

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIULIA LEIVA HENRIQUE

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO  
NO NORDESTE BRASILEIRO EM 2019 E A ADOÇÃO DE MEDIDAS DE GESTÃO:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA.

CURITIBA

2022

GIULIA LEIVA HENRIQUE

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO  
NO NORDESTE BRASILEIRO EM 2019 E A ADOÇÃO DE MEDIDAS DE GESTÃO:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA.

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Gestão Ambiental, no Setor de Ciências Agrárias, na Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Pereira Medeiros

CURITIBA

2022

## RESUMO

O petróleo é considerado um recurso natural não renovável, proveniente da matéria orgânica depositada ao longo de milhares de anos, sendo obtido a partir dele diversos produtos e materiais. Ele possui grande importância atualmente por ser responsável pela maior parte da matriz energética mundial, no entanto, é considerado um recurso muito poluente que causa diversos impactos ambientais negativos ao nosso planeta. Um deles, é causado pelo seu derramamento no mar, levando ao desequilíbrio de ecossistemas e a morte da fauna e da flora ali presentes. No ano de 2019, ocorreu um acidente de derramamento de petróleo no litoral do Nordeste brasileiro, atingindo 11 estados, 130 municípios e 1.009 localidades, impactando diretamente na fauna, flora, e comunidades locais. Foram emitidos diversos relatórios pelo órgão nacional IBAMA, que identificaram animais oleados, além da realização periódica de limpeza dos locais afetados. O presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico a fim de verificar quais os impactos causados pelo acidente e as medidas de gestão ambiental adotadas, com o intuito de verificar se foram eficientes. Foram registrados ao todo 159 animais com presença de óleo, sendo 105 tartarugas marinhas, 39 aves, 2 mamíferos marinhos e 13 animais não especificados, contudo apenas 30% destes animais estavam com vida. Já as técnicas de limpeza adotadas nas localidades afetadas foram a limpeza manual, lavagem com baixa e alta pressão e limpeza natural, contudo outras medidas poderiam ter sido adotadas, como barreiras de contenção e biorremediação. Houve falhas no cumprimento da legislação, entre elas o acionamento tardio do Plano Nacional de Contingência, acarretando em um lento período para combater os impactos causados.

*Palavras-chave:* Petróleo; Impacto; Acidente; Nordeste; Gestão Ambiental.

## ABSTRACT

The petroleum is considered a non-renewable natural resource, originated from organic matter deposited over thousands of years, from which several products and materials are obtained. It has great importance today because it is responsible for most of the world's energy matrix, although it is considered to be a very polluting resource that causes several negative environmental impacts to our planet. One of them, is caused by its spillage into the sea, leading to the imbalance of ecosystems and the death of the fauna and flora present there. In the year of 2019, an oil spill accident occurred on the coast of the Brazilian Northeast, affecting 11 states, 130 municipalities, and 1,009 localities, directly impacting the fauna, flora, and local communities. Several reports were released by the national agency IBAMA, which have identified oiled animals, besides periodic cleaning of the affected places. The present study aimed to carry out a bibliographic survey in order to verify the impacts caused by the accident and the environmental management measures adopted, in order to verify if they were efficient. A total of 159 animals with oil were registered, in which 105 sea turtles, 39 birds, 2 marine mammals, and 13 unspecified animals were found, whereas only 30% of these animals were alive. The cleaning techniques adopted in the affected sites were manual cleaning, low and high pressure washing, and natural cleaning, but other measures could have been adopted, such as containment barriers and bioremediation. There were failures to comply with the legislation, among them the late activation of the National Contingency Plan, leading to a slow period to combat the impacts caused.

*Keywords:* Petroleum; Impact; Accident; Northeast; Environmental Management.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	6
2. OBJETIVO .....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
4. RESULTADOS .....	20
5. DISCUSSÃO .....	26
6. CONCLUSÃO .....	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

### Síntese da problemática

O petróleo é um recurso energético classificado como uma mistura de hidrocarbonetos e derivados orgânicos sulfurados, nitrogenados e/ou oxigenados que possui ocorrência natural, o qual pode ser removido da terra no estado líquido através de perfurações de poços, sendo o primeiro descoberto nos Estados Unidos, no estado da Pensilvânia, em 1859 (PEREIRA, 2010).

A partir da II Guerra Mundial, houve a alteração na matriz energética mundial, ocorrendo a substituição do uso do carvão para os derivados de petróleo, estando assim associado ao rápido avanço tecnológico e dos processos industriais, permitindo a manipulação e refinamento do petróleo, no entanto, estas atividades acabam oferecendo diversos riscos ambientais (SOUZA; FREITAS, 2002).

As atividades de extração, refinamento, transporte, armazenamento e uso do petróleo podem resultar em acidentes com diversos impactos negativos, sendo um deles a poluição dos oceanos e das áreas costeiras. Com isso, se faz necessária a adoção de medidas para a preservação e proteção os recursos marinhos atuais para as futuras gerações (BOTELLO, 2005).

Alguns dos eventos que constituem a tipologia de acidentes da indústria petrolífera são o vazamento de gases, líquidos e aerossóis no meio ambiente, explosões, incêndios e derramamento de óleo. Por haver uma grande quantidade de ocorrências com estas características, é essencial e necessária a realização de um gerenciamento de riscos e o licenciamento ambiental destas atividades (FREITAS, 2021).

Um destes acidentes ocorreu no dia 30 de agosto de 2019, com o aparecimento de diversas manchas escuras de óleo nas praias e mares do litoral do Nordeste brasileiro, resultado de um derramamento de petróleo no oceano. Ao todo foram atingidos mais de 4 mil quilômetros da costa litorânea, mais de 1.000 localidades, e, desde então, foram retirados mais de 5 mil toneladas de resíduos das regiões do Nordeste e Sudeste, configurando assim o maior acidente de petróleo do país (RICHETTI; MILARÉ, 2021).

