



ARIEL FERREIRA. ATÉ AQUI, 2019.

INSTALAÇÃO *SITE SPECIFIC*, PINTURA COM TINTA DE TERRA E ROCHAS,
MEMORIAL MINAS GERAIS VALE, PRAÇA DA LIBERDADE, BELO HORIZONTE.
FOTOGRAFIA: ARIEL FERREIRA.

O GRANDE DESASTRE ESQUECIDO: ANÁLISE PRELIMINAR DO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NA COSTA BRASILEIRA (AGOSTO/2019 – MARÇO/2020) E SEUS IMPACTOS NO LITORAL DA BAHIA

LÉLIA SANTIAGO CUSTÓDIO DA SILVA*

JEFFERSON DE LIMA PICANÇO**

JOÃO GUILHERME SOARES CALIL**

RESUMO A ocorrência de manchas de óleo no litoral brasileiro entre agosto/2019 e março/2020 provocou um grande desastre ambiental. O objetivo deste estudo foi descrever e identificar, de maneira preliminar, o impacto da contaminação do derramamento de óleo no litoral da Bahia, uma das regiões mais impactadas. As fontes de dados foram os boletins do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Nos 31 municípios afetados, a contaminação com vestígios/esparsos de óleo representou 66,47% das ocorrências. As demais, 33,53% do total, foram manchas de óleo. Ainda são necessárias estratégias para minimizar os danos do maior desastre ambiental em termos de extensão geográfica do país.

PALAVRAS-CHAVE Derramamento de óleo; Contaminação; Efeitos socioambientais.

THE GREAT FORGOTTEN DISASTER: PRELIMINARY ANALYSIS OF THE OIL SPILL ON THE BRAZILIAN COAST (AUGUST/2019 – MARCH/2020) AND ITS IMPACTS ON THE COAST OF BAHIA

ABSTRACT The occurrence of oil stains on the Brazilian coast between August/2019 and March/2020 caused a major environmental disaster. The study's objective was to describe and identify, in a preliminary way, the impact of contamination from the oil spill on the Bahia coast, one of the most affected regions. The data sources were the Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources bulletins. In the 31 affected municipalities, contamination with trace/sparse oil represented 66.47% of the occurrences. The remaining areas, 33.53% of the total, were oil stains. Strategies are still needed to minimize the damage from the greatest environmental disaster in terms of the country's geographic extent.

KEYWORDS Oil spill; Contamination; Socio-environmental effects.

* Grupo de Pesquisa e Ação em Conflitos, Riscos e Impactos Associados a Barragens (CRIAB).

** Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Introdução

As ocorrências de derramamento de óleo no litoral brasileiro são infelizmente muito comuns. Podem ser citados, entre outros, o derramamento de óleo que atingiu a Baía de Guanabara em 2000 (BERTOLI; RIBEIRO, 2006), a cidade de São Sebastião e o Porto de Paranaguá, ambos em 2004 (LOPES; MILANELLI; POFFO, 2007). No entanto, o recente derramamento de óleo, que atingiu o litoral brasileiro entre agosto de 2019 e março de 2020, pode ser considerado o maior desastre já registrado em termos de extensão geográfica, em razão de ter impactado centenas de quilômetros de praias ao longo das regiões Nordeste e Sudeste do país. Nesse desastre, houve muita demora na resposta por parte dos órgãos federais. Por esse motivo, a responsabilidade de uma parte considerável deste trabalho foi deixada em nível estadual e municipal, ressaltando que não foram poucas as iniciativas populares. Durante toda essa tragédia, hoje pouco lembrada, o litoral da Bahia foi o que apresentou a maior quantidade de registros de locais afetados.

As primeiras manchas de óleo foram observadas em agosto de 2019 nas praias do estado da Paraíba, mais especificamente nas praias de Jacumã, Gramame, Tambaba, Bela e Acaú (IBAMA, 2020b; IBAMA, 2020c). Posteriormente, o óleo também afetou outros locais, que se estendem do Maranhão (precisamente na Ilha Caçacueira, no município Cururupu) até o Rio de Janeiro (em Grussaí, município São João da Barra) (IBAMA, 2020b) (Figura 1A). Esse derramamento de óleo impactou o ambiente costeiro brasileiro de várias maneiras, com mais de 5.000 toneladas de resíduos de óleo removidos (GGA, 2019). Na Bahia, considerando os dados do IBAMA (2020b), as primeiras manchas de óleo foram identificadas no mês de outubro de 2019, sendo 31 municípios afetados pelo óleo até março de 2020.

Quando contaminados, esses ambientes altamente vulneráveis colocaram em risco os ecossistemas existentes. No caso da Bahia, que foi atingida na maior parte de sua zona costeira, conforme os dados do IBAMA (2020b), esses ambientes compreendem

recifes de corais, falésias, planícies arenosas, deltas, baías, estuários, manguezais e terras úmidas (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012), além de riquezas em espécies (MMA, 2012). Salienta-se que o problema se torna ainda maior porque muitos locais impactados já sofrem com a forte expansão da metropolização (SILVA; SILVA; CARVALHO, 2008), responsável não somente pela ocupação como também por causar um grande impacto ambiental.

No derramamento, ao contaminar a superfície da praia, a camada de óleo pode ser sucessivamente enterrada e exposta nos sedimentos, como também pode retornar à água, através dos movimentos das marés (ITOPF, 2011), tornando, desta forma, a contaminação do ecossistema mais difícil de ser mensurada. Segundo Gustitus e Clement (2017), essa interação entre o óleo e os sedimentos, por si só, impacta na recuperação do ecossistema, já que forma agregados microscópicos, que podem ser degradados por processos naturais, ou macroscópicos, que podem permanecer no local por vários anos por serem mais resistentes à degradação. Dito isto, o objetivo do estudo foi descrever e identificar, de maneira preliminar, o impacto da contaminação do derramamento de óleo no litoral da Bahia, uma das regiões mais afetadas.

Caracterização da área de estudo

O derramamento de óleo atingiu nove estados da região Nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia) e dois estados da região Sudeste (Espírito Santo e Rio de Janeiro). Entretanto, a maior quantidade de registros de óleo foi encontrada no estado da Bahia, conforme os dados do IBAMA (2020b) (Figura 1B). O litoral da Bahia tem um total de 1.075,85 km de extensão (IBGE, 2018), abrangendo uma grande diversidade de cenários. Ao norte da cidade de Salvador, a faixa costeira é representada por praias arenosas de granulometria média com altos níveis de energia de onda, enquanto ao sul, a costa é caracterizada pelas ilhas, pelos canais de maré (MMA, 2012) e pelas maiores áreas de recifes de corais de todo o litoral brasileiro (LEÃO; DOMINGUEZ, 2000).

De acordo com os dados do IBAMA (2020b), no estado da Bahia, a maior parte das áreas impactadas eram praias, mais precisamente 163 praias, quatro rios (Itapicuru, Inhambupe, Pojuca e Subaúma), cinco ilhas (Ilha Grande de Camamu, Ilha Queipe,

Ilha Redonda, Ilha de Santa Bárbara e Ilha de Comandatuba) e o delta da foz do Rio Jequitinhonha. Observa-se que a costa do litoral norte (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012), caracterizada pelas suas extensas praias arenosas (BITTENCOURT et al., 2010) e forte expansão da ocupação humana e metropolização turística (SILVA; SILVA; CARVALHO, 2008), foi impactada pelo derramamento de óleo. Nessa região foram afetados os municípios de Camaçari, Conde, Entre Rios, Esplanada, Jandaíra, Mata de São João e Lauro de Freitas.

