade de produtos e resíduos que podem ser reaproveitados, este impacto foi avaliado como de média magnitude. Entretanto, considerando a relevância do reaproveitamento de resíduos gerados e a consequente redução da pressão sobre a infraestrutura de recebimento final de resíduos, principalmente para os municípios, a sensibilidade é classificada como média. Portanto, a importância do impacto é classificada como média.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Classe               | N/A             | Efetiva       |
| Natureza             | N/A             | Positiva      |
| Forma de incidência  | N/A             | Indireta      |
| Tempo de incidência  | N/A             | Imediato      |
| Abrangência espacial | N/A             | Local         |
| Duração              | N/A             | Imediata      |
| Permanência          | N/A             | Temporária    |
| Reversibilidade      | N/A             | Reversível    |
| Cumulatividade       | N/A             | Cumulativo    |
| Frequência           | N/A             | Contínua      |
| Magnitude            | N/A             | Média         |
| Sensibilidade        | N/A             | Média         |
| Importância          | N/A             | Média         |

**Impacto nº 11:** interferência no cotidiano da população devido às atividades de transporte e destinação final de resíduos.

### **Descrição do impacto**

Durante as atividades de transporte de resíduos (fluidos e cascalho) da base de apoio terrestre até o local de disposição e destinação final, prevê-se que o tráfego de veículos e equipamentos pesados e a execução de atividades de rotina, como carga e descarga de material, abertura de valas e movimentação de pilhas com retroescavadeira e funcionamento de outros maquinários produzirão vibrações e ruídos que podem incomodar a população residente e vizinha à obra, além de poder provocar também o afugentamento da fauna porventura existente nas proximidades.

### **AVALIAÇÃO**

Neste contexto, o impacto sobre o nível de ruídos é classificado como negativo. É um impacto de incidência direta e imediata, já que é previsto ocorrer logo que se aumente o fluxo de caminhões. Sua abrangência é local, atingindo os arredores da unidade de tratamento ou disposição de resíduos. Sua frequência de ocorrência é contínua, pois seus efeitos são sentidos durante toda a etapa em questão (transporte, tratamento e disposição em terra). Como seus efeitos seriam sentidos durante a atividade de perfuração (cerca de 3 meses) e cessam ao término da jornada diária de trabalho, são classificados como imediatos, temporários e reversíveis.

Foi classificado como um impacto cumulativo, devido à interação deste com o cotidiano da população e ainda sinérgico, pois uma mesma estação de recebimento de resíduo poderia ser utilizada por múltiplas atividades de perfuração.

Como a percepção de ruído será expressiva nas proximidades das bases de apoio terrestre e ponto de recebimento de resíduos, a magnitude deste impacto foi classificada como média. Como o incômodo à população é um fator ambiental de alta sensibilidade, a importância foi classificada como grande.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | N/A                    | Efetiva              |
| Natureza             | N/A                    | Negativa             |
| Forma de incidência  | N/A                    | Direta               |
| Tempo de incidência  | N/A                    | Imediato             |
| Abrangência espacial | N/A                    | Local                |
| Duração              | N/A                    | Imediata             |
| Permanência          | N/A                    | Temporária           |
| Reversibilidade      | N/A                    | Reversível           |
| Cumulatividade       | N/A                    | Cumulativo/sinérgico |
| Frequência           | N/A                    | Contínua             |
| Magnitude            | N/A                    | Média                |
| Sensibilidade        | N/A                    | Alta                 |
| Importância          | N/A                    | Grande               |

**Impacto nº 12:** desenvolvimento técnico e científico e de oportunidades de melhoria para indústria de óleo e gás.

### **Descrição do impacto**

A necessidade de implementação do descarte zero, demandará um estudo mais elaborado das alternativas para gestão dos resíduos da atividade de perfuração, onde serão avaliados os métodos de tratamento e de destinação final para os fluidos e cascalho gerados, a infraestrutura logística associada e a cadeia de suprimentos existentes. Além disso, haverá aumento da pressão sobre a infraestrutura de apoio em terra (portuária e centrais de resíduos) atualmente existente, o que pode ocasionar a necessidade de realização de obras de expansão e/ou adequações aos requisitos de meio ambiente, saúde e segurança do novo cenário operacional, bem como aplicação de medidas ambientais e ajustes de projetos para conformidade com as melhores práticas da indústria de óleo e gás.

Conforme indicado no capítulo 2, grande parte das metodologias de gestão de resíduos não possuem histórico de aplicação no Brasil para tratamento de fluidos e cascalho de perfuração. Sendo assim, entende-se que sejam necessários estudos prévios para viabilizar sua aplicação e justificar o investimento econômico.

Dessa forma, todas as bases de dados levantadas ficarão disponíveis para consultas por instituições acadêmicas e centros de pesquisa, além da possibilidade de disseminar o conhecimento pela apresentação destas informações em congressos, seminários e eventos pelas partes envolvidas (operadoras de óleo e gás, recebedores de resíduos, instituições de pesquisa).

## AVALIAÇÃO

Este impacto foi classificado como positivo, pois apresenta um ganho de conhecimento por parte da população, instituições governamentais, universidades e centros de pesquisa. E, como o conhecimento adquirido não será perdido, foi classificado como contínuo. Foi considerado ainda indireto, suprarregional, tempo de incidência imediato, de longa duração, permanente e irreversível.

Este impacto é considerado cumulativo sinérgico, já que o conhecimento produzido será incorporado ao conhecimento já existente, bem como poderá ser considerado ponto de partida para futuros estudos. Tendo em vista que o conhecimento gerado é incorporado às bases de informações técnico-científicas disponíveis universalmente, este impacto foi classificado como de média magnitude.

A sensibilidade do fator ambiental é alta visto que está associada à geração de conhecimento. O aspecto do conhecimento científico associado ao aprimoramento das tecnologias de tratamento e destinação de resíduos de perfuração, confere grande importância a este impacto.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | N/A                    | Efetiva              |
| Natureza             | N/A                    | Positiva             |
| Forma de incidência  | N/A                    | Indireta             |
| Tempo de incidência  | N/A                    | Imediato             |
| Abrangência espacial | N/A                    | Suprarregional       |
| Duração              | N/A                    | Longa                |
| Permanência          | N/A                    | Permanente           |
| Reversibilidade      | N/A                    | Irreversível         |
| Cumulatividade       | N/A                    | Cumulativo/sinérgico |
| Frequência           | N/A                    | Contínuo             |
| Magnitude            | N/A                    | Média                |
| Sensibilidade        | N/A                    | Alta                 |
| Importância          | N/A                    | Grande               |

## 2.3 Descrição dos impactos ambientais potenciais

Conforme indicado no item 8.1 para o cenário de descarte no mar, os acidentes de vazamento com maior concentração de fluido aderido e, portanto, mais críticos para o meio ambiente, são aqueles que envolvem o derramamento no mar de volume médio de fluido de perfuração e cascalho com fluido aderido, no trecho entre o poço e o desgaseificador, devido à falha de equipamentos, queda de material ou de carga, ou por erro de operação.

Devido ao volume médio que seria derramado (neste caso de até 20m<sup>3</sup>, ver item 5.2) e a existência de uma estrutura de resposta à emergência prevista no Plano de Emergência Individual (PEI), não foi

considerada a possibilidade de impacto na costa, sendo assim, não foram estudados impactos em ecossistemas costeiros ou fatores de importância social e econômica localizados na região costeira.

De modo geral, a presença dos fluidos de perfuração no mar pode impactar a coluna d'água ou o assoalho marinho. Os fluidos de base aquosa se dispersam na coluna d'água, enquanto os de base sintética exibem comportamento contrário, permanecendo pouco tempo nesta região e afundando rapidamente para o assoalho marinho (SCHAFFEL, 2002; SANTOS, 2012; GAMA, 2014; PALLA, 2016). Logo, a preocupação com a toxicidade dos primeiros é sobre os organismos presentes na coluna d'água, enquanto, para o segundo tipo, é sobre os bentos, ou os seres que vivem associados ao sedimento marinho. Esses impactos são detalhados na sequência.

## 2.3.1 Impactos ambientais potenciais do meio natural (meios físico e biótico)

**Impacto nº 1:** alterações na qualidade da água.

### Descrição do impacto

Os impactos ambientais relacionados a esse derramamento acidental dependem da toxicidade dos componentes da formulação, das características de dispersão da mistura no meio ambiente e da sua biodegradabilidade. Os fluidos de base aquosa são menos impactantes do que os de base oleosa, devido principalmente às suas características de dispersão e biodegradabilidade (ECONOMIDES et al., 1998; VASCONCELLOS e FERREIRA, 2003). Desta maneira, a alteração da qualidade da água poderá variar em níveis de acordo com os componentes e com a toxicidade dos fluidos de perfuração de base aquosa utilizados na atividade (PATIN, 1999).

Alguns fatores, como a tendência à formação de emulsões, além das condições meteorológicas e oceanográficas no momento do incidente, influenciam decisivamente na abrangência espacial do derramamento (espalhamento) e dificultam a previsão da região potencialmente afetada pelas alterações da qualidade da água.

Áreas profundas e distantes da costa tendem a apresentar maior resiliência e maior resistência a alterações resultantes de uma ação impactante. Impactos ocorrentes nessas áreas tendem a se "diluir" em função das características do corpo receptor (profundidade, alto hidrodinamismo, ocorrência de ventos, entre outros). No entanto, a resiliência e a resistência dessas áreas não implicam na posterior inexistência do impacto, que pode ser observável, mensurável e mesmo duradouro (IBAMA, 2009).

### AVALIAÇÃO

O impacto de alteração da qualidade da água devido ao derramamento de fluido de perfuração no mar foi considerado negativo, de incidência direta, e imediato. É classificado como um impacto temporário e reversível. Sua abrangência é local e sua duração foi avaliada como imediata, pois não são previstos efeitos que perdurem mais do que 5 anos.

Do ponto de vista do critério de cumulatividade, este impacto foi considerado indutor, uma vez que as alterações na qualidade da água, em virtude de um vazamento, podem trazer danos nocivos, por exemplo, para a biota marinha, para as atividades turísticas e para as atividades pesqueiras.

Considerando-se o potencial de alteração na qualidade da água e que o volume derramado ficaria mais concentrado nas proximidades da plataforma, este impacto foi avaliado como de baixa magnitude.