Com isso o objetivo deste trabalho é verificar quais foram os impactos ambientais causados pelo derramamento de petróleo no Nordeste brasileiro no ano de 2019 e quais foram as medidas de gestão adotadas neste caso.

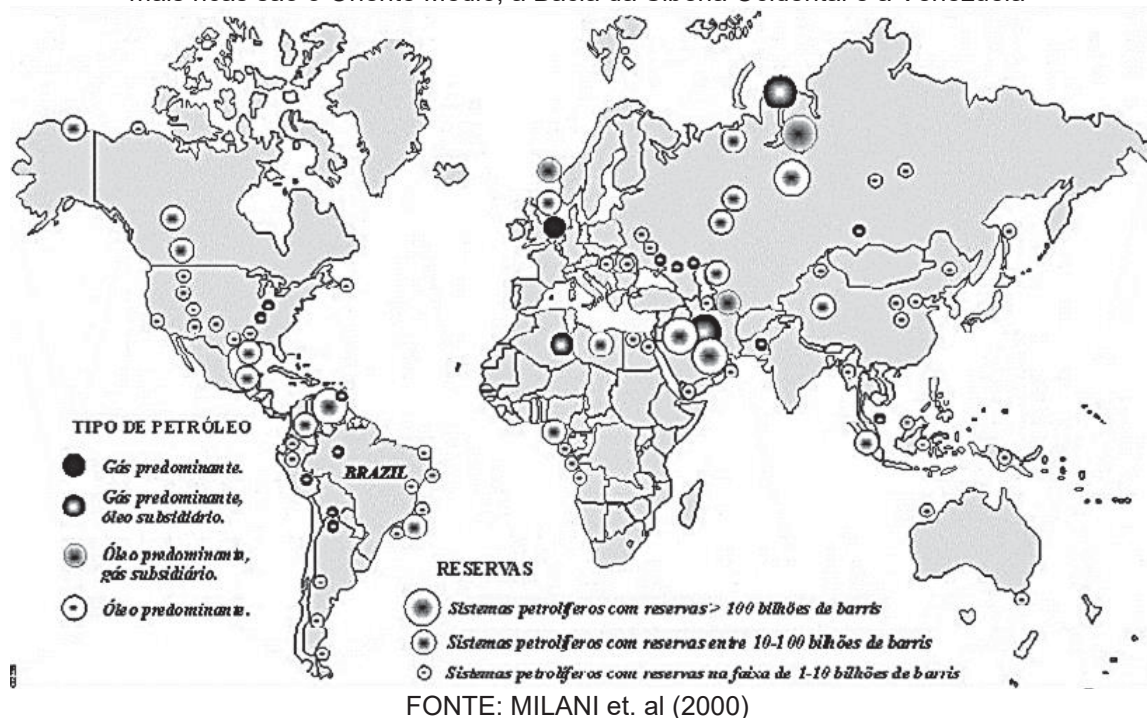
### **O petróleo: características e distribuição**

O petróleo é uma substância escura, oleosa, geralmente encontrada na forma líquida, mas também existindo nas formas sólida e gasosa. É considerado uma matéria prima essencial à vida moderna, sendo o componente básico para mais de seis mil produtos. A partir dele é produzido a gasolina, gás de cozinha, lubrificantes, borrachas, plásticos, tintas, tecidos sintéticos, sendo também fonte de energia elétrica (STROHAECKER; TARNOWSKI; BETANZOS, 2004).

É formado a partir de um processo natural da decomposição dos seres vivos existentes há milhões de anos em bacias sedimentares. A partir da deposição de novas camadas de sedimentos sob a matéria orgânica, as rochas são submetidas a temperaturas e pressões adequadas, ocorrendo uma série de reações termoquímicas, transformando a matéria orgânica em petróleo (GAUTO et al., 2016).

Sua distribuição geográfica no mundo (figura 1) é muito restrita. Geralmente as grandes reservas petrolíferas se concentram em um número pequeno de países, os quais normalmente são extremamente pobres em riquezas naturais superficiais, sendo recobertos por desertos. Já os países em climas temperados, possuem apenas uma pequena fração do petróleo mundial, sendo assim dependentes dos países hegemônicos. Esta distribuição se deve a geologia do substrato, conforme a distribuição de bacias sedimentares que foram formadas a centenas de milhões de anos (MILANI et al., 2000).

Figura 1. Distribuição dos sistemas petrolíferos com maiores reservas de petróleo do mundo. O tamanho do círculo é proporcional às reservas encontradas no sistema petrolífero. As áreas mais ricas são o Oriente Médio, a Bacia da Sibéria Ocidental e a Venezuela



O uso do petróleo é conhecido desde os 5.000 anos a.C. por antigas civilizações, com finalidade de promover iluminação e aquecimento. Com o decorrer dos séculos, houve o descobrimento de novos campos petrolíferos e o aprimoramento de suas explorações, técnicas e usos (CETESB, 2011).

Sua importância na atualidade é de extrema relevância, uma vez que a matriz energética mundial é composta por fontes não renováveis, em sua grande maioria, na qual o petróleo e seus derivados representam 31,5%, seguido pelo carvão mineral com 26,9%, enquanto todas as fontes renováveis juntas correspondem a apenas 2% dessa matriz (NASCIMENTO et al., 2021).

No ano de 1850, na Escócia, James Young descobriu que seria possível extrair carvão e xisto betuminoso do petróleo através da criação do processo de refinação. Em 1859, Edwin Laurentine Drake, perfurou o primeiro poço de petróleo nos Estados Unidos na Pensilvânia, aumentando exponencialmente a produção de barris no século XIX, se tornando o marco inicial da moderna indústria petrolífera (CEPA, 1999).

Os primeiros registros históricos de exploração de petróleo documentados no Brasil foram duas concessões outorgadas pelo Imperador Dom Pedro II no



ano de 1858, para pesquisa e mineração de carvão, turfa e betume. Posteriormente, com o aumento da demanda de derivados de petróleo, iniciou os períodos de exploração e busca de conhecimento, sendo a criação da Petrobras, através da Lei nº 2.004 em 1953, o evento mais importante do segmento. Através dele foi possível conquistar a extração em terra, e posteriormente os mares e regiões profundas e ultra profundas, visando à dinamização do desenvolvimento da economia brasileira, a partir da redução da dependência do Brasil na importação do petróleo (MILANI et. al, 2000).