Na costa dos riftes mesozóicos (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012), cuja região é caracterizada pelas baías, ilhas e canais de maré, estendendo-se da cidade de Salvador, mais especificamente na entrada da Baía de Todos os Santos, até Ilhéus (DOMINGUEZ et al., 2016; DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012; MMA, 2012), cidades como Salvador, Jaguaripe, Itaparica e Vera Cruz tiveram registros de contaminação. No litoral sul baiano, os municípios de Valença, Cairu, Nilo Peçanha, Ituberá, Igrapiúna, Camamu, Marajú, Itacaré, Uruçuca e Ilhéus também foram contaminados pelo óleo, sendo identificada a maior quantidade de registros de locais afetados em Ilhéus.

Ainda tratando do litoral sul baiano, a costa deltaica do Jequitinhonha-Pardo, que se estende de Ilhéus até a localidade de Santo André (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012) e representa a faixa costeira alimentada pelos rios Jequitinhonha e Pardo (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012; MMA, 2012), teve os municípios de Una, Canavieiras e Belmonte atingidos pelo óleo. De forma semelhante, a costa faminta do sul da Bahia, que se estende de Santo André até a divisa com o estado do Espírito Santo (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012), teve os municípios de Santa Cruz Cabrália, Porto Seguro, Prado, Alcobaça, Caravelas, Nova Viçosa e Mucuri afetados pelo óleo. Essa região é reconhecida por suas grandes extensões de tabuleiros costeiros e por abrigar um dos parques marinhos mais importantes do país, o complexo recifal de Abrolhos (MMA, 2012), além da rica biodiversidade dos recifes de corais de Santa Cruz Cabrália (DOMINGUEZ, 2011).

Nessas praias impactadas, os efeitos do óleo variam de acordo com a sua morfodinâmica, que para Wright e Short (1984) é influenciada pelas condições ambientais, pelos sedimentos e pela incidência de ondas de baixa/alta energia. Ao longo de uma costa, muitas praias são refletivas, que são mais recuadas ou parcialmente protegidas

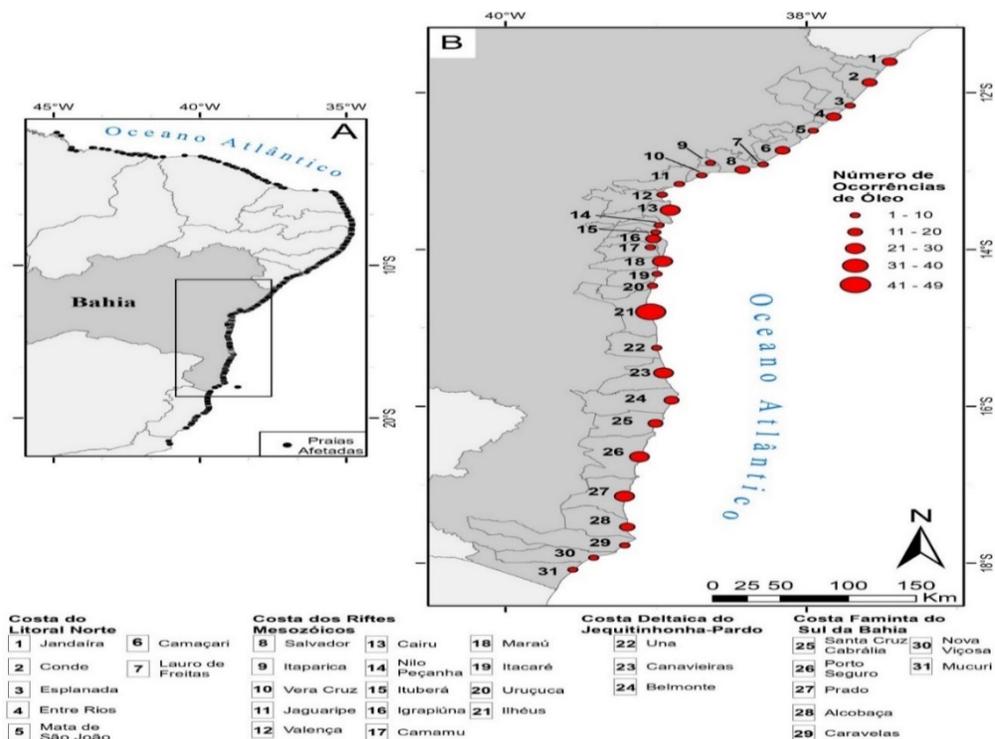
(WRIGHT; THOM; CHAPPELL, 1978) e têm ondas de baixa energia (SHORT, 1979). Quando o óleo atinge áreas sensíveis com alto valor biológico, como as praias protegidas por recifes de corais, os enrocamentos abrigados, as escarpas, com planícies de maré arenosas, os manguezais e outras áreas úmidas, as taxas de remoção natural são muito lentas e afetam a longo prazo diversos organismos (NOAA, 1997).

Esses aspectos são essenciais, já que a costa dos riftes mesozóicos é caracterizada por praias refletivas ou intermediárias (DOMINGUEZ et al., 2016; MMA, 2012), que apresentam maior sensibilidade ao óleo devido aos grandes canais de maré/estuários (MMA, 2012). Estas estão concentradas nas praias mais externas da Baía de Camamu até a Barra de Serinhaém (DOMINGUEZ; GOMES, 2011). No caso de Salvador, a morfodinâmica das praias varia de intermediária a refletiva (DUTRA et al., 2014; CARVALHO, 2002).

Na costa deltaica do Jequitinhonha-Pardo, as praias são caracterizadas por serem intermediárias de alta energia a dissipativas (DOMINGUEZ et al., 2016) com baixa sensibilidade ao óleo (MMA, 2012). No entanto, no norte de Belmonte, há florestas de mangues nas ilhas e pontais arenosos que aumentam a vulnerabilidade ao óleo (MMA, 2012). Já a costa do litoral norte é caracterizada por praias intermediárias de alta energia (DOMINGUEZ et al., 2016) com níveis de onda elevados e com baixos índices de sensibilidade ambiental ao óleo, mas ainda assim há importantes áreas de desova de tartarugas marinhas, de atividades de pesca e de turismo (MMA, 2012).

Na costa faminta do sul da Bahia, há um predomínio de praias refletivas a intermediárias de baixa energia (DOMINGUEZ et al., 2016; MMA, 2012) com moderada sensibilidade ambiental ao óleo. No entanto, a presença de manguezais e recifes torna a região vulnerável ao óleo, como é o caso da planície de Caravelas (MMA, 2012). A pesca e o turismo são comuns na região (MMA, 2012).

Figura 1 -A) Mapa das ocorrências de derramamento de óleo verificadas pelo IBAMA ao longo da costa brasileira entre agosto de 2019 e março de 2020; B) Mapa das ocorrências de derramamento de óleo registradas no litoral da Bahia neste mesmo período.



Fonte: IBAMA (2020b).

Método

Esta pesquisa fundamentou-se nos dados sobre a qualidade das praias coletados e disponibilizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), através de informativos periódicos no intervalo de tempo de 30 de agosto de 2019 a 19 de março de 2020. Nos meses de setembro até 20 de dezembro, na maior parte dos casos, os boletins eram divulgados diariamente. A partir de 21 de dezembro, as publicações passaram a ser semanais até se encerrarem no dia 20 de março de 2020. O estudo aqui conduzido identificou 1.009 registros de locais atingidos, apenas uma única vez ou por mais vezes, que abrangiam as praias, os manguezais, as lagoas, as ilhas e os rios. Desse total, 376 registros se referiam a 31 municípios baianos (IBAMA, 2020b).

A distribuição do óleo nas praias foi classificada através de observação visual. Na coleta desses dados, foram separados os locais com manchas e vestígios/esparsos de óleo, tendo sido considerada a seguinte classificação: a) as áreas oleadas com manchas se referem a mais de 10% de contaminação; b) as áreas oleadas com vestígios/esparsos apresentam até 10% de contaminação (IBAMA, 2020b). No que se refere a essa classificação, ficou convencionado que a região com contaminação de até 10% (vestígios/esparsos) especifica os traços e as formas dispersas do óleo, e a contaminação maior do que 10% (manchas) está relacionada com as distribuições parciais, não contínuas ou contínuas do óleo (IBAMA, 2020b). Essa distribuição na superfície foi fundamentada no trabalho de Owens e Sergy (2004), que agrupa por porcentagem a superfície coberta por óleo em um local.

