



## **ANEXO C – ANÁLISE E MAPA DE VULNERABILIDADE**

(Elaborada pela empresa AECOM do Brasil)

## ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

### INTRODUÇÃO

De acordo com a Resolução CONAMA nº398/08, para a avaliação da vulnerabilidade é necessário conjugar:

- A probabilidade de alcance por óleo, com base na modelagem de transporte e dispersão de óleo, considerando o derramamento correspondente à descarga de pior caso, sem a realização de qualquer ação de contingência; e
- A sensibilidade das áreas potencialmente atingidas pelo óleo.

A seguir serão apresentados os critérios e principais resultados das simulações de vazamento de óleo no mar, os critérios para o estabelecimento da sensibilidade dos fatores ambientais, e a caracterização ambiental da área potencialmente afetada por um acidente de pior caso, em função da atividade de perfuração marítima no Bloco CE-M-715.

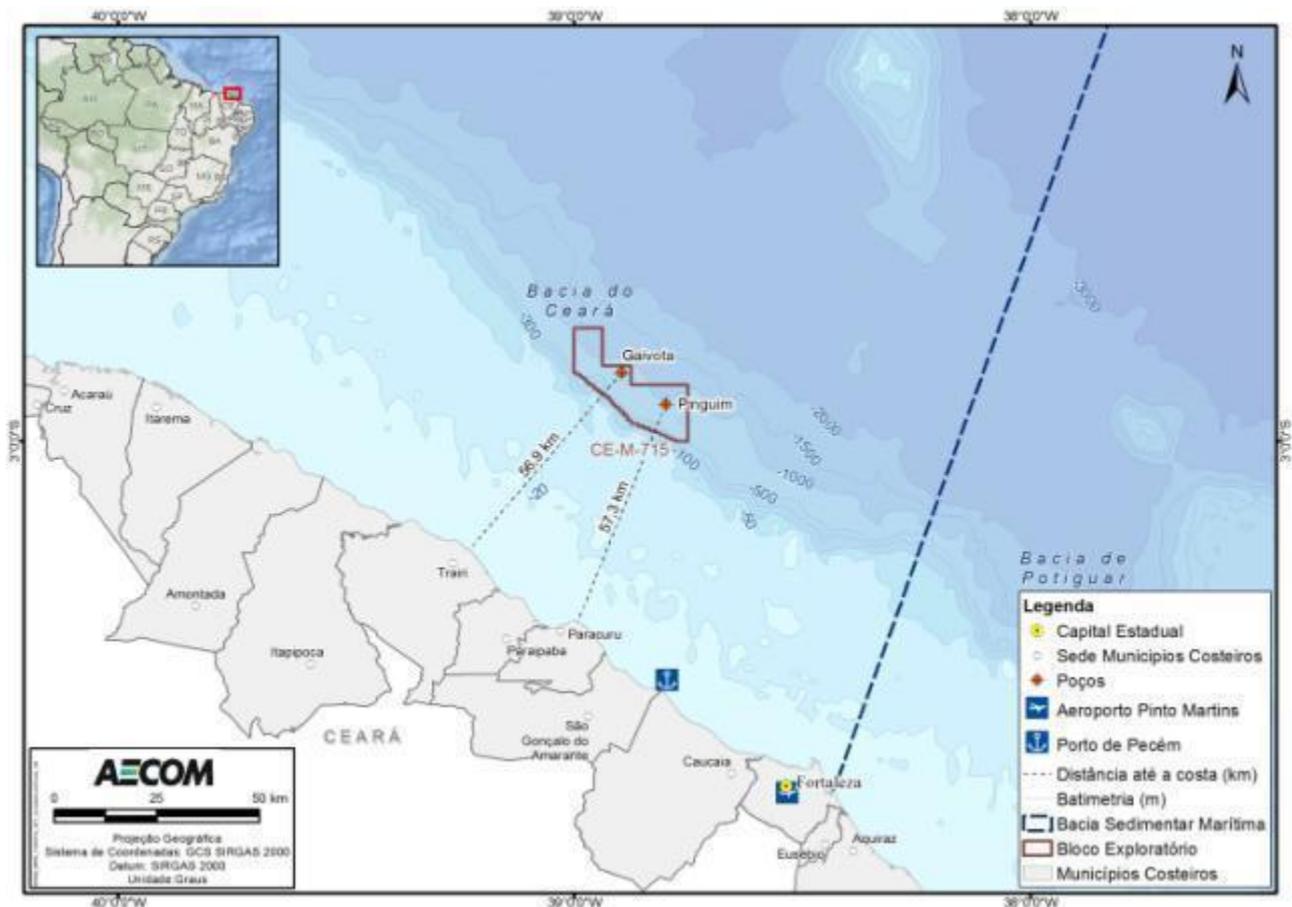
Vale ressaltar que para a Análise de Vulnerabilidade, foi considerada toda a área com probabilidade de ser atingida por óleo, diferentemente do Diagnóstico Ambiental – Meio Biótico, onde foi adotado o critério de probabilidade acima de 30% e/ou o tempo de chegada do óleo inferior a cinco dias. Além disso, a Chevron Brasil, de forma conservadora, incluiu para o diagnóstico de tartarugas, aves e mamíferos marinhos, os municípios de Fortaleza, Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Paracuri, Paraipaba, Trairi, Itapipoca, Amontada, Itarema, Acaraú, Camocim, Barroquinha (CE); Cajueiro da Praia, Luís Correia (PI); e Primeira Cruz e Humberto de Campos (MA).

### DESCRIÇÃO DAS SIMULAÇÕES DE VAZAMENTO

Para a análise da vulnerabilidade ambiental da Atividade de Perfuração Marítima no Bloco CE-M-715 foram simulados os vazamentos de óleo a partir de dois pontos do Bloco. As coordenadas geográficas e a localização destes pontos são apresentadas na **Tabela 1** e na **Figura 1**, respectivamente. As posições dos vazamentos foram definidas considerando as locações dos poços previstas pela Chevron.

**TABELA 1 – Coordenadas dos pontos de simulação de vazamento no Bloco CE-M-715 (Datum SIRGAS 2000).**

| Identificação | Profundidade (m) | Latitude         | Longitude         |
|---------------|------------------|------------------|-------------------|
| Pinguim       | 925              | 2° 55' 4,171''S  | 38° 47' 56,124''O |
| Gaivota       | 965              | 2° 50' 53,301''S | 38° 53' 43,264''O |



**FIGURA 1 – Localização dos pontos de simulação de vazamento em relação ao bloco CE-M-715.**

As simulações consideraram a variabilidade das forçantes ambientais através das variações das condições meteorológicas e oceanográficas, em dois cenários sazonais, verão e inverno (**Tabela 2**).

Os volumes das descargas pequenas, médias e de pior caso utilizados nas simulações foram definidos segundo os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 398/08. Sendo assim os volumes de descargas utilizadas foram os seguintes:

- a. Pequeno:  $8\text{m}^3$ ;
- b. Médio:  $200\text{m}^3$ ; e
- c. Pior caso:  $13.307\text{m}^3$ .

Para o volume de pior caso considerou-se um evento de descontrole do poço (*blowout*). Foi simulado um vazamento contínuo por 30 dias (720 horas) em dois cenários sazonais (verão e inverno). Após a disponibilização do óleo na água, o comportamento de sua deriva foi acompanhado por 30 dias. Portanto, ao final das simulações foram totalizados 60 dias (1.440 horas).

**TABELA 2 – Principais cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames do óleo.**

| Modelo        | Volume (m <sup>3</sup> ) | Estação | Tempo   |
|---------------|--------------------------|---------|---------|
| Pequeno Porte | 8                        | Verão   | 30 dias |
| Pequeno Porte | 8                        | Inverno |         |
| Médio Porte   | 200                      | Verão   |         |
| Médio Porte   | 200                      | Inverno |         |
| Pior caso     | 13.307                   | Verão   | 60 dias |
| Pior caso     | 13.307                   | Inverno |         |

Em todas as simulações considerou-se o critério de existência de óleo nas regiões onde este apresentou espessura maior ou igual ao limiar de  $3 \times 10^{-7}$  metros (limiar de detecção) (ELPN/IBAMA, 2002).

A **Tabela 3** apresenta as características do óleo utilizado nas simulações.

**TABELA 3 – Características do óleo utilizado nas simulações.**

| Parâmetro                   | Valor                  |
|-----------------------------|------------------------|
| API                         | 32,1°                  |
| Densidade                   | 0,865g/cm <sup>3</sup> |
| Viscosidade dinâmica a 5 °C | 24,5cP                 |

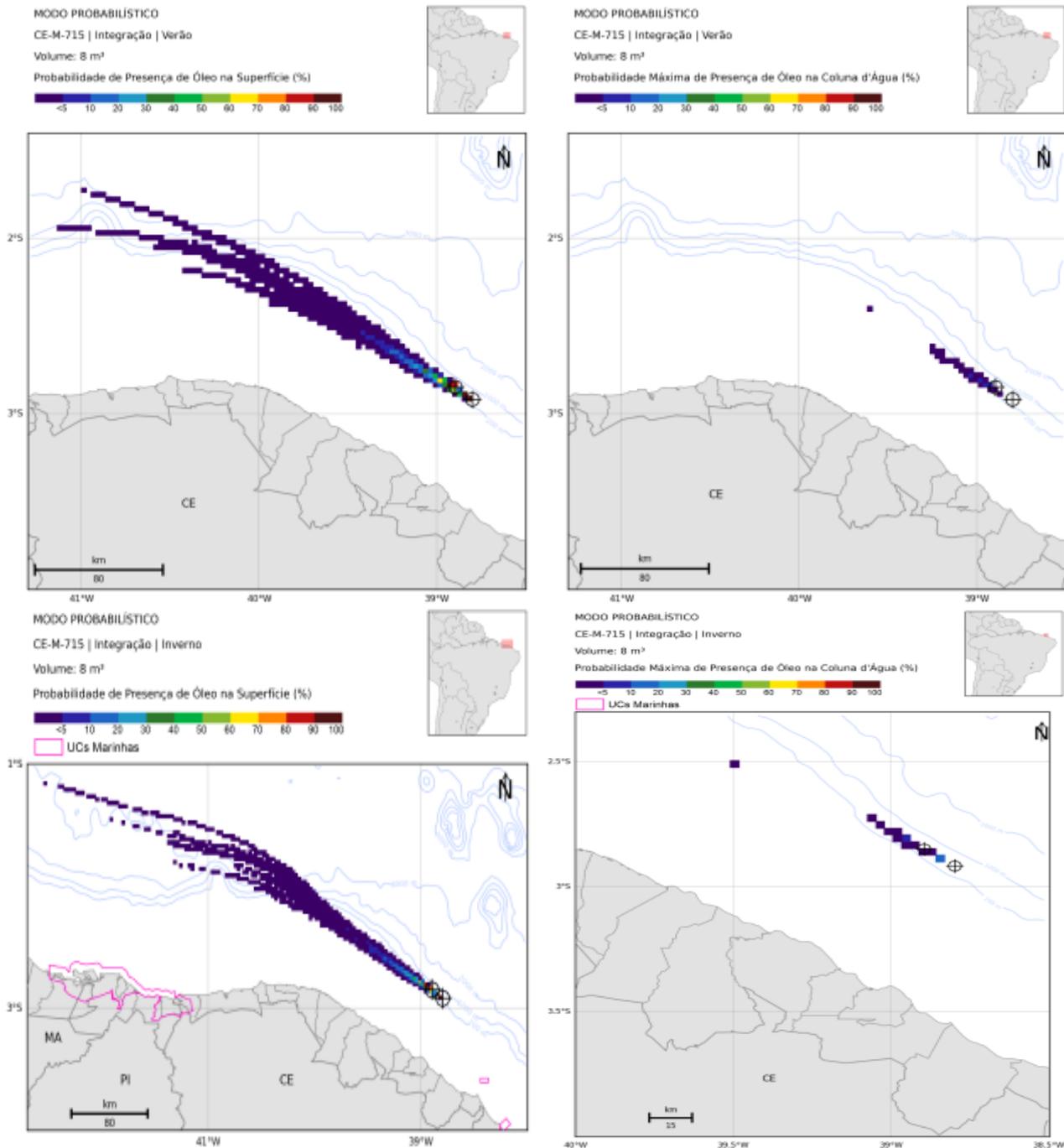
## RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

São apresentados nesta Análise de Vulnerabilidade os resultados do cenário de verão e inverno do vazamento de pequeno (8m<sup>3</sup>) e médio (200m<sup>3</sup>) porte, e o de pior caso (13.307m<sup>3</sup>).

Os mapas de vulnerabilidade (sensibilidade x resultado da modelagem de óleo), presentes no final deste documento, apresentam as informações relativas aos recursos ambientais vulneráveis da área em questão, em função das curvas de contorno de probabilidade da presença de óleo, para os dois cenários.

Cabe aqui ressaltar que, todas as simulações realizadas não levam em conta as ações provenientes de Planos de Contingência e Planos de Ações Emergenciais, e que em todas as ilustrações de contornos de probabilidade de óleo na água, o valor correspondente ao limite superior dos intervalos da escala de cores está incluído na classe. Assim, por exemplo, no intervalo de probabilidade de 10-20% estão incluídas as probabilidades superiores a 10% até 20%.

A **Figura 2** apresenta os mapas de probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d'água para um vazamento de pequeno porte (8m<sup>3</sup>) no período de verão e inverno, a partir dos pontos de simulação do Bloco CE-M-715. É importante destacar que os resultados são apresentados de maneira integrada para os dois pontos modelados (Gaiivota e Pinguim).

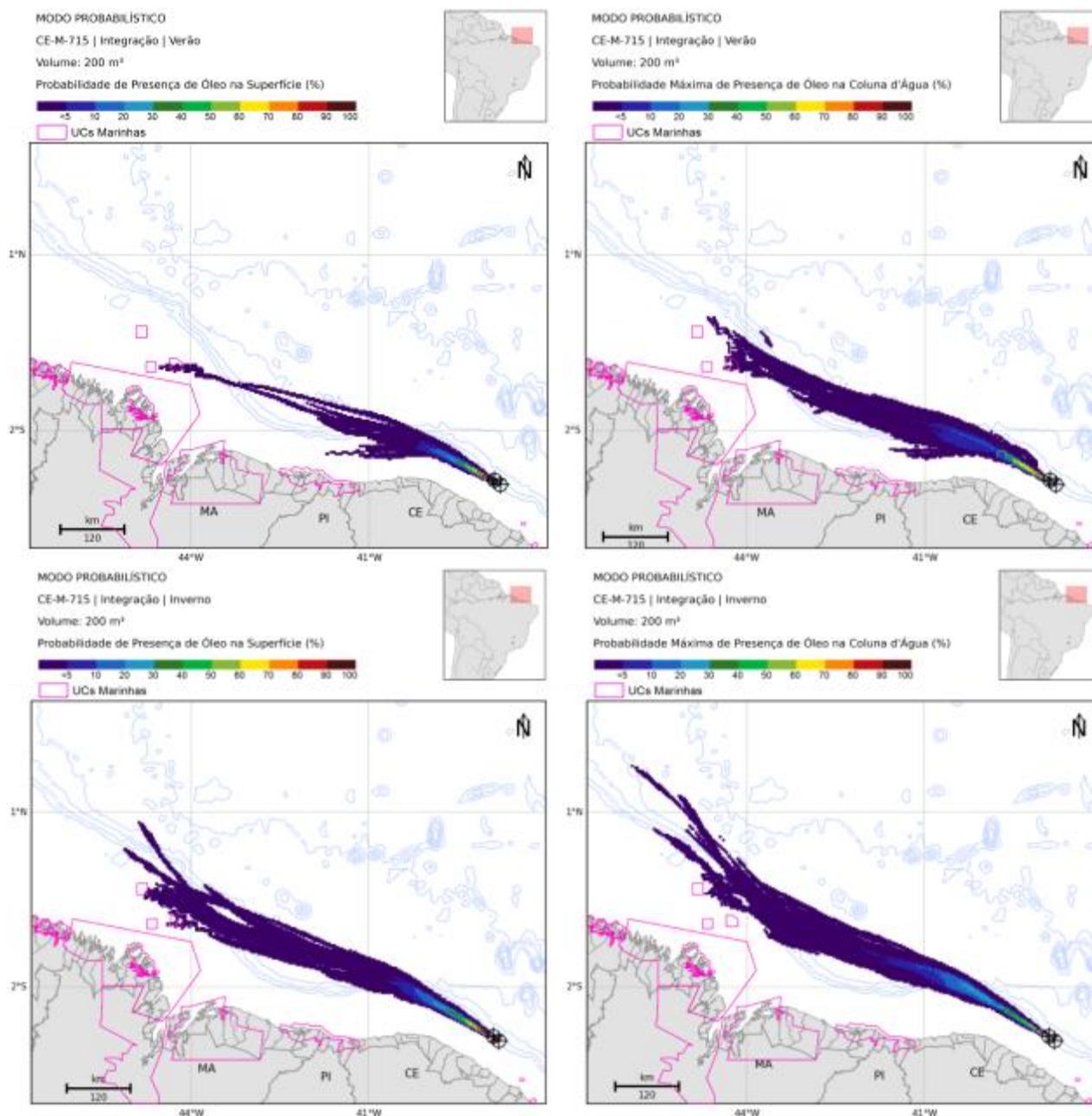


**FIGURA 2 – Mapa de probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d’água, para um vazamento de pequeno porte (8m<sup>3</sup>) no período de verão e inverno, Bloco CE-M-715. Simulação de 720 horas (30 dias). Resultados integrados dos dois pontos de simulação, Pinguim e Gaivota.**

Conforme observado na **Figura 2**, gerada em função dos resultados obtidos nas modelagens de óleo para um vazamento de pequeno porte (8m<sup>3</sup>), não foi observada presença de óleo na costa brasileira.

A **Figura 3**, por sua vez, apresenta os mapas de probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d’água para um vazamento de médio porte (200m<sup>3</sup>) nos cenários de verão e inverno, a partir dos pontos de

simulação do Bloco CE-M-715. Novamente, os resultados são apresentados de maneira integrada para os dois pontos modelados (Gaivota e Pinguim).



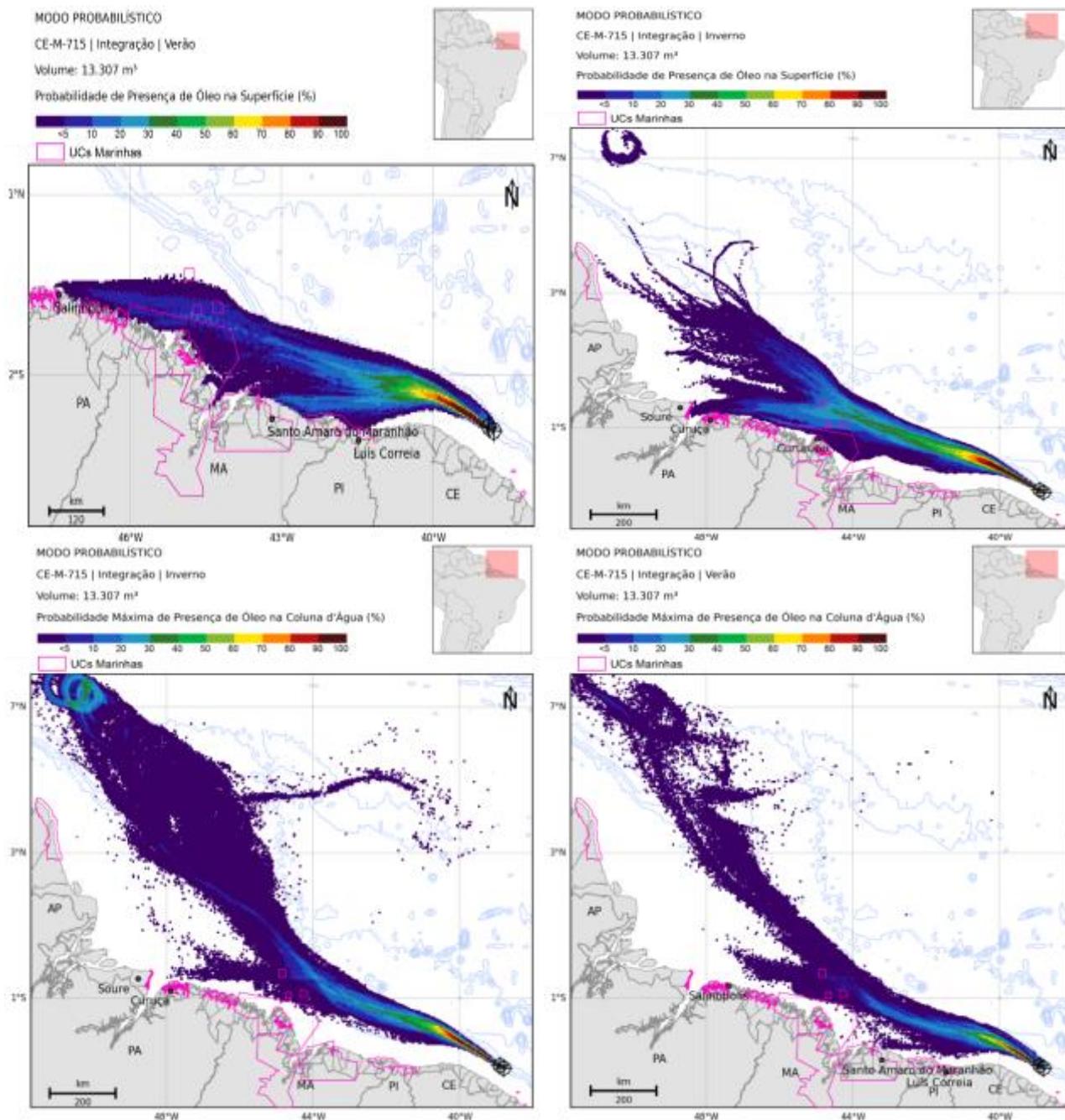
**FIGURA 3 – Mapa de probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d'água, para um vazamento de médio porte (200m<sup>3</sup>) no período de verão e inverno, Bloco CE-M-715. Simulação de 720 horas (30 dias). Resultados integrados dos dois pontos de simulação, Pinguim e Gaivota.**

Assim como no vazamento de 8m<sup>3</sup>, não houve presença de óleo na costa brasileira nas simulações de vazamento de 200m<sup>3</sup>. No entanto, foi observada uma probabilidade extremamente baixa de presença na região dos Parques Estaduais Marinhos (PEMs) do Parcel de Manuel Luís e Banco do Álvaro. Estes PEMs são importantes ambientes recifais, que abrigam uma grande diversidade de espécies marinhas.