Desde a criação da Petrobras, diversas jazidas foram descobertas, contudo ainda existia grande dependência do petróleo produzido no exterior. Além da falta de suprimento nacional, havia a ausência de mão de obra, equipamentos e tecnologia especializados. A partir da década de 1960 até 1970, surgiram novos avanços através da capacitação técnica profissional, dando início à exploração de campos petrolíferos na região costeira, sendo possível vislumbrar o aumento da atividade petrolífera brasileira (FARIA, 2022).

A autoeficiência na produção de petróleo foi garantida apenas em 2006, através das descobertas de grandes reservas de petróleo em águas ultra profundas nas áreas do pré-sal e também pela da adoção de novas parcerias com empresas petrolíferas e investimentos em centros de pesquisas e ciências, tornando-se uma referência mundial no setor (SCHIAVI; HOFFMANN, 2015).

Atualmente, apenas dois países latino-americanos ocupam posições de destaque dentro da rede global pela produção de petróleo, sendo eles a Venezuela, em 1ª posição do ranking, e o Brasil, com a 16ª posição, possuindo uma das maiores reservas petrolíferas mundiais (FARIA, 2022).

O Brasil possui uma área sedimentar equivalente a 6.436.000 km<sup>2</sup> (figura 2), sendo compostas por mais de 20 bacias terrestres conhecidas, de diferentes histórias e idades de formação, representando um complexo terreno sedimentar, desde o Sul até o Norte, além das áreas que estão distribuídas ao longo da plataforma continental (LUCCHESI, 1998).

Figura 2. Bacias Sedimentares terrestres no Brasil



FONTE: LUCCHESI (1998)

Possuímos diversos pontos de extração distribuídos em bacias marítimas e terrestres pelo país, onde são exercidas as atividades de exploração e produção de petróleo (figura 3). Atualmente há um grande investimento em pesquisas e novas tecnologias em busca de encontrar e produzir o petróleo que está localizado entre as rochas. A maior parte de nossas reservas está em campos marítimos, em águas profundas e ultra profundas (PETROBRAS, 2022). Segundo Varella (2015) a extração marítima representa 94,3% da produção nacional de petróleo no Brasil e 75,8% da produção nacional de gás.

Figura 3. Bacias produtoras marítimas e terrestres no Brasil



FONTE: PETROBRAS (2022)

Para realizar a extração do petróleo, é necessário realizar o processo de perfuração, que se divide em sistema *onshore* (perfuração na terra) e sistema *offshore* (perfuração no mar). Este processo tem como objetivo atravessar as formações rochosas em busca dos poços de petróleo, atingindo as áreas de interesse onde o petróleo está armazenado em forma de gás ou óleo, para isso é necessário ferramentas especiais juntamente com um fluido de propriedades específicas, conhecido como lama de perfuração (SANTOS, 2012).

### **Aspectos legais e a gestão ambiental da indústria do petróleo**

A Constituição Federal, conforme o Art. 225, garante que todos os indivíduos têm direito ao meio ambiente equilibrado, de uso comum e essencial para qualidade de vida, sendo de responsabilidade do Poder Público e da coletividade defendê-lo e preservá-lo para as gerações presentes e futuras (BRASIL, 1988).

Segundo o parágrafo § 3º do Art. 225, infratores, pessoas físicas ou jurídicas que possuam atividades consideradas causadoras de danos ao meio ambiente, estarão sujeitos a sanções penais e administrativas, além de terem a obrigação de reparar os danos causados (BRASIL, 1988).

No ano de 1981 foi promulgada a Lei nº 6.938, a qual trata sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Esta tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, assegurando o desenvolvimento socioeconômico do país, os interesses da segurança nacional e a proteção da vida humana (BRASIL, 1981).

Pelo fato de a produção de petróleo advir da utilização de recursos naturais, ela apresenta diversos impactos ambientais tanto positivos quanto negativos. O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, órgão regulador da Política Nacional de Meio Ambiente, estabeleceu a Resolução 001/86, que define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afeta a saúde, segurança e o bem-estar da população, as atividades econômicas e sociais, a biota, as condições sanitárias e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Já a Lei 9.985/2000 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, estabelecendo os critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, com o objetivo de promover a conservação da natureza, da biodiversidade de espécies e dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Em razão do Brasil ser signatário de muitas convenções e organizações internacionais, possuímos uma legislação inspirada em convenções e acordos internacionais, como por exemplo a Organização Marítima Internacional (IMO), responsável pela elaboração da convenção MARPOL, um importante instrumento internacional de prevenção e mitigação da poluição por resíduos no oceano (VIEIRA, 2020).

A resolução CONAMA nº 237 de 1997, define que empreendimentos e atividades consideradas potencialmente causadores de significativa degradação ambiental serão passíveis de licenciamento ambiental, e para isso é necessário a realização um estudo prévio de impacto ambiental (EIA) e seu respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (RIMA) (CONAMA, 1997).

A mesma resolução estabelece as condições que devem ser seguidas pela indústria petrolífera, portanto os empreendimentos devem possuir a Licença Prévia de Perfuração (LPper) e/ou a Licença Prévia de Produção para Pesquisa (Lppro). Para obter as licenças é preciso apresentar o Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA) e o Relatório de Controle Ambiental (RCA) (CONAMA, 1997).

Já os licenciamentos cuja atividades se encontram em ambientes marinhos ou em zonas de transição terra-mar, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) juntamente com o IBAMA, instituíram a necessidade de possuir a Licença de Pesquisa Sísmica (LPS), conforme resolução nº 350 do CONAMA (2004).