Nos dados do IBAMA (2020b), havia o nome de cada localidade com manchas ou vestígio/esparsos, o município, o estado, as coordenadas geográficas, a data do primeiro registro de observação da contaminação, a data após a visita de averiguação posterior e a condição atual do local no que se refere à contaminação. Considerou-se a localidade que tivesse sido contaminada por uma ou mais vezes, evitando-se a inclusão de registros com datas repetidas da mesma localidade. Foi investigado se essas localidades faziam parte dos municípios baianos indicados através de dados e mapas (DOMINGUEZ et al., 2016; SEI, 2015; MMA, 2012; DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012; DOMINGUEZ; GOMES, 2011; DOMINGUEZ, 2011; CPRM, 2000), excluindo aqueles que não correspondiam a uma praia, um manguezal, uma lagoa, uma ilha e um rio. Além disso, não foram considerados os registros que se referiam apenas ao município sem especificar a localidade. Desse modo, foram considerados para este estudo 173 localidades no estado da Bahia.

Para análise temporal da contaminação foram considerados os registros do primeiro e do último dia de registro de manchas ou vestígios/esparsos ocorridos para cada localidade no período selecionado. Foram somados os períodos de contaminação referentes a um ou mais de um registro do local afetado. Por fim, além dos locais atingidos, também foi descrita a quantidade de animais oleados ou mortos pelo derramamento de óleo no litoral baiano.

Resultados

Considerando a distribuição das áreas oleadas por município nos dados do IBAMA (2020b), ao longo dos meses de agosto de 2019 a março de 2020, observou-se que do total de 130 municípios com registo de praias, manguezais, lagoas, ilhas e rios contaminados pelo óleo, 31 municípios baianos foram impactados. As manchas de óleo afetaram o litoral norte e a Baía de Todos os Santos, entretanto atingiram de forma mais expressiva o litoral sul da Bahia (Figura 1B).

O Quadro 1 indica com detalhamento as localidades atingidas pelo óleo nos municípios baianos considerando os dados disponibilizados pelo IBAMA (2020b). A maioria desses locais são praias e foram contaminados por vestígios/esparsos de óleo, sendo Ilhéus o município com maior número de locais afetados e, em segundo lugar, Salvador. Observa-se que diversos lugares com extrema importância ecológica foram atingidos, como o Banco de Abrolhos, no extremo sul da Bahia. Esse dado é por si só bastante preocupante, em razão do arquipélago de Abrolhos representar a maior biodiversidade marinha do Atlântico Sul e, conseqüentemente, abrigar diferentes espécies, como os peixes, as tartarugas marinhas, as baleias Jubarte, as aves marinhas e os corais (DUTRA et al., 2005). Além disso, outras áreas sensíveis à biodiversidade foram impactadas, como a foz dos rios Itapicuru, Inhambupe, Subaúma, Pojuca e o Delta do Jequitinhonha.

Quadro 1- Município e localidade atingida pelo óleo na Bahia.

Município	Localidade afetada
Alcobaça	Coqueiro, praia da Barra, Zeloris, praia do Centro (Alcobaça) e praia de Iansã
Belmonte	Barra de Belmonte, Barra de Peso, Barra Velha, Delta do Jequitinhonha, praia do Mar Moreno e praia de Mogiquiçaba
Cairu	Garapuá, praia de Bainema, praia de Cueira, praia de Moreré, praia do Pontal, praia da Ponta dos Castelhanos, praia de Tassimirim, Primeira Praia, Segunda Praia, Terceira Praia, Quarta Praia e Quinta Praia (praia do Encanto)
Camaçari	Arembepe, Barra de Jacuípe, Guarajuba, Itacimirim, Jauá, praia de Busca Vida, praia da Espera (Itacimirim) e praia do Japonês
Camamu	Cajaíba, Ilha Grande de Camamu, Ilha Queipe e Porto do Campo
Canavieiras	Atalaia, Peso, Praia da Barra do Albino, praia da Costa e praia do Poxim
Caravelas	Ilha Redonda (Abrolhos), Ilha de Santa Bárbara (Abrolhos), praia do Grauçá, praia de Iemanjá e praia da Ponta da Baleia

Quadro 1- Município e localidade atingida pelo óleo na Bahia.

Continuação

Município	Localidade afetada
Conde	Praia Sítio do Conde, praia de Poças e praia de Siribinha até a foz do Rio Itapicuru
Entre Rios	Porto de Sauípe e foz do rio Subaúma
Esplanada	Foz do rio Inhambupe, Mamucabo e praia do Baixo
Igrapiúna	Ponta do Contrato e Ponta dos Tubarões
Ilhéus	Praia da Avenida, praia de Cururupe e praia do Sul
Itacaré	Praia Engenhoca
Itaparica	Bom Despacho
Jandaíra	Praia Costa Azul
Maraú	Arandis, Algodões, praia de Barra Grande, praia do Cassange, praia de Saquaira, praia de Taipu de Fora, Bombaça e praia de Três Coqueiros
Mata de São João	Praia do Forte, Rio Pojuca e Santo Antônio
Porto Seguro	Praia de Caraíva, praia de Itapororoca e praia de Corumbau
Prado	Novo Prado, praia de Corumbau, praia de Cumuruxatiba e praia do Rio do Peixe
Salvador	Jardim de Alah, Pedra do Sal, Pituba e Rio Vermelho
Santa Cruz Cabrália	Praia de Guaiú e praia de Santo André
Una	Ilha de Comandatuba
Valença	Praia de Guaibim

Fonte: IBAMA (2020b).

O Quadro 2 a seguir descreve 58 locais baianos que tiveram algum registro de mais de 10% de contaminação, segundo os dados do IBAMA (2020b). Alguns chegaram a ficar mais de 30 dias com manchas, como a Ilha de Santa Bárbara (Abrolhos), no município de Caravelas, e Barra Velha, no município de Belmonte.

Quadro 2- Localidades afetadas com mais de 10% de contaminação (manchas) na Bahia.

Município	Localidades afetadas com manchas
Belmonte	Barra Velha
Cairu	Praia de Bainema, praia de Cueira, praia de Moreré, Quarta Praia e Terceira Praia
Camaçari	Barra de Jacuípe e praia de Busca Vida
Camamu	Ilha Quiepe e Porto do Campo
Canavieiras	Praia da Costa e praia do Poxim
Caravelas	Ilha de Santa Bárbara, praia do Grauçá e praia da Ponta da Baleia

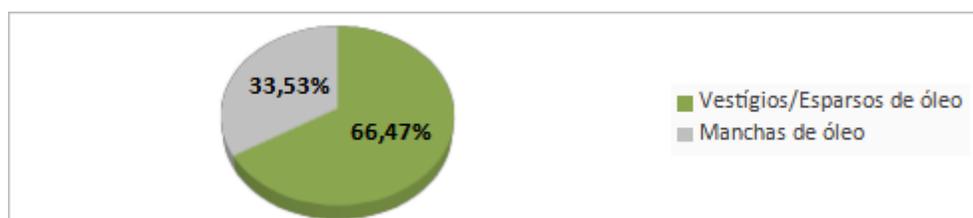
Quadro 2- Localidades afetadas com mais de 10% de contaminação (manchas) na Bahia.