O Parcel de Manuel Luís apresentou a menor probabilidade de presença de óleo, com 0,3% para ambos os períodos (verão e inverno) com tempo mínimo de chegada de 6,96 dias no inverno, enquanto o Banco do Álvaro apresentou maior probabilidade de presença de óleo, com 0,7% no inverno, sem probabilidade no verão e tempo mínimo de 8,21 dias.

Vale ressaltar que os resultados de probabilidade de presença de óleo são apresentados de maneira integrada, ou seja, considerando os valores de superfície e coluna d'água dos dois pontos simulados, destacando os valores mais altos.

Finalmente, a **Figura 4** apresenta os mapas de probabilidade de presença de óleo em superfície para o vazamento de pior caso ( $13.307\text{m}^3$ ) no período de verão e inverno, a partir dos pontos de simulação do Bloco CE-M-715. Assim como para as modelagens de pequeno e médio porte, os resultados da modelagem de pior caso para os pontos Pinguim e Gaivota foram apresentados de maneira integrada.



**FIGURA 4 – Mapa de probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d’água, para um vazamento de pior caso (*blowout*) no período de verão e inverno, Bloco CE-M-715. Simulação de 60 dias. Resultados integrados dos dois pontos de simulação, Pinguim e Gaiota.**

A partir dos resultados obtidos na modelagem de óleo, foi possível observar a baixa probabilidade de presença de óleo na costa no cenário de pior caso (13.307m<sup>3</sup>). A **Tabela 4** apresenta os resultados da extensão de toque da mancha, massa máxima, probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo na costa para as simulações nos dois pontos do Bloco CE-M-715. O município de Santo Amaro do Maranhão (MA) apresentou a maior probabilidade de presença de óleo, com 19,4%, assim como o menor tempo de

chegada de óleo na costa, com 11,02 dias. Cabe ressaltar que esses valores foram observados no cenário de verão.

**TABELA 4 – Extensão de toque, massa máxima, probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo nos municípios passíveis de serem atingidos em um vazamento de pior caso (13.307m<sup>3</sup>) a partir dos pontos de simulação do Bloco CE-M-715, nos cenários de verão e inverno. Resultados integrados dos dois pontos de simulação para coluna d'água e superfície.**

| UF                 | Municípios              | Extensão de toque (km) |         | Massa Máxima (t/km) |         | Probabilidade de Presença (%) |         | Tempo Mínimo (dias) |         |
|--------------------|-------------------------|------------------------|---------|---------------------|---------|-------------------------------|---------|---------------------|---------|
|                    |                         | Verão                  | Inverno | Verão               | Inverno | Verão                         | Inverno | Verão               | Inverno |
| PA                 | Soure                   | -                      | 17,0    | -                   | 1,2     | -                             | 0,7     | -                   | 51,28   |
|                    | São Caetano de Odivelas | -                      | **      | -                   | **      | -                             | 1,3     | -                   | 46,1    |
|                    | Curuçá                  | -                      | 4,2     | -                   | 0,7     | -                             | 0,7     | -                   | 49,19   |
|                    | Marapanim               | -                      | **      | -                   | **      | -                             | 4,3     | -                   | 36,7    |
|                    | Maracanã                | -                      | 4,2     | -                   | 1,1     | -                             | 0,3     | -                   | 39,17   |
|                    | Salinópolis             | 8,5                    | 4,2     | 0,7                 | 0,6     | 0,3                           | 0,3     | 46,44               | 43,45   |
|                    | São João de Pirabas     | 8,5                    | -       | 1,1                 | -       | 1,3                           | -       | 43,04               | -       |
|                    | Quatipuru               | 4,2                    | -       | 2,5                 | -       | 1,3                           | -       | 32,45               | -       |
|                    | Tracuateua              | 4,2                    | -       | 0,6                 | -       | 0,3                           | -       | 35,22               | -       |
|                    | Bragança                | 8,5                    | -       | 1,9                 | -       | 2,7                           | -       | 29,94               | -       |
|                    | Augusto Corrêa          | 8,5                    | -       | 4,2                 | -       | 4,7                           | -       | 29,36               | -       |
| Viseu              | 25,5                    | -                      | 3,8     | -                   | 3,7     | -                             | 24,27   | -                   |         |
| MA                 | Carutapera              | 17,0                   | -       | 1,4                 | -       | 2,7                           | -       | 21,57               | -       |
|                    | Luís Domingues          | 4,2                    | -       | 1,0                 | -       | 0,3                           | -       | 51,64               | -       |
|                    | Godofredo Viana         | 8,5                    | -       | 1,3                 | -       | 3,7                           | -       | 24,52               | -       |
|                    | Cândido Mendes          | 8,5                    | -       | 0,9                 | -       | 2,7                           | -       | 26,90               | -       |
|                    | Cururupu                | 38,2                   | 4,2     | 1,9                 | 0,6     | 2,3                           | 0,3     | 18,59               | 24,17   |
|                    | Porto Rico do Maranhão  | 4,2                    | -       | 0,6                 | -       | 0,3                           | -       | 29,16               | -       |
|                    | Cedral                  | **                     | -       | **                  | -       | 0,7                           | -       | 31,9                | -       |
|                    | Guimarães               | 21,2                   | -       | 0,8                 | -       | 1,0                           | -       | 30,19               | -       |
|                    | Alcântara               | 4,2                    | -       | 0,8                 | -       | 0,3                           | -       | 38,74               | -       |
|                    | São Luís                | **                     | -       | **                  | -       | 0,7                           | -       | 40,8                | -       |
| Humberto de Campos | 12,7                    | -                      | 1,4     | -                   | 2,3     | -                             | 21,17   | -                   |         |

| UF | Municípios              | Extensão de toque (km) |         | Massa Máxima (t/km) |         | Probabilidade de Presença (%) |         | Tempo Mínimo (dias) |         |
|----|-------------------------|------------------------|---------|---------------------|---------|-------------------------------|---------|---------------------|---------|
|    |                         | Verão                  | Inverno | Verão               | Inverno | Verão                         | Inverno | Verão               | Inverno |
| MA | Primeira Cruz           | <b>4,2</b>             | -       | <b>0,9</b>          | -       | <b>0,7</b>                    | -       | <b>19,80</b>        | -       |
|    | Santo Amaro do Maranhão | <b>38,2</b>            | -       | <b>6,6</b>          | -       | <b>19,4</b>                   | -       | <b>11,02</b>        | -       |
|    | Barreirinhas            | <b>33,9</b>            | -       | <b>3,2</b>          | -       | <b>12,4</b>                   | -       | <b>12,08</b>        | -       |
|    | Paulino Neves           | <b>17,0</b>            | -       | <b>2,6</b>          | -       | <b>8,7</b>                    | -       | <b>12,71</b>        | -       |
|    | Tutóia                  | <b>12,7</b>            | -       | <b>1,1</b>          | -       | <b>0,7</b>                    | -       | <b>16,81</b>        | -       |
|    | Araioses                | <b>17,0</b>            | -       | <b>1,2</b>          | -       | <b>1,3</b>                    | -       | <b>15,56</b>        | -       |
| PI | Ilha Grande             | <b>8,5</b>             | -       | <b>1,3</b>          | -       | <b>2,3</b>                    | -       | <b>11,94</b>        | -       |
|    | Parnaíba                | <b>12,7</b>            | -       | <b>1,3</b>          | -       | <b>2,3</b>                    | -       | <b>11,94</b>        | -       |
|    | Luís Correia            | <b>4,2</b>             | -       | <b>2,4</b>          | -       | <b>0,3</b>                    | -       | <b>30,8</b>         | -       |
|    | Cajueiro da Praia       | **                     | -       | **                  | -       | 0,3                           | -       | 30,7                | -       |
| CE | Barroquinha             | **                     | -       | **                  | -       | 0,3                           | -       | 30,5                | -       |

\* Valores em negrito são os resultados da grade de costa. Os valores que não estão em negrito são retirados dos resultados em superfície para localidades que não apresentaram massa acumulada na costa acima do limiar monitorado, mas estão a uma distância de menos de 3km (um ponto de grade) da costa. Este procedimento é uma solicitação do IBAMA.

\*\* Como os valores apresentados são da superfície, não são apresentados valores de massa acumulada na costa extensão.

Além dos municípios costeiros, os resultados das modelagens mostraram a probabilidade de presença de óleo nas Unidades de Conservação (UCs) exclusivamente costeiras e também naquelas marinhas ou que se estendem até a zona marinha. As **Tabelas 5 e 6** apresentam a massa máxima, a probabilidade de presença e o tempo mínimo de chegada de óleo nas Unidades de Conservação atingidas pelo óleo. O Parque Nacional (PARNA) dos Lençóis Maranhenses foi a UC costeira que apresentou maior probabilidade de presença de óleo, com 19,4%, e menor tempo de chegada de óleo, 11,02 dias, ambos no cenário de verão (**Tabela 6**).

**TABELA 5 – Massa máxima, probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo nas Unidades de Conservação costeiras passíveis de serem atingidas em um vazamento de pior caso (13.307m<sup>3</sup>) a partir dos pontos de simulação do Bloco CE-M-715, nos cenários de verão e inverno. Resultados integrados dos dois pontos de simulação.**

| Unidade de Conservação                                                    | Massa máxima (t) |         | Probabilidade de Presença (%) |         | Tempo Mínimo (dias) |         |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|---------|-------------------------------|---------|---------------------|---------|
|                                                                           | Verão            | Inverno | Verão                         | Inverno | Verão               | Inverno |
| PARNA dos Lençóis Maranhenses                                             | 6,65             | -       | 19,4                          | -       | 11,02               | -       |
| APA do Arquipélago de Marajó                                              | -                | 1,17    | -                             | 0,7     | -                   | 51,28   |
| APA de Algodual-Maiandeuá                                                 | -                | 1,13    | -                             | 0,3     | -                   | 39,17   |
| APA da Foz do Rio Preguiças - Pequenos Lençóis - Região Lagunar Adjacente | 2,58             | -       | 8,7                           | -       | 12,08               | -       |
| RESEX Marinha do Delta do Parnaíba                                        | 1,19             | -       | 0,3                           | -       | 20,93               | -       |

**Legenda:** APA – Área de Proteção Ambiental; PARNA – Parque Nacional; RESEX – Reserva Extrativista.

Dentre as UCs marinhas e aquelas que se estendem para o mar, o Parque Estadual Marinho (PEM) Banco do Álvaro apresentou a maior probabilidade de passagem de óleo na superfície, com 28,7%, no cenário de inverno. O PEM do Parcel de Manuel Luís, por sua vez, apresentou o menor tempo de passagem de óleo na superfície, com 6,83 dias, também no cenário de inverno. Já para o PEM do Banco do Tarol o menor tempo de chegada obtido foi de 8,75 dias e a maior probabilidade foi de 21%, ambos no cenário de inverno (Tabela 7).

**TABELA 6– Massa máxima, probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo na coluna d'água nas Unidades de Conservação marinhas passíveis de serem atingidas em um vazamento de pior caso (13.307m<sup>3</sup>) a partir dos pontos de simulação do Bloco CE-M-715, nos cenários de verão e inverno. Resultados integrados dos dois pontos de simulação.**

| Unidade de Conservação                   | Concentração máxima (ppb) |         | Probabilidade de Presença (%) |         | Tempo Mínimo (dias) |         |
|------------------------------------------|---------------------------|---------|-------------------------------|---------|---------------------|---------|
|                                          | Verão                     | Inverno | Verão                         | Inverno | Verão               | Inverno |
| RESEX Marinha Caeté-taperaçu             | 0,25                      | -       | 3,0                           | -       | 40,17               | -       |
| RESEX Marinha Tracuateua                 | 0,22                      | -       | 2,7                           | -       | 39,25               | -       |
| RESEX Mãe Grande de Curuçá               | -                         | 0,25    | -                             | 3,0     | -                   | 38,71   |
| RESEX Maracanã                           | -                         | 0,21    | -                             | 2,0     | -                   | 42,79   |
| RESEX Marinha de Gurupi-Piriá            | 0,30                      | -       | 5,4                           | -       | 24,38               | -       |
| APA de Upaon-Açu/Miritiba/Alto-Preguiças | 0,25                      | -       | 3,3                           | -       | 16,88               | -       |
| APA Delta do Parnaíba                    | 0,29                      | -       | 9,0                           | -       | 9,67                | -       |
| APA das Reentrâncias Maranhenses         | 0,59                      | 0,58    | 10,4                          | 12,0    | 11,79               | 9,71    |
| RESEX Marinha de Soure                   | -                         | 0,28    | -                             | 1,0     | -                   | 54,63   |
| RESEX de Cururupu                        | 0,23                      | 0,27    | 2,0                           | 0,3     | 19,00               | 23,17   |
| APA da Baixada Maranhense                | 0,13                      | -       | 0,3                           | -       | 41,42               | -       |
| PEM do Parcel de Manuel Luís             | 0,95                      | 1,21    | 8,4                           | 20,7    | 11,17               | 6,83    |
| PEM do Banco do Álvaro                   | 0,14                      | 0,87    | 0,3                           | 28,7    | 29,63               | 7,75    |
| PEM do Banco do Tarol                    | 0,82                      | 0,67    | 11,4                          | 21,0    | 12,83               | 8,75    |
| APA da Costa de Urumajó                  | 0,28                      | -       | 3,0                           | -       | 36,17               | -       |
| APA Jabotitua-Jatium                     | 0,26                      | -       | 5,7                           | -       | 23,88               | -       |
| RESEX Marinha Arai-Peroba                | 0,28                      | -       | 2,7                           | -       | 44,54               | -       |
| APA da Ilha do Canela                    | 0,19                      | -       | 1,0                           | -       | 40,96               | -       |
| RESEX Marinha Mestre Lucindo             | -                         | 0,29    | -                             | 4,3     | -                   | 36,67   |

**Legenda:** APA – Área de Proteção Ambiental; PEM – Parque Estadual Marinho; RESEX – Reserva Extrativista.

Ressalta-se que esses valores apresentados, tanto para os municípios costeiros, quanto para as UCs marinhas e costeiras, representam a passagem do óleo na superfície por essas regiões, não representando, portanto, um acúmulo de óleo.

## CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DA SENSIBILIDADE AMBIENTAL

Para o estabelecimento do grau de sensibilidade ambiental na região litorânea foi adotada a metodologia estabelecida pelo MMA (2001) através das “Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derrames de Óleo”, e atualizada em 2012 (DOMINGUEZ, 2012). Essa metodologia classifica a sensibilidade costeira com base no conhecimento geomorfológico das áreas do litoral, considerando o grau de exposição à energia de ondas e maré, declividade do litoral, tipo de substrato além dos ecossistemas e da densidade das comunidades biológicas presentes na área conforme **Tabela 7**, apresentada a seguir, cuja representação é reconhecida internacionalmente.

**TABELA 7 – Esquema de cores para a classificação em ordem crescente da sensibilidade ambiental costeira (DOMINGUEZ, 2012).**

| ISL | Cor                                                                                 | Tipo de Costa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   |    | Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos; falésias em rochas sedimentares, expostas; estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas;                                                                                                                                                                            |
| 2   |    | Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos; terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.);                                                                                                                                            |
| 3   |  | Praias dissipativas, de areia média a fina, expostas; faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo <i>long beach</i> ); escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos; campos de dunas expostas; |
| 4   |  | Praias de areia grossa; praias intermediárias, de areia fina a média, expostas; praias de areia fina a média, abrigadas;                                                                                                                                                                                                                              |
| 5   |  | Praias mistas de cascalho e areia, ou conchas e fragmentos de corais; terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação; recifes areníticos em franja;                                                                                                                                                               |
| 6   |  | Praias de cascalho (seixo e calhaus); costa de detritos calcários; depósito de tálus; enrocamentos ( <i>rip rap</i> , guia corrente, quebra-mar) expostos; plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas);                                                                                                  |
| 7   |  | Planície de maré arenosa exposta; terraço de baixa-mar;                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8   |  | Escarpa/encosta de rocha lisa, abrigada; escarpa/encosta de rocha não lisa, abrigada; escarpa e taludes íngremes de areia, abrigados; enrocamentos ( <i>rip rap</i> e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados;                                                                                                                             |
| 9   |  | Planície de maré arenosa/lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas; terraço de baixa-mar lamoso abrigado; recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais;                                                                                                                                                         |
| 10  |  | Deltas e barras de rios vegetadas; terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas; brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado, apicum; marismas; manguezal (mangues frontais e mangues de estuários).                                                                                       |

Desta maneira, a linha de costa é classificada em uma escala crescente de sensibilidade, variando de 1 a 10, baseada na persistência natural do óleo no ambiente, na granulometria do substrato, no grau de dificuldade para a limpeza da área, na presença de espécies da fauna e flora raras e sensíveis ao óleo e, ainda, na existência de áreas específicas de sensibilidade ou valor relacionadas ao seu uso. Vale ressaltar que para esta análise foi adotado o Índice de Sensibilidade Litoral (ISL) produzido por IBP/O'BRIENS (2013).

Para esta análise, considerou-se como BAIXO índice de sensibilidade ambiental os graus 1 a 3, como MÉDIA sensibilidade entre 4 e 7, e ALTA sensibilidade entre os graus 8 e 10 (**Tabela 8**).

**TABELA 8 – Índice de sensibilidade ambiental (ISL).**

| Índice de Sensibilidade Ambiental |        |
|-----------------------------------|--------|
| BAIXO                             | 1 a 3  |
| MÉDIO                             | 4 a 7  |
| ALTO                              | 8 a 10 |

A região costeira, de modo geral, é considerada mais sensível do que a região oceânica uma vez que concentra a maior densidade de organismos. Além disso, a região costeira apresenta fatores importantes para conservação e proteção, dos quais:

- **Recursos biológicos sensíveis:** espécies protegidas, raras, ameaçadas ou em perigo de extinção, e para locais onde ocorrem concentrações ou fases importantes do ciclo de vida das espécies, como áreas de alimentação, reprodução, berçários, habitats de nidificação e áreas de trânsito/rotas de migração;
- **Recursos Socioeconômicos Sensíveis:** Áreas recreacionais e locais de acesso - Praias de alto uso recreacional, locais de pesca esportiva, áreas de mergulho, esportes náuticos, "camping", áreas de veraneio, empreendimentos de turismo e lazer, etc.;
- **Áreas sob gerenciamento especial:** Unidades de conservação (unidades de proteção integral e de uso sustentável), de âmbito federal, estadual e municipal; reservas particulares do patrimônio natural; reservas extrativistas; áreas não-edificantes; áreas militares;
- **Locais de cultivo e extração de recursos naturais:** Áreas de aquicultura, pesca artesanal ou industrial e pontos de desembarque de pescado; sítios de mineração; salinas; outras práticas extrativas; portos; complexos industriais costeiros e tomadas d'água.
- **Recursos culturais:** Sítios arqueológicos ou históricos, que possam estar localizados nas zonas intermarés, 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.

Já a percepção de menor sensibilidade da região oceânica em comparação com a região costeira, deve-se ao fato dos organismos estarem menos concentrados. No entanto, é importante considerar a proximidade de bancos submarinos, ilhas oceânicas, ecossistemas submersos profundos, fenômenos oceanográficos (convergências, vórtices, etc.) espécies protegidas, raras, ameaçadas ou em perigo de extinção, locais onde ocorrem concentrações ou fases importantes do ciclo de vida das espécies, como áreas de alimentação, reprodução, berçários, habitats de nidificação e áreas de trânsito/rotas de migração.

## DEFINIÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Neste contexto, as probabilidades de alcance por óleo são cruzadas com a sensibilidade dos fatores ambientais potencialmente afetados, conforme a matriz apresentada na **Tabela 9** a seguir.

**TABELA 9 – Critérios para a avaliação da vulnerabilidade ambiental.**

| Sensibilidade | Probabilidade |                  |              |
|---------------|---------------|------------------|--------------|
|               | Baixa (< 30%) | Média (30 – 70%) | Alta (> 70%) |
| Baixa         | Baixa         | Média            | Média        |
| Média         | Média         | Média            | Alta         |
| Alta          | Média         | Alta             | Alta         |

Assim, a ALTA probabilidade de alcance por óleo incidindo sobre um fator ambiental de MÉDIA ou ALTA sensibilidade apresenta ALTA vulnerabilidade, assim como ALTA sensibilidade com MÉDIA probabilidade. Finalmente, BAIXA probabilidade de alcance incidindo sobre fatores ambientais de BAIXA sensibilidade significa BAIXA vulnerabilidade. Todas as outras combinações resultam em MÉDIA vulnerabilidade.

## SENSIBILIDADE E VULNERABILIDADE DOS FATORES AMBIENTAIS

De acordo com as modelagens, as áreas passíveis de serem atingidas, no caso de vazamento de óleo de pior caso, incluem a região oceânica das Bacias do Ceará, Barreirinhas, Pará-Maranhão e Foz do Amazonas, além do litoral dos municípios onde há probabilidade de presença.