A exploração de petróleo e gás é feita por empresas estatais ou privadas através de licitações públicas realizadas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Além do edital da licitação, são enviadas Guias de Licenciamento Ambiental, elaboradas pelo IBAMA juntamente com a ANP, definindo os níveis de exigência e quais os pontos devem ser observados nos estudos ambientais (LIMMER, 2018).

A ANP tem poder de incluir cláusulas nos contratos de concessão visando a proteção e gerenciamento ambiental, através do item “Meio Ambiente” que se divide em “Controle Ambiental” e “Responsabilidade por Danos e Prejuízos”. A agência também delimita que é de responsabilidade do concessionário os prejuízos causados decorrentes de sua prática (LIMMER, 2018).

Além disso, o CONAMA (2008) cria através da Resolução nº 398 de 2008 o Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição envolvendo óleo em águas sob jurisdição nacional, visando estabelecer estratégias de prevenção e gestão dos impactos ambientais.

Pelo fato do óleo possuir alto risco de impacto ao meio ambiente, em 06 de agosto de 1997, foi promulgada a Lei do Petróleo nº 9.478, ocorrendo a criação de dois órgãos essenciais para atividades petrolíferas, sendo eles o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), responsável pela formulação de políticas e diretrizes energéticas, e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), responsável pela fiscalização e regulação das atividades relacionadas ao petróleo e gás natural (NASCIMENTO et al., 2021).

Foi promulgada também a Lei nº 9.966/2000, conhecida como a “Lei do Óleo”, a qual dispõe sobre a prevenção, controle e fiscalização da poluição causada pelo lançamento de óleo e outras substâncias nocivas em águas sobre jurisdição nacional, estabelecendo assim sanções mais severas em acidente envolvendo petróleo (FARIA, 2022).

No ano de 2013, entrou em vigor o Decreto nº 8.127, criando Plano Nacional de Contingência para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional (PNC). Este plano tem como objetivo a rápida resposta para o enfrentamento de vazamentos de óleo, liberação de recursos para contenção, limpeza de ecossistemas afetados e avaliação de riscos. Ele estabelece a estrutura organizacional e define diretrizes, procedimentos e ações de entidades públicas e privadas, com o objetivo de minimizar os riscos e danos ambientais (VIEIRA, 2020).

Posteriormente, foi integrada a “Lei do Óleo” todos os planos de contingência, seja a nível regional, estadual ou federal, o Plano de Contingência Individual (PEI), Plano de Área (PA), Plano Regional (PR) e o Plano Nacional de Contingência (PNC) (FARIA, 2022).

## **A exploração de petróleo e suas implicações socioambientais**

Os acidentes ocorrem devido a uma sucessão de diversos eventos que culminam na concretização do dano. As causas mais frequentes de acidentes petrolíferos em terra são pela avaliação de risco e utilização de equipamentos de forma inadequada, falta de manutenção e de treinamento. Já no mar ocorrem pelo rompimento de dutos, explosão e incêndios por gases e vapores inflamáveis, risco de segurança em trabalhos confinados e eletrocussão por equipamentos elétricos (MOREIRA; D'ALMEIDA, 2018).

Com isso, é possível determinar que em todas as etapas da produção petrolífera, desde a perfuração até o refinamento, causam impactos, sejam eles positivos, como sociais a partir da geração de novos empregos, ou negativos, como grandes desastres por rompimento e vazamento de oleodutos, causando a devastação e morte da vida marinha (MARTINS et al., 2015).

Durantes as últimas décadas, entre 1990 até os dias atuais, ocorreram cerca de 600 incidentes de derramamento de petróleo nos oceanos, resultando em mais de 1.494.000 toneladas de óleo perdido (ITOPF, 2022). A poluição dos mares e zonas costeiras originadas pelo petróleo bruto, contribui anualmente em 10% da poluição global dos oceanos (CRAIG et al., 2012).

O derramamento é considerado uma das principais ameaças à vida marinha, causando a alteração das atividades metabólicas como a redução da atividade fotossintética e disponibilidade de oxigênio, levando a alterações do pH, a mortalidade das espécies e o desequilíbrio dos ecossistemas (SCHEEPERS, 2020).

Entre os acidentes mais relevantes estão o navio petroleiro Torrey Canyon que encalhou em um recife próximo da costa da Inglaterra em 1967 derramando ao longo de 12 dias um total de 900 mil barris de petróleo; a explosão da plataforma Piper Alpha em 1988, localizada no Mar do Norte, causando um total de 167 mortes e um prejuízo de US\$ 3,4 bilhões; e o navio Exxon Valdez, que em 1989 encalhou próximo ao Alasca, derramando aproximadamente 258 barris através do rompimento de 8 tanques de armazenamento (MOREIRA; D'ALMEIDA, 2018).

### **Biodiversidade, sensibilidade ambiental e gestão costeira**

O ambiente marinho possui uma grande importância ecológica e social, com alta riqueza de biodiversidade, sendo também uma fonte de renda para populações locais. Desta forma sua exploração pode causar diversos impactos ambientais em habitats marinhos e comunidades costeiras (SCHEEPERS, 2020).

Cerca de 60% da população mundial, que representa 3 bilhões de pessoas, vive a menos de 50 quilômetros da zona costeira, sendo que  $\frac{2}{3}$  das cidades do mundo com população superior a 2,5 milhões de habitantes, estão situadas próximo a essa região (PINCHEMEL, 2009).

Segundo o CENSO realizado pelo IBGE no ano de 2010, apresenta que 26,6% da população brasileira se encontra em municípios de zona costeira, o que equivale a 50,7 milhões de habitantes. Grande parte dessa população está relacionada a atividades, direta ou indiretamente ligadas ao turismo, produção de petróleo e gás natural, pesca e serviços que atendam à esta dinâmica econômica (IBGE, 2010).

A Zona Costeira do Brasil estende-se por cerca de 8.500 quilômetros, abrangendo dezessete estados e mais de quatrocentos municípios. São consideradas regiões de extrema importância devido sua transição ecológica entre os ecossistemas terrestres e marítimos, por exemplo os manguezais, e sua vasta biodiversidade, desde microrganismos até grandes vertebrados, que participam da manutenção desse ecossistema (CUNHA, 2005).