Continuação

Município	Localidades afetadas com manchas
Conde	Praia Sítio do Conde, praia de Poças e praia de Siribinha até a foz do Rio Itapicuru
Entre Rios	Porto de Sauípe e foz do rio Subaúma
Esplanada	Foz do rio Inhambupe, Mamucabo e praia do Baixio
Igrapiúna	Ponta do Contrato e Ponta dos Tubarões
Ilhéus	Praia da Avenida, praia de Cururupe e praia do Sul
Itacaré	Praia Engenhoca
Itaparica	Bom Despacho
Jandaíra	Praia Costa Azul
Maraú	Arandis, Algodões, praia de Barra Grande, praia do Cassange, praia de Saquáira, praia de Taipu de Fora, Bombaça e praia de Três Coqueiros
Mata de São João	Praia do Forte, Rio Pojuca e Santo Antônio
Porto Seguro	Praia de Caraíva, praia de Itapororoca e praia de Corumbau
Prado	Novo Prado, praia de Corumbau, praia de Cumuruxatiba e praia do Rio do Peixe
Salvador	Jardim de Alah, Pedra do Sal, Pituba e Rio Vermelho
Santa Cruz Cabrália	Praia de Guaiú e praia de Santo André
Una	Ilha de Comandatuba
Valença	Praia de Guaibim

Fonte: IBAMA (2020b).

A maior parte das localidades baianas foi afetada com vestígios/esparsos do óleo. Os locais contaminados com registros de vestígios/esparsos de óleo apresentaram porcentagem superior àqueles que foram contaminados com manchas (33,53%), conforme Figura 2.

Figura 2- Distribuição percentual das localidades atingidas por vestígios/esparsos e manchas de óleo.

Fonte: IBAMA (2020b).

Após 31 dias dos primeiros registros de óleo no litoral brasileiro, manchas de óleo passaram a ser observadas no litoral da Bahia, mais precisamente no dia 1º de outubro, na praia de Santo Antônio, no município de Mata de São João, como mostra os dados do IBAMA (2020b). Depois do primeiro registro, as manchas e os vestígios/esparços de óleo foram verificados nos municípios do litoral norte, como Jandaíra, Conde, Esplanada, Entre Rios, Camaçari e Lauro de Freitas. Já na Baía de Todos os Santos, os registros começaram no dia 11 de outubro, quando várias praias dos municípios de Salvador e de Vera Cruz foram atingidas. No dia 18 de outubro, as camadas de óleo nas praias passaram a ser verificadas no sul da Bahia. Nos meses de novembro e dezembro, mais localidades foram afetadas pelo óleo, sendo observado no mês de novembro o maior número de registros de contaminação (225 notificações). No mês de março, apenas dois registros foram feitos e essas notificações se referiam à mesma localidade, a praia da Espera, no município de Camaçari. Por fim, não foram apresentados registros nos meses de janeiro e fevereiro de 2020.

Pelos dados apresentados pelo IBAMA (2020b), Ilhéus foi o município com o maior número de locais atingidos, com 24 localidades, e, em segundo lugar, Salvador, com 13 praias. O primeiro registro de contaminação em Ilhéus ocorreu em Siriba, no dia 20 de outubro de 2019. Logo depois, a praia de Jairí e a praia dos Milionários foram identificadas com óleo. Constata-se que, no município de Ilhéus, os locais nos quais a contaminação foi considerada ainda maior, acima de 10%, foram a praia da Avenida, a praia de Cururupe e a praia do Sul.

Já nas praias da cidade de Salvador, em conformidade com os dados do IBAMA (2020b), os primeiros registros de óleo ocorreram no dia 11 de outubro de 2019, especificamente na praia dos Artistas e na praia do Corsário. Em pouco tempo, no dia 16 de outubro, foram contaminadas as praias do Jardim dos Namorados, de Jardim de Alah, Pituba e Pedra do Sal. Mais registros de contaminação ocorreram no mês de outubro e novembro. Foram verificados mais de 10% de contaminação nas praias de Jardim de Alah, Pedra do Sal, Pituba e Rio Vermelho, como mostra no Quadro 2.

O Quadro 3 mostra o tempo de contaminação das localidades atingidas pelo óleo. Destas localidades, a praia dos Milionários, em Ilhéus, permaneceu com óleo por 102 dias, enquanto a praia de Mucugê, em Porto Seguro, permaneceu por 94 dias com vestígios/esparços de óleo. Também foram fortemente impactadas localidades como a praia do Forte (Mata de São João), Sítio do Conde (Conde), Poças (Conde), Imbassá (Mata de São João), Mangue Seco (Jandaíra), Porto de Sauípe (Entre Rios) e foz do rio Inhambupe (Esplanada), que ficaram oleadas por mais de 60 dias.

Quadro 3- Tempo de Contaminação das localidades atingidas pelo óleo na Bahia.

Tempo de contaminação	Localidades
1 a 10 dias	Acuípe, Amaralina, Araripe, Barra do Carvalho, Bom Despacho, Cajaíba, Canabrava, Coqueiro (Alcobaça), Guarajuba, Zeloris, Ilha Grande de Camamu, Ilha Queipe, Itacimirim, Itapororoca (Una), Jardim Atlântico, Jardim de Alah, Juerama, Mar Grande, Ondina, Novo Prado, Pedra do Sal, Pituba, Peso (Canavieiras), praia de Corumbau (Porto Seguro), praia Berlinque, praia da Amendoeira, praia da Armação, praia dos Artistas, praia de Back Door, praia de Bainema, praia da Barra (Alcobaça), praia de Barra Grande (Vera Cruz), praia do Centro (Alcobaça), praia do Centro (Prado), praia da Concha, praia dos Coqueiros, praia de Coroa Vermelha, praia do Cristo, praia da Espera, praia de Guaratiba, praia Havaizinho, praia de Iansã, praia Itacarezinho, praia de Jaburu, praia do Japonês, praia Jardim dos Namorados, praia de Jeribucaçu, praia do Mar Moreno, praia de Mucuri, praia de Olivença, praia da Paixão, praia de Piatã, praia da Ponta dos Castelhanos, praia do Pontal (Itacaré), praia do Sargi, praia de Stella Maris, praia de Tassimirim, praia do Pontal da Barra, praia do Quati, praia do Rio do Peixe, praia do Taípe, praia Patizeiro, praia de Piracanga (Itacaré), praia Vilas do Atlântico, Prainha, Rio Vermelho e Primeira Praia
11 a 20 dias	Barra de Peso, Costa do Atlântico, Delta do Jequitinhonha, praia de Itaquena, Ponta dos Tubarões, praia de Aibim, praia da Avenida, praia da Barra do Albino, praia de Batuba, praia de Busca Vida, praia de Caraíva, praia da Coroinha, praia de Cueira, praia de Iemanjá, praia de Ipitanga, praia de Itapororoca (Porto Seguro), praia de Mamoã, praia do Marciano, praia do Miache, praia de Moreré, praia do Mutá, praia da Ponta da Baleia, praia do Pontal (Cairu), Quinta Praia (Praia do Encanto), Segunda Praia e Terceira Praia
21 a 30 dias	Aritaguá, Barra de Belmonte, Barramares, Cacha-Pregos, Costa do Sauípe, Ilha de Comandatuba, Jauá, Mamucabo, Ponta da Tulha, Porto do Campo, Ponta do Contrato, praia do Corsário, praia da Costa Dourada, praia de Cururupe, Ponta do Garcez, praia do Grauçá, praia de Jairí, praia do Malhado, praia da Paciência, praia da Ribeira, praia de Santo André, praia de Taperapuã, praia Pé de Serra, Siriba e Santo Antônio
31 a 40 dias	Barra Velha, foz do rio Itapicuru, Ilha de Santa Bárbara, Ilha Redonda, Panelas, Piracanga (Maraú), Ponta do Ramo, praia de Barra Grande (Maraú), praia de Guaiú, praia de Lençóis, praia do Sul, praia de Subáuma, praia de Massarandupió, praia Engenhoca, praia Costa Azul, praia do Poxim, praia de Trancoso, Bombaça, praia de Três Coqueiros e praia de Arakaká
41 a 50 dias	Atalaia, Barra de Jacuípe, Garapuá, praia de Baixio, praia de Cassange, praia de Corumbau (Prado), praia de Guaibim, praia de Japara Grande, praia de Mogiquiçaba, praia de Pratigi, praia de Saquáira, praia de Siribinha, praia do Resende, praia de Taipu de Fora, Quarta Praia, Barra de Serinhaém e São Domingos
51 a 60 dias	Arandi, Algodões, Arembepe, Barra do Itariri, foz do rio Subáuma, praia da Costa, praia de Cumuruxatiba, praia de São Miguel e rio Pojuca
61 a 70 dias	Imbassaí, praia Sítio do Conde, praia de Poças e praia do Forte
71 a 80 dias	Foz do rio Inhambupe, Porto de Sauípe e praia de Mangue Seco
90 a 100 dias	Praia de Mucugê
Mais de 100 dias	Praia dos Milionários