Neste contexto, será apresentada a seguir a caracterização das áreas sensíveis e da fauna associada, passíveis de serem atingidas pelo óleo no caso de vazamento de pior caso. Ao final da caracterização de cada fator ambiental será informada a sensibilidade, a probabilidade do fator a ser afetado durante um acidente de pior caso nas regiões litorânea, nerítica e oceânica, concluindo com a análise da vulnerabilidade do fator.

### Áreas Ecologicamente Sensíveis

A seguir são apresentadas informações em relação à qualidade ambiental do ambiente oceânico e costeiro das Bacias do Ceará, Barreirinhas, Pará-Maranhão e Foz do Amazonas, considerando que em caso de derrame de óleo no mar essas áreas poderão ser atingidas.

### Unidades de Conservação

Na região potencialmente afetada por um acidente de pior caso em função da atividade foram identificadas 24 Unidades de Conservação (UCs) com probabilidade de presença de óleo, sendo 10 Áreas de Proteção Ambiental (APA), um Parque Nacional (PARNA), três Parques Estaduais Marinhos (PEM) e 10 Reservas Extrativistas (RESEX) (**Tabela 11**). Devido à importância ecológica e riqueza de biodiversidade, as UCs são consideradas áreas de ALTA SENSIBILIDADE.

**TABELA 10 – Unidades de Conservação potencialmente afetadas pela presença do óleo, segundo as modelagens realizadas.**

| <b>Nome</b>                                                             | <b>Municípios de abrangência*</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| APA do Arquipélago do Marajó                                            | Chaves, Santa Cruz do Arari, <b>Soure</b> , Salvaterra, Cachoeira do Arari, Ponta de Pedras, Muaná, Afuá, Anajás, São Sebastião da Boa Vista, Curralinho e Breves (PA)                                                                                                                                            |
| APA Algodual-Maiandeuá                                                  | <b>Maracanã</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| APA da Ilha do Canela                                                   | <b>Bragança</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| APA Costa de Urumajó                                                    | <b>Augusto Corrêa</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| APA Jabotitiua-Jatium                                                   | <b>Viseu</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| APA da Foz do rio Preguiças/Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente | <b>Barreirinhas, Tutóia e Araisos</b> (MA)                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| APA Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiça                                  | Axixá, <b>Barreirinhas, Humberto de Campos</b> , Icatu, Morros, Paço do Lumiar, Presidente Juscelino, <b>Primeira Cruz</b> , Rosário, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São José de Ribamar, <b>São Luís, Tutóia</b> e Urbano Santos (MA)                          |
| APA da Baixada Maranhense**                                             | Anajatuba, Arari, Bequimão, Cajapió, Cajari, Lago Verde, Matinha, Mirinzal, Monção, Olho d'Água das Cunhãs, Palmeirândia, Penalva, Peri-Mirim, Pinheiro, Pindaré-Mirim, Pio XII, Santa Helena, São Bento, São João Batista, São Mateus, São Vicente Ferrer, Viana, Vitória do Mearim e Ilha dos Caranguejos (MA). |
| APA Reentrâncias Maranhenses                                            | <b>Cururupu, Carutapera, Alcântara</b> , Apicum-Açu, Mirinzal, <b>Cedral</b> , Bacuri, Bequimão, <b>Porto Rico do Maranhão, Godofredo Viana</b> , Central do Maranhão, <b>Guimarães, Cândido Mendes</b> , Turiaçu, <b>São Luís, Luís Domingues</b> , Serrano do Maranhão e Turilândia (MA)                        |
| APA Delta do Parnaíba                                                   | <b>Paulino Neves, Tutóia</b> , Água Doce do Maranhão, <b>Araisos</b> (MA), Chaval, <b>Barroquinha</b> (CE), <b>Luís Correia, Ilha Grande, Parnaíba e Cajueiro da Praia</b> (PI)                                                                                                                                   |
| PARNA dos Lençóis Maranhenses                                           | <b>Primeira Cruz e Barreirinhas</b> (MA)                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| PEM do Parcel de Manuel Luís                                            | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| PEM Banco do Álvaro                                                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| PEM Banco do Tarol                                                      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| RESEX de Cururupu                                                       | <b>Cururupu</b> (MA)                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RESEX Marinha do Delta do Parnaíba                                      | <b>Ilha Grande</b> (PI) e <b>Araisos</b> (MA)                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| RESEX Mãe Grande de Curuçá                                              | <b>Curuçá</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| RESEX Maracanã                                                          | <b>Maracanã</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RESEX Marinha Araí-Peroba                                               | <b>Augusto Corrêa</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| RESEX Marinha Caeté-Taperaçu                                            | <b>Bragança</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RESEX Marinha Gurupi-Piriá                                              | <b>Viseu</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| RESEX Marinha Mestre Lucindo                                            | <b>Marapanim</b> (PA)                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| Nome                        | Municípios de abrangência* |
|-----------------------------|----------------------------|
| RESEX Marinha de Soure      | <b>Soure (PA)</b>          |
| RESEX Marinha de Tracuateua | <b>Tracuateua (PA)</b>     |

\* os municípios em negrito são passíveis de serem atingidos por óleo segundo a modelagem realizada.

\*\* A APA da Baixada Maranhense apresenta probabilidade de presença de óleo apenas na porção marinha.

Dentre as UCs presentes na região oceânica e nos municípios costeiros passíveis de serem atingidos pelo óleo, foram identificadas 18 UCs com probabilidade presença de óleo no cenário de verão, sendo três costeiras e 15 marinhas. Todas essas UCs apresentaram **BAIXA PROBABILIDADE** de presença de óleo. Sendo assim, a **VULNERABILIDADE** nas áreas dessas UCs, para o cenário de verão, será classificada como **MÉDIA**.

No cenário de inverno foram observadas duas UCs costeiras e nove marinhas, totalizando 11 UCs passíveis de serem atingidas pelo óleo. Assim como para o verão, a **VULNERABILIDADE** das UCs identificadas no cenário de inverno será **MÉDIA** devido à **BAIXA PROBABILIDADE** de presença de óleo.

A seguir são apresentadas informações sobre as Unidades de Conservação com as maiores probabilidades de presença de óleo (acima de 15%).

#### ➤ **PARNA dos Lençóis Maranhenses**

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses é uma unidade de conservação de proteção integral criada pelo decreto nº 86.060 de 02/06/1981 (**Figura 5**). O parque tem como objetivos a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, além da recreação e do turismo ecológico, conforme regulados pelo Plano de Manejo (ICMBIO, 2003).



Fonte: ICMBio, 2015b

**FIGURA 5 – PARNA dos Lençóis Maranhenses.**

Os principais ambientes que integram os 155 mil hectares do parque são formados por dunas de característica desértica, rios, lagoas e manguezais. As lagoas que se formam a partir das águas pluviais se espalham por praticamente toda a área do parque, como a Lagoa Azul e a Lagoa Bonita, que são famosas

pela beleza e pelas condições de banho que oferecem (MT/LIMA, 2007). À oeste do parque predominam as "rias", com formação de praias, manguezais, dunas, restingas e pequenas falésias. Na maior parte do parque, no entanto, não há recobrimento de vegetação e ainda assim nas restingas existem espécies importantes para a fixação de dunas.

Aves migratórias se abrigam ou nidificam na área do parque, tais como maçaricos (*Calidris fuscicollis* e *C. pusilla*), trinta-réis-boreal (*Sterna hirundo*) e a marreca-de-asa-azul (*Anas discors*). Nos manguezais destacam-se a jacaretingá (*Caiman c. crocodilus*), o veado-mateiro (*Mazma americana*) e a paca (*Agout paca*) (MT/LIMA, 2007).

### ➤ **PEM do Parcel de Manuel Luís**

O PEM foi criado pelo Decreto Estadual nº11.902 de 11 de junho de 1991, e está localizado a 86km do Arquipélago de Maiaú e a 180km da cidade de São Luís. Constitui a única formação coralínea com corais vivos identificada na costa norte brasileira, juntamente com a área do PEM do Banco do Álvaro, marcando, portanto, o limite norte de distribuição de corais formadores de recifes no país. Os objetivos de criação do PEM são a proteção da fauna e da flora marinha, bem como as belezas cênicas naturais existentes na local (MARANHÃO, 1991).

O Parcel é formado por fundos duros (rochoso, granito ou diabásio), correspondentes a uma falha normal de origem tectônica, que viabilizou as formações recifais, e por um substrato móvel biodetrítico (algas calcárias, corais, espículas e microorganismos) (MMA, 2015). Possui pelo menos uma espécie endêmica de coral (*Millepora laboreli*) (AMARAL et al., 2007), além de espécies compartilhadas com o Caribe e ausentes do resto da costa brasileira, como o saberê-do-Caribe (*Chromis scotti*) (PEREIRA, 1999). Destacam-se apenas alguns poucos trabalhos relacionados à flora e a fauna devido ao difícil acesso à região (CASTRO, 1999; AMARAL et al., 1998; ROCHA & ROSA, 2001; AMARAL et al., 2007).

Além das espécies de coral, foram registrados outros representantes do filo Cnidaria na região do Parcel, a saber: uma espécie de hidróide (*Thyroscyphus* sp.), as anêmonas do mar *Condylactis gigantea* (Anêmona gigante) e *Bunodosoma cangicum*, uma espécie de zoantídeo (*Palythoa* sp.) e a gorgônia *Phyllogorgia dilatata* (AMARAL et al., 2007). ALMEIDA et al. (2005) descreveram ainda a presença dos octocorais *Plexaurella dichotoma* e *Muriceopsis* sp. na região do Parcel.

No Parcel ainda são encontradas algas dos grupos Phaeophyceae (*Dictyopteris*, *Dictyota*, *Sargassum*), Rhodophyceae (*Hypnea*, *Gracilaria*, *Gelidium*) e Clorophyceae (COURA, 1994), como *Caulerpa*, *Codium* e *Halimeda tuna* (BANDEIRA-PEDROSA et al., 2004).

Nas formações coralíneas, observa-se uma variedade de peixes multicoloridos, tais como peixe-papagaio, sargentinho, peixe-borboleta e outros de maior porte, como meros, garoupas e, também, a ocorrência de tartarugas marinhas (**Figura 6**) (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2015).



Fonte: MMA, 2015

**FIGURA 6 – PEM do Parcel de Manuel Luís.**

Destaca-se que em 2000, o Parque foi reconhecido como Sítio Ramsar (Zona úmida de importância internacional), representando, neste contexto, um ecossistema sensível e precioso, onde se encontram um dos ambientes mais produtivos e de maior diversidade biológica do mundo (SEMA, 2015).

➤ **PEM Banco do Álvaro**

O Banco do Álvaro pertencia, até 2014, ao PEM do Parcel de Manuel Luís. A partir da Lei Estadual nº10.172, de 12 de dezembro de 2014, ficou criado o Parque Estadual Marinho (PEM) Banco do Álvaro. O Parque tem como objetivo a proteção ambiental, estimulando a educação ambiental e a pesquisa científica de seus atributos ambientais (MARANHÃO, 2014).

O Banco do Álvaro está localizado a cerca de 100km a noroeste do Parcel, situado a aproximadamente 120km da costa e a 40km da borda da plataforma continental (MOURA et al., 1999). As formações do Banco do Álvaro, juntamente com as do Parcel de Manuel Luís, ocorrem em uma área de águas cristalinas, constituídas por uma concentração de pináculos isolados, que podem emergir em marés baixas (**Figura 7**). No entanto, o topo da maioria dos pináculos encontra-se em profundidades de até 14 metros, enquanto que suas bases encontram-se, geralmente, em profundidades de 25 a 45 metros (PROJETO REMAC, 1979; ROCHA & ROSA, 2001). Além disso, o Banco do Álvaro atua como berçário para diversas espécies de peixes e crustáceos e, por isso, trata-se de uma área extremamente rica em algas, invertebrados bentônicos e corais (ROCHA et al., 1999).



Fonte: SEMA, 2015

**FIGURA 7 – PEM Banco do Álvaro.**

### ➤ **PEM Banco do Tarol**

O Banco do Tarol, assim como o Banco do Álvaro, pertencia, até 2014, ao PEM do Parcel de Manuel Luís. A partir da Lei Estadual nº10.171, de 12 de dezembro de 2014, foi criado o Parque Estadual Marinho Banco do Tarol. O Parque tem como objetivo a proteção ambiental, estimulado a educação ambiental e a pesquisa científica de seus atributos ambientais (MARANHÃO, 2014).

O Banco do Tarol encontra-se a cerca de 80km a oeste do Parcel, situado a aproximadamente 30km da costa e a 100km da borda da plataforma continental. Constitui-se, basicamente, de um depósito de nódulos de algas calcárias, de natureza plana e de baixa complexidade topográfica, elevando-se até cerca de 12 m de profundidade (ROCHA et al., 1999). As algas calcárias presentes no banco são, basicamente, do gênero *Lithothamnium* (CAVALCANTI, 2011). Ainda segundo o autor, região possui algumas espécies de macroalgas presas aos abundantes nódulos calcários, bem como crescimento espaçado de pequenas esponjas incrustantes e tunicados (**Figura 8**). Por ter sido criada recentemente, além de estar localizada em uma região de difícil acesso, as informações sobre essa UC ainda são escassas.



Fonte: ROCHA et al., 1999

**FIGURA 8 – Nódulos de algas calcárias encontrados no Banco do Tarol.**

## **Ecossistemas**

A seguir serão apresentados ecossistemas costeiros presentes na área passível de ser atingida por óleo, caracterizada pela presença de uma planície costeira constituída de manguezais, estuários, banhados e áreas úmidas, praias e bancos arenosos e restingas.

## **Manguezais**

Considerando o estudo apresentado por MAGRIS & BARRETO (2010), que realizaram o mapeamento das florestas de manguezais a partir da integração de imagens de satélite com sistemas de informação geográfica (SIG), dos 1.071.083,74 hectares presentes no Brasil, aproximadamente 86% desta cobertura ocorrem ao longo dos 1.800km de costa do norte do país, especialmente nos estados do Amapá, Pará e Maranhão.

Esse ecossistema é considerado um dos mais produtivos do planeta, atuando como berçários para inúmeras espécies de peixes, crustáceos, moluscos e aves (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002). Segundo pesquisas realizadas pelo IBAMA, as áreas de manguezais são indispensáveis ao fluxo de energia e nutrientes nas regiões tropicais, além de prestar diversos serviços à população humana, a exemplo da proteção da costa contra erosão e assoreamento (FARIAS, 2007).

Os estados do Pará e do Maranhão formam um cinturão contínuo de manguezais (SOUZA-FILHO, 2005; MENEZES et al., 2008), estendendo-se da Baía de Marajó (PA) até o estuário do rio Preguiças, no município de Barreirinhas (MA), ocupando cerca de 650km do litoral (MENEZES et al., 2008). A região do Nordeste Paraense é caracterizada por inúmeras reentrâncias, formadas por baías flúvio-estuarinas e falsas rias. Estes ambientes são formados por um macro sistema de manguezais, bordejando as baías e os canais flúvio-estuarinos. As RESEX Mestre Lucindo e Araí-Peroba, junto com outras oito RESEXs da região, protegem 520 mil ha de manguezais no estado. Destacam-se os manguezais de Bragança, com 466,8km<sup>2</sup> (SOUZA FILHO, 2005) e da Ilha de Itarana, em Salinópolis, com 90,08km<sup>2</sup> (SILVA JR., 1998).

No litoral ocidental do Maranhão, as baías de Gurupi, Turiaçu, Cumã, São Marcos e São José, destacam-se por apresentarem densas florestas de mangue (SOUZA-FILHO, 2005). Entre as baías de Pirabas e Gurupi os manguezais abrangem uma área de 1.333,97km<sup>2</sup>, atingindo aproximadamente 30km de largura. Da baía de Gurupi até a baía de Turiaçu, a vegetação de mangue forma uma costa irregular, ocorrendo com larguras máximas de 40km. As baías de Turiaçu e de Cumã, por sua vez, apresentam manguezais mais estreitos e a partir da Baía de Cumã ocorre uma interrupção de 8km do cinturão de manguezais, no município de Alcântara, que apresenta um desenvolvimento pouco significativo deste ecossistema. Ressalta-se que a Baía de Turiaçu apresenta mais de 60% da área de manguezais de todo o estado do Maranhão (CARIDADE & FERREIRA-CORREIA, 2007).

Ao longo dos canais estuarinos das baías de São Marcos e São José, que formam o Golfão Maranhense, a floresta de manguezal é expressiva e desenvolve-se por mais de 100km em direção ao continente, ocupando uma área de 1.622,91km<sup>2</sup>. A ilha de São Luís, ainda no Golfão, também se destaca por possuir uma grande extensão de manguezal, cobrindo aproximadamente 19.000 ha, distribuídos como franjas nas baías e estuários (REBELO-MOCHEL, 1997).

No litoral oriental do Maranhão existem importantes registros de manguezais no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, que possui cerca de 10% da cobertura total formada por este ecossistema. Na região da barra da Baleia e Travosa, em Santo Amaro do Maranhão, e no rio Santo Inácio e na localidade de Atins, em Barreirinhas, também ocorrem importantes manguezais. Ainda em Barreirinhas, as margens e ilhas formadas pelo estuário do rio Preguiças são recobertos por este ecossistema e na altura do município de Tutóia, início da última boca do Delta do Parnaíba, também se observam algumas formações de manguezais mesclados com dunas móveis ou fixas (ICMBIO, 2014).

O litoral piauiense, por sua vez, apresenta quatro zonas estuarinas ocupadas por manguezais: o delta do Parnaíba (na divisa com o estado do Maranhão), a região estuarina de Luís Correia, o estuário do rio Camurupim (Barra Grande) e o complexo estuarino dos rios Timonha-Ubatuba, localizado na divisa com o estado do Ceará (NASCIMENTO & SASSI, 2001), que incluem o litoral limoso das ilhas e ilhotas presentes nas embocaduras destes rios (MARCELINO et al., 1999). No Delta foram identificadas duas grandes faixas

de mangue, uma delas ao longo da margem direita do rio Parnaíba e a outra ao longo do baixo curso do rio Igarapé (MARCELINO et al., 1999).

Os manguezais da região do PARNA de Jericoacoara, no Ceará, encontram-se nas franjas de lagoas com influência marinha e nas margens do estuário do rio Guriú (divisa de Jericoacoara com Camocim), onde pode ser observado o avanço das dunas móveis sobre os manguezais (MT/LIMA, 2007).

Por serem considerados ambientes extremamente sensíveis e que apresentam o maior Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL 10), os manguezais são classificados como ALTA SENSIBILIDADE. Desta forma, os manguezais presentes na área potencialmente atingida pelo óleo apresentam VULNERABILIDADE MÉDIA, uma vez que a PROBABILIDADE de presença de óleo na costa é BAIXA.

### ➤ Estuários

Os ecossistemas estuarinos são caracterizados por serem corpos costeiros semifechados, onde há uma variação mensurável da salinidade devido à mistura de água salina proveniente do oceano e água doce proveniente de drenagens continentais (PERILLO, 1995). As comunidades que habitualmente colonizam os estuários são constituídas tipicamente por um conjunto de espécies endêmicas e espécies que neles penetram vindas do mar, além de um pequeno número de espécies com a capacidade osmorreguladora, que lhes permite entrar e sair da água doce (ODUM, 1997).

De acordo com o MMA (2007), a zona costeira dos estados do Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, constitui a mais extensa área estuarina brasileira (cerca de 50% do total). Na região que vai de Colares (PA) até a foz do Rio Araguari (AP), o principal estuário é do rio Amazonas, onde a descarga fluvial e a maré são as principais forças hidrodinâmicas (VINZON et al., 2007). A zona de mistura de águas do rio Amazonas com as águas do oceano Atlântico se dá bem fora do que se chama da embocadura do rio. Dessa maneira, o estuário do Amazonas se estende para fora do litoral, sobre a plataforma continental, em uma região de altíssima energia e de uma dinâmica costeira muito intensa (NOVELLI, 2004 *apud* QUEIROZ, 2004).

Seguindo em direção ao Pará, na linha de costa da região do nordeste paraense, existe uma sucessão de estuários pouco profundos separados por pontas arenosas ou lamosas (MELLO & MOCHEL, 1999) e que, segundo SILVEIRA (2011), se estendem desde a baía de Marajó até à foz do rio Gurupi. Estes estuários integram as principais baías da região, tais como as baías de Maracanã, Pirabas, Japerica, Quatipuru, Caeté e Gurupi.

No estado do Maranhão, por sua vez, merecem destaque os estuários do rio Baleia, localizado no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (ICMBIO, 2014) e o complexo estuarino presente na Baía de Tubarão, situada entre o Parque dos Lençóis e o Golfão Maranhense (MMA, 2002). Além destes, o próprio Golfão insere-se em uma planície flúvio-marinha constituída por estuários imersos dos rios Mearim, Itapecuru e Munim, (ESPÍRITO SANTO, 2006, AB'SÁBER, 2006 *apud* EL-ROBRINI, 2006a), que formam uma vasta zona estuarina na região (EL-ROBRINI, 2006a). A zona do Golfão Maranhense faz parte de uma zona costeira marcada por estuários e reentrâncias, sendo considerado o maior complexo estuarino do estado (SOUZA-FILHO, 2005).

Ao longo do litoral do Piauí ocorrem quatro zonas estuarinas, representada pela foz dos rios: Parnaíba (que se abre em leque formando o Delta do Parnaíba), Igarapu/Portinho (Luís Correia), Camurupim (Cajueiro da Praia) e Ubatuba/Timonha (divisa com o estado do Ceará) (BAPTISTA, 1981). O Delta do Parnaíba apresenta extensas planícies fluvio-marinhas cortadas por uma rede de canais formadores das ilhas do delta (aproximadamente setenta) (MARCELINO et al., 1999). Nas zonas de estuário encontra-se a vegetação de manguezal (NASCIMENTO, 1999; DEUS, 2000), sendo que nos seus entornos são encontrados apicuns ou salgados, constituídos por espécies de manguezal em regeneração (CREPANI & MEDEIROS, 2005), e a vegetação de restinga com diferentes fisionomias (FERNANDES et al., 1996).