Contudo, a biodiversidade marinha brasileira apesar de ser considerada a mais rica, ainda é pouco conhecida, apresentando aproximadamente 6.900 espécies descritas, sendo 1.480 endêmicas, o que equivale a 21,5%, com sua distribuição em diversos ecossistemas como praias, mangues, fundos coralíneos e costões rochosos (SKINNER, 2022).

Com a crescente necessidade de consumo de petróleo, houve uma expansão em suas buscas no mar no sistema *offshore*, interagindo diretamente com ecossistemas marinhos, tornando possível a ocorrência de acidentes com consequências ambientais de difícil recuperação a longo prazo (NASCIMENTO et al., 2021).

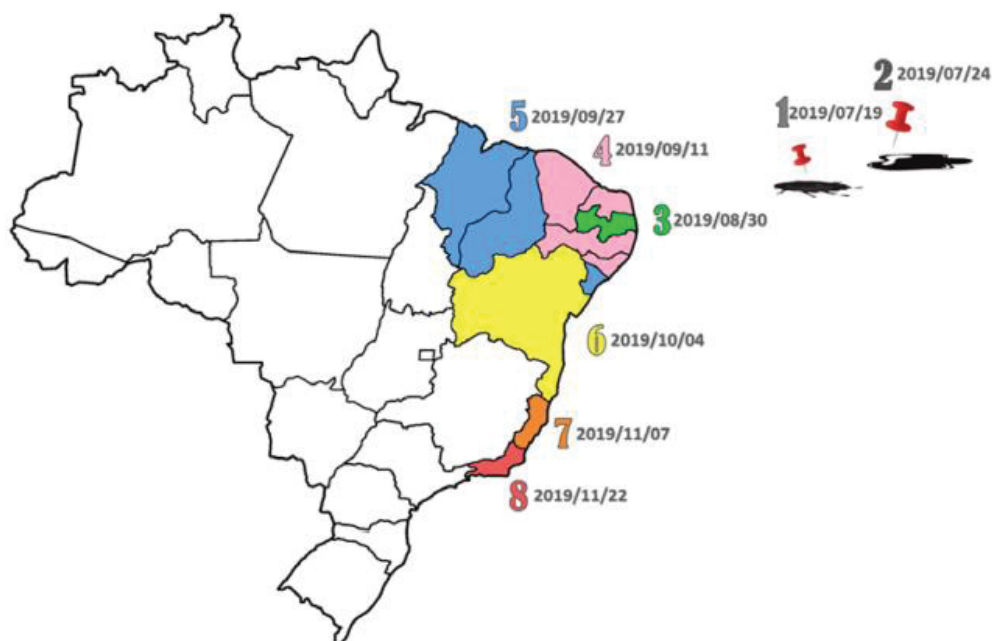


### O derramamento de óleo em julho de 2019 no Nordeste

No ano de 2019 ocorreu um grande vazamento de petróleo no litoral brasileiro, tendo início no dia 30 de agosto durando até 22 de novembro, atingindo aproximadamente 4.400 quilômetros da região costeira de onze estados brasileiros, desde o Nordeste até o Sudeste, sendo considerado o maior derramamento de óleo bruto da história do país e um dos mais extensos já registrados no mundo (PENA et al., 2020).

No dia 19 de julho de 2019 (figura 4) foi registrada uma mancha de óleo pelo satélite europeu Sentinel-1A a 26 km da costa nordeste (1), após 5 dias foi registrado outra grande mancha de óleo a 40 km da costa (2). As primeiras manchas de óleo foram avistadas nas praias de Jucumã e Tamambaba no município do Conde, na Paraíba (3). Após 17 dias, cinco estados do nordeste registraram as manchas, sendo eles Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas (4). Os estados do Maranhão, Piauí e Sergipe registraram o aparecimento após 33 dias (5) e a Bahia após 40 dias (6). O primeiro estado da região sudeste afetado foi o Espírito Santo, depois de 43 dias (7), e o último estado foi o Rio de Janeiro (8), após 58 dias, tornando-se o 11º estado afetado (DISNER; TORRES, 2020).

Figura 4. Linha do tempo dos acontecimentos sobre o acidente de derramamento de petróleo no Brasil em 2019



Fonte: DISNER; TORRES (2020)



Durante este período foram realizadas diversas ações para minimizar os impactos ambientais como vistoria e limpeza de praias, orientação da população, coleta de amostras, destinação dos resíduos, monitoramento, regaste e reabilitação da fauna atingida, distribuição de EPI's e reuniões com órgãos públicos (IBAMA, 2020).

Contudo, os ecossistemas, as unidades de conservação e todos os indivíduos ali presentes foram impactados pela presença do óleo. Além disso, ocorreram diversos impactos socioeconômicos, como a suspensão das atividades turísticas da região litorânea, impossibilidade de realização das atividades da comunidade pesqueira, e principalmente a contaminação do pescado, inviabilizando o consumo humano (FARIA, 2022).

## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão da literatura sobre o derramamento de petróleo no Nordeste no ano de 2019, com foco sobre os impactos na biodiversidade, visando elencar quais foram os principais indivíduos atingidos e impactos ocorridos. Além disso verificar quais são as medidas de gestão e controle ambiental que devem ser adotadas em casos de vazamento de petróleo no oceano, a fim de verificar se foram adequadamente aplicadas e eficazes.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão da literatura a fim de identificar os principais locais e indivíduos afetados pelo derramamento de petróleo, quais foram os impactos gerados e verificar se as medidas adotadas para contenção e controle foram efetivas.

As buscas foram realizadas entre os meses de julho a setembro, nas plataformas Google Scholar e Scielo, devido a seu acervo abrangente e confiabilidade de dados. Foram utilizadas palavras chaves para busca, sendo elas: “derramamento de petróleo Brasil”, “acidente de petróleo Nordeste”, “vazamento de petróleo 2019”, “impactos ambientais por vazamento de petróleo” e suas diversas combinações a fim de encontrar dados e publicações sobre o acidente. Além dessas plataformas, foi consultado o website do IBAMA em busca de cartilhas e relatórios publicados regularmente.