Como se trata de um fator ambiental de elevada resiliência, sua sensibilidade foi classificada como baixa, ponderando-se outros fatores, tais como relevância ambiental. Considerando-se os atributos desse impacto, sua importância foi avaliada como pequena.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Classe               | Potencial       | N/A           |
| Natureza             | Negativa        | N/A           |
| Forma de incidência  | Direta          | N/A           |
| Tempo de incidência  | Imediato        | N/A           |
| Abrangência espacial | Local           | N/A           |
| Duração              | Imediata        | N/A           |
| Permanência          | Temporária      | N/A           |
| Reversibilidade      | Reversível      | N/A           |
| Cumulatividade       | Indutor         | N/A           |
| Magnitude            | Baixa           | N/A           |
| Sensibilidade        | Baixa           | N/A           |
| Importância          | Pequena         | N/A           |

**Impacto nº 2:** alterações na comunidade planctônica.

#### Descrição do impacto

Os efeitos de um derramamento acidental de fluido e cascalho na comunidade planctônica variam de acordo com o tipo de organismo atingido. O fluido, na forma de uma pluma dispersa na água, pode interferir na respiração de pequenos organismos marinhos. Partículas inferiores a 0,01mm podem permanecer na coluna d'água por semanas ou meses, criando áreas de elevada turbidez (PATIN, 1999). O aumento da turbidez da água pode impactar a comunidade fitoplanctônica pois limita a realização da fotossíntese (MMS, 2007, apud KAROON/ECOLOGY BRASIL, 2010). Além disso, os organismos planctônicos podem ser adsorvidos ao fluido, formando grumos que alteram sua capacidade de flutuação, aumentando sua velocidade de sedimentação (KAROON/ECOLOGY BRASIL, 2010). Com relação ao zooplâncton, o principal efeito sentido está relacionado com a diminuição da concentração de fitoplâncton, impactando a oferta de alimento (BRASIL, 2011, apud MARTINS et al., 2015).

As alterações observadas neste fator ocorrem principalmente na camada superficial da coluna d'água. Os efeitos também variam em função das características ambientais da área onde o derramamento ocorre. Em regiões nerítico-oceânicas, a sensibilidade pode ser minimizada pela menor concentração de organismos e alta capacidade de recuperação, principalmente nas áreas externas à plataforma continental (BISHOP, 1983).

## Avaliação

O impacto do vazamento de fluido e cascalho de perfuração sobre a comunidade planctônica pode ser classificado como negativo, direto (pela ação direta do fluido e do cascalho sobre os organismos) e indireto (pela interferência da qualidade da água sobre os organismos).

Os efeitos sobre a comunidade planctônica são imediatos, temporários e reversíveis, pois quando extinta a fonte de poluição, o fator tende a recuperar as características originais.

Como a abrangência espacial deste evento é restrita às proximidades da plataforma é classificado como local e o seu tempo de duração é imediato. Do ponto de vista do critério de cumulatividade, este impacto foi considerado indutor das alterações sobre a ictiofauna e, ainda induzido, pelo impacto de alteração da qualidade da água (impacto potencial nº 1), uma vez que essas alterações modificam o grau de trofia da coluna d'água e afetam a composição específica das comunidades planctônicas.

O impacto sobre a comunidade planctônica foi considerado de baixa magnitude, devido à severidade temporária dos seus efeitos. Como o derramamento pode ocorrer em águas rasas ou profundas, o impacto foi considerado como de baixa a média sensibilidade ambiental para a conservação da biodiversidade do plâncton. Em razão das características deste impacto, sua importância foi avaliada como pequena a média.

| Critério             | Descarte no mar  | Descarte zero |
|----------------------|------------------|---------------|
| Classe               | Potencial        | N/A           |
| Natureza             | Negativa         | N/A           |
| Forma de incidência  | Direta/indireta  | N/A           |
| Tempo de incidência  | Imediato         | N/A           |
| Abrangência espacial | Local            | N/A           |
| Duração              | Imediata         | N/A           |
| Permanência          | Temporária       | N/A           |
| Reversibilidade      | Reversível       | N/A           |
| Cumulatividade       | Indutor/induzido | N/A           |
| Magnitude            | Baixa            | N/A           |
| Sensibilidade        | Baixa/média      | N/A           |
| Importância          | Pequena/média    | N/A           |

### **Impacto nº 3: interferências sobre a ictiofauna.**

#### **Descrição do impacto**

De acordo com Gagnon e Bakhtyar (2013) os peixes são atraídos para a área de concentração do material, pois o cascalho cria um novo ambiente onde as comunidades de peixes podem se estabelecer.

No cenário acidental de derramamento de fluidos e cascalho no mar é prevista a possibilidade de interferência com a ictiofauna devido à contaminação por substâncias contidas nos fluidos e cascalho (BUCHANAN et al., 2003; OSPAR, 2007; IBAMA, 2009). De acordo com Staniewicz (2014), têm sido identificadas alterações como a bioacumulação de hidrocarbonetos em tecidos de peixes e alterações fisiológicas em peixes e redução do nível de oxigênio em virtude da decomposição de componentes dos fluidos de base não aquosa.

As espécies costeiras, sobretudo as que vivem associadas a fundos consolidados e exibem comportamento territorial, são as mais vulneráveis, pois têm maior oportunidade de contato com as frações hidrossolúveis destes poluentes pela ingestão do produto pela contaminação de seus recursos alimentares.

#### **AVALIAÇÃO**

Considerando-se o exposto acima, este impacto pode ser classificado como negativo, direto, de incidência imediata, e de duração imediata, em caso de contato físico do organismo com os fluidos e cascalho derramados, ou indireto e de curta duração, em caso de contato com ovos e larvas de peixe, podendo haver alteração do recrutamento de diversas espécies, ou em caso de ingestão de alimento contaminado.

Ele é ainda temporário e reversível, já que o impacto se dá quando ocorre o contato do animal com o produto derramado, mas extinta a fonte de poluição, esses grupos de animais tendem a recuperar suas taxas populacionais. Neste contexto, um derramamento de médio volume pode gerar um impacto de abrangência regional, pois a ictiofauna se desloca por grandes áreas. No tocante à cumulatividade, o impacto é classificado como induzido pelo impacto potencial nº 1 de alteração da qualidade da água, e indutor do impacto de interferências sobre as atividades pesqueiras artesanais devido ao derramamento de fluidos e cascalho (impacto potencial nº 1 do meio social).

Este impacto é classificado como de baixa magnitude, devido à reduzida intensidade de alteração na ictiofauna. Em virtude da possibilidade de interferência com espécies que apresentam níveis de sobre-exploração ou *status* de ameaçadas de extinção e de seu caráter influente sobre o aspecto econômico relacionado à atividade pesqueira, o fator foi classificado como de alta sensibilidade. Portanto, este impacto foi classificado como de média importância.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | Potencial              | N/A                  |
| Natureza             | Negativa               | N/A                  |
| Forma de incidência  | Direta/indireta        | N/A                  |
| Tempo de incidência  | Imediato               | N/A                  |
| Abrangência espacial | Regional               | N/A                  |
| Duração              | Imediata/curta         | N/A                  |
| Permanência          | Temporária             | N/A                  |
| Reversibilidade      | Reversível             | N/A                  |
| Cumulatividade       | Indutor/induzido       | N/A                  |
| Magnitude            | Baixa                  | N/A                  |
| Sensibilidade        | Alta                   | N/A                  |
| Importância          | Média                  | N/A                  |

**Impacto nº 4:** alterações na qualidade do sedimento.

#### **Descrição do impacto**

Como já indicado, os fluidos de base sintética, ao contrário dos fluidos de base aquosa, não dispersam na coluna d'água, permanecendo pouco tempo nessa região e afundando rapidamente para o assoalho marinho. Assim, estes seriam os principais responsáveis pelas alterações na qualidade química do sedimento no cenário de derramamento. Um dos grandes problemas é a contaminação química por metais, principalmente por bário e, mais raramente, por cromo, cobre, níquel, chumbo e zinco (BREUER et al., 2004). Além disso, serão sentidos impactos inerentes à chegada do cascalho, como modificações na granulometria, na textura e na composição dos sedimentos marinhos.

#### **AVALIAÇÃO**

O impacto de alteração da qualidade do sedimento foi classificado como negativo, direto, de incidência imediata, pois seus efeitos serão sentidos assim que ocorrer o evento. Devido ao volume médio de fluidos e cascalho e com possibilidade de restabelecimento das condições originais, o impacto foi classificado como temporário e reversível. Como seus efeitos estão restritos às proximidades da plataforma de perfuração, foi classificado como local.

É de **imediata a média duração**, pois em alguns casos mesmo que não sejam formadas grandes espessuras de cascalho o material depositado pode permanecer por um tempo considerável no fundo marinho – em função da baixa velocidade das correntes marinhas junto ao fundo. No que se refere à cumulatividade, foi classificado como indutor de impactos nas comunidades biológicas, principalmente o de interferência sobre a comunidade bentônica (impacto no 5).

Como se trata de um fator ambiental de elevada resiliência e escolha das locações são avaliadas questões como: distância de bancos de rodolitos, algas calcárias, corais de profundidade, estruturas recifais ou qualquer outro tipo de substrato de importância ecológica, sua sensibilidade foi classificada

como baixa. Considerando-se o volume derramado e o potencial de alteração (restrito às proximidades da locação), a magnitude foi avaliada como baixa. A importância do impacto é pequena em função da baixa magnitude e baixa sensibilidade ambiental.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Classe               | Potencial       | N/A           |
| Natureza             | Negativa        | N/A           |
| Forma de incidência  | Direta          | N/A           |
| Tempo de incidência  | Imediato        | N/A           |
| Abrangência espacial | Local           | N/A           |
| Duração              | Imediata/média  | N/A           |
| Permanência          | Temporária      | N/A           |
| Reversibilidade      | Reversível      | N/A           |
| Cumulatividade       | Indutor         | N/A           |
| Magnitude            | Baixa           | N/A           |
| Sensibilidade        | Baixa           | N/A           |
| Importância          | Pequena         | N/A           |

**Impacto nº 5:** interferência sobre a comunidade bentônica.

#### Descrição do impacto

Da mesma forma que para o descarte no mar, no cenário acidental de derramamento de fluido ou cascalho de perfuração são identificados três tipos de impactos para a comunidade bentônica: (i) físico, gerado diretamente pela descarga do cascalho sobre a biota (cobertura e sufocamento); (ii) químico, relacionado à presença do fluido de perfuração aderido ao cascalho (toxicidade); e (iii) bioquímico, provocado pelo consumo e conseqüente diminuição da concentração de oxigênio durante o processo de degradação do fluido, além de alterações no *habitat* causadas pela presença do cascalho (modificações na granulometria e composição dos sedimentos marinhos) que podem interferir na distribuição da comunidade de fundo (CANTARINO, 2001).

A severidade do impacto nos bentos provocada pelo derramamento de cascalho com fluido em suspensão, está diretamente relacionada à quantidade de material acumulado no sedimento, que por sua vez está relacionada às características físicas do material derramado e às condições ambientais no momento e no local em que ocorre o acidente, como hidrodinamismo e profundidade local.

Em ambientes de alta circulação somente uma pluma reduzida se acumula e os impactos nos bentos são mínimos e de curta duração. Nos ambientes de baixa circulação e deposicionais, uma maior quantidade de material se acumula e pode haver uma redução na abundância de algumas espécies bentônicas (WILLS, 2000).

## AVALIAÇÃO

Dessa forma, o impacto de interferência sobre a comunidade bentônica foi considerado negativo, de incidência **direta** e de ocorrência **local**, pois espera-se que seus efeitos sejam mais expressivos nas proximidades da plataforma.

Foi avaliado como **temporário, reversível** e de duração **imediate** para os efeitos agudos e como **permanente, irreversível** e de **longa** duração, quando os efeitos possuem capacidade de alterar a estrutura da população ou comunidade.

No que se refere à cumulatividade, foi classificado como **induzido** pois as alterações na composição da comunidade podem estar diretamente associadas à alteração da qualidade do sedimento marinho (impacto potencial nº 2).