Assim como os manguezais, os estuários são ecossistemas com ALTA SENSIBILIDADE ao óleo, apresentando, portanto, VULNERABILIDADE MÉDIA, devido à BAIXA PROBABILIDADE de presença de óleo na costa.

#### ➤ **Banhados e áreas úmidas costeiras**

Esses ecossistemas abrangem os banhados, lagoas de água doce, lagoas de água salobra ou salgada sem influência marinha direta, várzeas, savanas e florestas inundadas (periódicas ou temporariamente) e campos inundados, localizados na Zona Costeira (MMA, 2002). Além disso, esses ecossistemas, em sua grande maioria, ocorrem associados uns com os outros e, também, com outros tipos de ecossistemas existentes na Zona Costeira, como manguezais, estuários, deltas e restingas (BURGER, 1999).

A região do arquipélago de Marajó, juntamente com a área da foz do rio Amazonas, constitui a maior área úmida da costa brasileira (BURGER, 1999). Os ambientes são de grande extensão e muito variados, com a presença de lagos de água doce e pântanos adjacentes, campinas inundadas temporariamente, savanas, turfeiras, florestas de pântano, florestas temporariamente inundadas, lagoas e banhados costeiros de água salobra ou salgada (BURGER, 1999).

Na região das reentrâncias paraenses e no litoral ocidental das reentrâncias maranhenses, em suas porções mais internas estão presentes campos alagados, ricos em fauna, bem como lagoas e banhados costeiros de água salobra ou salgada, que em geral estão associados às áreas de mangue e também à lagos de origem fluvial, banhados e pântanos ribeirinhos (DIEGUES, 1990 *apud* BURGER, 1999).

No Maranhão, além da região das reentrâncias, ainda existe a região do Golfão Maranhense considerada área de importância para banhados e áreas úmidas. A região compreende a Baía de São Marcos, Ilha dos Caranguejos, Ilha de São Luís e Baía de São José (ROTH & SCOTT, 1987 *apud* BURGER, 1999).

Por abrangerem diversos ambientes sensíveis e ocorrerem associados a outros tipos de ecossistemas, como os manguezais e estuários, o ecossistema de banhados e áreas úmidas costeiras é classificado como de ALTA SENSIBILIDADE. Devido à BAIXA PROBABILIDADE de presença de óleo na costa, a VULNERABILIDADE para esse ecossistema será MÉDIA.

## ➤ Praias, dunas e bancos arenosos

Ao longo da zona costeira paraense, as únicas irregularidades que interrompem a homogeneidade das praias são as “rias” e os canais de maré, que configuram deltas de maré vazante. Na região potencialmente afetada pelo óleo destacam-se as praias oceânicas de Ajuruteua (Bragança), que apresenta uma zona de intermaré superior com uma largura média entre 35 e 45 m, limitada, em alguns trechos, por um campo de dunas frontais de 1,5 a 3 m de altura. Outras praias oceânicas são as da Atalaia e Corvina, em Salinópolis, Algodual, Princesa, Marco e Maiandeuá, em Maracanã, e Marudá e Crispim, em Marapanim, que apresentam grande importância para o turismo local (EL-ROBRINI et al., 2006b). As praias da Princesa e Crispim são formadas por campos de dunas altas e regiões campestres (AMARAL et al., 2008)

No município de Soure, as praias estendem-se pelo extremo oriental da planície costeira, sob a dinâmica da Baía de Marajó e do estuário do Paracauari (FRANÇA & SOUZA FILHO, 2006). As principais praias são Cajuúna, Pesqueiro, Araruna, Barra Velha e Garrote. Nessa região também é possível observar a presença de dunas baixas e longitudinais (AMARAL et al., 2008).

Analisando a costa do estado do Maranhão como um todo, percebe-se a predominância de manguezais, planícies lamosas e planícies de maré nos ecossistemas locais, restando poucas praias “verdadeiras” (AMARAL et al., 2004 *apud* ABRANTES, 2012). No entanto, SOUZA (2007) descreve para o município de Barreirinhas, na localidade da comunidade de Ponta do Mangue, sistemas praias de aproximadamente 2 km, do tipo dissipativo com topografia plana. Na Baía de São Marcos, nos limites do município de Alcântara e São Luís, ocorrem bancos arenosos em série, desde a foz da baía até dezenas de quilômetros para o interior. Ao norte da Ilha de São Luís também se formam bancos arenosos movimentados pelas correntes de marés (MELO, 2002 *apud* EL-ROBRINI et al., 2006a) e a faixa praial possui extensão média de 8 km (VIANA, 2000).

A costa nordeste da baía de São Marcos apresenta-se recortada com formações de dunas e praias arenosas. Segundo o IBAMA (1989), as disposições dunares ocorrem ao longo da ilha de São Luís, seguindo em direção ao continente até uma distância de 50km da costa. Destacam-se as praias cobertas por dunas, sendo a mais popular a praia da Ponta D’areia, que domina a barra do canal de acesso ao porto de São Luís. Além da praia da Ponta D’areia, destacam-se entre as praias mais frequentadas da ilha de São Luís, as praias São Marcos, Calhau, Caolho, Olho d’ água e Araçagi.

Na região entre a baía de São José e a foz do rio Parnaíba encontra-se os maiores campos de dunas do Brasil, os Lençóis Maranhenses (1.052km<sup>2</sup>) e os Pequenos Lençóis (150km<sup>2</sup>), além de outros menores, como a Ilha do Caju (31km<sup>2</sup>) e Tutóia (41km<sup>2</sup>) (GUEDES, 2012).

Na Costa do Piauí, diversas praias estão sujeitas às influências das marés e de grandes rios. No entanto, a maior expressão espacial na região é reservada ao campo de dunas móveis (BITTENCOURT et al., 1990). A praia do Atalaia, no Delta do Parnaíba, é um exemplo do caráter dissipativo das praias da região, com uma face praial ampla e baixa declividade (BITTENCOURT et al., 1990).

As praias da região são classificadas com ISL 3 e 4, ou seja, apresentam BAIXA (ISL3) e MÉDIA (ISL 4) SENSIBILIDADE. Portanto, a VULNERABILIDADE será classificada como BAIXA/MÉDIA, uma vez que a PROBABILIDADE de presença de óleo na costa é BAIXA.

### ➤ Restingas

As restingas são representadas por um ecossistema associado à Mata Atlântica e que faz parte do conjunto de ecossistemas que mantém estreita relação com o oceano, tanto na sua origem, como nos processos nele atuantes, possuindo características próprias relativas à composição florística, funcionamento e interações com o sistema solo-atmosfera (SILVA, 1990 *apud* TEIXEIRA, 2001).

As áreas de restinga no Pará se concentram no nordeste do estado, apresentando 598km de extensão (LIMA, 2014). Essas áreas vão desde a foz do rio Amazonas até a desembocadura do rio Gurupi, abrangendo os municípios de Bragança e Augusto Corrêa, que constituem a zona Bragantina, e os municípios de Curuçá, Maracanã, Marapanim, Salinópolis, São Caetano de Odivelas e São João de Pirabas, que formam a zona do Salgado Paraense e concentram a maioria das áreas de restinga do estado. Estas formações ocorrem significativamente na praia do Crispim, localizada no município de Marapanim, e na praia da Princesa, no município de Maracanã. Nas restingas do Crispim e do Urumajó, ocorre ainda, uma vegetação arbórea-arbustiva relacionada com os campos de dunas (AMARAL et al., 2008).

A formação de restingas abertas, do tipo moitas, que ocupam regiões mais afastadas da praia, ocorrem em apenas duas localidades do litoral paraense: na Praia do Crispim e nas ilhas de Algodal-Maiandeuca (AMARAL et al., 2008). Na praia da Princesa também são evidenciadas as florestas de restinga, que ocorrem após os campos de dunas e em solos menos arenosos (RUIVO et al., 2002 *apud* AMARAL, et al., 2008). Em Soure, na Ilha de Marajó, também é possível observar dunas baixas e longitudinais cobertas por vegetação característica de restinga, abrangendo uma área de aproximadamente 3,3km<sup>2</sup>.

Para o estado do Maranhão, estudos realizados pelo IBAMA/SEMATUR (1991) *apud* EL-ROBRINI et al. (2006a) inferem um total de 280.839 ha de restingas na região dos Lençóis Maranhenses. De acordo com este mesmo autor, o litoral oriental maranhense é marcado por uma linha de costa bem definida que favorece a ocorrência de restingas, surgindo logo após as praias, em terrenos arenosos e bastante permeáveis formados por dunas antigas e recentes (EL-ROBRINI, 2006a).

Com relação às restingas piauienses, SANTOS-FILHO et al. (2010) apontam sua presença em toda a extensão litorânea do estado, com largura, a partir da linha de praia, variando entre 1,96km, em Luís Correia, até 6,05km, em Ilha Grande, e desde áreas com baixa antropização até áreas sujeitas a forte impacto antrópico, como é o caso das praias do Atalaia, Coqueiro e Barra Grande. Destacam-se as restingas de Ponta do Anel/Macapá, no município de Luís Correia, com aproximadamente 2km de largura, e as presentes no município de Parnaíba (SANTOS-FILHO et al., 2010).

A presença de restingas no litoral oeste do Ceará está associada à ocorrência dos campos de dunas e das lagoas interdunares, que favorecem a presença de gramíneas, arbustos e formações arbóreas (ICMBIO, 2011).

Em função da sua localização, as restingas constituem ambientes que não são diretamente vulneráveis ao óleo. No entanto, devido à importância ecológica, foram consideradas no presente capítulo, sendo classificadas como ambientes de BAIXA SENSIBILIDADE, apresentando ISL 3. Desta forma, esses ambientes apresentam VULNERABILIDADE BAIXA, devido à PROBABILIDADE de presença de óleo ser BAIXA.

#### ➤ **Costões rochosos**

Os costões rochosos da área potencialmente atingida pelo óleo estão restritos, em sua maioria, às formações Barreiras e Pirabas, encontradas em alguns municípios do Pará e do Maranhão (ROSSETI, 2006). No Maranhão, a formação Pirabas aflora principalmente nos municípios de Cedral, Guimarães e São Luís, enquanto que no Pará, ocorre nos municípios de São João de Pirabas e Salinópolis (IMBIRIBA JR, 2003).

Na plataforma continental interna do Pará, os fundos marinhos são predominantemente arenosos, havendo, no entanto, a presença de afloramentos rochosos formados por lateritas do grupo Barreiras em determinados pontos, tais como a pedra da Cerveja, a praia da Corvina e o Parcel de Manuel Luís (EL-ROBRINI et al., 2006b).

De acordo com EL-ROBRINI et al. (2006a), destacam-se no Maranhão os afloramentos presentes na praia e no pontal de São Marcos, localizados ao norte da Ilha de São Luís. Nas áreas do litoral ocidental do Maranhão e do Golfão Maranhense, a formação Barreiras constitui as falésias, cuja dinâmica dos processos erosivos acarreta o recuo da barreira e o conseqüente avanço da linha da costa (FEITOSA & TROVÃO, 2006).

Os costões rochosos são classificados como ISL 1 e 2, e portanto apresentam BAIXA SENSIBILIDADE. Devido à BAIXA PROBABILIDADE de presença de óleo no litoral, os costões rochosos apresentam BAIXA VULNERABILIDADE.

### **Síntese da vulnerabilidade das áreas ecologicamente sensíveis**

As **Tabelas 11** e **12** apresentam um resumo com as principais informações referentes à probabilidade, extensão e tempo de chegada da mancha de óleo, sensibilidade (ISL), vulnerabilidade e presença de Unidades de Conservação nos municípios costeiros passíveis de serem atingidos pelo óleo, considerando os resultados mais críticos nos cenários de verão e inverno.

**TABELA 11 – Síntese da análise de vulnerabilidade dos municípios costeiros passíveis de serem atingidos pelo óleo no cenário de verão.**

| Município/UF           | Probabilidade | Extensão de toque da mancha (km <sup>2</sup> ) | Tempo (dias) | ISL | Vulnerabilidade | Unidades de Conservação                                |
|------------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------|-----|-----------------|--------------------------------------------------------|
| Salinópolis/PA         | 0,3           | 2,0                                            | 46,44        |     | MÉDIA           | -                                                      |
| São João de Pirabas/PA | 1,3           | 2,0                                            | 43,04        |     | MÉDIA           | -                                                      |
| Quatipuru/PA           | 1,3           | 1,0                                            | 32,45        |     | MÉDIA           | -                                                      |
| Tracuateua/PA          | 0,3           | 1,0                                            | 35,22        |     | MÉDIA           | RESEX Marinha de Tracuateua                            |
| Bragança/PA            | 2,7           | 2,0                                            | 29,94        |     | BAIXA/MÉDIA     | RESEX Marinha de Caeté-Taperaçu, APA da Ilha do Canela |
| Augusto Corrêa/PA      | 4,7           | 2,0                                            | 29,02        |     | MÉDIA           | RESEX Marinha de Arai-Peroba, APA da Costa do Urumajó  |
| Viseu/PA               | 3,7           | 6,0                                            | 24,3         |     | MÉDIA           | RESEX Marinha de Gurupi-Piriá, APA Jabotititua-Jatium  |
| Carutapera/MA          | 2,7           | 4,0                                            | 21,57        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA das Reentrâncias Maranhenses                       |
| Luís Domingues/MA      | 0,3           | 1,0                                            | 51,64        |     | MÉDIA           | APA das Reentrâncias Maranhenses                       |
| Godofredo /MA Viana    | 3,7           | 2,0                                            | 24,52        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA das Reentrâncias Maranhenses                       |



| Município/UF               | Probabilidade | Extensão de toque da mancha (km <sup>2</sup> ) | Tempo (dias) | ISL | Vulnerabilidade | Unidades de Conservação                                                                     |
|----------------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------|-----|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cândido Mendes/MA          | 2,7           | 2,0                                            | 26,90        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA das Reentrâncias Maranhenses                                                            |
| Cururupu/MA                | 2,3           | 9,0                                            | 18,59        |     | MÉDIA           | PEM do Parcel de Manuel Luís, APA das Reentrâncias Maranhenses, RESEX Cururupu              |
| Porto Rico do Maranhão/MA  | 0,3           | 1,0                                            | 29,16        |     | MÉDIA           | APA das Reentrâncias Maranhenses                                                            |
| Cedral/MA                  | 0,7           | **                                             | 31,88        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA das Reentrâncias Maranhenses                                                            |
| Guimarães/MA               | 1,0           | 5,0                                            | 30,19        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA das Reentrâncias Maranhenses                                                            |
| Alcântara/MA               | 0,3           | 1,0                                            | 38,74        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA da Baixada Maranhense                                                                   |
| São Luís/MA                | 0,7           | **                                             | 40,75        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA do Maracanã, PE do Bacanga, APA Lagoa da Jansen, APA Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiça |
| Humberto de Campos/MA      | 2,3           | 3,0                                            | 21,17        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiça                                                      |
| Primeira Cruz/MA           | 0,7           | 1,0                                            | 19,80        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiça, PARNA dos Lençóis Maranhenses                       |
| Santo Amaro do Maranhão/MA | 19,4          | 9,0                                            | 11,02        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiça, PARNA dos Lençóis Maranhenses                       |



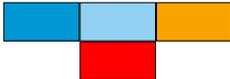
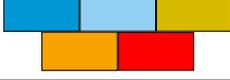
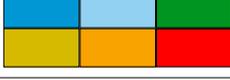
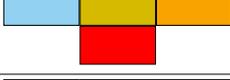
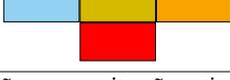
| Município/UF         | Probabilidade | Extensão de toque da mancha (km <sup>2</sup> ) | Tempo (dias) | ISL | Vulnerabilidade | Unidades de Conservação                                                                                                                                  |
|----------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------|-----|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Barreirinhas/MA      | <b>12,4</b>   | <b>8,0</b>                                     | <b>12,08</b> |     | BAIXA/MÉDIA     | APA Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiça, APA da Foz do rio Preguiças/Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente, PARNA dos Lençóis Maranhenses           |
| Paulino Neves/MA     | <b>8,7</b>    | <b>4,0</b>                                     | <b>12,71</b> |     | BAIXA/MÉDIA     | APA da Foz do rio Preguiças/Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente, APA do Delta do Parnaíba                                                        |
| Tutóia/MA            | <b>0,7</b>    | <b>3,0</b>                                     | <b>16,81</b> |     | BAIXA/MÉDIA     | APA Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiça, APA da Foz do rio Preguiças/Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente, APA do Delta do Parnaíba                |
| Araioses/MA          | <b>1,3</b>    | <b>4,0</b>                                     | <b>15,6</b>  |     | BAIXA/MÉDIA     | RPPN Ilha do Caju, APA da Foz do rio Preguiças/Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente, RESEX Marinha do Delta do Parnaíba, APA do Delta do Parnaíba |
| Ilha Grande/PI       | <b>2,3</b>    | <b>2,0</b>                                     | <b>11,94</b> |     | MÉDIA           | RESEX Marinha do Delta do Parnaíba                                                                                                                       |
| Parnaíba/PI          | <b>2,3</b>    | <b>3,0</b>                                     | <b>11,94</b> |     | BAIXA/MÉDIA     | APA do Delta do Parnaíba                                                                                                                                 |
| Luís Correia/PI      | 0,7           | **                                             | 30,42        |     | BAIXA/MÉDIA     | APA do Delta do Parnaíba                                                                                                                                 |
| Cajueiro da Praia/PI | 0,3           | **                                             | 30,7         |     | MÉDIA           | APA do Delta do Parnaíba                                                                                                                                 |
| Barroquinha/CE       | 0,3           | **                                             | 30,5         |     | MÉDIA           | APA do Delta do Parnaíba                                                                                                                                 |

\* Valores em negrito são os resultados da grade de costa. Os valores que não estão em negrito são retirados dos resultados em superfície para localidades que não apresentaram massa acumulada na costa acima do limiar monitorado, mas estão a uma distância de menos de 3km (um ponto de grade) da costa. Este procedimento é uma solicitação do IBAMA.

\*\* Como os valores apresentados são da superfície, não são apresentados valores de massa acumulada na costa extensão.

**Categorias de Unidades de Conservação:** APA - Área de Proteção Ambiental; PARNA - Parque Nacional; PEM - Parque Estadual Marinho; PEC - Parque Ecológico; RESEX - Reserva Extrativista; RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

**TABELA 12 – Síntese da análise de vulnerabilidade dos municípios costeiros passíveis de serem atingidos pelo óleo no cenário de inverno.**

| Município/UF               | Probabilidade | Extensão de toque da mancha (km <sup>2</sup> ) | Tempo (dias) | ISL                                                                                  | Vulnerabilidade | Unidades de Conservação                                                        |
|----------------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Soure/PA                   | <b>0,7</b>    | <b>4,0</b>                                     | <b>51,28</b> |    | BAIXA/MÉDIA     | APA Arquipélago do Marajó, RESEX Marinha de Soure                              |
| São Caetano de Odivelas/PA | 1,3           | **                                             | 46,13        |    | MÉDIA           | RESEX Marinha Mocapajuba                                                       |
| Curuçá/PA                  | <b>1,0</b>    | <b>1,0</b>                                     | <b>46,54</b> |    | BAIXA/MÉDIA     | RESEX Marinha Mãe Grande de Curuçá                                             |
| Marapanim/PA               | 4,3           | **                                             | 36,67        |    | BAIXA/MÉDIA     | RESEX Marinha Mestre Lucindo                                                   |
| Maracanã/PA                | <b>0,3</b>    | <b>1,0</b>                                     | <b>39,17</b> |    | BAIXA/MÉDIA     | APA Algodóal-Maiandeuá, RESEX Marinha de Maracanã                              |
| Salinópolis/PA             | <b>0,3</b>    | <b>1,0</b>                                     | <b>43,45</b> |   | MÉDIA           | -                                                                              |
| Cururupu                   | <b>0,3</b>    | <b>1,0</b>                                     | <b>24,17</b> |  | MÉDIA           | PEM do Parcel de Manuel Luís, APA das Reentrâncias Maranhenses, RESEX Cururupu |

\* Valores em negrito são os resultados da grade de costa. Os valores que não estão em negrito são retirados dos resultados em superfície para localidades que não apresentaram massa acumulada na costa acima do limiar monitorado, mas estão a uma distância de menos de 3km (um ponto de grade) da costa. Este procedimento é uma solicitação do IBAMA.

\*\* Como os valores apresentados são da superfície, não são apresentados valores de massa acumulada na costa extensão.

**Categorias de Unidades de Conservação:** APA – Área de Proteção Ambiental; ESEC – Estação Ecológica; PARNÁ – Parque Nacional; PEM – Parque Estadual Marinho; REBIO – Reserva Biológica; RESEX – Reserva Extrativista.

## Comunidades Biológicas

A seguir serão apresentadas informações a respeito da sensibilidade e vulnerabilidade dos principais grupos de organismos presentes na área potencialmente afetada no caso de um acidente de derramamento de óleo de pior caso em função da Atividade de Perfuração Marítima no Bloco CE-M-715.

### ➤ Plâncton

A sensibilidade dos organismos planctônicos ao óleo varia entre os grupos. Isso pode ser exemplificado pelo aumento na densidade de espécies do bacterioplâncton que degradam hidrocarbonetos logo após a ocorrência de acidentes envolvendo o derrame de óleo no mar (JOHANSSON et al., 1980). Já organismos do nanoplâncton (2-20  $\mu\text{m}$ ) são mais sensíveis que as diatomáceas cêntricas do microfítotoplâncton ( $> 20 \mu\text{m}$ ). No entanto, como o tempo de geração destas algas é muito curto (9-12 horas), os impactos nestas populações provavelmente são efêmeros (LEE et al., 1987 *apud* SCHOLZ et al., 2001).