Foram apenas utilizadas as publicações e artigos científicos aceitos em revistas científicas após da data do acidente de 30 de agosto de 2019, havendo menção explícita do derramamento no título e das causas e impactos ambientais causados.

O software Excel foi utilizado para a análise e apuração dos dados numéricos coletados e publicados pelo IBAMA, informando os dados sobre a fauna atingida entre o período de 29/09/2019 até 12/02/2020 e das localidades atingidas entre 02/09/2019 até 19/03/2020.

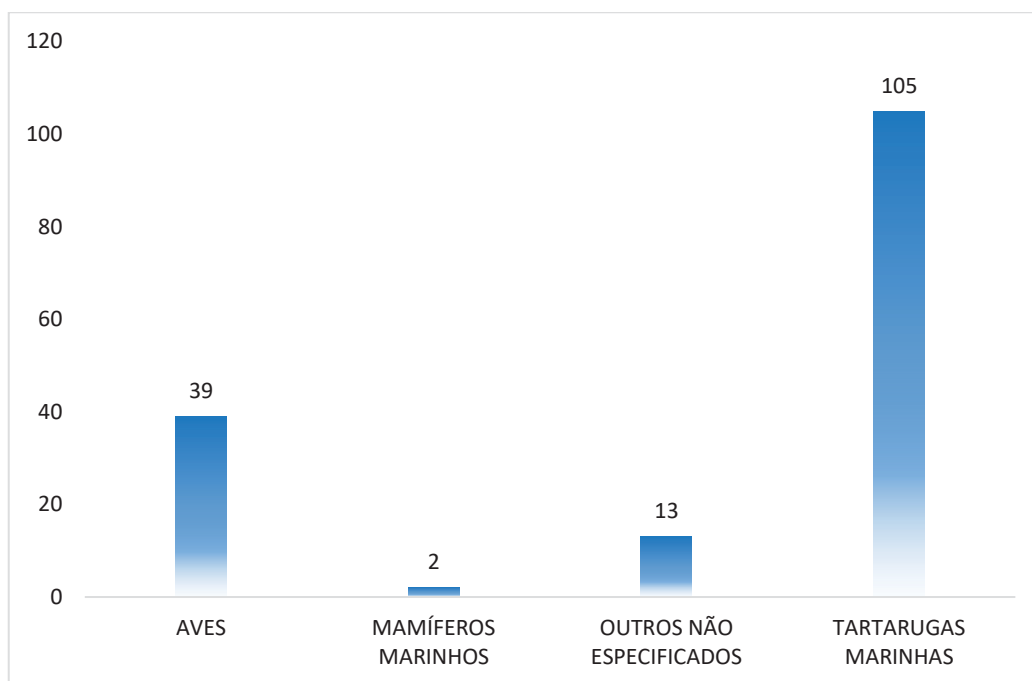
As referências encontradas foram sistematizadas nas seguintes classificações: acidentes em geral; impactos causados na fauna; impactos causados na população; métodos adotados para contenção.

Após a seleção dos artigos, foi realizada a extração dos dados relevantes à pesquisa em questão, a elaboração de resumos para maior compreensão do assunto, sendo analisadas com outros artigos publicados, a fim de verificar se os impactos ocorridos eram esperados e se as medidas de gestão ambiental foram adequadamente atendidas.

#### 4. RESULTADOS

O órgão nacional responsável pela captura, manejo e soltura dos animais oleados que foram resgatados foi o IBAMA. Segundo seu relatório disponibilizado diariamente, foi possível identificar os animais encontrados e devidamente reabilitados. Ao todo foram resgatados 159 animais (figura 5), classificados nos grupos de aves, mamíferos marinhos, tartarugas marinhas e outros não especificados (IBAMA, 2020).

Figura 5. Quantidade de indivíduos resgatados pelo IBAMA



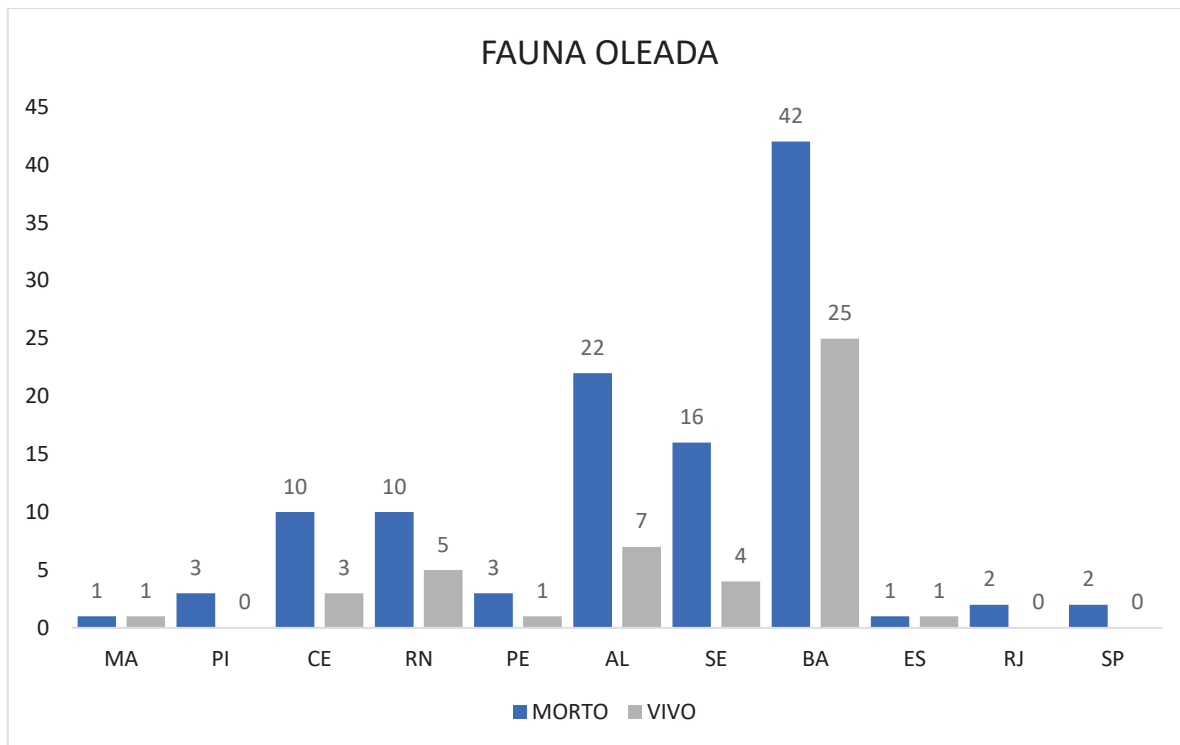
Fonte: IBAMA (2020)