Quanto à sensibilidade do fator ambiental, esta foi classificada como **média a alta** considerando-se as características intrínsecas da comunidade bentônica, que possui grande importância ecológica no leito oceânico de regiões profundas, além de baixa resiliência a impactos gerados nesse ambiente. Devido ao reduzido grau de alteração esperado na estrutura da comunidade (epifauna evidente), o impacto foi avaliado como de baixa magnitude.

Em função das classificações de magnitude e de sensibilidade atribuídas ao impacto, este foi classificado como de **média a grande** importância.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b>  | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Classe               | Potencial               | N/A                  |
| Natureza             | Negativa                | N/A                  |
| Forma de incidência  | Direta                  | N/A                  |
| Tempo de incidência  | Indireto                | N/A                  |
| Abrangência espacial | Local                   | N/A                  |
| Duração              | Imediata/longa          | N/A                  |
| Permanência          | Temporário/permanente   | N/A                  |
| Reversibilidade      | Reversível/irreversível | N/A                  |
| Cumulatividade       | Induzido                | N/A                  |
| Magnitude            | Baixa                   | N/A                  |
| Sensibilidade        | Média /alta             | N/A                  |
| Importância          | Média/grande            | N/A                  |

## 2.3.2 Impactos ambientais potenciais do meio socioeconômico

**Impacto nº 1:** interferências sobre as atividades pesqueiras artesanais devido ao derramamento de fluidos e cascalho.

### **Descrição do impacto**

A pesca artesanal é uma atividade que não detém grandes tecnologias em sua cadeia produtiva, tendo como estruturação pequenas embarcações de madeira ou alumínio, movidas por motor e vela e utilização de petrechos como a rede de emalhe, espinhéis e linha de mão.

No caso de acidente com derramamento de fluidos e cascalho, as atividades pesqueiras artesanais poderão sofrer interferências em função da necessidade de implementação de ações de emergência ambiental. Diante de tal ocorrência será necessária uma adaptação temporária dos locais para a continuidade das atividades pesqueiras.

Além disso, conforme já indicado, o derramamento deste material pode afetar os estoques pesqueiros reduzindo a quantidade e a qualidade do pescado obtido nas áreas afetadas. Os descartes de cascalho com fluido aquoso, ou somente o fluido aquoso, podem afetar os organismos marinhos de diferentes formas: quimicamente, por soterramento, ou por sufocamento, pelas de plumas de partículas superfinais suspensas (plumas suspensas representam contribuições plausíveis em mortes em massa de peixes pelágicos, Nota Técnica Ibama, 05/2009). Essa situação pode gerar a necessidade de readequação da atividade de pesca a novos locais de captura caso os cardumes se desloquem para áreas mais afastadas do local de derramamento.

Dessa forma, esse deslocamento para áreas mais afastadas em relação aos locais de costume poderá causar aumento nos custos como combustível, alimentação e gelo, além de favorecer o acirramento de conflitos por disputa de pesqueiros e o aumento do esforço de captura nos locais não atingidos pelo derramamento.

### **AVALIAÇÃO**

Este impacto é classificado como negativo, sua incidência avaliada como direta, em relação às restrições impostas às frotas pesqueiras e indireta devido a algumas mudanças na atividade que resultarão do impacto sobre os recursos pesqueiros e a biota aquática.

É um impacto de incidência imediata, pois seus efeitos são desencadeados durante o evento acidental. Levando-se em consideração as áreas possivelmente afetadas, sua abrangência é local. Visto que o impacto cessa a partir da dispersão total do material derramado é classificado como temporário, de duração imediata e reversível.

É um impacto cumulativo e induzido pelo impacto nº 4 (Interferência sobre a ictiofauna).

Considerando que tanto no trecho norte quanto no trecho sul do país, verifica-se o desenvolvimento da chamada pesca de plataforma, que pode vir a ser afetada em caso de acidente com derramamento de fluido com cascalho aderido no mar, é um impacto de baixa magnitude. Considerando-se que a atividade pesqueira muitas vezes emprega um significativo contingente da população estabelecida na faixa litorânea (composto por filhos e netos de antigos pescadores), o que garante renda a muitas famílias, o impacto é de alta sensibilidade, sendo, assim, de média importância.

| Critério             | Descarte no mar     | Descarte zero |
|----------------------|---------------------|---------------|
| Classe               | Potencial           | N/A           |
| Natureza             | Negativa            | N/A           |
| Forma de incidência  | Direta/indireta     | N/A           |
| Tempo de incidência  | Imediato            | N/A           |
| Abrangência espacial | Local               | N/A           |
| Duração              | Imediata            | N/A           |
| Permanência          | Temporário          | N/A           |
| Reversibilidade      | Reversível          | N/A           |
| Cumulatividade       | Cumulativo/induzido | N/A           |
| Magnitude            | Baixa               | N/A           |
| Sensibilidade        | Alta                | N/A           |
| Importância          | Média               | N/A           |

## 2.4 Descrição dos impactos ambientais potenciais nos municípios recebedores dos resíduos

Conforme indicado no item 8.1, para o cenário de descarte zero, o cenário acidental envolve o vazamento de fluido de perfuração ou cascalho na estrada durante o transporte até a central de tratamento ou destinação final ocasionado por um acidente envolvendo a carreta de carga seca ou caminhão basculante estanque devido a problemas mecânicos, pneu furado, colisão com outro veículo, falha humana ou má conservação das vias.

Conforme apresentado no item 8.1, etapa 2, subitem m; para o Inea (2018), a etapa de transporte é crítica por apresentar os maiores riscos para a sociedade e o meio ambiente porque pode afetar locais públicos, longe das bases transportadoras e da infraestrutura necessária à minimização dos impactos decorrentes de um acidente.

### 2.4.1 Impactos ambientais potenciais do meio natural

**Impacto nº 1:** alteração da qualidade das águas superficiais.

#### Descrição do impacto

No caso de acidente com a carreta de carga ou caminhão basculante estanque durante a etapa de transporte de fluido e cascalho para tratamento e destinação final em terra, pode haver tombamento do veículo e vazamento do material na pista ou às suas margens.

Dependendo do local do acidente e da proximidade da via com recursos hídricos, como canais, córregos, lagoas e rios, este evento pode ocasionar a contaminação direta (derramamento de carga) ou indireta

(lixiviação de solo contaminado pelas águas pluviais seguido de carreamento de contaminantes para água superficial ou água subterrânea resultando na alteração de sua qualidade por produtos químicos).

Em casos de ocorrência de acidentes próximos de corpos d'água superficial que, uma vez atingidos, aumentam em muito a área contaminada, elevando o risco à exposição da população e do meio ambiente ao produto envolvido (INEA, 2018).

No meio aquático, tais produtos podem se comportar diferentemente segundo suas propriedades físicas e químicas e também em função das características do corpo hídrico. Dessa forma, aspectos como a densidade, pressão de vapor e solubilidade ditam o destino dos poluentes na água a curto prazo (BONN AGREEMENT, 2020). Em corpos hídricos lênticos, caracterizados por apresentarem baixa energia hidrodinâmica (correnteza), os contaminantes tendem a permanecer por maior tempo ampliando os impactos ambientais, sendo então definidos como ambientes mais sensíveis.

Compostos químicos solúveis (hidrofilicos) apresentam forte tendência de permanecer dissolvidos e de se mover com o fluxo de águas superficiais ou subterrâneas, enquanto os compostos químicos insolúveis (hidrofóbicos), por outro lado, estão inclinados a ficar retidos em superfícies minerais ou no sedimento. Já os contaminantes orgânicos terão afinidade pela fração orgânica do material sólido no solo, sedimentos e nos minerais (MANAHAN, 2009).

## **AVALIAÇÃO**

Neste contexto, o impacto sobre a qualidade da água superficial é classificado como **negativo, direto** ou **indireto**. É um impacto de incidência imediata, pois seus efeitos se manifestam imediatamente após a ocorrência do acidente.

Sua abrangência varia de **local** a **regional**, atingindo os arredores de onde o acidente ocorre. Devido à possibilidade de o ambiente retornar às condições originais, o impacto é **temporário, reversível** e **imediato**.

Devido à possibilidade de interação com os impactos potenciais nº 2 (Alteração da qualidade do solo) e nº 3 (Alteração da qualidade da água subterrânea), foi classificado como um impacto **induzido**. Em razão do potencial de alteração do fator ambiental (presença de resíduos perigosos, não perigosos e do sal), a magnitude deste impacto foi classificada como de **baixa a média**.

Como as águas superficiais podem ser utilizadas para fins de recreação, abastecimento público ou irrigação, constituindo assim um risco à saúde humana, o fator ambiental é considerado como de alta sensibilidade, portanto, a importância foi classificada como de **média a grande**.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | N/A                    | Potencial            |
| Natureza             | N/A                    | Negativa             |
| Forma de incidência  | N/A                    | Direta/indireta      |
| Tempo de incidência  | N/A                    | Imediato             |
| Abrangência espacial | N/A                    | Local/regional       |
| Duração              | N/A                    | Imediata             |
| Permanência          | N/A                    | Temporária           |
| Reversibilidade      | N/A                    | Reversível           |
| Cumulatividade       | N/A                    | Induzido             |
| Magnitude            | N/A                    | Baixa/média          |
| Sensibilidade        | N/A                    | Alta                 |
| Importância          | N/A                    | Média/grande         |

**Impacto nº 2:** alteração da qualidade do solo.

### **Descrição do impacto**

No caso de acidente com a carreta de carga seca ou caminhão basculante estanque durante a etapa de transporte de fluido e cascalho para tratamento e destinação final em terra, pode haver tombamento do veículo e vazamento da carga na pista ou nas suas margens, o que pode ocasionar a contaminação do solo por produtos químicos, metais, compostos orgânicos.

Segundo Manahan (2009), se o produto envolvido no acidente se encontrar na forma sólida e atingir o meio seco, sua mobilidade será baixíssima, ficando confinado à área imediatamente próxima ao local do vazamento. Produtos que atingem o meio líquido se espalharão com maior facilidade do que aqueles liberados em ambientes secos, especialmente se forem miscíveis.

Os aspectos geomorfológicos do ponto onde o acidente ocorre podem ampliar o impacto esperado. Solos com maior permeabilidade, como os solos mais arenosos, propiciam a percolação de líquidos transferindo o contaminante para camadas subjacentes. Além de favorecer a retenção e dificultar a degradação pela carência de oxigênio, solos muito permeáveis permitem que o contaminante eventualmente atinja o aquífero freático, sobretudo se este for raso. Por outro lado, solos mais compactos e impermeáveis como os argilosos, dificultam ou previnem a infiltração de um determinado produto.

### **AVALIAÇÃO**

O impacto sobre a qualidade do solo é classificado como negativo. É um impacto de incidência direta e imediata, já que seus efeitos se manifestam imediatamente após a ocorrência do acidente. Sua abrangência é local, atingindo os arredores do ponto de vazamento.

Como podem ser aplicadas medidas de remediação do solo contaminado, o impacto é avaliado como temporário, de duração **imediate**, e **reversível**.