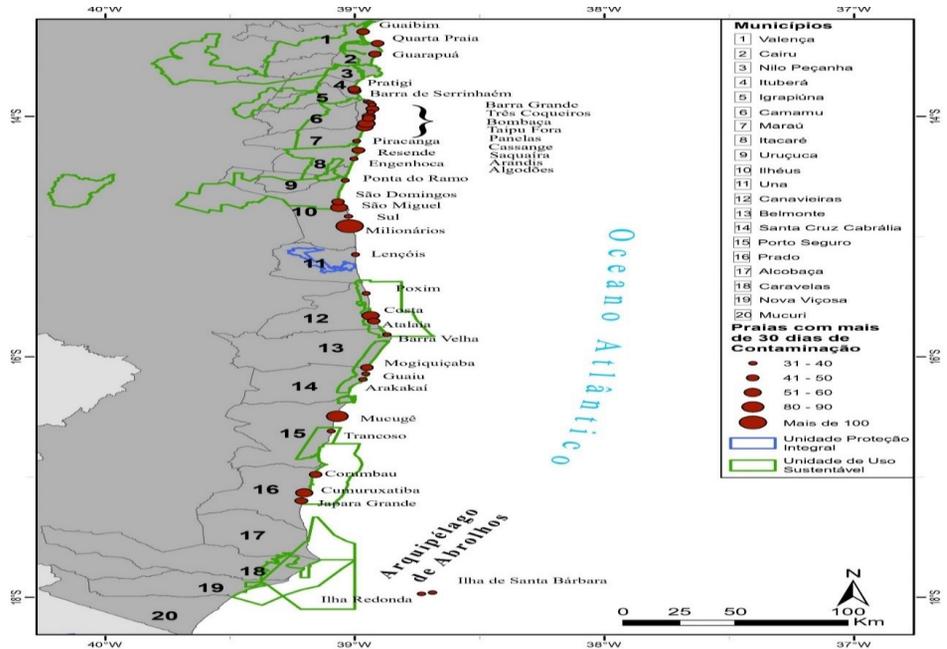
Fonte: IBAMA (2020b).

A Figura 3 mostra as localidades do litoral sul que tiveram registros de contaminação por mais de 30 dias. De acordo com os dados (IBAMA, 2020b), observou-se que o litoral sul teve 124 locais oleados, ressaltando que 37 permaneceram por mais de 30 dias com óleo. Em relação aos municípios com mais de 30 dias, Marauá apresentou o maior número de áreas impactadas quando comparado aos demais municípios.

Outro impacto bastante importante foi a quantidade de animais acometidos pelo óleo, tendo sido constatado que 112 animais foram mortos e 47 animais foram contaminados, totalizando 159 animais afetados, de acordo com os dados do IBAMA (2020a). Na Bahia, foi verificado que 67 animais foram mortos em decorrência da contaminação, sendo 34 tartarugas marinhas, 25 aves, um mamífero e sete animais sem identificação. Esses animais mortos, conforme registros do IBAMA (2019), foram coletados em praias oleadas como a praia do Forte (Mata de São João), Pedra do Sal (Salvador), Mangue Seco (Jandaíra), Sítio do Conde (Conde), Poças (Conde), Olivença (Ilhéus), Cassange (Marauá), Cumuruxatiba (Prado), Ilha de Santa Bárbara (Caravelas), Barra do Itariri (Conde) e Mamucabo (Esplanada).

De acordo com os dados do IBAMA (2019), dentre os animais atingidos havia espécies de tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*), tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), bem como espécies de aves, a exemplo do atobá-mascarado (*Sula dactylatra*), do atobá-pardo (*Sula leucogaster*), do bobo-pequeno (*Puffinus puffinus*) e da pardela-preta (*Procellaria aequinoctialis*). Além disso, muitas espécies tiveram que ser capturadas preventivamente, a fim de serem protegidas do contato com o óleo, como aconteceu com os 1.683 filhotes de tartarugas marinhas que foram coletados pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas e da Biodiversidade Marinha do Leste (TAMAR) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e Fundação Pró-Tamar para depois serem liberados no meio ambiente (IBAMA, 2020a).

Figura 3- Mapa das localidades com mais de 30 dias de contaminação no litoral sul da Bahia. Fonte: IBAMA (2020b).



Discussão

A trajetória da mancha de óleo depende das suas propriedades específicas e das condições ambientais, como ondas, ventos, clima, correntes marítimas, radiação solar, entre outros parâmetros (KERAMEA et al., 2021). A forma como o óleo (descarga instantânea/contínua, profundidade) é derramado também influencia o seu comportamento no ambiente (KERAMEA et al., 2021). Além disso, os processos físico-químicos de intemperismo do óleo (espalhamento, evaporação, dispersão, emulsificação, dissolução, oxidação, sedimentação e biodegradação) também interferem no comportamento do óleo (KERAMEA et al., 2021; ITOPIF, 2011).

Sobre o percurso da mancha, essas diferenças de dispersão podem estar associadas aos movimentos dos ventos na região, como apontam Shen, Perrie e Wu (2019). Os ventos influenciam o movimento da mancha de óleo, assim como a intensidade e a direção das correntes costeiras, permitindo a distribuição vertical do óleo ao longo da coluna de água (STRINGARI et al., 2012). Além dos ventos, as correntes marítimas,

que se alteram com a profundidade, desempenham um papel essencial no transporte e na trajetória do óleo, espalhando-o para longe da origem de sua descarga (VARLAMOV et al., 1999; ITOFF, 2011). Assim, à medida que se espalha e se movimenta, o óleo vai se transformando em inúmeras manchas com diferentes espessuras (IPIECA; IOGP, 2015).

Pelos dados do IBAMA (2020b), pode-se dizer que o aumento gradativo de praias sem a presença de óleo não significa necessariamente a ausência de contaminação. Uma vez que, ao alcançar a costa, a mancha de óleo interage com os sedimentos ali presentes formando agregados que conseguem ser degradados em concentrações não tóxicas através de eventos naturais, como também agregados que podem persistir por um longo período (GUSTITUS; CLEMENT, 2017).

Para Hazen, Prince, Mahmoudi (2015), a degradação do óleo disperso no mar varia de um dia a meses e no fundo do mar pode variar em dias ou semanas (HAZEN; PRINCE; MAHMOUDI, 2015). No entanto, o óleo que atinge a costa tem um tempo maior de residência no ecossistema, bem como o óleo que se fixa nos sedimentos anaeróbios (HAZEN; PRINCE; MAHMOUDI, 2015). Possivelmente, o óleo não disperso terá uma vida útil maior em razão da área de sua superfície disponível para a fixação de microrganismos ser menor (HAZEN; PRINCE; MAHMOUDI, 2015). Além disso, os autores afirmam que elementos como fósforo, nitrogênio, ferro e as condições físico-químicas influenciam a biodegradação de hidrocarbonetos.