Em sua maioria, contabilizando todos os estados afetados, os animais mais atingidos foram as tartarugas marinhas, totalizando 105 indivíduos, o que corresponde a 66% do total de animais resgatados, seguido pelas aves, com 39 indivíduos, equivalente a 24,5%, outros não especificados com 8,2% e mamíferos marinhos, com 1,3%.

Contudo, muitos dos indivíduos que foram resgatados estavam sem vida ou não resistiram durante o seu tratamento (figura 6). Entre os 159 animais resgatados, apenas 47 foram reintroduzidos na natureza, o que equivale a

aproximadamente a 30% dos animais resgatados, e infelizmente a grande maioria não resistiu aos impactos causados pelo óleo.

Figura 6. Quantidade de indivíduos vivos e mortos resgatados

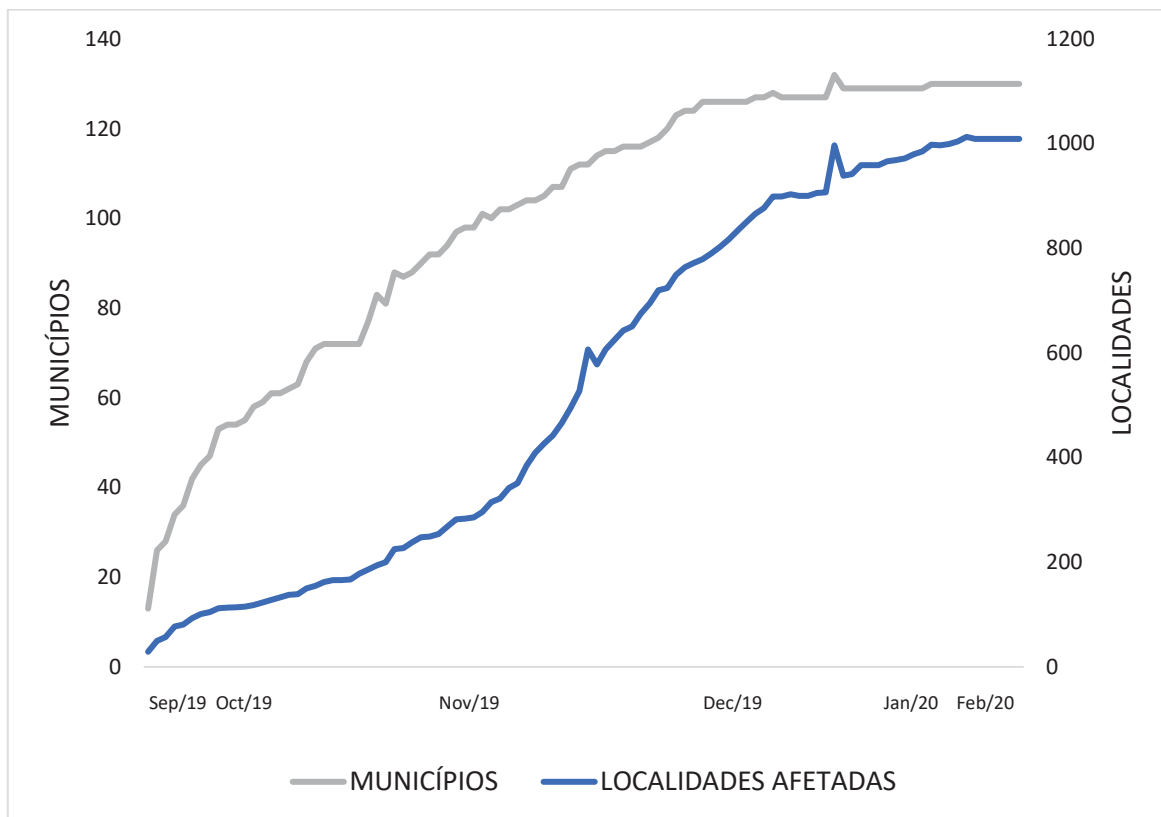


Fonte: IBAMA (2020)

O IBAMA foi responsável também pela produção semanal de mapas dos locais onde foram encontradas as manchas de óleo, informando o nome de cada localidade em que já houve o avistamento de manchas, o município, data do primeiro avistamento, estado, latitude, longitude, data em que a localidade foi revista e o status do local no momento (IBAMA, 2020).

A partir destas informações, foi possível elaborar um gráfico no qual seria possível analisar a progressão da mancha a partir da contaminação dos municípios e localidades ao longo do tempo (figura 7).