Foi classificado como **indutor**, devido à possibilidade de desencadear os impactos nºs 1 e 3 (alteração da qualidade da água superficial e da água subterrânea, respectivamente). Devido ao potencial de alteração do fator ambiental (presença de resíduos perigosos, não perigosos e do sal) e aos volumes que serão destinados à terra, a magnitude deste impacto foi classificada como **média**.

A sensibilidade ambiental do fator foi avaliada como baixa para regiões constituídas por solo de baixa permeabilidade e média, para solos com alta permeabilidade. Portanto, a importância foi classificada como média.

| <b>Critério</b>      | <b>Descarte no mar</b> | <b>Descarte zero</b> |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| Classe               | N/A                    | Potencial            |
| Natureza             | N/A                    | Negativa             |
| Forma de incidência  | N/A                    | Direta               |
| Tempo de incidência  | N/A                    | Imediato             |
| Abrangência espacial | N/A                    | Local                |
| Duração              | N/A                    | Imediata             |
| Permanência          | N/A                    | Temporária           |
| Reversibilidade      | N/A                    | Reversível           |
| Cumulatividade       | N/A                    | Indutor              |
| Magnitude            | N/A                    | Média                |
| Sensibilidade        | N/A                    | Baixa/média          |
| Importância          | N/A                    | Média                |

**Impacto nº 3:** alteração da qualidade da água subterrânea.

#### **Descrição do impacto**

Como já indicado (impacto nº 2), num acidente envolvendo carreta de carga seca ou caminhão basculante estaque destinado ao transporte de fluido e cascalho de perfuração para a central de resíduos, pode ocorrer a contaminação e infiltração do material no solo, podendo ocasionar a contaminação e comprometimento do sistema hídrico subterrâneo, ou mesmo o afloramento do material em pontos específicos a jusante do ponto de ruptura, podendo alcançar o solo e/ou água superficial.

Como já abordado, o potencial de poluição da água subterrânea depende das características, da quantidade e da forma de lançamento do poluente no solo e da vulnerabilidade intrínseca do aquífero (CETESB, 2020).

## AVALIAÇÃO

Este é um impacto **negativo** e **indireto**, pois será desencadeado pela contaminação do solo; e **local**, considerando-se que seus efeitos estão restritos às proximidades do local de acidente. Devido ao fato que seus efeitos serão sentidos logo após o acidente, sua incidência é imediata.

Devido à possibilidade de o ambiente retornar às condições originais, o impacto é **temporário, reversível** e **imediat**. Foi classificado como **cumulativo** e **induzido** pelo impacto de alteração da qualidade do solo (impacto nº 2).

A sensibilidade do fator ambiental foi considerada **alta**, devido à possibilidade de utilização dos reservatórios subterrâneos para abastecimento humano. A magnitude do impacto foi considerada **baixa a média**, tendo em vista que pode haver contaminação por resíduos perigosos e não perigosos. Assim, a importância do impacto foi classificada como **média a grande**.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero       |
|----------------------|-----------------|---------------------|
| Classe               | N/A             | Potencial           |
| Natureza             | N/A             | Negativa            |
| Forma de incidência  | N/A             | Indireta            |
| Tempo de incidência  | N/A             | Imediato            |
| Abrangência espacial | N/A             | Local               |
| Duração              | N/A             | Imediata            |
| Permanência          | N/A             | Temporária          |
| Reversibilidade      | N/A             | Reversível          |
| Cumulatividade       | N/A             | Cumulativo/induzido |
| Magnitude            | N/A             | Baixa/média         |
| Sensibilidade        | N/A             | Alta                |
| Importância          | N/A             | Média/grande        |

### 2.4.2 Impactos ambientais potenciais do meio socioeconômico

**Impacto nº 1:** interferência com o tráfego rodoviário.

#### Descrição do impacto

Na hipótese de acidente com a carreta de carga seca ou caminhão basculante estancado transportando fluido e cascalho, ocorrerá interferência com o tráfego rodoviário, sendo necessário o isolamento da área, a utilização de desvios ou a interrupção do fluxo para possibilitar a passagem de veículos e atuação da equipe de combate e apoio à emergência.

## AVALIAÇÃO

Este é um impacto **negativo** e **direto**, pois será desencadeado pelo derramamento da carga, e **local** a **regional**, tendo em vista que seus efeitos estarão restritos às proximidades da área do acidente. Considerando-se que seus efeitos serão sentidos imediatamente após o acidente, o impacto é de incidência **imediate**.

Devido à possibilidade de o fator retornar às condições originais, o impacto é **temporário**, **reversível** e **imediate**. Foi classificado como sinérgico, devido à possibilidade de interação com outros aspectos causadores de impacto no tráfego de veículos, e **indutor** do impacto de interferência com cotidiano da população (impacto nº 2).

Embora possa ocorrer uma intensificação significativa do tráfego no local, considerando-se os cuidados normalmente adotados para evitar maiores transtornos, este impacto configura-se como de **média** magnitude. Devido ao estado de conservação das rodovias existentes no país (existência ou não de: asfaltamento ou calçadas, iluminação ou sinalização), a sensibilidade do fator ambiental pode variar de **baixa** a **alta**. Ponderando esses atributos sua importância foi avaliada como **média** a **grande**.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero     |
|----------------------|-----------------|-------------------|
| Classe               | N/A             | Potencial         |
| Natureza             | N/A             | Negativa          |
| Forma de incidência  | N/A             | Direta            |
| Tempo de incidência  | N/A             | Imediato          |
| Abrangência espacial | N/A             | Local/regional    |
| Duração              | N/A             | Imediata          |
| Permanência          | N/A             | Temporária        |
| Reversibilidade      | N/A             | Reversível        |
| Cumulatividade       | N/A             | Sinérgico/indutor |
| Magnitude            | N/A             | Média             |
| Sensibilidade        | N/A             | Baixa/alta        |
| Importância          | N/A             | Média/grande      |

**Impacto nº 2:** interferência com o cotidiano da população devido às atividades de apoio à emergência.

### Descrição do impacto

No caso de acidente envolvendo a carreta de carga seca ou caminhão basculante estaque destinado ao transporte do fluido e cascalho de perfuração, as providências de paralisação ou desvios no fluxo de veículos, limpeza das áreas de derramamento do material e a movimentação de veículos de pequeno porte e veículos pesados, gerarão emissões atmosféricas e ruídos, produzindo impactos que causarão interferências no cotidiano da população.

O aumento de tráfego e o conseqüente impacto na infraestrutura rodoviária poderão causar incômodos e aumento de risco para a população usuária das estradas de acesso ao local do acidente, principalmente nas vias vicinais cuja conservação costuma ser mais precária e onde a presença de veículos pesados é menos intensa e que, temporariamente, poderão ser utilizadas para escoar o tráfego até a liberação do local do acidente. No caso da proximidade do local do acidente com aglomerados populacionais, a percepção do risco e a interferência no cotidiano da população serão ainda maiores.

## AVALIAÇÃO

Este impacto, de natureza **negativa**, é considerado **indireto**, por ser gerado a partir de demais impactos relativos ao acidente. É **imediate**, pelo fato de que o efeito surge junto com o aspecto que o causou.

O impacto também é considerado local por ser decorrente de outros impactos de abrangência local, sendo que será mais percebido pelos moradores nas imediações do ponto de ocorrência do acidente. É considerado **temporário** e **reversível**, visto que as interferências sobre o cotidiano da população serão sentidas apenas durante a atuação da equipe de limpeza e recolhimento do material derramado.

É classificado como **induzido** pelo impacto de interferência com o tráfego rodoviário (impacto nº 1). A magnitude é avaliada como baixa, uma vez que a interferência se dá no âmbito local e num curto período. A sensibilidade é média, ponderando-se que o fator população possui alta relevância e alta resistência às modificações. Assim, a importância é considerada **média**.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Classe               | N/A             | Potencial     |
| Natureza             | N/A             | Negativa      |
| Forma de incidência  | N/A             | Indireta      |
| Tempo de incidência  | N/A             | Imediato      |
| Abrangência espacial | N/A             | Local         |
| Duração              | N/A             | Imediata      |
| Permanência          | N/A             | Temporária    |
| Reversibilidade      | N/A             | Reversível    |
| Cumulatividade       | N/A             | Induzido      |
| Magnitude            | N/A             | Baixa         |
| Sensibilidade        | N/A             | Média         |
| Importância          | N/A             | Média         |

**Impacto nº 3:** pressão sobre a infraestrutura final de resíduos sólidos e oleosos.

### Descrição do impacto

No caso de acidente envolvendo a carreta de carga seca ou caminhão basculante estaque destinado ao transporte de fluido e cascalho de perfuração, haverá aumento da pressão sobre a infraestrutura

final de destinação de resíduos sólidos e oleosos em função da limpeza da via para remover o derramamento do material.

O transporte e a disposição final dos resíduos deverão ser realizados por empresas devidamente licenciadas pelos órgãos ambientais pertinentes, utilizando vias rodoviárias até os locais de descarte adequados e ambientalmente licenciados.

## AVALIAÇÃO

O impacto ambiental caracteriza-se como **negativo** e **direto**. Por ocorrer a partir do início do derramamento, trata-se de um impacto de incidência **imediate**.

Devido à localização das possíveis centrais de disposição final é considerado **regional**. É um impacto **permanente**, pois, uma vez utilizados, a capacidade e o potencial da destinação não ficam mais disponíveis, mesmo após a cessão do aspecto. É permanente, de **longa** duração e irreversível, uma vez que as infraestruturas de disposição final dos resíduos em aterros não terão condições semelhantes às anteriores à ocorrência do impacto.

No tocante à cumulatividade, é classificado como **sinérgico**, pois as infraestruturas de disposição final podem ser demandadas por outras atividades, potencializando assim os efeitos no tempo e no espaço.

Devido ao quantitativo de resíduos gerados, este impacto foi considerado de **baixa** magnitude.

Tendo em vista que: a) na Região Norte há baixa disponibilidade de infraestrutura de destinação de resíduos, o impacto foi considerado como de **média** sensibilidade; e b) na Região Sudeste do país, a sensibilidade é **baixa** visto que há maior disponibilidade de infraestrutura. De acordo com esses atributos trata-se de um impacto de **pequena** ou **média** importância.

| Critério             | Descarte no mar | Descarte zero |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Classe               | N/A             | Potencial     |
| Natureza             | N/A             | Negativa      |
| Forma de incidência  | N/A             | Direta        |
| Tempo de incidência  | N/A             | Imediato      |
| Abrangência espacial | N/A             | Regional      |
| Duração              | N/A             | Longa         |
| Permanência          | N/A             | Permanente    |
| Reversibilidade      | N/A             | Irreversível  |
| Cumulatividade       | N/A             | Sinérgico     |
| Magnitude            | N/A             | Baixa         |
| Sensibilidade        | N/A             | Baixa/média   |
| Importância          | N/A             | Pequena/média |

## 2.5 Análise comparativa dos impactos ambientais identificados para os dois cenários operacionais

Uma vez descritos os principais impactos para o cenário de descarte no mar de fluidos e cascalho de perfuração e para o cenário de descarte zero, será feita uma análise comparativa do quantitativo e classificação dos impactos efetivos e potenciais gerados.