Na Bahia, muitos locais foram afetados pelas manchas, mas a maior parte deles foram praias contaminadas com vestígios/esparsos de óleo (Figura 2). É nesse contexto que as duas maiores cidades litorâneas do estado (MMA, 2012), Salvador e Ilhéus, tiveram a maior quantidade de localidades impactadas pelo óleo. A cidade de Ilhéus teve quase o dobro de registros de locais afetados em relação a Salvador, especialmente a praia dos Milionários, com 102 dias de óleo, e a praia de São Miguel, com 53 dias de óleo. Desse modo, o que pode ser percebido com os dados do IBAMA (2020b) é que o litoral sul foi mais afetado em razão da maior quantidade de localidades oleadas (124 locais) (Figura 3).

Ao atingir as praias, esse derramamento contribuiu significativamente para a poluição do ambiente costeiro de vários municípios. Locais já considerados vulneráveis foram impactados, como a cidade de Porto Seguro, que se caracteriza por um nível alto de antropização, devido a aspectos de alteração da paisagem natural e de poluição (SILVA, 1996). Nessa região, áreas com alta sensibilidade a derramamento de óleo,

como as praias protegidas de Trancoso e Corumbau (SILVA, 1996), foram afetadas. De forma semelhante, as praias localizadas em Maraú, como a praia de Barra Grande, Três Coqueiros, Taipu de Fora, Saquaira, Algodões, Aibim e Piracanga, que também têm sensibilidade muito alta ao derramamento de óleo em razão dos seus ecossistemas, (SILVA; FILHO, 2011) foram contaminadas. Do mesmo modo, em Cairu, foram atingidas as praias com alta sensibilidade ao óleo, como a Terceira Praia, e as praias com sensibilidade muito alta, como a Primeira Praia, Segunda Praia, Quarta Praia, Encanto, Tassimirim, Moreré, Bainema e Ponta dos Castelhanos (SILVA; NASCIMENTO; REBOUÇAS, 2009).

A faixa costeira que se estende de Salvador até Ilhéus apresenta maior sensibilidade ao óleo devido aos grandes canais de maré/estuários, que são os casos da Baía de Camamu e da Baía de Todos os Santos (MMA, 2012). O impacto do derramamento de óleo na Baía de Todos os Santos provoca o agravamento de uma região historicamente contaminada pelas atividades industriais e portuárias locais com áreas críticas em termos de contaminação por metais (HATJE et al., 2009). Apesar de existirem políticas de controle, as emissões de fontes não pontuais de metais ainda são um grande problema ambiental (HATJE; BARROS, 2012) e de saúde pública, já que o consumo, a coleta de mariscos e a pesca artesanal são feitos pelas comunidades que moram na região (HATJE et al., 2009). Tal preocupação também se estende as outras localidades oleadas.

No que se refere à contaminação da fauna, Michel e Fingas (2016) discutem que a mancha de óleo, ao contaminar os animais, modifica seu comportamento reprodutivo e alimentar, além de causar a perda de seu habitat. Sucede que, ao perderem seus habitats, em razão da contaminação, esses animais terão dificuldade em encontrar habitats alternativos e, conseqüentemente, ficarão vulneráveis pela ausência de alimento e morrerão por conta dessa exposição (MICHEL; FINGAS, 2016). Vale salientar que o contato do organismo com o óleo pode acontecer por meio de exposição física, ingestão, absorção ou pela própria cadeia alimentar, sendo diversos os efeitos dessa poluição, além de resultar em sua morte (MICHEL; FINGAS, 2016). Inclusive, um dos efeitos, que é imediato, é a sufocação dos organismos, bem como a absorção de frações tóxicas nas suas membranas celulares (BLACKBURN et al., 2014).

No caso das aves que entram em contato com o ambiente aquático contaminado, estas podem ter suas penas cobertas por óleo, causando sufocamento, afogamento ou ingestão de substâncias tóxicas (PETERSON, 2003). Do mesmo modo, as aves oleadas

podem contaminar seus filhotes, como também podem não conseguir cuidar dos seus ninhos, perdendo seus ovos ou até a capacidade de produzi-los (MICHEL; FINGAS, 2016). Comumente, as aves contaminadas, ao serem capturadas, já estão bem debilitadas, próximas da morte (MICHEL; FINGAS, 2016).

Nos mamíferos, os dados empíricos que descrevem os efeitos do óleo são restritos, sendo fundamentados na observação e na avaliação de cadáveres (IPIECA; IOGP, 2015). As formas de exposição mais comuns são as seguintes: o contato com a pele, o contato com as membranas mucosas (olhos e bolha de ar), a inalação, a sufocação, a ingestão de óleo e a ingestão de presas contaminadas (IPIECA; IOGP, 2015).

Quanto às tartarugas, esses animais são potencialmente vulneráveis nesse tipo de desastre ambiental, principalmente durante a nidificação, quando as fêmeas se aproximam da praia, na maioria das vezes à noite, e depositam seus ovos (IPIECA; IOGP, 2015). Ademais, os filhotes de tartarugas são mais sensíveis à toxicidade do óleo por passarem mais tempo na superfície do mar (IPIECA; IOGP, 2015).

Diversos seres vivos podem sofrer com a contaminação do óleo, como os peixes, os plânctons, os corais, entre outros. Segundo Hannam (2010), nos ecossistemas marinhos, essa contaminação impacta grandes áreas quando a sua contenção é difícil, causando danos à biota marinha, até mesmo em menor escala. Nos peixes, o contato com o óleo ocasiona alterações no crescimento, deformidades morfológicas, menor capacidade de alimentação e aumentam a vulnerabilidade aos predadores, além de ameaçar a espécie quando as suas ovas e as suas larvas são contaminadas (LANGANGEN et al., 2017). Por outro lado, nos plânctons, uma baixa concentração de óleo já é o suficiente para causar a sua morte (MICHEL; FINGAS, 2016). No entanto, esses organismos têm a capacidade de eliminar essas toxinas após a exposição (MICHEL; FINGAS, 2016). Enfim, no caso dos corais, animais sésseis da vida marinha, mesmo a menor quantidade de óleo dissolvido ou disperso é capaz de destruir a espécie, sendo os mais vulneráveis aqueles mais próximos da superfície (MICHEL; FINGAS, 2016).

Outro aspecto que contribuiu para a complexidade dos efeitos desse derramamento foi o impacto social da contaminação nas populações que vivem nos locais afetados. É o caso da pesca artesanal, cuja prática é comum no litoral da Bahia (MMA, 2012). Após esse desastre ambiental, pescadores e o marisqueiros ficaram impossibilitados de trabalhar (ARAÚJO; RAMALHO; MELO, 2020), o que agravou a vulnerabilidade social dessas comunidades.

Importante ressaltar que a limpeza dos locais contaminados ainda não foi feita e não é tão simples, conforme mostram diversos trabalhos sobre a temática (IPIECA; IOGP, 2015; NOAA, 2013; ITOPF, 2011; LOPES; MILANELLI; POFFO, 2007). Muitas formas de remoção do óleo, ao serem realizadas de maneira inadequada, podem ocasionar danos, como a disseminação do óleo para outros habitats e o direcionamento de óleo para os sedimentos (IPIECA; IOGP, 2015; NOAA, 2013; ITOPF, 2011; LOPES; MILANELLI; POFFO, 2007). Para Lopes, Milanelli e Poffo (2007), inicialmente, seria preciso priorizar a contenção e a remoção em mar, para em seguida mobilizar a limpeza de ambientes afetados mais sensíveis, como os costões rochosos, os manguezais, as marismas, as planícies de marés e os recifes de coral. Sobre essas técnicas de limpeza, destacam-se os produtos com propriedades absorventes, enterramento/revolvimento do sedimento, jateamento (com água, vapor ou areia), o corte da vegetação, a biorremediação e a remoção mecânica, manual ou natural (LOPES; MILANELLI; POFFO, 2007). No caso do derramamento de óleo analisado neste estudo, consoante os dados do IBAMA (2020b; 2020c), verifica-se que a remoção da maior parte do óleo foi realizada pela população e por limpeza natural da própria praia. Porém, de forma bastante insuficiente diante da enorme extensão do desastre ambiental, também foi feita a retirada do óleo por alguns órgãos do Poder Público e algumas empresas.