Da mesma forma, a sensibilidade do zooplâncton varia de acordo com a espécie e o estágio de desenvolvimento, e normalmente organismos jovens são mais sensíveis que os adultos. Diversos estudos têm mostrado que ovos e larvas de peixes são extremamente susceptíveis a danos por hidrocarbonetos do petróleo (BROWN et al. 1996 *apud* PEARSON et al., 1995). Entretanto, devido à grande produção de jovens, grandes perdas do ictioplâncton não necessariamente afetam a comunidade.

De modo geral, nas regiões costeiras ocorre uma maior concentração de organismos planctônicos, devido a maior disponibilidade de nutrientes provenientes de aporte terrígenos. Já na região oceânica, como as densidades são consideravelmente menores, as interferências de um derramamento de óleo sobre esta comunidade seria menor quando comparado com a região costeira.

Em função do seu curto ciclo de vida, a composição e densidade dos organismos planctônicos respondem rapidamente às variações ambientais. Por outro lado, a comunidade planctônica tende a se recuperar rapidamente à medida que as condições ambientais sejam reestabelecidas, o que ocorre de forma relativamente rápida quando considerado o ambiente oceânico. Assim, a SENSIBILIDADE da comunidade planctônica nas regiões oceânicas pode ser considerada BAIXA. As regiões costeiras, em especial áreas estuarinas e baías, concentram organismos planctônicos que incluem representantes de fases importantes do ciclo de vida de diversas espécies. Dessa maneira, a SENSIBILIDADE dos organismos planctônicos costeiros pode ser considerada MÉDIA.

A classificação da VULNERABILIDADE da comunidade planctônica é classificada conservadoramente como MÉDIA, visto que as áreas próximas ao ponto de vazamento apresentam ALTA PROBABILIDADE de presença de óleo E BAIXA SENSIBILIDADE.

Devido à MÉDIA SENSIBILIDADE dos organismos planctônicos nas regiões costeiras, a VULNERABILIDADE dos mesmos também será MÉDIA, uma vez que, a PROBABILIDADE de presença de óleo na costa é BAIXA.

## ➤ Bentos

Na área potencialmente atingida pelo óleo são encontradas diversas espécies de moluscos e crustáceos que representam importantes recursos pesqueiros para as comunidades locais. Dentre os moluscos encontrados, destacam-se as espécies de maior interesse econômico são ostra-do-mangue (*Crassostrea rhizophorae*), mexilhão (*Mytella charruana*), sururu (*Mytella guyanensis* e *M. falcata*) e sarnambi (*Protothaca pectorina*) (ALCÂNTARA NETO, 2000; MACIEL, 2009). No Pará a coleta desses moluscos ocorre nos manguezais, rios e igarapés. Nos estuários dos rios Caeté, em Bragança e rio Emboraí, em Augusto Corrêa, a sobre-exploração em alguns pontos já levou ao desaparecimento de bancos da espécie sururu (*M. falcata*) (SANTOS et al., 2007). Ainda no estuário do Rio Caeté, merece destaque a captura do molusco conhecido como turu (*Teredo* sp.), importante para a economia local, bem como para a subsistência de diversas famílias (SILVA & PEREIRA, 2010).

Na região entre o Maranhão e o Ceará, os moluscos de maior importância econômica são representados pelos bivalves, como o berbigão (*Anomalocardia brasiliana*) e as ostras (*Crassostrea* sp.). Algumas espécies de moluscos, apesar de não apresentarem grande valor econômico, são importantes para a subsistência de diversas famílias locais. Na Baía de São José, no litoral maranhense, merece destaque também a extração de sururu (*M. falcata*).

No Ceará, destaca-se também a presença frequente do polvo-comum (*Octopus vulgaris*) como fauna acompanhante das lagostas capturadas com manzuás ou deixando vestígios de sua predação sobre essas espécies (BRAGA et al., 2007).

Com relação aos crustáceos, as espécies de camarões, caranguejos e lagostas representam grande interesse econômico. A região compreendida entre a foz do rio Parnaíba (PI) e a foz do rio Oiapoque (AP) constitui parte de um extenso banco camaroneiro, que se prolonga até as proximidades do rio Orinoco, na Venezuela, cobrindo cerca de 223.000km<sup>2</sup> (IBAMA, 1994a). No Maranhão, merece destaque as regiões de Cururupu, o Golfão Maranhense e as reentrâncias como áreas de concentração de camarões.

O caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), por sua vez, ocorre em áreas de manguezais desde o Amapá até Santa Catarina, sendo que os maiores potenciais de captura encontram-se na área compreendida entre o Amapá e o Delta do Parnaíba (IBAMA, 1994b; MELO, 1996). Vale ressaltar a crescente exploração de outras espécies, até então pouco capturadas, como o aratu-vermelho (*Goniopsis cruentata*), devido à sobrepesca, principalmente do caranguejo-uçá.

Além dessas espécies, merece destaque a captura de lagosta-vermelha (*Panulirus argus*) e verde (*Panulirus laevicauda*), muito representativa no estado do Ceará, sendo este o principal produtor nacional desse recurso. Essa pesca também é expressiva na região dos Parques Estaduais Marinhos do Parcel de Manuel Luís e do Banco do Álvaro, no litoral maranhense, bem como na plataforma externa do Pará e Amapá.

À medida que nos distanciamos da região litorânea em direção à região oceânica, de modo geral, observamos uma progressiva diminuição da diversidade e abundância da comunidade bentônica. Ainda assim, a comunidade bentônica, com destaque as espécies de interesse comercial, é classificada como de ALTA SENSIBILIDADE.

Na região oceânica, adjacente ao ponto de vazamento, onde a PROBABILIDADE de presença de óleo é MÉDIA e ALTA, a VULNERABILIDADE da comunidade é classificada como ALTA. No litoral dos municípios com BAIXA PROBABILIDADE de serem atingidos por óleo, a VULNERABILIDADE da comunidade bentônica será MÉDIA.

### ➤ Ictiofauna

No Pará e Maranhão destacam-se espécies estuarinas, particularmente bagres e cianídeos (Família Ariidae e Sciaenidae, respectivamente) (STRIDE 1992; ALMEIDA, 2008). Dentre os bagres, muito abundantes nas reentrâncias e águas costeiras, as espécies mais comuns são: cangatã (*Aspistor quadriscutis*), uritinga (*Sciades proops*), bandeirado (*Bagre bagre*), gurijuba (*Arius parkeri*), cambéua (*Arius grandicassis*) e jurupiranga (*Amphiarius rugispinis*). Com relação aos cianídeos, capturados desde as regiões estuarinas até a plataforma continental interna, os mais procurados são: pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), corvina (*Micropogonias furnieri*), pescada-gó (*Macrodon ancylodon*) e em menor quantidade pescada-branca (*Cynoscion leiarchus*).

A captura artesanal dos peixes teleósteos na costa do estado do Ceará é, em geral, dominada por espécies das famílias Lutjanidae, Scombridae, Haemulidae e Clupeidae (SILVA, 2004). Dentre as espécies de maior interesse comercial estão ariacó (*Lutjanus synagris*), o serra (*Scomberomorus brasiliensis*) e a guarajuba (*Caranx crysos*).

Segundo LEGAT & MAI (2010), no Piauí, as espécies mais abundantes em número são manjuba-vermelha (*Anchoa spinifer*), manjuba-gordinha (*Anchoviella lepidentostole*), manjuba (*Cetengraulis edentulus*), sardinha (*Chirocentron bleekermanus*), sardinha-bandeira (*Opisthonema oglium*) e espada (*Trichiurus lepturus*). E, em peso foram: parum (*Chaetodipterus faber*), pelombeta (*Chloroscombrus chrysurus*), pescada-branca (*Cynoscion microlepidotus*), raia-da-pedra (*Dasyatis guttata*), chancarona (*Lobotes surinamensis*), camurupim (*Megalops atlanticus*), sardinha-bandeira, galo (*Selene vomer*) e espada.

A captura de teleósteos através da pesca-de-currais é muito comum nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, devido a grande variação de maré que ocorre na região (MAI et al., 2012). Existem currais comerciais de grande porte, fixados em áreas mais distantes da costa e, currais artesanais, construídos em áreas próximas às comunidades de pescadores no litoral das regiões Norte e Nordeste (LEGAT & MAI, 2010).

Uma maior sensibilidade da comunidade de peixes é registrada em áreas onde ocorrem concentrações ou fases importantes do ciclo de vida das espécies da ictiofauna como baías e áreas de alimentação. Outro fator que aumenta a sensibilidade da comunidade de peixes é a presença de importantes espécies comerciais nas áreas oceânicas. Dessa maneira, a ictiofauna é considerada como de ALTA SENSIBILIDADE e consequentemente classificada como de ALTA VULNERABILIDADE, devido à MÉDIA e ALTA PROBABILIDADE da presença de óleo na região oceânica adjacente ao ponto de vazamento. No entanto, as regiões costeiras apresentam BAIXA PROBABILIDADE de presença de óleo, com isso a VULNERABILIDADE da ictiofauna dessas regiões será MÉDIA.

## ➤ Quelônios

Na área potencialmente atingida pelo óleo são registradas as cinco espécies de tartarugas marinhas existentes no Brasil. As espécies tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) e tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) possuem área de distribuição ao longo de todo o litoral brasileiro (ALMEIDA et al., 2011a; CASTILHOS et al., 2011; MARCOVALDI et al., 2011). A tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) tem ocorrências registradas entre os estados do Pará e Rio Grande do Sul (SANTOS et al., 2011) e a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) possui registros de encalhe no litoral do Pará e outros estados do Brasil (ALMEIDA et al., 2011b).

No litoral nordeste do Pará, na ilha de Algodual, onde está localizada a APA Algodual-Mamindeua, ocorrem as cinco espécies de tartarugas marinhas, havendo desovas, principalmente durante o primeiro semestre (MAUÉS et al., 2011). Segundo o MMA (2007), em algumas áreas do litoral do Maranhão são descritas desovas de tartarugas de maneira geral, dentre elas, as faixas arenosas da RESEX de Cururupu e da APA Foz do rio Preguiças e da APA Upaon-açu / Miritiba / Alto Preguiça (que inclui as ilhas pertencentes aos municípios de Icatu e Humberto de Campos) (MMA, 2007).

No litoral piauiense, o período reprodutivo ocorre entre os meses de janeiro a julho. A região é uma área de desova regular de tartaruga-de-couro, tartaruga-de-pente e tartaruga-oliva, com registros reprodutivos todos os anos das três espécies. No caso de tartaruga-cabeçuda e tartaruga-verde, existem registros esporádicos de ninhos acompanhados de soltura de filhotes. Durante a temporada reprodutiva no litoral do Piauí, as praias mais frequentadas são a de Pedra do Sal, no município de Parnaíba e a praia do Arrombado, no município de Luís Correia (SANTANA et al., 2009).

Segundo SMITH (1979), a tartaruga-verde é encontrada na região do Golfão Amazônico, apesar de não ser muito frequente. Na área potencialmente afetada pelo óleo são encontrados apenas registros da ocorrência da espécie, como para a Ilha de Marajó (NASCIMENTO et al., 1991) e a Reserva Biológica do Lago Piratuba (Amapá) (LIMA & LIMA, 2007). BARRETO et al. (2013b) verificaram a ocorrência da espécie nas ilhas de São Luís e Curupu, no município de Raposa (Maranhão).

De acordo com dados presentes na Coleção Herpetológica do Museu Paraense Emílio Goeldi, a tartaruga-cabeçuda possui registros ao longo da costa do estado do Pará, incluindo o município de Soure, na Ilha de Marajó. Segundo ICMBio/MMA (2011), o litoral do Pará é considerado área de alimentação da espécie. Nos estados do Maranhão e Pará também existem registros de desovas da espécie.

A tartaruga-de-pente é citada para a região, inclusive com um registro de desova, na praia de Panaquatira (CRUZ et al., 2003); e na praia de Juçatuba, ambas na Ilha de Curupu, em São José do Ribamar (MA) (BARRETO et al., 2013b).

Registros de ocorrências reprodutivas e não reprodutivas das cinco espécies também foram realizados nos municípios de Jijoca de Jericoacoara, Itarema, Acaraú, Amontada, Trairi e São Gonçalo do Amarante, no litoral oeste do Estado do Ceará, e na capital Fortaleza (MELO & LIMA, 2008; LIMA et al., 2009). Entre os meses de janeiro a julho foram detectados os maiores índices de ocorrência para todas as espécies no Ceará.

Vale ressaltar que todas as espécies são integrantes da lista oficial de espécies ameaçadas de extinção do MMA (2014): tartaruga-verde – na categoria “vulnerável”; tartaruga-oliva e tartaruga-cabeçuda – na categoria “em perigo”; e tartaruga-de-pente e tartaruga-de-couro – na categoria “criticamente em perigo”.

Por estarem presentes na lista de espécies ameaçadas de extinção, as tartarugas marinhas podem ser consideradas como de ALTA SENSIBILIDADE. Assim, a VULNERABILIDADE das tartarugas marinhas foi classificada como ALTA nas regiões onde a modelagem indica PROBABILIDADE MÉDIA e ALTA. Nas regiões onde a PROBABILIDADE de presença de óleo é BAIXA, a VULNERABILIDADE das tartarugas marinhas será MÉDIA.

### ➤ Avifauna

Quanto à composição da avifauna, destaca-se a ordem Charadriiformes, visto que é a mais representativa em riqueza de espécies. Este grupo de aves limícolas foi destacado nos diversos estudos por possuir elevada abundância na região (SCHULZ-NETO et al., 1996; NASCIMENTO, 1998; RODRIGUES, 2013; SOUZA et al., 2008). Dentre as famílias identificadas, destacam-se Charadriidae, Sternidae e Scolopacidae, que durante o período migratório (inverno boreal) concentram-se aos milhares de indivíduos na área potencialmente atingida pelo óleo.

A região do Delta do Amazonas, entre Amapá e Pará, assim como a costa norte da Ilha de Marajó (PA), são importantes áreas para a reprodução do guará (*Eudocimus ruber*), corredor de migração e internada de Charadriiformes neárticos e reprodução colonial de Ciconiiformes (MMA, 2002).

Na Ilha de Marajó são encontrados ninhais de guará (*Eudocimus ruber*), com destaque para o município de Soure (SICK, 1997). Segundo MESTRE et al. (2010) “uma área de grande importância para os Charadriiformes no país é a costa equatorial entre as latitudes de 0° e 3° S, dos estados de Pará e Maranhão, entre a Baía de Marajó e a Baía de São Marcos (Região Norte-Central). Nestas áreas, MORRISON et al. (1987) registraram 82% da abundância numérica das aves Neárticas da costa do Brasil, sendo o equivalente a 11% das aves Neárticas da costa da América do Sul.”

Os manguezais do estado do Pará são considerados áreas de ninhais nos períodos reprodutivos, principalmente para garças, guarás e taquiris, havendo nidificação de maçaricos ao longo de toda a costa (RODRIGUES, 2007). De acordo com o MMA (2002), os municípios de Viseu (PA) e Maracanã (PA) apresentaram as maiores concentrações de indivíduos e são considerados como áreas prioritárias para a conservação da costa amazônica brasileira. Em Viseu há uma grande área de concentração de aves, incluindo a maior da região para *Pluvialis squatarola* (batuiraçu-de-axila-preta). Também são encontrados as espécies *Calidris canutus* (maçarico-de-papo-vermelho), *Tringa semipalmata* (maçarico-de-asa-branca) e *Numenius phaeopus phaeopus* (bico-torto), além de gaivotas, como a gaivota alegre, *Larus atricilla*, registrada na Ilha Carauçu, a qual provavelmente representa a área de internada mais importante para a espécie no Brasil (RODRIGUES, 2007).

No município de Maracanã (PA) são descritas grandes concentrações de aves, principalmente na Vila do Penha e nas praias do Maçarico e Maia. Em Soar Soar, outra praia do município, foi registrada a maior

concentração de biguás (*Phalacrocorax brasilianus*) (RODRIGUES, 2007). No local também foi encontrado um grande número de aves como *Butorides striata* (socozinho) e *Nycticorax nycticorax* (savacu).

Ainda na região das reentrâncias, no município de Bragança (PA), a Ilha Canela é um local de destaque pela população residente da espécie *Eudocimus ruber* (guará). Além do guará, a garça-branca-grande (*Casmerodius albus*), a garça-branca-pequena (*Egretta thula*), o savacu (*Nycticorax nycticorax*) e o savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*) nidificam na ilha (ROMA, 1996 *apud* VOOREN E BRUSQUE, 1999). O município de Bragança também apresenta áreas com concentrações de *Calidris pusilla* (maçarico-rasteiro) e *Leucophaeus atricilla* (gaivota-alegre) (RODRIGUES, 2007).

Próximo a Bragança, em Augusto Corrêa, também são descritas áreas de concentração e ninhais do guará, principalmente na Prainha, localizada na Vila do Pecimirim. Outras aves que se concentram nessa região, com populações de tamanho médio, são *C. pusilla* e *C. canutus* (RODRIGUES, 2007). Outro local que merece destaque por apresentar uma grande concentração de guarás, sendo ainda área de reprodução para a espécie é a região do Furo da Campina, em Curuçá (PA) (RODRIGUES, 2007).

Nas reentrâncias maranhenses, destaca-se o município de Cururupu onde são encontrados grandes bandos de aves aquáticas, provavelmente por haver um grande número de ilhas nesse trecho da costa, que oferecem abrigos seguros durante a maré alta e áreas de alimentação durante a maré baixa (RODRIGUES, 2007). Ainda segundo o autor, é possível identificar dois importantes locais para as aves migratórias: Croa Alta e a Ilha Maiaú, onde foram registrados os maiores bandos de *Calidris pusilla* (maçarico-rasteiro). Essa ilha apresenta ainda um importante ponto de alimentação para essa espécie. Em Croa Alta são encontrados grandes grupos de *Tringa semipalmata* (maçarico-de-asa-branca), *Numenius phaeopus phaeopus* (bico-torto) e *Pluvialis squatarola* (batuiraçu-de-axila-preta). Além desses dois locais, também merece destaque a região de Ponta Seca (Cururupu), onde foi registrada uma concentração de *Limnodromus griséus* (maçarico-de-costas-branca).

Outra importante área de concentração de aves no Maranhão é a região do Golfão Maranhense, com destaque para a Baía de São Marcos e as diversas ilhas presentes na região. Na região é possível observar a predominância das espécies *Chroicocephalus cirrocephalus* (gaivota-de-cabeça-cinza), *Gelochelidon nilotica* (trinta-réis-de-bico-preto) e *Phaetusa simplex* (trinta-réis-branco) nas linhas de praia e de *Leucophaeus atricilla* (gaivota-alegre), *Sternula antillarum* (trinta-réis-miúdo) e *Sterna hirundo* (trinta-réis-boreal) no sub-litoral (FIGUEIREDO *et al.* 2012).

Dentre as ilhas presentes na região do Golfão, destaca-se a Ilha dos Caranguejos como um local de concentração de maçaricos, garças e do guará (*Eudocimus ruber*), e podendo, por isso, ser considerada uma área com elevada biodiversidade (CARVALHO, 2008). Na Ilha de Curupu, RODRIGUES *et al.* (2010) observaram o primeiro sítio reprodutivo de *Sternula antillarum* (trinta-réis-miúdo). Outras duas espécies também foram observadas nidificando nesta mesma área: *Charadrius collaris* (batuira-de-coleira) (RODRIGUES & LOPES, 1997) e *Charadrius wilsonia* (batuira-bicuda) (RODRIGUES *et al.*, 1996, *apud* FEDRIZZI, 2003).

Ainda no Golfão, as ilhas do Cajual, localizadas no município de Alcântara, e a Ilha de São Luís, apresentam populações de aves ameaçadas de extinção a nível local, tendo sido instalada, por isso, a Estação de Pesquisa

e Conservação da Vida Silvestre Ilha do Cajual (RODRIGUES, 1993). Ainda segundo RODRIGUES (1993), aproximadamente 150.000 aves migratórias, pertencentes a 15 espécies das famílias Charadriidae e Scolopacidae, foram registradas nas ilhas do Cajual e São Luís, no período de abril/91 – abril/92, indicando que esse setor da costa pode abrigar populações significativas de aves limícolas neárticas. As espécies registradas foram: *Calidris pusilla* (maçarico-rasteirinho), *C. alba* (maçarico-branco) *C. minutilla* (maçariquinho), *C. canutus* (maçarico-de-papo-vermelho), *C. melanotos* (maçarico-de-colete), *Charadrius semipalmatus* (batuíra-de-bando), *C. wilsoni* (batuíra-bicuda), *C. collaris* (batuíra-de-coleira), *Arenaria interpres* (vira-pedras), *Pluvialis squatarola* (batuiriçu-de-axila-preta), *Actitis macularia* (maçarico-maculado), *Limnodremus griséus* (maçarico-de-costas-brancas), *Catoptrophorus semipalmatus* (maçarico-de-asa-branca), *Numenius phaeopus* (maçarico-galego) e *Tringa melanoleuca* (maçarico-grande-de-perna-amarela).

No litoral oriental do Maranhão, *C. canutus* (maçarico-de-papo-vermelho) tem sido encontrado em águas continentais, como o Lago Taquari, nos Lençóis Maranhenses (SOARES & RODRIGUES, 2009). A espécie também tem registros para o município de São Gonçalo do Amarante, no litoral central do Ceará (ALBANO & GIRÃO, 2011); os estuários em Cardoso/Camurupim e Timonha/Ubatuba no município de Cajueiro da Praia, na divisa do Piauí com o Ceará (SANTOS, 2011); nos manguezais do estuário dos rios Cardoso e Camurupim, no município de Cajueiro da Praia (PI) (AQUASIS, 2008); entre a Ponta de Macapá e os molhes do porto de Luís Correia (PI) (AQUASIS, 2008); e na Ilha Grande, município de Barroquinha, litoral extremo oeste do Ceará (AQUASIS, 2008).