Conforme Leopold et al. (1971), os impactos apresentam dois atributos principais: a magnitude, que é usada no sentido de extensão, grau ou escala e a importância que se refere à significância da causa sobre o efeito.

O princípio básico dessa metodologia consiste, primeiramente, em assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores para, posteriormente, ponderar a magnitude e a importância de cada impacto. Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou normativa, pois se refere ao grau de alteração provocado pela ação sobre o fator ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou empírica, uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito da atividade (CAVALCANTE e LEITE, 2016).

No sentido de comparar quais impactos efetivos seriam mais críticos de acordo com o cenário operacional, será executada a sua classificação por pontuação numérica. Para isso, serão utilizados os seguintes critérios:

- a) Probabilidade de ocorrência conforme critérios detalhados quadro a seguir.
- b) Magnitude do impacto: serão estabelecidos os respectivos pesos para as classes de magnitude estabelecidas na metodologia da NT Ibama nº 11/12: (1) baixa, (3) média e (5) alta.
- c) Sensibilidade ambiental: serão estabelecidos os respectivos pesos para as classes de sensibilidade estabelecidas na metodologia da NT Ibama nº 11/12: (1) baixa, (3) média e (5) alta.
- d) Significância: serão atribuídos pesos à importância da ação sobre o fator ambiental afetado, que irá variar de 1 a 5, conforme quadro 7.

**Quadro 6** – Classes de probabilidade de incidência do impacto

|  | Classes  | Pontuação |
|--|--|-----------|
| Probabilidade de incidência do impacto | Baixa: ocorre raramente ou com frequência intermitente | 1         |
|  | Média: frequência de ocorrência pontual ou cíclica     | 3         |
|  | Alta: ocorre diariamente ou com frequência contínua    | 5         |

**Quadro 7 – Classes de significância**

| Classificação | Significância |
|---------------|---------------|
| 0             | Irrelevante   |
| 1             | Baixa         |
| 2             | Baixa a média |
| 3             | Média         |
| 4             | Média a alta  |
| 5             | Alta          |

Do somatório das interações (pontuação numérica) será gerado o grau de criticidade de cada impacto, pelo qual será possível visualizar a ordenação de importância desses impactos em relação ao cenário operacional.

Os resultados obtidos nesta análise serão apresentados nos anexos 8 e 9, baseados na adaptação da Matriz de Leopold.

## 2.5.1 Análise quantitativa e qualitativa

### IMPACTOS EFETIVOS

Os impactos efetivos para os cenários de descarte no mar e de descarte zero de fluidos e cascalho de perfuração são apresentados nos anexos 4 e 5, respectivamente.

Foram identificados e avaliados, para o cenário de descarte no mar, 17 impactos, dos quais nove são referentes ao meio natural (físico e biótico) e oito ao meio socioeconômico. Já para o cenário de descarte zero, foram identificados 21 impactos, sendo nove referentes ao meio natural e 12 ao meio socioeconômico. Cabe destacar que, do total de impactos gerados no cenário de descarte zero, há sete impactos adicionais (três no meio biótico e quatro no meio socioeconômico) que, atualmente, não estão previstos no cenário de descarte no mar.

Entre os impactos identificados no cenário de descarte no mar, três foram avaliados como positivos (i - geração e manutenção de empregos diretos e indiretos devido à demanda de serviços; ii - incremento da economia local, estadual e nacional devido à demanda por materiais, equipamentos, insumos e serviços; e iii - aumento da arrecadação tributária). Para o cenário de descarte zero, temos cinco impactos positivos (i - geração e manutenção de empregos diretos e indiretos devido à demanda de serviços; ii - incremento da economia local, estadual e nacional devido à demanda por materiais, equipamentos, insumos e serviços; iii - aumento da arrecadação tributária; iv - reaproveitamento de produtos e resíduos; e v - desenvolvimento técnico e científico e de oportunidades de melhoria da indústria de óleo e gás).

Os outros 19 impactos foram avaliados como negativos, incluindo 100% daqueles identificados para o meio natural.

Entre os impactos identificados no cenário de descarte no mar, apenas um, do meio socioeconômico (impacto nº 8), foi classificado como suprarregional. Esse impacto está relacionado ao fator ambiental "economia municipal, estadual e nacional". Para o cenário de descarte zero, temos três impactos suprarregionais: nºs 7, 8 e 12 no meio socioeconômico, relacionados aos fatores ambientais "economia municipal, estadual e nacional" e "desenvolvimento técnico e científico".

Dos impactos identificados para o meio natural no cenário de descarte no mar, quase todos apresentam efeitos temporários que cessam ao final da ação geradora, excetuando-se o impacto nº 2, sobre "mamíferos marinhos e quelônios" e o impacto nº 8, sobre a "comunidade bentônica". Já no cenário de descarte zero, além do impacto nº 2, temos o de alteração da qualidade do solo devido à destinação de resíduos em terra, também classificado como permanente (impacto nº 11).

No meio socioeconômico, a maioria dos efeitos ocorre durante a ação geradora ou durante um horizonte temporal conhecido, compatível com o período de duração da atividade (a construção de um poço foi considerada como cerca de 3 meses). A exceção ocorre para os impactos sobre "tráfego rodoviário", "infraestrutura de disposição final de resíduos", "infraestrutura portuária" e "conhecimento técnico e científico", que serão demandados de forma contínua durante o cenário de descarte zero, sendo, então, classificados como permanentes e irreversíveis.

No cenário de descarte no mar, observa-se que a magnitude da maioria dos impactos foi classificada como baixa (82%), sendo os fatores ambientais que compõem este cenário avaliados como de baixa (41%) a alta (29%) sensibilidade, e a importância classificada como média (53%) para a maioria deles. Enquanto no cenário de descarte zero, predominam impactos de magnitude média (57%), sensibilidade alta (43%) e média importância (52%).

Quanto à cumulatividade, de um modo geral, observa-se que os impactos sobre o meio natural tendem a apresentar cumulatividade advinda da sobreposição temporal e/ou espacial nos efeitos sobre os fatores ambientais em questão.

No caso dos impactos incidentes sobre o compartimento "água", foi considerado que o descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares poderá causar alterações na qualidade da água, como o aumento nos níveis de nutrientes (disponibilidade) localmente e, com isso, favorecer (induzir) o aumento da produção primária, o que pode ainda levar a um aumento da biomassa de organismos da ictiofauna.

Do ponto de vista do critério de cumulatividade, considerou-se também como cumulativos os impactos de interferência com mamíferos marinhos e quelônios devido à geração de ruídos e de alteração no deslocamento desses grupos em razão do trânsito das embarcações. Em decorrência da interação espacial e/ou temporal com outras atividades de E&P numa dada região, esses impactos foram ainda classificados como sinérgicos.

Para o meio socioeconômico, é identificada tanto a cumulatividade entre os impactos, quanto a sinergia resultante da ação combinada entre diferentes atividades da indústria de E&P já instaladas e futuras numa determinada bacia.

Os impactos de pressão sobre o tráfego marítimo, a infraestrutura de disposição final de resíduos sólidos e a infraestrutura portuária apresentam-se como sinérgicos, uma vez que as demais atividades da indústria petrolífera numa determinada bacia sedimentar, localizam-se no mesmo território e utilizam a mesma infraestrutura.

## IMPACTOS POTENCIAIS

Os impactos previstos para os cenários acidentais relativos a operações envolvendo o descarte no mar e o descarte zero de fluido e cascalho de perfuração são apresentados nos anexos 6 e 7, respectivamente.

Foram identificados e avaliados seis impactos para o cenário de descarte no mar, dos quais cinco são referentes ao meio natural (físico e biótico) e um ao meio socioeconômico. No cenário de descarte zero, foram identificados seis impactos, sendo três referentes ao meio natural e três ao meio socioeconômico.

Entre os impactos identificados no cenário de descarte no mar, apenas um do meio natural foi identificado como regional (impacto nº 3 - Interferências sobre a ictiofauna). Já para o cenário de descarte zero, foi classificado como regional o impacto nº 6 (Pressão sobre a infraestrutura final de resíduos sólidos e oleosos) que incide sobre o meio socioeconômico.

No cenário de descarte no mar, a maioria dos impactos apresenta efeito temporário. À exceção do impacto nº 5 que incide sobre a comunidade bentônica, pois a morte dos organismos por soterramento é um efeito permanente. Para o cenário de descarte zero, o único impacto que possui longa duração é o impacto nº 6 (Pressão sobre a infraestrutura final de resíduos sólidos e oleosos), pois as infraestruturas de disposição final não conseguem retomar as características anteriores após o término de uma dada atividade de perfuração.

Para o cenário de descarte no mar, a magnitude dos impactos foi classificada como baixa (83%), sendo os fatores ambientais que compõem este meio avaliados como de baixa a alta sensibilidade e a importância, no geral, classificada como baixa (33%) e média (33%). No cenário de descarte zero, predominam impactos de magnitude baixa a média, sensibilidade baixa a alta e importância média a grande (50%).

No tocante à cumulatividade entre os impactos, para o cenário de descarte no mar foi observada a possibilidade de cumulatividade para os impactos incidentes sobre o compartimento "água", considerando que o derramamento acidental de fluidos e cascalho poderá causar alterações na qualidade da água (alterações físico-químicas como turbidez e disponibilidade de contaminantes), o que poderá induzir alterações sobre a comunidade planctônica e a ictiofauna marinha.

No descarte zero, a cumulatividade pode ser observada para o fator ambiental "solo" (indutor de impactos sobre a qualidade da água superficial e subterrânea) e "tráfego rodoviário" (indutor de impactos sobre o cotidiano da população), sendo observada ainda a sinergia para os impactos de interferência com o tráfego rodoviário e de pressão sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos sólidos e oleosos; devido à potencialização do impacto, pois as demais atividades econômicas instaladas na região fazem uso da mesma infraestrutura.

### 2.5.2 Análise do grau de criticidade

Da análise do anexo 8, pode-se observar que para o cenário de descarte no mar que 95% dos impactos apresentam alta frequência de ocorrência sendo o totalizador desses impactos variável de 15 a 31. De modo geral, os impactos incidentes sobre o meio natural foram os que apresentaram maior significância.

De acordo com a ordenação do grau de criticidade, os impactos mais relevantes para o descarte no mar são: 1 - alteração da qualidade dos sedimentos marinhos devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração; 2 - interferência com mamíferos marinhos e quelônios devido à geração de ruídos em empreendimentos localizados em águas rasas; e 3 - interferências nas atividades pesqueiras artesanais devido ao trânsito de embarcações em empreendimentos localizados em águas rasas nas bacias da foz do Amazonas, Barreirinhas, Camamu-Almada e Ceará.

No cenário de descarte zero (anexo 9), cerca de 81,2% dos impactos são de alta frequência de ocorrência, sendo o totalizador variável de 15 a 38. Os impactos incidentes sobre o meio natural, de modo geral, foram os que apresentaram maior significância.

Levando-se em consideração a ordenação do grau de criticidade para o cenário de descarte zero, os impactos mais relevantes são: 1 - alteração da qualidade das águas superficiais devido à destinação de resíduos em terra com a escolha de técnicas com disposição de material no solo ou etapa de tratamento de efluentes; 2 - manutenção de empregos diretos e indiretos devido à demanda de bens e serviços.

# DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

## INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. Manual da Marca. 2020.

ALLER, J. Y.; ALLER R. C. General characteristics of benthic faunas on the Amazon inner continental shelf with comparisons to the shelf off the Changjiang river, East China. *Continental Shelf Research*, v. 6, n. 1/2, p. 291-310, 1986.

\_\_\_\_\_; STUKAPOFF, I. The distribution and seasonal characteristics of benthic communities on the Amazon shelf as indicator of physical processes. *Continental Shelf Research*, v. 16, n. 5/6, p. 717-751, 1996.

ALMEIDA, B. Z. S. de. *Principais características e problemas dos portos do Brasil*. 86p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Construção Naval) - Universidade Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/capi/BrunoAlmeida.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

AMARAL, A. C. Z.; ROSSIWONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. (Eds.). *Biodiversidade bentônica da região Sudeste-Sul do Brasil: plataforma externa e talude superior*. São Paulo: Instituto Oceanográfico/USP. (Série Documentos Revizee/Score Sul), 2004.

AYRES, R. U. Industrial metabolism: theory and policy. In: AYRES, R. U.; SIMONIS, U. E. *Industrial metabolism: restructuring for sustainable development*. Tokyo: United Nations University Press, p. 3-20, 1994.

BARATA, P. C. R.; FABIANO, F. F. C. Evidence for leatherbackseaturtle (*Dermochelys coriacea*) nesting in Arraial do Cabo, state of Rio de Janeiro, and a review of occasional leatherback nests in Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, n. 96, p. 13-16, 2002.

BEGOSSI, A. Fishing spots and sea tenure: Incipient forms of local management in Atlantic forest coastal communities. *Human Ecology*, v. 23, n. 3, p. 387-406, 1995.

\_\_\_\_\_. Temporal stability in fishing spots: Conservation and co-management in Brazilian artisanal coastal fisheries. *Ecology and Society*, v. 11, n. 1, 5, 25p, 2006.

BELL, N. M.; SMITH, A. Manning. *Determination of the physical characteristics of cuttings piles, using existing survey data and drilling information*. R & D Programme 1.1 A Report for the UKOOA, 2000.

BISHOP, P. L. *Marine pollution and its control*. McGraw-Hill, 358p, 1983.

BONECKER, A. C. T.; BONECKER, S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton marinho. In: PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. *Biologia marinha*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, p. 103-125, 2002.

BP/AECOM. *Estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental da atividade de perfuração marítima no Bloco BAR-M-346, localizado na bacia de Barreirinhas*. 2016.

BP/PROOCEANO. *Modelagem de cascalho e fluido aderido da atividade de perfuração marítima de poços no Bloco FZA-M-59, Bacia da Foz do Amazonas*. 2015.

BRANDÃO, J. A. S. L.; FEIJÓ, F. J. Bacia da Foz do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 8, n. 1, p. 91-99, 1994.

BRANDINI, F. P. et al. *Planctologia na plataforma continental do Brasil*. Diagnose e revisão bibliográfica. Rio de Janeiro: MMA-CIRM-FEMAR, 196p, 1997.

BREUER, E. et al. Contaminant leaching from drill cuttings piles of the northern and central North Sea: A review. *Center for Coastal & Marine Sciences*, n. 49, 1999.

\_\_\_\_\_ et al. Drill cutting accumulations in the Northern and Central North Sea: A review of environmental interactions and chemical fate. *Marine Pollution Bulletin*, v. 48, n. 1, p. 12-25, 2004.

BUCHANAN, R. B.; COOK, J. A.; MATHIEU, A. *Environmental effects monitoring for exploration drilling*. Environmental Studies Research Funds. 2003. 73p.

CANTARINO, A. A. A. *Utilização de indicadores biológicos para avaliação dos impactos ambientais das atividades de exploração e produção de petróleo*. 1. Seminário sobre Proteção Ambiental na Exploração e Produção de Petróleo, 29 e 30 de outubro de 2001, Rio de Janeiro, Brasil.

CAPP - CANADIAN ASSOCIATION OF PETROLEUM PRODUCERS. *Offshore drilling waste management review*. Calgary: CAPP, 2001.

CARNEY, R. S. Chapter 12: Megafauna and image analysis. p. 415-439. In: *Continental Shelf Associates, Inc. Effects of oil and gas exploration and development at selected continental slope sites in the Gulf of Mexico*. Final report. v. II: Technical report. OCS Study MMS 2006-044. 45p. + 636p. Appendices. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. 2006.

CASTRO, C. B. *Recifes de coral: avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha*. [S.L.], 1999.

CAVALCANTE, L. G.; LEITE, A. O. Aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões. *Rev. Technol. Fortaleza*, v. 37, n. 1. p. 111-124, 2016.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Emissários submarinos: projeto, avaliação de impacto ambiental e monitoramento*. 240p. 2006.

\_\_\_\_\_. *Poluição das águas subterrâneas*. 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

COLLETE, B. B.; RUTZLER, K. *Reef fishes over sponge bottoms off the mouth of the Amazon river*. In: *Proceedings, Third International Coral Reef Symposium*. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science. University of Miami. May. 1977. Disponível em: <[https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/7901/iz\\_Collette\\_Ruetzler\\_1977.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/7901/iz_Collette_Ruetzler_1977.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 12 abr. 2019.

DA SILVA, V. M. F. Conservação dos golfinhos da Amazônia: ameaças e perspectivas. In: *História natural, ecologia e conservação de algumas espécies de plantas e animais da Amazônia*. CINTRA, R. (Coord.). Manaus: Edua/Inpa/Fapeam, p. 313-320, 2004.

DAAN, R.; MULDER, M. *Long term effect of OBM cutting discharges at a drilling site on the Dutch Continental Shelf*. 1993-15, NIOZ, Texel, 1993.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. On the short-term and long-term impact of drilling activities in the Dutch sector of the North. *ICES Journal of Marine Science*, v. 53, n. 6, p. 1.036-1.044, 1996.

\_\_\_\_\_ et al. *A study on the environmental effects of a discharge of drill cuttings contaminated with esterbased drilling muds in the North Sea*. 1995-2, NIOZ, Texel, 1995.

\_\_\_\_\_; LEWIS, W. E.; MULDER, M. *Biological effects of discharged oil contaminated cuttings in the North sea*. 1990-5, NIOZ, Texel, 1990.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. *Biological effects of washed OBM drill cuttings discharged on the Dutch Continental Shelf*. 1991-8, NIOZ, Texel, 1991.

\_\_\_\_\_; MULDER, M.; LEWIS, W. E. *Long-term effect of discharges of washed and unwashed OBM drill cuttings on the Dutch Continental Shelf*. 1992-9, NIOZ, Texel, 1992.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. VANLEEUWEN, A. Differential sensitivity of macrozoobenthic species to discharges of oil contaminated drill cuttings in the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, v. 33, n. 1, p. 113-127, 1994.

\_\_\_\_\_ et al. Environmental effects of a discharge of cuttings contaminated with ester-based drilling muds in the North Sea. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 15, n. 10, p. 1.709-1.722, April, 9, 1996.

DEFENSEA CONSULTORIA. **A situação portuária no Brasil: implementação de sistemas de controle de tráfego marítimo**. 2019. Disponível em: <<https://www.defensea.com.br/post/roz%C5%A1i%C5%99ujte-svoji-komunitu-na-blogu>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

ECONOMIDES, M. J.; WATTERS, L. T.; DUNN-NORMAN, S. *Petroleum well construction*. 1. ed., New York: John Wiley& Sons, 1998.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Understanding oil spill and oil spill response. *Office of Remedy and Remedial Response*, 1999.

EUROPEAN COMMISSION. *Guidance on EIA - EIS review*. Directorate General for the Environment. Luxembourg, 2001. 29p.

FERREIRA, D. A.; ROSELEN, V. Disposição de resíduos sólidos e qualidade dos recursos hídricos no município de Uberlândia/MG. *Horizonte Científico*, v. 6, n. 1, 2012.

FIALHO, P. F. *Cascalho de perfuração de poços de petróleo e gás*. Estudo do potencial de aplicação em concreto. 2012b. 217f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

- FIGUEIREDO, J. J.; ZALÁN, P. V.; SOARES, E. F. Bacia da Foz do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 15, n. 2, p. 299-309, 2007.
- FOGLIATTI, M. C.; FILIPO, S.; GOUDARD, B. *Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte*. Rio de Janeiro: Interciência, 249p., 2004.
- FRÉDOU, F. L.; ASANO-FILHO, M. Recursos pesqueiros da Região Norte. In: JABLONSKI, S. et al. *Programa ReviZEE - relatório executivo*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 121-152, 2006.
- GAGNON, M. M.; BAKHTYAR, S. Induction of fish biomarkers by synthetic-based drilling muds. *PLoS ONE*, v. 8, n. 7, 22 jul. 2013. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0069489>>. Acesso em: 27 jul. 2020.
- GAMA, M. C. G. F. *Avaliação de uma unidade embarcada de tratamento de fluidos de perfuração de base não aquosa contaminados com interface de deslocamento e águas residuárias oriundas da perfuração marítima*. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental do Departamento de Engenharia Civil. Rio de Janeiro. 104p. 2014.
- GATES, A. R.; JONES, D. O. B. Recovery of benthic megafauna from anthropogenic disturbance at a hydrocarbon drilling well (380 m depth in the Norwegian Sea). *PLoS ONE*, v. 7, n. 10, 2012. Disponível em: <[e44114. oi:10.1371/journal.pone.0044114](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044114)>.
- GERRARD, S. et al. *Drill cutting piles in the North Sea: management options during platform decommissioning*. Centre for Environmental Risk. School of Environmental Sciences of University of East Anglia. Norwich, 1999. research report n. 31.
- GOLDBERG, E. E. et al. Species selection maintains selfincompatibility. *Science*, p. 493–495, 2010.
- GRASSLE, J. F.; MACIOLEK, N. J. Deep-sea species richness: regional and local diversity estimates from quantitative bottom samples. *American Naturalist*, n. 139, p. 313-41, 1992.
- HUGHES, S. J. M. et al. An assessment of drilling disturbance on *Echinus acutus* var. *Norvegicus* based on in-situ observations and experiments using a remotely operated vehicle (ROV). *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.*, n. 395, p. 37-47, 2010.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Nota Técnica CGPEG/Ibama n. 05/09. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/petroleo-e-gas/notas-tecnicas/2009-05-NT-cgpeg-ibama-aia-perfuracao-em-aguas-profundas.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- \_\_\_\_\_. Nota Técnica NT n. 01/2011. 2011.
- \_\_\_\_\_. Nota Técnica NT n. 10/2012. 2012.
- \_\_\_\_\_. *Estatística da pesca 2004 Brasil: grandes regiões e unidades da Federação*. Brasília, 2005. 136p.
- \_\_\_\_\_. Plano de ação nacional para a conservação dos mamíferos aquáticos: grandes cetáceos e pinípedes. *Série Espécies Ameaçadas*, n. 14, Brasília, 156p.

ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. *Plano de ação nacional para conservação dos mamíferos aquáticos: grandes cetáceos e pinípedes*. versão III. ROCHA-CAMPOS, C. C. et al. (Orgs). Brasília: ICMBio, 156p, 2011a.