Portanto, nesse desastre, 31 municípios litorâneos baianos tiveram as suas praias contaminadas com óleo. Foi possível verificar, nesse período, dificuldades na limpeza do óleo nas praias e na criação de estratégias de apoio às comunidades atingidas. Por muitas vezes, a limpeza das praias foi uma iniciativa dos próprios moradores da região afetada. Além do impacto ambiental imediato, a contaminação do óleo pode ter efeito a longo prazo, sendo necessário o monitoramento do ecossistema no decorrer dos próximos meses e anos, visando detectar as alterações de toda a região atingida, especialmente nos municípios que permaneceram por vários dias com vestígios ou manchas de óleo. Esse derramamento provocou um impacto ambiental e social sem precedentes históricos no litoral baiano, cujas consequências ainda não foram mensuradas em sua completude, possivelmente devido à grande quantidade de óleo derramado na costa.

Considerações finais

O derramamento de óleo que atingiu o litoral brasileiro entre agosto de 2019 e março de 2020 pode ser considerado o maior desastre ambiental do país, em termos de extensão geográfica, visto que afetou diversas localidades, conforme os dados do IBAMA (2020b). Foi verificado que muitas localidades ainda permanecem afetadas e esse óleo pode persistir no ambiente por décadas. Dessa maneira, a manutenção do óleo no meio ambiente representa um risco à flora e à fauna por criar uma fonte crônica de contaminação, além de potencializar a degradação de ecossistemas já antropizados. Ademais, o impacto social da contaminação nas comunidades de pescadores e marisqueiros foi grande, em virtude de a pesca ser uma atividade primária no ambiente costeiro.

Diante disso, os efeitos desse desastre ambiental não se esgotam em si mesmos, já que as consequências da contaminação nem sempre são possíveis de serem observadas de forma imediata, manifestando-se posteriormente. O que se percebe através dos dados é que a maior parte das regiões foi contaminada com vestígios/esparsos de óleo. Porém, alguns locais foram mais impactados, como o município de Ilhéus. Nessa área, a presença do óleo foi sentida em razão da maior quantidade de ocorrências e pelo tempo em que algumas áreas permaneceram expostas. Em relação à biota afetada, vários animais morreram contaminados com o óleo, principalmente as tartarugas marinhas e as aves. Por sua vez, esses danos podem ser ainda maiores, uma vez que não foi possível avaliar o grau de contaminação de toda a biota dessas áreas. Apesar disso, os dados iniciais possibilitaram uma análise preliminar de que esse desastre teve efeitos significativos em todo o ecossistema costeiro.

Por ser o derramamento de óleo no litoral da Bahia um desastre ambiental recente, os seus efeitos a longo prazo demandam mais investigação, apesar dos dados já advertirem o quão grave foi o impacto. Embora muito óleo já tenha sido removido, alguns locais permanecem com vestígios, como apontam os dados do IBAMA (2020b). O uso de estratégias eficazes de limpeza destes vestígios constitui uma forma de minimizar os danos do desastre, que atualmente é pouco lembrado e teve pouca ajuda dos órgãos de fiscalização. Além disso, recomenda-se estudos com análises mais detalhadas dos sedimentos das praias oleadas. Desse modo, as discussões dos dados aqui demonstrados podem fundamentar estratégias de redução de danos do maior desastre ambiental em extensão geográfica do país.

Referências

ARAÚJO, M. E.; RAMALHO, C. W. N.; MELO, P. W. Pescadores artesanais, consumidores e meio ambiente: consequências imediatas do vazamento de petróleo no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Cad. Saúde Pública*, v.36, n.1, p.1-6, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 4 mai. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00230319>

BERTOLI, A. L.; RIBEIRO, M. S. Passivo ambiental: estudo de caso do Petróleo Brasileiro S.A - Petrobrás. A repercussão ambiental nas demonstrações contábeis, em consequência dos acidentes ocorridos. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 10, n. 2, p. 117-136, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 10 dez. 2019. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552006000200007>

BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. Tendência de longo prazo à erosão costeira num cenário perspectivo de ocupação humana: litoral norte do estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 40, n.1, p.125-137, 2010. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/7744>. Acesso em: 17 jan. 2020. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2010401125137>

BLACKBURN, M. et al. *Oil in Our Oceans. A Review of the Impacts of Oil Spills on Marine Invertebrates*. Portland: The Xerces Society for Invertebrate Conservation, 2014. p.16-53. Disponível em: http://xerces.org/sites/default/files/2018-05/14-003_01_XercesSoc_Oil-in-Our-Oceans_web.pdf. Acesso em: 10 dez. 2019.

CARVALHO, M. P. *Fatores Meteorológicos, Oceanográficos, Morfodinâmicos, Geológicos e Urbanos relacionados à incidência de afogamentos nas praias da costa Atlântica de Salvador*. 2002. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. *Projeto Porto Seguro Santa Cruz Cabrália*. Salvador: CPRM/CBPM, 2000. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/5164>. Acesso em 12 dez. 2019.

DOMINGUEZ, J. M. L. *Costa do Descobrimento: avaliação da potencialidade mineral e subsídios ambientais para o desenvolvimento sustentável dos municípios de Belmonte, Santa Cruz de Cabrália Porto Seguro e Prado*. 2. ed. Salvador: CBPM, 2011. Disponível em: <http://www.cbpm.ba.gov.br/>. Acesso em 10 dez. 2019.

DOMINGUEZ, J. M. L.; GOMES, L. C. C. *Costa do Dendê: avaliação da potencialidade mineral e subsídios ambientais para o desenvolvimento sustentável dos municípios de Costa do Dendê*. 2. ed. Salvador: CBPM, 2011. Disponível em: <http://www.cbpm.ba.gov.br/>. Acesso em 10 dez. 2019.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Zona Costeira. In: BARBOSA, J.S.F. (Coord.). *Geologia da Bahia: pesquisa e atualização*. Salvador: CBPM, 2012. p.395-425. Disponível em: <http://www.cbpm.ba.gov.br/>. Acesso em 10 dez. 2019.

DOMINGUEZ, J. M. L. et al. Beaches in the State of Bahia: The Importance of Geologic Setting. In: SHORT, A. D.; KLEIN, A. H. F. (Org.). *Brazilian Beach Systems*. 1. ed. Switzerland: Springer International Publishing, 2016, v. 17, p. 307-332. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-30394-9_12. Acesso em 12 dez. 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30394-9_12

DUTRA, G.F. et al. *A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil*. RAP Bulletin of Biological Assessment 38. Washington: Conservation International, 2005.

DUTRA, F. R. L. S. et al. Meteorological tides and episodes of severe coastal erosion on the coast of Salvador, Bahia State, Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica*, v.32, n.4, p. 615-636, 2014. Disponível em: <https://sbgf.org.br/revista/index.php/rbgf/article/view/551>. Acesso em: 9 jan. 2020. <https://doi.org/10.22564/rbgf.v32i4.551>

GGA - GRUPO DE ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO. *Nota à imprensa em 17 de dezembro de 2019*. Brasília: GGA, 2019. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/nota_gaa_17dez_o.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.

GUSTITUS, S. A.; CLEMENT, T. P. Formation, Fate, and Impacts of Microscopic and Macroscopic Oil-Sediment Residues in Nearshore Marine Environments: A Critical Review. *Reviews of Geophysics*, v. 55, n.4, p. 1130-1157, 2017. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017RG000572>. Acesso em: 12 dez. 2019. <https://doi.org/10.1002/2017RG000572>

HANNAM, M. L. et al. Immunotoxicity and oxidative stress in the Arctic scallop *Chlamys islandica*: Effects of acute oil exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 73, n. 6, p. 1440-1448, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651310001351>. Acesso em: 16 dez. de 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2010.06.012>

HAZEN, T. C.; PRINCE, R. C.; MAHMOUDI, N. Marine Oil Biodegradation. *Environ. Sci. Technol.*, v. 50, n.5, p.2021-2029, 2015. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.5b03333>. Disponível em: 4 mai. 2021.<https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03333>

HATJE, V. et al. Contaminação Química. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Org.). *Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 243-299.