Ainda no litoral leste do Maranhão há destaque para a ocorrência da *Eudocimus ruber* (guará) no delta do Rio Parnaíba, em Araióses, e também em Barreirinhas, Tutóia e Santo Amaro do Maranhão. A espécie também ocorre no litoral piauiense, com registros em Ilha Grande e Parnaíba (MORRISON & ROSS, 1989; ALBANO & GIRÃO, 2011; GIRÃO & ALBANO, 2011; WIKIAVES, 2015).

Na região dos Lençóis Maranhenses a espécie *Charadrius collaris* (batuíra-de-coleira) foi registrada nos lagos do Parque Nacional. As espécies *Pluvialis squatarola* (batuiriçu-de-axila-preta) e *Charadrius semipalmatus* (batuíra-de-bando) são registradas na foz dos rios Camurupim e Timonha, no município de Cajueiro da Praia, estado do Piauí (SOARES & RODRIGUEZ, 2009).

O tesourão (*Fregata magnificens*) apresenta registros nos municípios de Ilha Grande, Cajueiro da Praia, Luiz Correia e Parnaíba (PI); e em Fortaleza, Caucaia, Paracuru, Trairi, Camocim e Barroquinha (CE).

Grandes vazamentos costumam impactar um grande número de aves, que são muito sensíveis, tanto aos efeitos externos quanto internos do óleo cru, havendo diminuição do isolamento térmico, quebra da impermeabilização das penas, perda de fluabilidade, além de efeitos tóxicos causados pela ingestão do óleo (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010; HEUBECK et al., 2003; ZAFONTE & HAMPTON, 2005). Sendo assim, as aves apresentam ALTA SENSIBILIDADE.

Além disso, é importante destacar que algumas espécies, por apresentarem hábitos oceânicos, podem ser consideradas mais susceptíveis a um vazamento de óleo *offshore*. A VULNERABILIDADE desse grupo é, portanto, classificada como ALTA, uma vez que a PROBABILIDADE de presença de óleo na região oceânica adjacente ao ponto de vazamento é MÉDIA e ALTA. As aves com distribuição estritamente

costeiras, por sua vez, apresentam MÉDIA VULNERABILIDADE em relação a atividade, devido à BAIXA PROBABILIDADE de presença de óleo na costa.

### ➤ Cetáceos

Na área potencialmente atingida pelo óleo é confirmada a presença de 32 espécies de cetáceos. Das espécies identificadas no diagnóstico, destacam-se o boto-cinza (*Sotalia guianensis*), o boto-vermelho (*Inia geoffrensis*), a cachalote (*Physeter macrocephalus*), a baleia-sei (*Balaenoptera borealis*), a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*) e a baleia-fin (*Balaenoptera physalus*), por serem consideradas espécies ameaçadas de extinção em alguma esfera. As principais ameaças aos cetáceos na região são a degradação do ambiente marinho, aumento do tráfego de embarcações e atividades pesqueiras uma vez que há capturas acidentais e a utilização de alguns cetáceos como isca para alguns tipos de pesca.

A espécie mais comum registrada na região é o boto-cinza, que ocorre de forma contínua, desde o Delta do Parnaíba, divisa entre os estados do Maranhão e Piauí, até o Oiapoque, na fronteira do Brasil com a Guiana Francesa (SICILIANO et al., 2008). Ao longo da costa nordeste do estado do Pará são encontradas comunidades residentes de boto-cinza, como as que habitam as baías de Marapanim, no município de Marapanim, e de Emboraí, no município de Augusto Corrêa (SICILIANO et al., 2008; EMIN-LIMA et al., 2010). A região das Reentrâncias Maranhenses e Paraenses, que vai da Baía de Turiaçu (MA) até o Rio Gurupi, no município de Viseu (PA), é considerada uma área prioritária para a conservação do boto-cinza (MMA, 2002).

No Maranhão, o boto-cinza têm preferência por áreas calmas e protegidas, com profundidades entre 4 a 17 m (SANTOS, 2007). Segundo o mesmo autor, na região entre os municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz ocorrem grupos de 15 a 20 indivíduos, compostos de filhotes, juvenis e adultos, com comportamento de forrageio, deslocamento e descanso. Considerando serem animais residentes essa região parece ser uma provável área de reprodução e cuidado parental para a espécie. Outra provável área de reprodução e cuidado parental de boto-cinza no litoral maranhenses é Baía de São Marcos (DINIZ, 2007). Além dessas áreas, a RESEX de Cururupu é uma área prioritária para conservação de cetáceos, sendo um local de reprodução e alimentação do boto-cinza (MMA, 2007).

A região do Delta do Parnaíba, na divisa dos estados do Maranhão e Piauí, é uma provável área de concentração do boto cinza, devido ao alto índice de encalhes nas praias da região. Nesta região destaca-se a Baía do Cajú onde foram registradas avistagens pelo Projeto Biomade. O principal comportamento observado na região é de alimentação.

No Ceará, existe uma população residente de boto-cinza na enseada do Mucuripe, em Fortaleza (OLIVEIRA et al., 1995; MEIRELLES, 2005; MEIRELLES, 2013). Há também avistagens da espécie nas Praias da Taíba e do Pecém, no município de São Gonçalo do Amarante, sendo a segunda uma importante área de alimentação da espécie, parecendo abrigar uma população residente (Aquasis, dados não publicados).

Outra espécie que ocorre na área potencialmente afetada pelo óleo é o boto-vermelho. Na Baía de Marajó, a espécie vem sendo observada regularmente em ambientes costeiros com características flúvio-marinhas,

sendo encontrada associada a faixas de manguezal intermitente na costa leste da Ilha de Marajó (BEST & SILVA, 1989 *apud* SICILIANO et al., 2008).

Alguns cetáceos tem capacidade de perceber alterações nas condições ambientais evitando áreas afetadas por óleo e se deslocando para áreas não atingidas. Além disso, espécies oceânicas, as quais possuem vastas áreas de ocorrência, são menos propensas a serem diretamente afetadas pelo óleo. No entanto, em função de características como baixa taxa de reprodução e presença de espécies ameaçadas de extinção, este grupo pode ser considerado como de ALTA SENSIBILIDADE. Considerando a MÉDIA e ALTA PROBABILIDADE de presença de óleo em regiões oceânicas com presença de cetáceos, o grupo é classificado como de ALTA VULNERABILIDADE. As espécies estritamente costeiras, como o boto-cinza e o boto-vermelho, apresentam MÉDIA VULNERABILIDADE, em função da BAIXA PROBABILIDADE de presença de óleo nessas áreas.

### ➤ Sirênios

Na região passível de ser atingida pelo óleo ocorre o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus manatus*) e o peixe-boi-amazônico (*T. inunguis*). Nessa região existem condições essenciais para a manutenção dos peixes-boi, devido à presença de ecossistemas fluviais e estuarinos, com manguezais preservados, que contribuem para elevada concentração de nutrientes e fornecem abrigo e suporte à reprodução e alimentação (LUNA et al., 2008a, b; LIMA et al., 2011).

No Golfão Amazônico, as áreas de ocorrência do peixe-boi-marinho estão localizadas na costa leste da Ilha de Marajó e na reentrância da Baía de Marajó (LUNA, 2001). SOUSA et al. (2013) fizeram registros de filhotes de peixe-boi-marinho nessa região, confirmando a importância da Baía de Marajó como um local de reprodução dessa espécie. Além disso, essa região apresenta possibilidade de simpatria entre as espécies de peixe-boi-marinho e peixe-boi-amazônico, sendo o único local do mundo que possibilita a geração de descendentes híbridos (GARCIA-RODRIGUEZ et al., 1998; VIANA et al., 2005; MMA/ICMBio, 2011).

Na costa nordeste do Pará, LUNA (2001) indica que o litoral do município de Viseu é uma importante área de concentração dessa espécie, apresentando um extenso habitat para o peixe-boi-marinho. A importância desse município é destacada, também, por LUNA (2013) ao avaliar as regiões estratégicas a serem consideradas para proteção de importantes habitats de peixes-boi, juntamente com Bragança/PA (LUNA, 2013).

A região das reentrâncias maranhenses e paraenses foi considerada por LUNA (2001) e LUNA *et al.* (2008a) como uma importante área para o peixe-boi-marinho, porém apresentando várias discontinuidades de distribuição ao longo da costa (LUNA et al., 2008a). A região costeira do município de Cândido Mendes, no estado do Maranhão, é considerada uma área de concentração de *T. m. manatus*. Além disso, o município de Carutapera, também no estado do Maranhão, foi classificado como prioritário para a preservação do peixe-boi-marinho (LUNA, 2013).

Na região do Golfão Maranhense, em especial, são registrados vários sítios utilizados como berçários, definidos, deste modo, por meio das avistagens de filhotes pelos pescadores, principalmente na região do Golfão Maranhense (LUNA, 2001; MMA, 2007). Ainda no Golfão Maranhense, essa espécie se distribui

continuamente no lado leste da Ilha de São Luís e na parte interna da Baía de São José, bem como nas Baías de São Marcos e Tubarão (LUNA et al., 2008b).

Ainda no estado do Maranhão, a área da Reserva Extrativista de Cururupu, no município de Cururupu, também é considerada uma área importante para o peixe-boi-marinho (LUNA, 2013). Apesar da RESEX não possuir ainda um Plano de Manejo, o ICMBio (2015a) ressalta a importância dessa Unidade de Conservação para a preservação dessa espécie.

No Piauí, a maior concentração de peixe-boi-marinho é registrada nos estuários dos rios Timonha e Ubatuba, na divisa com o estado do Ceará (AQUASIS, 2008).

Por estarem presentes nas listas de espécies ameaçadas de extinção (IUCN, 2015; MMA, 2014), devido, principalmente, à caça predatória; à reprodução lenta das espécies, em que a fêmea gera apenas um filhote a cada três anos; e a crescente destruição de seu habitat (LUNA et al., 2008a), os peixes-boi apresentam ALTA SENSIBILIDADE. Uma vez que estão restritos às áreas costeiras, onde a PROBABILIDADE de presença de óleo é BAIXA, a VULNERABILIDADE dos peixes-boi é classificada como MÉDIA.

### **Presença de Concentrações Humanas**

As populações humanas existentes tanto na região oceânica quanto na região costeira podem ser afetadas pelas consequências negativas causadas pela inalação da pluma de vapor de hidrocarbonetos que se forma a partir de um derramamento expressivo de óleo. Essas aglomerações humanas foram, neste caso, classificadas como um fator ambiental de ALTA SENSIBILIDADE.

Na região oceânica, pode-se destacar a presença dos trabalhadores das unidades de perfuração ou em possíveis outras unidades petrolíferas atuantes na região. Na região costeira, destacam-se as aglomerações urbanas localizadas em áreas passíveis de serem alcançadas pela mancha.

No caso de atividades de exploração e produção possivelmente afetadas por um acidente destas proporções, as unidades poderão ter sua rotina alterada, sendo, portanto, consideradas como áreas vulneráveis a incidentes de vazamento de óleo.

Os municípios passíveis de serem atingidos pela mancha de óleo apresentam VULNERABILIDADE MÉDIA, considerando-se que a PROBABILIDADE de presença de óleo na costa é BAIXA. Na região oceânica, próximo ao ponto de vazamento, as concentrações humanas apresentam ALTA VULNERABILIDADE, uma vez que a PROBABILIDADE da presença de óleo na área é MÉDIA e ALTA.

### **Transporte Marítimo**

São apresentados a seguir os principais terminais portuários localizados na região, que contribuem significativamente com o tráfego de embarcações na área com probabilidade de presença de óleo na água.

Informações a respeito das principais rotas de navegação que cruzam a área potencialmente atingida pelo óleo, assim como considerações a respeito dos possíveis impactos gerados por um acidente de derramamento no tráfego destas embarcações e nos terminais portuários abordados também são apresentadas.

### Principais Terminais Portuários

Segundo ANTAQ (2015), os principais portos localizados na região costeira onde está localizada a atividade pretendida para o presente licenciamento são os Portos de Santana (**Figura 9A**), Belém (**Figura 9B**), Vila do Conde (**Figura 9C**), Itaqui (**Figura 9D**), Mucuripe (**Figura 9E**) e Pecém (**Figura 9F**). No entanto, apenas o porto de Itaqui, em São Luís (MA), está situado em um município onde há probabilidade de presença de óleo na costa. Apesar de apresentarem ISL 1 (Estruturas artificiais lisas expostas), os portos foram considerados com MÉDIA SENSIBILIDADE principalmente pela questão do impacto econômico. Assim, o Porto de Itaqui apresenta MÉDIA VULNERABILIDADE, devido à BAIXA PROBABILIDADE de presença. Os demais portos não apresentam vulnerabilidade frente a atividade.



Fonte: [http://www.antaq.gov.br/Portal/Portos\\_PrincipaisPortos.asp](http://www.antaq.gov.br/Portal/Portos_PrincipaisPortos.asp)

**FIGURA 9 – Principais portos presentes na área potencialmente afetada pela presença do óleo: (A) Porto de Santana (AP), (B) Porto de Belém (PA), (C) Porto de Vila do Conde (PA), (D) Porto de Itaqui (MA), (E) Porto de Mucuripe (CE) e (F) Porto do Pecém (CE).**

A **Tabela 13** apresenta os principais portos da região, assim como a localização e as respectivas administrações.

**TABELA 13 – Principais portos comerciais presentes na área potencialmente afetada pela presença do óleo.**

| Porto                  | Municipal                    | Administração                                            |
|------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Porto de Santana       | Santana (AP)                 | Companhia Docas de Santana – CDSA                        |
| Porto de Belém         | Belém (PA)                   | Companhia das Docas do Pará – CDP                        |
| Porto de Vila do Conde | Barcarena (PA)               | Companhia das Docas do Pará – CDP                        |
| Porto de Itaqui        | São Luís (MA)                | Empresa Maranhense de Administração Portuária - EMAP     |
| Porto de Mucuripe      | Fortaleza (CE)               | Companhia Docas do Ceará                                 |
| Porto do Pecém         | São Gonçalo do Amarante (CE) | Companhia de Integração Portuária do Ceará - CEARÁPORTOS |

Fonte: [http://www.antaq.gov.br/Portal/Portos\\_PrincipaisPortos.asp](http://www.antaq.gov.br/Portal/Portos_PrincipaisPortos.asp)

### Principais Rotas de Navegação

Além dos terminais portuários, a região marinha apresenta um relativo tráfego de embarcações, principalmente dos Portos de Itaqui (MA) e Belém (PA). A **Tabela 14** mostra as principais rotas de embarcações em relação à esses portos.

**TABELA 14 – Rotas marítimas e números de viagens de navios mercantes e petroleiros nos Portos de São Luís e Belém.**

| Rota Marítima        | Número de viagens/ano |                           |
|----------------------|-----------------------|---------------------------|
|                      | Petroleiros           | Todos os navios mercantes |
| São Luís – Belém     | 130                   | 136                       |
| São Luís – Fortaleza | 66                    | 73                        |
| Belém – Macapá       | 36                    | 39                        |
| São Luís – Suape     | 35                    | 37                        |
| São Luís – Manaus    | 32                    | 32                        |
| Belém – Santana      | 36                    | 39                        |
| Belém – Manaus       | 27                    | 88                        |

Fonte: MMA (2008b)

As embarcações podem alterar sua rota, desviando dos locais com presença de óleo, sendo considerado um aspecto de BAIXA SENSIBILIDADE. Sendo assim, a VULNERABILIDADE será classificada como BAIXA e MÉDIA, uma vez que alguns locais de navegação apresentam BAIXA, MÉDIA e ALTA PROBABILIDADE de presença de óleo.

## Áreas de Importância Socioeconômica

Nas regiões com probabilidade de serem atingidas por óleo em caso de um acidente de pior caso, dentre as atividades econômicas desenvolvidas, destacam-se a pesca artesanal, a pesca industrial, o extrativismo de recursos costeiros e o turismo.

### ➤ Pesca Artesanal

A pesca artesanal encontra-se presente ao longo de toda a costa, concentrando, mas não limitando, suas atividades até a profundidade de 50 metros. As embarcações são em madeira, com comprimento de até 12 metros, muitas propulsionadas somente a vela e a maioria tendo a vela como método auxiliar. Esta modalidade conta com uma grande diversidade de petrechos, que variam desde redes até linha de mão. Com esta variedade, os pescadores artesanais conseguem garantir que sua atividade seja realizada ao longo de todo o ano, apesar das variações sazonais de alguns recursos pesqueiros, uma vez que a diversidade de petrechos gera uma oportunidade de migrar de recursos. Destaca-se que nas regiões Norte e Nordeste se encontra o maior contingente de pescadores artesanais do Brasil. Em relação à estrutura da cadeia produtiva, nota-se que há grande carência de infraestrutura de apoio, incluindo a ausência de terminais, fábricas de gelo e postos de combustível na maioria das comunidades. A comercialização depende de atravessadores e os preços são, em geral, desfavoráveis aos pescadores. Parte da produção artesanal é beneficiada e parte é exportada, sendo a lagosta e o pargo os principais pescados voltados a este fim. Diante de tais fatos, a atividade de pesca artesanal é considerada como sendo de ALTA SENSIBILIDADE.

A análise da vulnerabilidade da pesca artesanal foi realizada por meio de sobreposição das áreas de pesca de 108 municípios costeiros, situados entre os estados do Ceará e Amapá, com o resultado da modelagem hidrodinâmica de dispersão de óleo (considerando o cenário de pior caso). Foi considerada para cada município a maior probabilidade de ocorrência de óleo superficial encontrada na área de pesca independentemente da cobertura de cada faixa de probabilidade possuía na área de pesca.

A análise dos dados indica que 66 municípios apresentaram probabilidade de presença de óleo superficial em suas áreas de pesca. Para o cenário de verão, 55 municípios apresentaram probabilidade, sendo oito com ALTA, quatro com MÉDIA e 43 municípios apresentaram BAIXA PROBABILIDADE. No cenário de inverno, por outro lado, foram observados 58 municípios com probabilidade de presença de óleo nas áreas de pesca. Destes, nove apresentaram ALTA, 11 MÉDIA e 38 BAIXA PROBABILIDADE. Todos os municípios que apresentaram alta probabilidade pertencem ao estado do Ceará.

Os municípios cujas áreas de pesca artesanal apresentam ALTA e MÉDIA PROBABILIDADE de presença de óleo superficial são considerados como de ALTA VUNERABILIDADE. Aqueles em que as áreas de pesca artesanal apresentam BAIXA PROBABILIDADE de presença de óleo, a VUNERABILIDADE foi classificada com MÉDIA. Os demais municípios avaliados e que não apresentaram probabilidade de presença de óleo nas áreas de pesca artesanal não apresentaram vulnerabilidade.

A **Tabela 15** sumariza o resultado da sobreposição das áreas de pesca artesanal com a modelagem hidrodinâmica indicando a relação dos 66 municípios com probabilidade de presença de óleo nas áreas de pesca artesanal e suas respectivas vulnerabilidades.

**TABELA 15 – Relação dos municípios e suas respectivas vulnerabilidades relacionadas com a probabilidade de presença de óleo superficial em suas áreas de pesca artesanal nos cenários de verão e inverno.**

| Vulnerabilidade | Probabilidade | Estado   | Municípios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|---------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Verão</b>    |               |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>ALTA</b>     | ALTA          | Ceará    | Acaraú, Amontada, Camocim, Cruz, Itapipoca, Itarema, Paracuru e Trairi                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                 | MÉDIA         | Ceará    | Barroquinha e Jijoca de Jericoacoara                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 |               | Piauí    | Cajueiro da Praia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                 |               | Maranhão | Tutóia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>MÉDIA</b>    | BAIXA         | Piauí    | Ilha Grande, Luís Correia e Parnaíba                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                 |               | Maranhão | Alcântara, Aipicum-Açu, Araioses, Barreirinhas, Bequimão, Cajapió, Cândido Mendes, Carutapera, Cedral, Cururupu, Godofredo Viana, Guimarães, Humberto de Campos, Icatu, Paço do Lumiar, Paulino Neves, Porto Rico do Maranhão, Primeira Cruz, Raposa, Santo Amaro do Maranhão, São José do Ribamar, São Luís, Serrano do Maranhão e Turiaçu |
|                 |               | Pará     | Augusto Correia, Belém, Bragança, Colares, Curuça, Magalhães Barata, Maracanã, Marapanim, Primavera, Quatipuru, Salinópolis, São Caetano de Odivelas, São João de Pirabas, Tracuateua, Vigia e Viseu                                                                                                                                        |
| <b>Inverno</b>  |               |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>ALTA</b>     | ALTA          | Ceará    | Acaraú, Amontada, Camocim, Cruz, Itapipoca, Itarema, Jijoca de Jericoacoara, Paracuru e Trairi                                                                                                                                                                                                                                              |
|                 | MÉDIA         | Piauí    | Luís Correia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                 |               | Maranhão | Barreirinhas, Cururupu, Paulino Neves, Raposa, São José do Ribamar, São Luís e Tutóia                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                 |               | Pará     | Augusto Correia, Bragança, São João de Pirabas                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>MÉDIA</b>    | BAIXA         | Piauí    | Cajueiro da Praia e Parnaíba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                 |               | Maranhão | Aipicum-Açu, Bequimão, Cândido Mendes, Carutapera, Cedral, Godofredo Viana, Guimarães, Humberto de Campos, Icatu, Luís Domingues, Paço do Lumiar, Porto Rico do Maranhão, Serrano do Maranhão e Turiaçu                                                                                                                                     |
|                 |               | Pará     | Abaetetuba, Barcarena, Belém, Cachoeira do Arari, Chaves, Colares, Curuça, Magalhães Barata, Maracanã, Marapanim, Ponta de Pedras, Quatipuru, Salinópolis, Salvaterra, Santo Antônio do Tauá, São Caetano de Odivelas, Soure, Tracuateua, Vigia e Viseu                                                                                     |
|                 |               | Amapá    | Amapá e Oiapoque                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Fonte: AECOM elaboração própria

### ➤ Pesca Industrial

No que diz respeito à pesca industrial, na região compreendida pelos 108 municípios estudados nota-se a presença da pesca industrial em 15 municípios. A pesca industrial na região Nordeste tem como principais espécies-alvo a lagosta e o pargo, enquanto na região Norte, tem-se uma pesca destacada sobre o pargo,

piramutaba e camarão rosa. As principais artes de pesca empregadas são o manzoá (lagosta), covo e espinhel vertical (pargo) e rede de arrasto (camarão e piramutaba). A atividade industrial é realizada por uma frota com tamanho superior a 10 metros, sendo a totalidade das embarcações motorizadas e construídas em madeira e aço. Em alguns municípios como Itarema, Acaraú, Vigia e Belém é possível notar que as indústrias de pesca estão inseridas transversalmente na cadeia produtiva, atuando também no beneficiamento e comercialização do pescado. Nos demais municípios, não foi observada condição semelhante. Nota-se ainda que nas regiões Nordeste e Norte a pesca industrial pode apresentar algumas semelhanças com a pesca artesanal no que tange ao porte das embarcações, artes de pesca utilizadas e áreas de pesca. A diferença é percebida no âmbito da organização social, no qual emerge a figura do armador de pesca, que poderia ser caracterizado como um pequeno empresário, e pelo fato de os pescadores empregados estarem resguardados pela CLT. Em função disto, sua SENSIBILIDADE é classificada como MÉDIA.