\_\_\_\_\_. Plano de ação nacional para a conservação dos sirênios: peixe-boi-da-amazônia: *Trichechus inunguis* e peixe-boi-marinho: *Trichechus manatus*. In: ICMBio. (Eds.). *Série Espécies Ameaçadas*, n. 12, 80p, 2011b.

\_\_\_\_\_. Plano de ação nacional para a conservação das tartarugas marinhas. SANTOS, A. S. et al. DEI MARCOVALDI, M. A. A.; SANTOS, A. S. (Orgs.) Brasília: ICMBio, *Série Espécies Ameaçadas*, n. 25, 120p, 2011c.

\_\_\_\_\_. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. v. I. 1. ed. Brasília: ICMBio/MMA, 492p, 2018.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Diagnóstico dos acidentes ambientais no estado do Rio de Janeiro, 1983-2016: enfoque no transporte rodoviário de produtos perigosos*. Rio de Janeiro: Inea, 2018. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Diagn%C3%B3stico-dos-Acidentes-Ambientais-no-Estado-do-Rio-de-Janeiro-1983-2016.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

IOGP - INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL AND GAS PRODUCERS. *Drilling waste management technology review*. England and Wales: IOGP, 2016.

IUCN. *IUCN red list of threatened species*. 2019. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

JOINT RESEARCH CENTRE - EUROPEAN COMMISSION. *Fossil CO2 emissions of all world countries 2018 report*. MUNTEAN, M. et al. 241p, 2018.

JONES, D. O. B. et al. Effects of oil drilling activity on the deep-water megabenthos of the Orinoco Fan, Venezuela. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, n. 92, p. 245-253, 2011.

\_\_\_\_\_; GATES, A. R.; LAUSEN, B. Recovery of deep-water megafaunal assemblages from hydrocarbon drilling disturbance in the Faroe-Shetland Channel. *Marine Ecology Progress Series*, n. 461, p. 71-82, 2012.

\_\_\_\_\_; HUDSON, I. R.; BITT, B. J. Effects of physical disturbance on the cold-water megafaunal communities of the Faroe-Shetland Channel. *Marine Ecology Progress Series*, n. 319, p. 43-54, 2006.

KAROON/AMBIPETRO. *Subprojeto C – levantamento de corais e da superfície/topografia do sedimento na área ao redor dos poços*. Pré e pós-perfuração dos poços. Kangaroo West-1 (KW-1), Kangaroo-2 (K-2) e Echidna 1(E-1). Bacia de Santos. Julho de 2015.

KAROON/ECOLOGY BRASIL. *Estudo de impacto ambiental – EIA da atividade de perfuração marítima nos blocos BM-S-61, BM-S-62, BM-S-68, BM-S-69 E BM-S-70*. Abril de 2010. Rev. n. 00.

KETTEN, D. R. Estimates of blast injury and acoustic trauma zones for marine mammals from underwater explosions. In: KASTELEIN, R.; THOMAS, J.; NACHTIGALL, P. (Eds.). *Sensory systems of aquatic mammals*. Spil Publishers, p. 391-408, 1995.

KJEILEN-EILERTSEN, G. et al. Literature report on burial: Derivation of PNEC as component in the NEMW model tool. *Report AM 2004/024*. ERMS report 9B. 20p, 2004.

KLINOWSKA, M. *Dolphins, porpoises and whales of the world: The IUCN red data book*. IUCN - The World Conservation Union, Gland, Switzerland, 429p, 1991.

KRIEGER, E. I. F. *Avaliação da contaminação das águas subterrâneas na área de influência da usina de tratamento de resíduos da Utesa, em Estância Velha (RS)*. 174p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3062/000286238.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 5 ago. 2020.

KRONCKE, I. et al. Effects of a former discharge of drill cuttings on the macrofauna community. *Marine Ecology Progress Series*, v. 91, n. 1-3, p. 277-287, 1992.

LAIST, D. W. Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science*, n. 17, p. 35-75, 2001.

LALLI, C. M.; PARSONS, T. *Biological oceanography: An introduction*. Oxford: Pergamon Press, 301p, 1993.

LAM, P. K. S.; GRAY, J. S. Predicting effects of toxic chemicals in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, Oxford, v. 42, n. 3, p. 169-173, 2001.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. S.; HANSHAW, B. et al. *A procedure for evaluating environmental impact*. Washington: U. S. Geological Survey, 13p, 1971.

LIMA, E. T. Diretrizes estratégicas para os portos do Nordeste. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 10, p. (349)-378, set. 1999. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2922/1/BS%2010%20Diretrizes%20estrategicas%20para%20os%20portos%20do%20Nordeste\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2922/1/BS%2010%20Diretrizes%20estrategicas%20para%20os%20portos%20do%20Nordeste_P.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2020.

LIMA, R. P. et al. Esforços conservacionistas e campanhas de conscientização para a preservação do peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*) ao longo do litoral Nordeste do Brasil. *Natural Resources*, Aquidabã, v. 1, n. 2, p. 36-40, 2011.

LUNA, F. O. et al. Status de conservação do peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus* Linnaeus, 1758) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, n. 10, p. 145-153, 2008a.

LUNA, F. O. et al. Ocorrência do peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*) no litoral Norte do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, n. 23, p. 37-49, 2008b.

LUSSEAU, D. Why do dolphins jump? Interpreting the behavioural repertoire of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) in Doubtful Sound, New Zealand. *Behavioural Processes*, v. 73, p. 257-265, 2006.

MAGYAR, T. *The impact of artificial lights and anthropogenic noise on Loggerheads (*Caretta caretta*) and Green Turtles (*Chelonia mydas*), assessed at index nesting beaches in Turkey and Mexico*. Universität Bonn, 215p, 2008.

MAIRS, H. et al. *Environmental effects of cuttings associated with non-aqueous fluids: Technical background*. Draft Document. IBP SHE Technical Committee. December, 1999.

MARCHIORO, G. B.; NUNES, M. A. *Avaliação de impactos da exploração e produção de hidrocarbonetos no Banco de Abrolhos e adjacências*. (In: DUTRA, G. F.; MOURA, R. L., Eds.), Caravelas, 119p, 2003.

MARTINS, S. S. S. et al. Produção de petróleo e impactos ambientais: algumas considerações. *Holos*, v. 6, p. 54-76, 2015. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4815/481547289005.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros*. Brasília: MMA/SBF, 404p. 2002a.

\_\_\_\_\_. O estado dos recursos pesqueiros: pesca extrativa e aquicultura. In: *Geo Brasil*, 16p, 2002b.

\_\_\_\_\_. *Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental, Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho, 95p, 2002c.

\_\_\_\_\_. *Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo*. Brasília, DF, 22p + anexos, 2004.

\_\_\_\_\_. *Atualização das áreas prioritárias - mapa das áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira*. Atualização – Portaria MMA n. 9, de 23 janeiro de 2007a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira/areas-prioritarias/item/489>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. *Águas subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido*. Brasília: MMA/Abas/Petrobras, 2007b. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/167/\\_publicacao/167\\_publicacao\\_28012009044356.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/167/_publicacao/167_publicacao_28012009044356.pdf)>. Acesso em: 9 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. *2. atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade 2018*. 2018a. Disponível em: <<http://areasprioritarias.mma.gov.br/2-atualizacao-das-areas-prioritarias>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

\_\_\_\_\_. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. v. I. 1. ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018b.

MOHRIAK, W. U. Bacias sedimentares da margem continental brasileira. In: *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil*. CPRM, p. 87-94, 2003.

MONAGHAN, P. H.; MCAULIFFE, C. D.; WEISS, F. T. Environmental aspects of drilling muds and cuttings from oil and gas operations in offshore and coastal waters. In: GEYER, R. A. *Marine environment pollution I*. 1. ed. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, cap. 15, 1980.

MOORE, S. E.; CLARKE, J. T. Potential impact of offshore human activities on gray whales (*Eschrichtius robustus*). *Journal of Cetacean Research and Management*, v. 4, n. 1, p. 19-25, 2002.

MORAES, M. A. *Estudo geoquímico, ecotoxicológico e ecológico do sedimento nas proximidades de um poço de perfuração na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil*. Rio de Janeiro: UFF, 158p, 2010.

MOURA, R. L. et al. Unexpected richness of reef corals near the southern Amazon River mouth. *Coral Reefs*, v. 18, n. 2, p. 1-170, 1999.

\_\_\_\_\_ et al. An extensive reef system at the Amazon River mouth. *Science Advances*, v. 2, n. 4, 22 abril de 2016. DOI: 10.1126/sciadv.1501252.

MTX AMBIENTAL/CONSTRUNÍVEL ENERGIAS RENOVÁVEIS. *Estudo de impacto ambiental de aterro industrial – resíduos classes I e II e aterro de resíduos da construção civil – resíduos classe A*. Pirai do Sul, PR, jul. 2017. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/2017\\_EIA\\_RIMA/EIA\\_MTX.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/2017_EIA_RIMA/EIA_MTX.pdf)>. Acesso em: 24 jul. 2020.

MULER, M. et al. Ações de resposta para emergência em caso de derrames de óleo no mar e proposta de implementação de sistema de informação voltado à sensibilidade ambiental para o litoral sul paulista, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, p. 397-407, 2011.

NASCIMENTO, S. C. et al. Disponibilidade de metais pesados em aterro de indústria siderúrgica. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 196-202, set. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522006000300002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000300002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 24 jul. 2020.

NASSAR, C. A. G. et al. *Estudo preliminar de rotas, aspectos e impactos para a disposição final de cascalho e fluido de perfuração de poços offshore: plataforma, porto e aterro industrial*. 2019. In: X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Fortaleza/CE, 2019.

NEDILJKA, G. M. et al. Offshore drilling and environmental protection. FRANKOVIC, B. (Ed.) *Energy and environment 2006*. Opatija: Hrvatskisavez za suncevuenergiju Rijeka, p. 309-318, 2006.

NEDWED, T. J.; SMITH, J. P.; BRANDSMA, M. G. Verification of the OOC mud and produced water discharge model using lab-scale plume behaviour experiments. *Environmental Modeling & Software*, n. 19, p. 655-670, 2004.

NEFF, J. M. *Composition, environmental fates, and biological effects of water based drilling muds and cuttings discharged to the marine environment: A synthesis and annotated bibliography*. Report prepared for Petroleum Environmental Research Forum (PERF) and American Petroleum Institute. Washington, DC, 2005.

\_\_\_\_\_; McKELVIE, S.; AYERS, R. C. *A literature review of environmental impacts of Synthetic Based Drilling Fluids*. Report to U.S. Dept of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of México OCS Office. April 27, 2000.

\_\_\_\_\_; RABALAIS, N. N.; BOESCH, D. F. Offshore oil and gas development activities potentially causing long-term environmental effects, p. 149-174. In: BOESCH, D. F.; RABALAIS, N. N. (Eds.). *Long term effects of offshore oil and gas development*. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1987.

NIXON, S. W. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*, n. 41, p. 199-219, 1995.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. *Oil spills in coral reefs: Planning and response considerations*, 2010.