HATJE, V. BARROS, F. Overview of the 20th century impact of trace metal contamination in the estuaries of Todos os Santos Bay: Past, present and future scenarios. *Marine Pollution Bulletin*, v. 64, p. 2603-2614, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X12003165>. Acesso em: 20 dez. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.009>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Anuário Estatístico do Brasil*. v. 78. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2018.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Fauna atingida*. Brasília: IBAMA, 2019. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/2019/manchasdeoleo/2019-11-23-ibama-manchasdeoleo-boletim-fauna-mapa.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2019.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Fauna atingida*. Brasília: IBAMA, 2020a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/2020/manchasdeoleo/2020-02-12-ibama-manchasdeoleo-boletim-fauna.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Localidades atingidas*. Brasília: IBAMA, 2020b. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/2020/manchasdeoleo/2020-03-19_LOCALIDADES_AFETADAS.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Cartilha informativa sobre a trajetória do acidente*. Brasília: IBAMA, 2020c. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/2020/manchasdeoleo/ibama-manchasdeoleo-desmobilizacao-cartilha_v2.pdf. Acesso em: 21 mar. 2020.

IPIECA - THE GLOBAL OIL AND GAS INDUSTRY ASSOCIATION FOR ENVIRONMENTAL AND SOCIAL ISSUES; IOGP - INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL & GAS PRODUCERS. *Impacts of oil spills on marine ecology*. Good practice guidelines for incident management and emergency response personnel. London: IPIECA-IOGP, 2015. Disponível em: <https://www.ipieca.org/resources/good-practice/impacts-of-oil-spills-on-marine-ecology/>. Acesso em: 20 dez. 2019.

ITOPF - INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED. *Fate of marine oil spills*. Technical information paper, 2. London: ITOF, 2011. Disponível em: <https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-02-fate-of-marine-oil-spills/>. Acesso em: 9 de dez. 2019.

KERAMEA, P. Oil Spill Modeling: A Critical Review on Current Trends, Perspectives, and Challenges. *Journal of Marine Science and Engineering*, v.9, n.2, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-1312/9/2/181>. Acesso em: 4 mai. 2021. <https://doi.org/10.3390/jmse9020181>.

LANGANGEN, O. et al. The effects of oil spills on marine fish: Implications of spatial variation in natural mortality. *Marine Pollution Bulletin*, v. 119, n.1, p. 102-109, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X17302552>. Acesso em: 13 dez. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.037>

LEÃO, Z. M. A. N.; DOMINGUEZ, J. M. L. Tropical Coast of Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 41, n. 1-6, p. 112-122, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X00001053>. Acesso em 10 dez. 2019. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00105-3](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00105-3)

LIMA, E. S. *Aluviões diamantíferos da foz dos rios Jequitinhonha e Pardo: Fase I. Projeto Diamante Brasil: Estado da Bahia*. Salvador: CPRM, 2016. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/17796/irm_aluvioes_diamantiferos.pdf?sequence=1. Acesso em: 4 mai. 2021.

LOPES, C. F.; MILANELLI, J. C. C.; POFFO, I. R. F. *Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – Manual de orientação*. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2007. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2017/02/ambientes-costeiros.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2019.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo das bacias marítimas da Bahia*. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/>. Acesso em 12 jan. 2020.

MICHEL, J.; FINGAS, M. Oil Spills: Causes, Consequences, Prevention, and Countermeasures. In: CRAWLEY, G. M. (Org.). *Fossil Fuels*. EUA: World Scientific, 2016. p.159-201. Disponível em: https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789814699983_0007. Acesso em 4 de jan. 2020. https://doi.org/10.1142/9789814699983_0007

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. *Environmental Sensitivity Index Guidelines. Version 2.0*. Seattle: NOAA, 1997. Disponível em: <https://www.noaa.gov/>. Acesso em 15 dez. 2019.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. *Shoreline Assessment Manual*. 4. ed. Seattle: NOAA, 2013. Disponível em: <https://www.noaa.gov/>. Acesso em 15 dez. 2019.

OWENS, E. H.; SERGY, G. A. *The Arctic SCAT Manual: A Field Guide to the Documentation of Oiled Shorelines in Arctic Environments*. Edmonton: Environment Canada, 2004. Disponível em: <http://www.shorelinescat.com/Documents/Manuals/Environment%20Canada%202004%20Arctic%20SCAT.pdf>. Acesso em 12 jan. 2020.

PETERSON, C. H. et al. Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. *Science*, v. 302, n. 5653, p. 2082–2086, 2003. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/302/5653/2082>. Acesso em 13 dez 2019. <https://doi.org/10.1126/science.1084282>

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Salvador, 2015. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SILVA, I. R. *Praias da costa do descobrimento: uma contribuição para a gestão ambiental*. 1996. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1996.

SILVA, I. R.; FILHO, J. R. S. Sensibilidade ambiental de praias: um exemplo de análise para a península de Maraú, sul do estado da Bahia, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, v. 38 n. 2, p. 147-157, 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/26380>. Acesso em: 21 dez. 2019. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.26380>

SILVA, I. R.; NASCIMENTO, H. M.; REBOUÇAS, R. C. Avaliação da sensibilidade ambiental das praias localizadas no arquipélago Tinharé/Boipeba, litoral Sul do Estado da Bahia. *Geociências*, v. 28, n. 2, p. 193-201, 2009. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7108>. Acesso em: 13 dez. 2019.

SILVA, S. B. M; SILVA, B. C. N.; CARVALHO, S. S. Metropolização e turismo no Litoral Norte de Salvador: de um deserto a um ter a um ter a um território de enclaves? In: CARVALHO, I.M.M.; PEREIRA, G. C. (Orgs.). *Como anda Salvador e sua região metropolitana*. Salvador: EDUFBA, 2008. p.189-211.

SHEN, H.; PERRIE, W.; WU, Y. Wind drag in oil spilled ocean surface and its impact on wind-driven circulation. *Anthropocene Coasts*. v.2, p. 244–260, 2019. Disponível em: <https://www.nrcresearchpress.com/doi/full/10.1139/anc-2018-0019#.Xspv42hKg2w>. Acesso em 21 dez. 2019. <https://doi.org/10.1139/anc-2018-0019>

SHORT, A. D. Three dimensional beach-stage model. *Journal of Geology*, v.87, p. 553 – 571, 1979. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/628445?journalCode=jg>. Acesso em: 14 dez. 2019. <https://doi.org/10.1086/628445>

STRINGARI, C. E. et al. Modeling the wind influence in an oil spill along the southern brazilian shelf. *Revista da Engenharia Térmica*, v. 11, n. 1-2, p. 100-109, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/reterm/article/view/62008>. Acesso em 16 dez. 2019. <http://doi.org/10.5380/reterm.v11i1-2.62008>

VARLAMOV, S. M. et al. Simulation of the oil spill processes in the Sea of Japan with regional ocean circulation model. *Journal of Marine Science and Technology*, v. 4, p. 94–107, 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s007730050012>. Acesso em: 4 mai. 2021. <https://doi.org/10.1007/s007730050012>

WRIGHT, L.D.; SHORT, A.D., Morphodynamic variability of surf zone and beaches: a synthe. *Marine Geology*, 56, p.93–118, 1984. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0025322784900082?via%3Dihub>. Acesso em 10 dez. 2019. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(84\)90008-2](https://doi.org/10.1016/0025-3227(84)90008-2)

WRIGHT, L.D.; THOM, B.G.; CHAPPELL, J. Morphodynamic Variability of high-energy beaches. In: 16TH CONFERENCE ON COASTAL ENGINEERING, 1978, Hamburg, *Proceedings...* Hamburg, 1978. p. 1180-1194.