A análise de vulnerabilidade da pesca industrial seguiu a mesma abordagem descrita para a pesca artesanal. Deste modo, para o cenário de verão, oito frotas de pesca industrial apresentaram ALTA PROBABILIDADE de contato com óleo superficial, cinco apresentam MÉDIA e duas apresentaram BAIXA PROBABILIDADE. Para o cenário de inverno, oito municípios apresentaram ALTA PROBABILIDADE, seis apresentaram MÉDIA e um município apresentou BAIXA PROBABILIDADE.

Assim, os municípios cujas áreas de pesca industrial apresentam ALTA PROBABILIDADE de presença de óleo superficial são considerados como de ALTA VUNERABILIDADE. Aqueles em que as áreas de pesca industrial apresentam MÉDIA e BAIXA PROBABILIDADE de presença de óleo, a VUNERABILIDADE foi classificada com MÉDIA. Os demais municípios avaliados e que não apresentaram probabilidade de presença de óleo nas áreas de pesca industrial, não apresentaram vulnerabilidade.

**TABELA 16 – Relação dos municípios e suas respectivas vulnerabilidades relacionadas com a probabilidade de óleo superficial em suas áreas de pesca industrial nos cenários de verão e inverno.**

| Vulnerabilidade | Probabilidade | Estado   | Municípios                                                    |
|-----------------|---------------|----------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Verão</b>    |               |          |                                                               |
| ALTA            | ALTA          | Ceará    | Acaraú, Aracati, Beberibe, Camocim, Fortim, Icapuí e Itarema  |
|                 |               | Piauí    | Luís Correia                                                  |
| MÉDIA           | MÉDIA         | Pará     | Augusto Correia, Belém, Bragança, São João de Pirabas e Vigia |
|                 | BAIXA         | Maranhão | Barreirinhas e Tutóia                                         |
| <b>Inverno</b>  |               |          |                                                               |
| ALTA            | ALTA          | Ceará    | Acaraú, Aracati, Beberibe, Camocim, Fortim, Icapuí e Itarema  |
|                 |               | Piauí    | Luís Correia                                                  |
| MÉDIA           | MÉDIA         | Maranhão | Barreirinhas                                                  |
|                 |               | Pará     | Augusto Correia, Belém, Bragança, São João de Pirabas e Vigia |
|                 | BAIXA         | Maranhão | Tutóia                                                        |

Fonte: AECOM elaboração própria

➤ **Extrativismo**

O extrativismo costeiro consiste em atividade de pesca que ocorrem de forma desembarcada, sendo as mais emblemáticas a cata do caranguejo em manguezais, a cata de mexilhões e sarnambis em bandos de areia e a pesca do camarão através de arrastos manuais. Também foram consideradas como extrativismo: cata de ostra, extração de turu e mexilhões, coleta de sururu, búzios, tarioba, entre outros. O extrativismo é uma atividade desempenhada de modo artesanal e a renda gerada, em geral, serve ao complemento da renda familiar, a exceção da cata do caranguejo e da pesca do camarão, que são mais frequentemente encontradas nos estados do Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá como principal fonte de renda. Destaca-se que no extrativismo se encontra o maior contingente de mulheres pescadoras, sendo este um grupo frequentemente marginalizado de políticas públicas e ainda “invisível” mesmo dentro das próprias comunidades. A cadeia produtiva não conta com uma adequada infraestrutura de apoio e são exparsas no território exemplos bem sucedidos de beneficiamento da produção. A comercialização é, assim como na pesca artesanal, controlada por atravessadores. Assim, o extrativismo consiste em uma atividade de ALTA SENSIBILIDADE.

Para a avaliação da vulnerabilidade da atividade extrativista, foram analisados os municípios costeiros, que apresentaram probabilidade de presença de óleo. Assim, a vulnerabilidade foi definida com base na maior probabilidade de presença de óleo na costa observada (pior cenário) em cada município. Destaca-se que 34 municípios apresentaram presença de óleo na costa, sendo todos com BAIXA PROBABILIDADE. Deste modo, a VULNERABILIDADE da atividade extrativista nos municípios com probabilidade de presença de óleo será classificada como MÉDIA.

A **Tabela 17** sumariza o resultado da sobreposição do municípios onde ocorre extrativismo costeiro com a modelagem hidrodinâmica de um derramamento acidental de óleo, considerando os municípios onde houve presença de óleo para o cenário de pior caso.

**TABELA 17 – Relação dos municípios e suas respectivas vulnerabilidades relacionadas com a probabilidade de presença de óleo em suas áreas de extrativismo costeiro, para os cenários de verão e inverno.**

| Vulnerabilidade | Probabilidade | Estado   | Municípios                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------|---------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Verão</b>    |               |          |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| MÉDIA           | BAIXA         | Pará     | Augusto Corrêa, Bragança, Quatipuru, Salinópolis, São João de Pirabas, Tracuateua, Viseu                                                                                                                                                         |
|                 |               | Maranhão | Alcântara, Araióses, Barreirinhas, Cândido Mendes, Carutapera, Cedral, Cururupu, Godofredo Viana, Guimarães, Humberto de Campos, Luís Domingues, Paulino Neves, Porto Rico do Maranhão, Primeira Cruz, Santo Amaro do Maranhão, São Luís, Tutóia |
|                 |               | Piauí    | Cajueiro da Praia, Ilha Grande Luís Correia, Parnaíba                                                                                                                                                                                            |
|                 |               | Ceará    | Barroquinha                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Inverno</b>  |               |          |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| MÉDIA           | BAIXA         | Pará     | Curuçá, Maracanã, Marapanim, Salinópolis, São Caetano de Odivelas, Soure                                                                                                                                                                         |
|                 |               | Maranhão | Cururupu                                                                                                                                                                                                                                         |

Fonte: AECOM elaboração própria

## ➤ Turismo

O turismo consistiu-se em outra atividade de importância econômica presente na área potencialmente afetada pelo óleo. A abordagem utilizada para a avaliação da vulnerabilidade foi a mesma apresentada para o extrativismo, ou seja, foram considerados apenas os municípios onde foi identificada probabilidade de presença de óleo na costa.

Destaca-se que as regiões Nordeste e Norte consistiu-se em importantes destinos turísticos no Brasil, possuindo inúmeros atrativos naturais e culturais. No Ceará nota-se um importante polo turístico estabelecido no município de Jijoca de Jericoacoara, que integra a Rota das Emoções. No estado do Piauí, Luís Correia vem se consolidando como importante roteiro de turismo de aventura e Parnaíba consistiu-se na principal porta de entrada para o Delta do Parnaíba (integrando também a Rota das Emoções). O estado do Maranhão, por exemplo, possui dois Polos Ecoturísticos na área potencialmente afetada pelo óleo, a Floresta dos Guarás e a Amazônia Maranhense, ambos nas Reentrâncias Maranhenses. Atualmente o governo do Maranhão trabalha para garantir a infra-estrutura necessária ao desenvolvimento do turismo na região (MARANHÃO TURISMO, 2015). No Pará o turismo de veraneio encontra-se consolidado em municípios como Salinópolis e Maracanã, que contam com atrativos naturais caracterizados por praias de areia fina, com dunas esculpidas pelo vento, além de grandes extensões de mangue, viveiros de pássaros, animais exóticos, rios com maresia e confortáveis igarapés. As áreas com potencial turístico e passíveis de serem atingidas pela mancha de óleo são consideradas como de ALTA SENSIBILIDADE.

Todos os municípios com probabilidade de presença de óleo na costa apresentaram BAIXA PROBABILIDADE, sendo classificados, portanto, como MÉDIA VULNERABILIDADE. Entre estes, destacam-se Barreirinhas, que possui uma consolidada atividade turística relacionada com o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, e Tutóia, que tem sido considerado a principal acesso turístico alternativo ao Delta do Parnaíba (em relação ao município de Parnaíba/PI).

A **Tabela 18** sumariza o resultado da avaliação de vulnerabilidade dos municípios em relação à um vazamento acidental de óleo, tendo em vista a atividade turística.

**TABELA 18 – Relação dos municípios e suas respectivas vulnerabilidades relacionadas com a probabilidade de presença de óleo em suas áreas turísticas, para os cenários de verão e inverno.**

| Vulnerabilidade | Probabilidade | Estado   | Municípios                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------|---------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Verão</b>    |               |          |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| MÉDIA           | BAIXA         | Pará     | Augusto Corrêa, Bragança, Quatipuru, Salinópolis, São João de Pirabas, Tracuateua, Viseu                                                                                                                                                         |
|                 |               | Maranhão | Alcântara, Araiozes, Barreirinhas, Cândido Mendes, Carutapera, Cedral, Cururupu, Godofredo Viana, Guimarães, Humberto de Campos, Luís Domingues, Paulino Neves, Porto Rico do Maranhão, Primeira Cruz, Santo Amaro do Maranhão, São Luís, Tutóia |
|                 |               | Piauí    | Cajueiro da Praia, Ilha Grande Luís Correia, Parnaíba                                                                                                                                                                                            |
|                 |               | Ceará    | Barroquinha                                                                                                                                                                                                                                      |

| Vulnerabilidade | Probabilidade | Estado   | Municípios                                                               |
|-----------------|---------------|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Inverno</b>  |               |          |                                                                          |
| MÉDIA           | BAIXA         | Pará     | Curuçá, Maracanã, Marapanim, Salinópolis, São Caetano de Odivelas, Soure |
|                 |               | Maranhão | Cururupu                                                                 |

Fonte: AECOM elaboração própria

### Áreas prioritárias para o recebimento de contingência

No caso da ocorrência de um derramamento de óleo nessa região, em cada um dos municípios, a priorização do Plano de Emergência em relação aos ecossistemas deve ser a seguinte:

1. Manguezais, terrenos alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas – ambientes de baixa energia, substrato plano, lamoso a arenoso, declividade inferior a 3 graus.
2. Planície de maré arenosa/lamosa abrigada; terraço de baixa-mar lamoso abrigado – ambientes abrigados da ação das ondas ou de fortes correntes de maré, declividade menor que 3 graus, sedimentos saturados com água.
3. Praias de areia grossa/praias intermediárias de areia fina a média, expostas, declividade entre 5 e 15 graus.
4. Praias dissipativas de areia média a fina, expostas / praias de areia fina a média, abrigadas / restingas sujeitas a ações de ressacas – declividade inferior a 5 graus (zona intermarés larga).
5. Costões rochosos e outros substratos impermeáveis, de declividade alta a média, expostos.

Também deve-se dar prioridade às áreas de alimentação e desova de tartarugas marinhas, áreas de nidificação e alimentação de aves marinhas, áreas de concentração de cetáceos e sirênios e habitats submersos de bancos biogênicos, além das áreas que estão inseridas em Unidades de Conservação.

Vale ressaltar que, para a definição das áreas prioritárias, estas devem estar presentes nos municípios com probabilidade de presença de óleo na costa acima de 30%, ou nos municípios que apresentam tempo mínimo de chegada de óleo na costa inferior a 5 dias. Para a presente análise, no entanto, não foram identificados municípios que se enquadram nesses critérios. Sendo assim, não foram identificadas áreas prioritárias para o recebimento de contingência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTE, R. G. 2012. Análise dos processos de erosão costeira e dos impactos sociambientais ocorridos na praia D' Ponta da Areia na cidade de São Luís do Maranhão. Dissertação de mestrado – Universidade Federal Fluminense, São Luis, 2012.
- ALBANO, C. & GIRÃO, W. 2011. Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil. Conservação Internacional, 406p.
- ALCÂNTARA-NETO, C. P. 2000. Moluscos bivalves do Pará: da pesquisa ao cultivo. *In*: Populações tradicionais e uso dos recursos aquáticos. Disponível em: <http://www.ufpa.br/projetomegam/anais/Grupo03.pdf>. Acessado em janeiro de 2015.
- ALMEIDA, L. V., PÉREZ, C. D. & SILVA, B. G. T., 2005. Octocorais (Cnidaria, Anthozoa) do litoral maranhenses, Brasil. *Tropical Oceanography*, 33(1): 73-78.
- ALMEIDA, Z. S. 2008. Os recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Maranhão: biologia, tecnologia, socioeconomia, estado da arte e manejo. 286 p. Tese (Doutorado em Zoologia). Universidade Federal do Pará, Belém-PA.
- ALMEIDA, A. P., THOMÉ, J. C. A., BAPTISTOTTE, C., MARCOVALDI, M. A., SANTOS, A. S. E LOPEZ, M. 2011b. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 37-44.
- ALMEIDA, A.; THOMÉ, J.; BAPTISTOTTE, C.; MARCOVALDI, M. A.; SANTOS, A.; LOPEZ, M., 2011a; Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I, Nº 1, 12-19.
- AMARAL, F. D.; HUDSON, M. M.; COURA, M. F. 1998. Levantamento preliminar dos corais e hidrocorais do Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luiz (MA). Resumo do XIII Simpósio de Biologia Marinha. Universidade de São Paulo, São Paulo: CEBIMar, 1998. 13 p.
- AMARAL, F. D.; HUDSON, M. M.; STEINER, A. Q.; RAMOS, C. A. C. 2007. Corals and calcified hydroids of the Manuel Luiz Marine State Park (State of Maranhão, Northeast Brazil). *Biota Neotropica*, 7(3): 0-11. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/en/abstract?article+bn00907032007>. Acessado em fevereiro de 2010.
- AMARAL, D. D., PROST, M. T., BASTOS, M. N. C., COSTA NETO, S. V. & SANTOS, J. U. M., 2008. Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, (3)1: 35-67.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010. Marine Environment Protection. Disponível em: [www.amsa.gov.au](http://www.amsa.gov.au). Acessado em agosto de 2011.
- BANDEIRA-PEDROSA, M. E., PEREIRA, S. M. B. & OLIVEIRA, E. C., 2004. Taxonomy and distribution of the green algal genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 27(2): 363-377.
- BAPTISTA, 1981. Geografia Física do Piauí. Teresina: COMEPI.
- BARRETO, L.; CALVET, M.; OLIVEIRA, C.C.; CANUT, M.; OLIVEIRA, B.; FREIRE, F.; FERREIRA, C. V.; RIBEIRO, L. E.; BREDER, R.; SANTIAGO, P. M. 2013b. Ecologia e conservação de quelônios no Estado do Maranhão. Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão (FAPEMA). Relatório de atividades. 24 p.
- BITTENCOURT, A. C. S.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MOITA-FILHO, O. 1990. Variações texturais induzidas pelo vento nos sedimentos da face da Praia de Atalaia, Piauí. *Revista Brasileira de Geociências*, 20 (1-4): 201-207.

- BRAGA, M. S. C.; MARINHO, R. A.; BATISTA, B. B.; ROCHA, E. P. 2007. Histórico e descrição da pesca do polvo, *Octopus cf vulgaris*, com potes, no Estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza*, 40(2): 5-13.
- BURGER, M. I., 1999. Situação e Ações Prioritárias para a Conservação de Banhados e Áreas Úmidas da Zona Costeira. Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da biodiversidade da Zona Costeira e Marinha, Porto Seguro. 60p.
- CARIDADE, E. O. & FERREIRA-CORREIA, M. M., 2007. Taxonomia das macroalgas dos manguezais da Baía de Turiaçu, estado do Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 20: 53-60.
- CARVALHO, D. L. *Distribuição espacial e temporal de aves limícolas (Charandriiforme) na Ilha dos Carangueijos, Galfão Paranhense, Brasil*. 2008. 68p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação). Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão.
- CASTILHOS, J. C.; COELHO, C. A.; ARGOLO, J. F.; SANTOS, E. A. P.; MARCOVALDI, M. A.; SANTOS, A. S. & LOPEZ, M. 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira, Ano I (1)*: 28-36.
- CASTRO, C. B., 1999. Recifes de corais. Disponível em: [www.bdt.org.br/workshop/costa/recifes](http://www.bdt.org.br/workshop/costa/recifes). Acessado em fevereiro de 2014.
- CAVALCANTI, V. M. M., 2011. Plataforma Continental: a última fronteira da mineração brasileira. Brasília: DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). 104p.
- COURA, M. F., 1994. Contribuição ao plano de manejo do Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luiz, MA – Brasil. Universidade Federal do Maranhão. 55p.
- CREPANI, E. & MEDEIROS, J.S. 2005. Carcinicultura em apicum no litoral do Piauí: uma análise com sensoriamento remoto e geoprocessamento. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/dsr/simeao/Publicacoes/Carcinicultura.pdf>. Acessado em maio de 2015.
- DEUS, M. S. M. 2000. Organização arquitetural de três bosques de manguezal do Litoral do Piauí. Dissertação (Mestrado em Botânica). Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2000.
- DINIZ, R. S. 2007. Monitoramento do boto cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) na Baía de São Marcos, São Luís – MA. UFMA, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Curso de Ciências Aquáticas. São Luís, 2007.
- DOMINGUEZ, J. M. L. (org.), 2012 Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo das bacias marítimas da Bahia. Brasília: MMA, 2012.118p.
- ELPN/IBAMA. 2002. Informação Técnica nº 023/2002. Modelagem de Derramamento de Óleo no Mar
- EL-ROBRINI, M; MARQUES J. V.; SILVA. M. M. A; EL-ROBRINI, M. H. S.; FEITOSA, A. C. F.; TAROUCO, J. E. F. S. T.; SANTOS, J. H. S.; VIANA, J. R. 2016a. Maranhão. MMA (Ministério do Meio Ambiente). Disponível em: [www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_sigercom/\\_arquivos/ma\\_erosao.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/ma_erosao.pdf). Acessado em maio de 2015.
- EL-ROBRINI, M., SILVA, M. M. A., SOUZA-FILHO, M. P. W., EL-ROBRINI, M. H. S., SILVA JR, O. G. & FRANÇA, C. F., 2006b. Pará. MMA (Ministério do Meio Ambiente). Disponível em: [www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_sigercom/\\_arquivos/pa\\_erosao.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/pa_erosao.pdf). Acessado em 2015.
- EMIN-LIMA, R.; MOURA, L. N.; RODRIGUES, A. L. F.; SILVA, M. L., 2010. Note on the group size and behavior of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) In: Marapanim Bay, Pará, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8, 1-2, 167-170 p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00165>. Acessado em dezembro de 2015.

- FARIAS, L. G. Q. 2007. Aspectos Legais e de Sustentabilidade nos Manguezais Baianos: o Caso de Canavieiras. Disponível em: [www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/26427-26429-1-PB.pdf](http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/26427-26429-1-PB.pdf). Acessado em junho de 2014.
- FEDRIZZI, C., E., 2003. Abundância sazonal e biologia de aves costeiras na Coroa do Avião, Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 156p.
- FEITOSA, A. C. & TROVÃO, J. R. 2006. Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico e cultura. João Pessoa: editora Grafset, 2006.
- FERNANDES, A. G.; LOPES, A. S.; SILVA, E. V.; CONCEIÇÃO, G.M.; ARAÚJO, M. F. V. IV – Componentes biológicos: Vegetação. In: CEPRO, Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí: relatório geoambiental e sócio-econômico. Teresina: Fundação CEPRO. 1996. p. 43-72.
- FIGUEIREDO, L. A. S. C.; SILVA, T. C. M.; MARTÍNEZ, C. 2012. Fauna de Larídeos nas diferentes faixas de litoral do Golfão Maranhense. (Anais do Congresso Brasileiro de Ornitologia). Maceió, Alagoas, novembro de 2012.
- FRANÇA, C. F. & SOUZA FILHO, P. W. M., 2006. Compartimentação morfológica da margem leste da Ilha de Marajó: zona costeira dos municípios de Soure e Salvaterra – Estado do Pará. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 7, nº 1. 10p.
- GARCÍA-RODRIGUEZ, A. I.; BOWEN, B. W.; DOMNING, D. P.; MIGNUCCI-GIANNONI, A. A.; MARMONTEL, M.; MONTOYA-OSPINA, R. A.; MORALES-VELA, B.; RUDIN, M.; BONDE R. K.; MCGUIRE, P. M. 1998. Phylogeography of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*): How many populations and how many taxa? *Molecular Ecology*, 7: 1137–1149.
- GIRÃO, W. & ALBANO, C. 2011. Região Do Banco Dos Cajuais. In Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil. Caucaia, CE, Brasil.
- GUEDES, C. C. F. 2012. Cronologia e sedimentologia dos depósitos eólicos quaternários da costa leste maranhense. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 215p.
- HEUBECK, M.; CAMPHUYSEN, C. J.; BAO, R.; HUMPLE, D.; REY, A. S.; CADIOU, B.; BRAGER, S.; THOMAS, T. 2003. Assessing the impact of major oil spills on seabird populations. *Mar. Pol. Bull.*, 46: 900-902.
- IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS), 1989. Unidades de conservação do Brasil. Parques Nacionais e Reservas Biológicas. Brasília, 1: 151-153.
- IBAMA, 1994a. Relatório da III Reunião do Grupo Permanente de Estudos (GPE) do camarão norte, realizada no período de 17 a 20 de março de 1992, no Centro de Pesquisas e Extensão Pesqueira do Nordeste do Brasil (CEPENE), em Tamandaré – PE. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos de Pesca, Brasília, n.9, p. 9-76.
- IBAMA, 1994b. Lagosta, caranguejo uçá e camarão do Nordeste. Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. Coleção Meio Ambiente. Série Estudos de Pesca, nº 10. Relatórios das reuniões dos Grupos Permanentes de estudos (GPE). Brasília. 190 p.
- IBP (INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO)/ O'BRIENS, 2013. Projeto de Proteção e Limpeza de Costa. Disponível em: <http://www.pplc.com.br/webapp/app/app.html>. Acessado em 2015.
- ICMBIO (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE), 2003. Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.
- ICMBIO (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE), 2011. Plano de Manejo do Parque Nacional de Jericoacoara.