NOWACEK, S. M.; WELLS, R. S.; SOLOW, A. R. Short-term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science*, v. 17, p. 673-688, 2001.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Clean coastal waters: Understanding and reducing the effects of nutrient pollution*. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

\_\_\_\_\_. *Oil in the sea III: Inputs, fates and effects*. Washington, DC: National Academy Press, 280p, 2003.

NYBAKKEN, J. W. *Marine biology: An ecological approach*. Harper Collins College Publishers, third edition, 462p, 1993

OGP. *Environmental aspects of the use and disposal of non aqueous drilling fluids associated with offshore oil & gas operations*. Report 342 from OGP, London, England, 103p, 2003.

OGX/Pir2. *Projeto de monitoramento ambiental realizado nos blocos BM-C-37 e BM-C-38, Bacia de Campos*. 2012.

OLSGARD, F.; SOMERFIELD, P. J.; CARR, M. R. Relationships between taxonomic resolution and data transformations in analyses of a macrobenthic community along an established pollution gradient. *Marine Ecology-Progress Series*, v. 149, n. 13, p. 173-181, 1997.

OSPAR COMMISSION. *Assessment of the impact on the marine environment of offshore oil and gas activity – an overview of monitoring results in the United Kingdom, the Netherlands and Norway*. *Offshore Industry Series*, 6p, 2007.

PALLA, L. S. *Fluidos de perfuração de alta performance: uma alternativa aos fluidos de perfuração não aquosos*. 2016. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química e de Petróleo) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

PATIN, S. *Environmental impact of the offshore oil and gas industry*. New York: EcoMonitor Publishing, 425p, 1999.

PERENCO. *Programa de Monitoramento Ambiental da Perfuração do Poço Guarapari-1, Bloco BM-ES-38, Bacia Marítimo do Espírito Santo*. Junho de 2012.

PERRY, C. *A review of the impact of anthropogenic noise on cetaceans*. Paper presented to the Scientific Committee at the 50th Meeting of the International Whaling Commission, 1998.

PETROBRAS. *Projeto de caracterização regional da Bacia de Campos (PCR-BC/Habitats)*. v. 3, *Química Ambiental*, 305p, 2013.

PETZET, G. A. Seismic, other sound at issue in deepwater Gulf of Mexico. *Oil & Gas Journal*, Sept. 13, p. 105-106, 1999.

PIDCOCK, S.; BURTON, C.; LUNNEY, M. *The potential sensitivity of marine mammals to mining and exploration in the Great Australian Bight Marine Park Marine Mammal Protection Zone - an independent review and risk assessment report to Environment Australia*. Commonwealth of Australia, 2003.

- PRIMO, P. B. DA S.; VOLCKER, C. M. *Bacias hidrográficas dos rios São João e das Ostras. Águas, terra e conservação ambiental*, 170p, 2002.
- QUEIROZ GALVÃO/AECOM. *Estudo ambiental de perfuração dos blocos PAMA-M-265 e PAMA-M-337, Bacia do Pará-Maranhão*. 2015.
- RANGEL, N. S. *Gerenciamento de resíduos da perfuração de poços de petróleo e gás offshore: fluidos e cascalhos de perfuração*. Monografia. Vitória, ES. Curso de especialização em Engenharia de Campo SMS da Universidade Federal do Espírito Santo. 2015.
- REIS, C. J. The impact of drilling and production operations. In: \_\_\_\_\_. *Environmental control in petroleum engineering*. 1. ed. Texas: Gulf Professional Publishing, cap. 3, 1996.
- REPSOL SINOPEC/HABTEC. *Projeto de monitoramento ambiental da atividade de perfuração marítima nos blocos BM-S-48 e BM-S-55, Bacia de Santos*. 2. Relatório Ambiental Consolidado. 2012.
- RESEARCH AND TRAFFIC GROUP. *Environmental and social impacts of marine transport – in the Great Lakes*. St. Lawrence Seaway Region. January 2013. Disponível em: <<http://greatlakesseaway.org/wp-content/uploads/2015/04/RTG-Main-Report-Final-Jan-21-2013.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- RICHARDSON, W. J. et al. *Acoustic effects of oil production activities on bowhead and white whales visible during spring migration near Pt. Barrow, Alaska – 1989 phase*. 1990.
- \_\_\_\_\_ et al. *Marine mammals and noise*. California: Academic Press, 576p, 1995.
- \_\_\_\_\_ et al. Behaviour of bowhead whales *Balaena mysticetus* summering in the Beaufort Sea: reactions to industrial activities. *Biol. Conserv.*, v. 32, n. 3, p. 195–230, 1985.
- ROCHA, D. F. *Impactos da exploração petrolífera sobre a pesca, os ecossistemas costeiros e a situação de saúde de comunidades de pescadores artesanais de Macaé/RJ*. 213p. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2013.
- ROUSSEL, E. Disturbance to Mediterranean cetaceans caused by noise. In: DI SCIARA, G. N. (Ed.). *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies*. Monaco: ACCOBAMS Secretariat, 18p, 2002.
- SANTOS, G. B. dos. Gerenciamento de resíduos na indústria de exploração e produção de petróleo: atendimento ao requisito de licenciamento ambiental no Brasil. *R. Gest. Sust. Ambient.*, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 23-35, out. 2012/mar. 2013.
- SANTOS, M. B. Perfuração de poços de petróleo: fluidos de perfuração. *Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense*, v. 2, n. 1, p. 121-127, 2012.
- SCHAFFEL, S. B. *A questão ambiental na etapa de perfuração de poços marítimos de óleo e gás no Brasil*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002.
- SCHOLZ, D.; BOYD, J. N.; WALKER, A. H. The selection guide for oil spill applied technologies - a guidance document for addressing oil spills in coastal marine waters, inland on land, and inland waters. In: *Proceedings for 2001 Coastal Zone Conference*, Cleveland, OH, 2001.

SEEG BRASIL. *Base de dados*. 2019. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/>>. Acesso em: 29 maio 2019.

SEIC – SAKHALIN ENERGY INVESTMENT COMPANY. *Seismic survey closure report: Report on observations of marine mammals from the seismic vessel Orient Explorer and RV Atlas for the period from July 28 til September 13, 2003*. Report by Sakhalin Energy Investment Company, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, 2003.

SICILIANO, S. et al. *Baleias, botos e golfinhos na Bacia de Campos*. Série (Guias de Campo Fauna Marinha da Bacia de Campos). ENSP/Fiocruz, 100p, 2006.

SILVEIRA, W. M. V. et al. Fluidos de perfuração usados na construção de poços marítimos e requisitos ambientais para descarte. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ*, v. 10, n. 2, p. 171-189, jul./dez. 2016.

SIMMONDS, M. P.; DOLMAN, S. J.; WEILGART, L. S. (Eds.). *Oceans of noise: A WDCS scientific report*. A report of the Whale and Dolphin Conservation Society, 164p, 2003.

SMIT, M. G. D. et al. Species sensitivity distributions for suspended clays, sediment burial, and grain-size change in the marine environment. *Environ.Toxicol. Chem.*, n. 27, p. 1.006-1.012, 2008.

SOUTHALL, B. L. et al. Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals*, n. 33, p. 411–521, 2007.

STANIEWICZ, A. J. B. *Atividade de perfuração offshore e os impactos causados pelo fluido de perfuração e cascalho*. Marinha do Brasil. Monografia apresentada como exigência para a obtenção do título de CCB do Curso de Aperfeiçoamento de Oficial de Náutica da Marinha Mercante ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha. 59p. 2014.

STATOIL/PROOCEANO. *Modelagem de cascalho e fluido aderido do Bloco ES-M-598, Bacia do Espírito Santo*. 2015.

THOMSEN, F. et al. Cetacean stock assessment in relation to exploration and production industry activity and other human pressures: review and data needs. *Aquatic Mammals*, n. 37, p. 1–93, 2011.

TOLDO JR, E. E. et al. Monitoramento Ambiental em atividades de Perfuração Exploratória Marítima – Mapem. In: 3. Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. 2005, Salvador. *Anais do 3. Congresso de P&D em Petróleo e Gás*. Salvador: IBP, 2005.

TROSDTORF JR, I.; ZÁLAN, P. V.; FIGUEIREDO, F., J., P. Bacia de Barreirinhas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 331-339, 2007.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Air emissions factors and quantification*. AP-42: Compilation of Air Emissions Factors. Section 3.4: Large Stationary Diesel & All Stationary Dual Engine.

VALENTIN, J. L. The Cabo Frio upwelling system, Brazil. p. 97-105. In: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. (Eds.). *Ecological studies: Coastal marine ecosystems of Latin America*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 144p, 2001.

VASCONCELLOS, J. M.; FERREIRA, M. I. *Impactos ambientais associados ao emprego dos fluidos de perfuração*. IV Seminário de Meio Ambiente Marinho. Rio de Janeiro: Sobena, 14p, 2003.

VEIGA, L. F. *Avaliação de risco ecológico dos descartes da atividade de perfuração de poços de óleo e gás em ambientes marinhos*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia, Programa de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, 254p. 2010.

\_\_\_\_\_. *Avaliação de risco ecológico dos descartes da atividade de perfuração de poços de óleo e gás em ambientes marinhos*. Rio de Janeiro: UFRJ/Coppe, 253p, 2010.

WAEREBEEK, K. V. et al. Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. *Lajam*, v. 6, n. 1, p. 43-69, 2007.

WALKER, D.; DALTON, H. Air quality and climate. In: MORRIS, P.; THERIVEL, R. (Eds.). *Methods of environmental impact assessment*. London: Routledge, cap. 8, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.4324/9780203892909>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

WELLS, R. S.; SCOTT, M. D. Seasonal incidence of boat strikes of bottlenose dolphin near *Sarasota, Florida*. *Marine Mammal Science*, n. 13, p. 475-480, 1997.

WILLS, J. *Muddied waters*. A survey of offshore oilfield drilling wastes and disposal techniques to reduce the ecological impact of sea dumping. 139p. 2000.

WÜRSIG, B.; EVANS, P. G. H. Cetaceans and humans: influences of noise. In: EVANS, P. G. H.; RAGA, J. A. (Eds.). *Marine mammals: biology and conservation*. Kluwer Academic Pub. p. 565–589, 2001.

ZULAUF, W. E. O meio ambiente e o futuro. *Estudos Avançados*, v. 14, p. 39, 16p, 2000.

**IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás**

**Presidente/CEO**

Roberto Ardenghy

**Diretora Executiva Corporativa**

Fernanda Delgado

**Diretor Executivo de E&P**

Júlio César Moreira

**Gerência Executiva de SMS e Operações**

Anderson Cantarino

Carolina Coimbra

Juliana Barbosa

**Grupo de Trabalho de Fluidos e Cascalhos**

Coordenador: Leonardo Marinho

**Expediente:**

**Gerente de Comunicação e Relacionamento  
com Associados**

Tatiana Campos

**Coordenação Editorial**

Priscila Zamponi

Demy Gonçalves

**Projeto Gráfico**

Trama Criações de Arte

**Banco de Imagens**

IBP

**Foto da capa**

Anderson Cantarino



**IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás**

Av. Almirante Barroso, 52 – 21º e 26º andares – RJ – Tel.: (21) 2112-9000