- ICMBIO (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE), 2015a. RESEX Cururupu. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2288-resex-de-cururupu.html>. Acessado em 2015.
- ICMBIO (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE) 2015b. PARNA Lençóis Maranhenses. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2264-parna-dos-lencois-maranhenses.html>. Acessado em 2015.
- IMBIRIBA JR., M.; COSTA, F. R. 2003. Recursos Hídricos: O caso dos mananciais dos lagos Bolonha e Água Preta na Região Metropolitana de Belém, Pará. In: 33ª Assembléia Nacional da ASSEMAE, 2003, Santo Andre. 33ª Assembleia Nacional da ASSEMAE, 2003.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. 2015. Disponível em: <http://uc.socioambiental.org/>. Acessado em 2015.
- IUCN (World Conservation Union, Conservation International & Nature Serve), 2015. IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 2015.
- JOHANSSON, S., LARSSON, U. & BOEHM, P., 1980. The Tsesis oil spill. I. Impact of the pelagic ecosystem. Mar. Poll. Bull. 11: 284-293.
- LEGAT, J. F. A. & MAI, A. C. G. 2010. A riqueza da ictiofauna capturada em currais de pesca artesanal no litoral do Piauí. Disponível em: <http://www.agrosoft.com/br/a-riqueza-da-ictiofauna-capturada-em-currais-de-pesca-artesanal-no-litoral-do-piaui/artigos/>. Acessado em maio de 2015.
- LIMA, J. D. & LIMA, J. R. F. 2007. Diagnósticos abiótico, biótico e socioeconômico para subsidiar a elaboração do Plano de Manejo da Reserva Biológica do Lago Piratuba. Relatório final IBAMA. Macapá - AP. Abril /2007.
- LIMA, R. P.; PALUDO, D.; SOAVINSKI, R. J.; SILVA, K. G.; OLIVEIRA, E. M. A. 2011. Levantamento da distribuição, ocorrência e status de conservação do Peixe-boi Marinho (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758) no litoral nordeste do Brasil. Natural Resources, *Aquidabã*, 2: 41–57.
- LIMA, L. F. G., SANTOS, J. U. M.; ROSÁRIO, A. S. & BAUMGRATZ, J. F. A. 2014. Melastomataceae em formações costeiras de restingas no Pará, Brasil. *Acta Amazônica*, 44(1): 45-57.
- LUNA, F. O. 2013. Population genetics and conservation strategies for the West Indian manatee (*Trichechus manatus* Linnaeus, 1758) in Brazil. 2013. Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.
- LUNA, F. O.; LIMA, R. P.; ARAÚJO, J. P.; PASSAVANTE, J. Z. O. 2008a. Status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus* Linnaeus, 1758) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 10: 145–153.
- LUNA, F. O.; ARAÚJO, J. P.; LIMA, R. P.; PESSANHA, M. M.; SOAVINSKI, R. J.; PASSAVANTE, J. Z. O. 2008b. Captura e utilização do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) no litoral Norte do Brasil. *Biotemas*, 21: 115–123.
- LUNA, F. O. 2001. Distribuição, status de conservação e aspectos tradicionais do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) no litoral norte do Brasil. 2001. Dissertação de Pós-Graduação em Oceanografia - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- LUNA, F.O.; LIMA R.P. de, ARAÚJO, J.P.; PASSAVANTE, J.Z.O. Status e conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*, Linnaeus, 1758) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências* 10(2): 145-153, agosto de 2008.

- MACIEL, I. L. S. 2009. O mangue como unidade geográfica de análise: o espaço de vivência e produção comunitária nos manguezais da comunidade de Jutai no município de São Caetano de Odivelas - PA. 121 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Pará.
- MAGRIS, R. A. & BARRETO, R., 2010. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(4):546-556.
- MAI, A. C. G.; SILVA, T. F. A.; LEGAT, J. F. A. 2012. Assessment of the fish-weir fishery off the coast of Piauí state, Brazil. *LABOMAR Arquivos de Ciência do Mar*. 45(2): 40 – 48.
- MARANHÃO TURISMO, 2015. Floresta dos Guarás. Disponível em: <http://www.turismo-ma.com.br/guaras.php>. Acessado em maio de 2015.
- MARANHÃO (GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO). 1991. Decreto n° 11.902 de 11 de junho de 1991.
- MARANHÃO, 2014. Lei Estadual n° 10.172 de 12 de dezembro de 2014.
- MARCELINO, A. M. T. (colaboradores). 1999. Caracterização dos ecossistemas costeiros dos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí.
- MARCOVALDI, M.; LOPEZ, G.; SOARES, L.; SANTOS, A; BELLIN, C.; SANTOS, A.; LOPEZ, M. 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* (2011) Ano I (1): 20-27.
- MAUÉS, A.; NOGUEIRA, C.; OLIVEIRA, D.; LAMEIRA, J. 2011. Guia de visitação da APA de Algodão-Maiandeuá/ Secretaria de Estado de Meio Ambiente – Belém, SEMA, 2011.
- MEIRELLES, A. C. O. 2005. Aspectos da ecologia comportamental do boto cinza, *Sotalia guianensis* Ván Bénédén, 1864 (Mammalia, Cetacea, Delphinidae), na praia de Iracema, Fortaleza, CE. Dissertação de Mestrado, Departamento de Oceanografia e Limnologia. UFRN, Natal.
- MEIRELLES, A. C. O., 2013. Ecologia populacional e comportamento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) na enseada do Mucuripe, Fortaleza, estado do Ceará. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza. 132p.
- MELLO, C. F & MOCHEL, F. R., 1999. Diagnóstico para avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da zona costeira-estuarina dos estados do Piauí, Maranhão, Pará e Amapá. Guia para o licenciamento ambiental. Atividades de sísmica na costa brasileira. Disponível em: [www.anp.gov.br/ibamasismica/](http://www.anp.gov.br/ibamasismica/). Acessado em maio de 2014.
- MELO, G. A. S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. Ed. Pleida. FADESP/SP. 604 p.
- MENEZES, M. P. M., BERGER, U. & MEHLIG, U. 2008. Mangrove vegetation in Amazônia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. *Acta Amazônica*, 38(3): 403-420.
- MESTRE, L. A. M., ROOS, A. L., & NUNES, M. F. 2010. Análise das recuperações no Brasil de aves anilhadas no exterior entre 1927 e 2006. *Ornithologia*, 4: 15–35.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2002. Relatório Técnico: Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha. 157p.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE), 2007. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira – Zona Marinha. 102 p.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2014. Listas das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html?start=250>. Acessado em 2015.

- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE), 2015. Parque Estadual Marinho do Parcel Manoel Luís. [http://www.mma.gov.br/estruturas/205/\\_arquivos/pem\\_parcel\\_205.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_arquivos/pem_parcel_205.pdf)
- MMA/ICMBio (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE). 2011. 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 no. 12, 80 p.
- MORRISON, R. I. G., ANTAS, P. T. Z. & ROSS, R. K. 1987. Migratory routes in the Amazonian coast. In: Desenvolvimento econômico e impacto ambiental em áreas de trópico úmido brasileiro: a experiência da Companhia Vale do Rio Doce. Anais do Seminário, Rio de Janeiro. pp.159-199.
- MORRISON, R. G. & ROSS, R.K. 1989. Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America. Ottawa, Canadian Wildlife Service, 1, 128p.
- MOURA, R. L., RODRIGUES, M. C., FRANCINI-FILHO, R. B. & SAZIMA, I. 1999. Unexpected richness of reef corals near the southern Amazon River mouth. *Coral Reefs* 18: 170.
- MT/LIMA (MINISTÉRIO DO TURISMO / LABORATÓRIO INTERDISCIPLINAR DE MEIO AMBIENTE), 2007. *Avaliação ambiental estratégica – Região Costa Norte. Linhas de Bases: Aspectos Ambientais*, 2007, 108 p.
- NASCIMENTO, M. S. V. & SASSI, R. 2001. Interferências humanas na área de influência direta do manguezal dos rios Timonha/Ubatuba, estado do Piauí, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia*, 15(2): 73-90.
- NASCIMENTO, F. P. D.; ÁVILA-PIRES, T. C. S. D.; SANTOS, I. N. F. F. D. & LIMA, A. C. M. 1991. Répteis de Marajó e Mexiana, Pará, Brasil. I. Revisão Bibliográfica e Novos Registros. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia*, 7(1): 25-41.
- NASCIMENTO, J. L. X., 1998. Muda de Charadriidae e Scolopacidae (Charadriiformes) no norte do Brasil. *Ararajuba*, 6: 141-144.
- NASCIMENTO, M. S. V. 1999. O manguezal do estuário dos rios Timonha-Ubatuba, Ceará – Piauí, Brasil: composição, estrutura e diagnóstico socioambiental. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba / Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa.
- ODUM, E. P., 1997. *Fundamentos de Ecologia*. Fundação Calouste Gulbernkian, Lisboa: 927 p.
- OLIVEIRA, J. A.; AVILA, F. J. C.; ALVES-JUNIOR, T. T.; FURTADO-NETO, M. A. A.; MONTEIRO-NETO, C., 1995. Monitoramento do boto cinza, *Sotalia fluviatilis* em Fortaleza, Ceara. *Arquivos de ciencias do mar*, 29(1-2): 28-35
- PEARSON, W. H.; MOKSNESS, E & SKALSKI, J. R., 1995. A field and laboratory assessment of oil spill effects on survival and reproduction of Pacific herring following the Exxon Valdez spill, pp. 626-661. In: Exxon Valdez oil spill: fate and effects in Alaskan waters (edited by P. G. Wells, J. N. Butler and J. S. Hughes) American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.
- PEREIRA, P, 1999. *Avaliações e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeiras e Marinha: Sistematização das informações relativas as Unidades de Conservação das zonas costeiras e marinha do Brasil*. Setembro de 1999. 58p.
- PERILLO, G. M. E., 1995. Definitions and geomorphologic classification of estuaries. In: *Geomorphology and Sedimentology of Estuaries*. Chapter 2. Developments in *Sedimentology*, 53: 17-47.
- PROJETO REMAC, 1979. Geomorfologia da plataforma continental norte brasileira. Série Projeto REMAC, 7. 51 p.

- QUEIROZ, J. A. L., 2004. Fitossociologia e distribuição diamétrica em floresta de várzea do estuário do rio Amazonas no estado do Amapá. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná – PR. 113p.
- REBELO-MOCHEL, F. 1997. Mangroves on São Luís Island, Maranhão Brazil. *In: Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa*, KJERFVE, B., LACERDA, L.D.; DIOP, E. H. S (Ed.). UNESCO, Paris, 145–154.
- ROCHA, L. A. & ROSA, R. S., 2001. Baseline assessment of reef fish assemblages of Parcel Manuel Luiz Marine Park, Maranhão, North-east Brazil. *J. Fish. Biol.* 58: 985-998.
- ROCHA, L. A., ROSA, I. L. & FEITOZA, B. M., 1999. Composição e Estrutura da Comunidade de Peixes do Parque Estadual Marinho do Parcel de Manoel Luiz, Maranhão. *In: XIII Encontro Brasileiro de Ictiologia*, 1999, São Carlos, São Paulo. Universidade Federal de São Carlos, 13, 204-204.
- RODRIGUES, A. A. F. & LOPES, A. T. L. 1997. Abundância sazonal e reprodução de *Charadrius collaris* no Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*.
- RODRIGUES, A.L.F.; SANTOS, G.M.A.; SOUSA, M.E.M.; ARCOVERDE, D.L.; MARTINS, B.M.L.; EMIN-LIMA, R.; COSTA, A.F. & SICILIANO, S. 2010. XIV Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul (RT). 8º Congresso da Sociedade Latinoamericana de Especialistas em Mamíferos Aquáticos - SOLAMAC, Florianópolis (SC).
- RODRIGUES, A. A. F., 1993. Migrações, abundância sazonal e aspectos sobre a ecologia de aves limícolas na Baía de São Marcos, Maranhão – Brasil. Dissertação - Universidade Federal do Pará, Belém.
- RODRIGUES, A. A. F., 2007. Priority areas for conservation of migratory and resident waterbird on the coast of Brazilian Amazonia. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15: 157-166.
- RODRIGUES, A. A. F., 2013. Priority areas for conservation of migratory and resident waterbirds on the coast of Brazilian Amazonia. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15: 209–218.
- ROSSETI, D. F. 2006. Evolução Sedimentar Miocênica nos Estados do Pará e Maranhão. *Revista do Instituto de Geociências – USP. Geol. USP Sér. Cient.*, São Paulo, 6(2): 7-18.
- SANTANA, W. M.; SILVA-LEITE, R. R.; SILVA, K. P. & MACHADO, R. A. 2009. Primeiro registro de nidificação de tartarugas marinhas das espécies *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) e *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), na região da Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. *Pan-American Journal Of Aquatic Sciences*, 4(3): 369-371.
- SANTOS, U.A. 2007. Uso do hábitat e atividades do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea: Delphinidae), na Baía do Pontal, Ilhéus, Bahia. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- SANTOS, A.S., MARCOVALDI, M.A.A.G.D. 2011, Plano de Ação Nacional para a Conservação das Tartarugas Marinhas. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, 120p (Série Espécies Ameaçadas, 25).
- SANTOS, C.L.A.; VITAL, H.; AMARO, V.E.; KIKUCHI, R.K.P., 2007. Mapeamento de recifes submersos na costa do Rio Grande do Norte, NE Brasil: Macau a Maracaju. *Revista Brasileira de Geofísica*, Vol. 25 (Supl.1): 27-36.
- SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR., E. B.; SOARES, C. J. R. S. & ZICKEL, C. S. 2010. Fisionomias das restingas do delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 03: 2018-227.
- SCHAEFFER-NOVELLY, Y., 2002. Grupo de Ecossistemas: Manguezais, Marismas e Apicuns. *In: Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha – PRONABIO - PROBIO*. 119 p.

- SCHOLZ D., BOYD J.N., & WALKER A. 2001. 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.
- SCHULZ-NETO, A., SOUZA, E. A., & SCHERER, S. B. 1996. Relatório de atividades de coletas de dados à respeito da avifauna no Parque Nacional do Cabo Orange – Amapá, 03 a 15 de dezembro de 1995. João Pessoa: CEMAVE/IBAMA, 11pp.
- SEMA (Secretaria de Meio Ambiente), 2015. PEM do Parcel de Manuel Luís. Disponível em: <http://www.sema.ma.gov.br/paginas/view/Paginas.aspx?id=1746>. Acessado em abril de 2015.
- SICILIANO, S.; EMIM-LIMA, N. R.; COSTA, A. F.; RODRIGUES, A. L. F.; MAGALHÃES, F. A.; TOSI, C. H.; GARRI, R. G.; SILVA, C. R. & SILVA JR., J. S. E. 2008. Revisão do conhecimento sobre os mamíferos aquáticos da costa norte do Brasil. Arquivos do Museu Nacional. 66: 381 - 401.
- SICK, H. 1997. Ornitologia brasileira: uma introdução. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- SILVA, E. S. & FERNANDES, M. E. B. 2004. Relação entre gradiente vegetacional e atributos do solo nos bosques de mangue do Furo Grande, Bragança – PA. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 17: 19-27p.
- SILVA, I. R. & PEREIRA, L. C. C., 2010. Estudo socioambiental da comunidade de Bacuriteua (Pará, Litoral Amazônico, Brasil). *Revista da Gestão Costeira Integrada*. Disponível em [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgcimang71\\_Silva.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgcimang71_Silva.pdf).
- SILVA, S. M. M. C., 2004. Caracterização da pesca artesanal na costa do Estado do Ceará, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP. 262p.
- SILVEIRA, P. C. A., 2011. Distribuição e abundância das larvas de peixes na Zona Econômica Exclusiva do Estado do Maranhão, Brasil. In: NUNES, J. L. S; PIORSKI, N. M. (Org). *Peixes Marinhos e Estuarinos do Maranhão*. São Luís(MA): Café e Lápis; Fapema.
- SMITH, N. J. H. 1979. Aquatic turtles of Amazonia: an endangered resource. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0006320779900193>. Acessado em janeiro de 2014.
- SOARES, R. K. P.; RODRIGUES, A. A. F., 2009. Distribuição espacial e temporal da avifauna aquática no Lago de Santo Amaro, Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 17(3-4): 173-182.
- SOUSA, M. E. M.; MARTINS, B. M. L.; FERNANDES, M. E. B. 2013. Meeting the giants: The need for local ecological knowledge (LEK) as a tool for the participative management of manatees on Marajó Island, Brazilian Amazonian coast. *Ocean & Coastal Management*, 86: 53-60.
- SOUZA, U. D. V. 2007. Dinâmica da paisagem da área do povoado de ponta do mangue, município de barreirinhas – Maranhão. Monografia. Universidade Federal do Maranhão.
- SOUZA, E. A., NUNES, M. F. C., ROOS, A. L. & ARAÚJO, E. F. P., 2008. *Aves do Parque Nacional do Cabo Orange: guia de campo*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 100pp.
- SOUZA-FILHO, P. W. M. 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4): 427-435.
- STRIDE, R. K. 1992. Diagnóstico da pesca Artesanal Marinha do estado do Maranhão. São Luís: CORSUP/EDUFMA, 2: 205 p.
- TEIXEIRA, R. L., 2001. Comunidade de lagartos da restinga de Guriri, São Mateus – ES, sudeste do Brasil. *Atlântica*, 23: 77-84.



- VIANA, J. A.; BONDE, R. K.; CABALLERO, S.; GIRALDO, J. P.; LIMA, R. P.; CLARK, A.; MARMONTEL, M.; MORALES-VELA, B.; DE SOUSA, M. J.; PARR, L.; RODRIGUEZ-LOPEZ, M. A.; MIGNUCCI-GIANNONNI, A. A.; POWELL, J. A.; SANTOS, F. R. 2005. Phylogeography, phylogeny, and hybridization in Trichechid sirenians: implications for manatee conservation. *Molecular Ecology*, 15: 433–447.
- VIANA, J. R. Estudo da Morfodinâmica da praia de São Marcos São Luís – Maranhão. 2000. 91 p. Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia – Universidade Federal do Maranhão. 2000.
- VINZON, S., GALLO, M., SILVA, M. S., FERNANDES, R. D. & SILVA, I., 2007. Uma Caracterização do Estuário do rio Amazonas, de Óbidos à Plataforma Continental. *In: X Congresso ABEQUA*. 3p.
- VOOREN, C.M. & BRUSQUE, L.F. 1999. As aves do ambiente costeiro do Brasil: biodiversidade e conservação. <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/aves>.
- WIKIAVES, 2015. Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br/>. Acessado em 2015.
- ZAFONTE, M.; HAMPTON, S. 2005. Lost bird-years: quantifying bird injuries in natural resource damage assessments for oil spill. *IOSC 2005 Proceedings*.

## EQUIPE TÉCNICA

Para a elaboração da Análise de Vulnerabilidade da atividade de perfuração marítima no Bloco CE-M-715, localizado na Bacia do Ceará.

A área profissional, o número do registro nos respectivos conselhos de classe, e no Cadastro Técnico Federal de Instrumentos de Defesa Ambiental (Registro MMA/IBAMA) dos profissionais envolvidos encontram-se discriminados abaixo.

A AECOM encontra-se registrada no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental sob o N° 196011.

| Nome                                                        | Função                     | Registro de classe    | Registro MMA/IBAMA | Assinatura |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|------------|
| Bruno Barros Xavier Dester<br>Geógrafo/PUC-RJ               | Desenvolvimento de mapas   | CREA/RJ<br>2010136244 | 2683093            |            |
| Leonardo Capper<br>Biólogo/USU<br>M.Sc. Ciências do Mar/USU | Análise de vulnerabilidade | CRBio/RJ<br>91.089/02 | 3994060            |            |
| Luiz Henrique Barbosa<br>Oceanógrafo/FURG                   | Gerente do projeto         | Não aplicável         | 521520             |            |
| Vinicius Couto Alves<br>Biólogo/UFRJ                        | Revisão do texto           | CRBio/RJ<br>55308/02  | 1620328            |            |