Figura 7. Quantidade de municípios e localidades com manchas de óleo

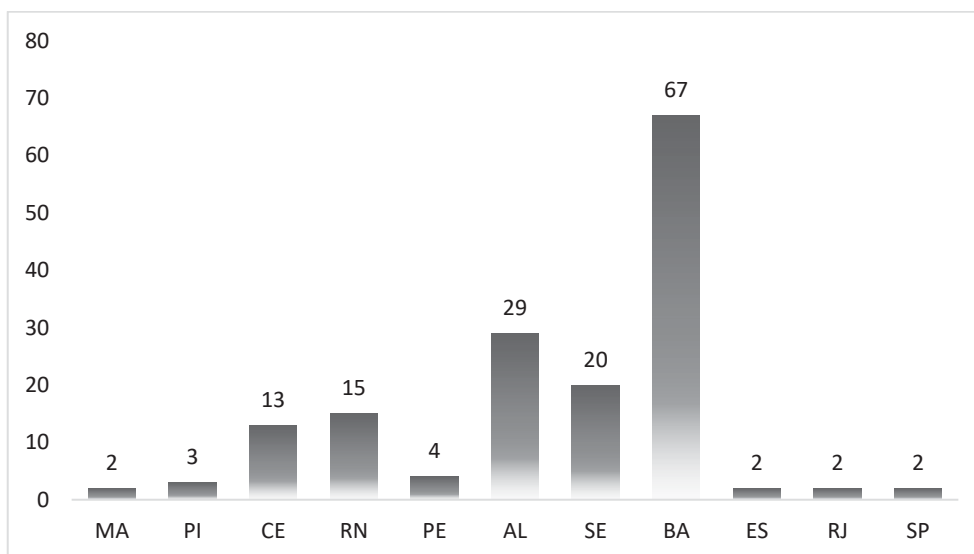


Fonte: IBAMA (2020)

Ao todo 11 estados, desde o Nordeste até o Sudeste brasileiro, divididos em 130 municípios e 1.009 localidades foram atingidos pela mancha de óleo. Em seu último relatório, o IBAMA (2020) informou que entre as 1.009 localidades, apenas 135 apresentavam vestígios de manchas de óleo (13%) e 874 localidades estão classificadas como áreas limpas (87%).

Os estados com maior incidência de animais oleados foram a Bahia, com 67 casos, seguido por Alagoas com 29, Sergipe com 20 e o Rio Grande do Norte com 15. Já os estados com menor incidentes foram o Maranhão, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, todos com apenas 2 indivíduos (figura 8).

Figura 8. Quantidade de indivíduos resgatados pelo IBAMA por estado



Fonte: IBAMA (2020)

O IBAMA juntamente com o ITOPE, elaboraram um documento de orientação técnica, vistoria de acompanhamento e limpeza das praias, a fim de fornecer informações e orientações para as autoridades governamentais sobre as ações de vistoria e limpeza de ambientes atingidos pelo derramamento de óleo, sendo estas ações divididas em três fases (IBAMA, 2020).

A primeira fase consistiu na ação reativa de limpeza em localidades recém atingidas, fazendo-se necessária a ágil comunicação e mobilização para que a limpeza fosse viabilizada. Para isso, foi criado o Grupo de Acompanhamento e Avaliação (GAA), o qual utilizou formulários online para obtenção das informações sobre os locais oleados, além de outros canais de comunicação (IBAMA, 2020).

Foram elaboradas diversas orientações técnicas para limpeza das praias, treinamento de equipes de resposta, tratamento especializado de animais oleados, além do acondicionamento dos resíduos para correta destinação final (IBAMA, 2020).

A segunda fase consistiu na sistematização da vistoria de acompanhamento e limpeza das praias. A partir de novembro de 2019 houve uma redução na quantidade de óleo que chegava nas águas costeiras, sendo observado apenas resíduos do óleo. Portanto se fez necessária a realização de

vistorias mais detalhadas da escala e extensão do óleo remanescente e a aplicação de técnicas de limpeza adequadas (IBAMA, 2020).

Foi desenvolvido o Programa de Vistoria e Limpeza da Costa para que quando manchas de óleo fossem observadas, deveriam ser tratadas prontamente a fim de minimizar os impactos ambientais. As equipes realizaram vistorias diárias ao longo da costa dos onze estados afetados, registrando a presença e ausência de óleo, além do registro da fauna oleada (IBAMA, 2020).

A limpeza das praias foi realizada através das técnicas básicas de limpeza manual, com eventual apoio de máquinas, quando necessário. Foram utilizadas também técnicas mais sofisticadas como a lavagem com água ambiente a baixa pressão, lavagem com água ambiente a alta pressão, a recuperação do óleo enterrado e a limpeza natural (IBAMA, 2020).

A limpeza manual envolveu trabalhadores que coletaram, rasparam, escavaram e limpavam manualmente o óleo da costa, incluindo os resíduos que se encontravam aderidos em areia, pedras e na linha da maré, sendo posteriormente armazenados em recipientes apropriados para descarte (IBAMA, 2020).

A técnica de lavagem utilizava a água do mar, porém em dois cenários diferentes. A primeira fez uso da baixa pressão através de mangueiras, para inundar trechos da costa para que o óleo flutuasse a fim de ser recuperado. Já a segunda técnica a água era lançada em alta pressão em superfícies duras para retirar camadas de óleo onde a raspagem não teve êxito (IBAMA, 2020).

No entanto, em algumas áreas o óleo residual foi removido através da limpeza natural, sendo esta uma técnica que não envolve a retirada manual direta, mas sim a remoção através da ação do intemperismo (IBAMA, 2020).

Ao final da segunda fase, houve a formalização do término da limpeza, no qual representantes dos órgãos governamentais confirmavam se os pontos de limpeza foram cumpridos, e caso não tenham sido atendidos, implementavam planos de limpeza adicional (IBAMA, 2020).

Por fim, a terceira fase foi realizada a vistoria de acompanhamento e limpeza de óleo residual. Nesta etapa os resíduos de óleo continuaram chegando ao litoral brasileiro, porém em pequenas concentrações, dessa forma ocorreram diversas vigilâncias para que fossem tratados imediatamente quando avistados, minimizando os impactos sociais, econômicos e ambientais (IBAMA, 2020).



Foram disponibilizadas equipes na linha costeira para estabelecer um programa de visitas às áreas consideradas em risco de ocorrência de óleo e em áreas mais remotas, confirmando a presença ou não de óleo. A limpeza das praias nessa fase foi constituída principalmente pela coleta manual de pequenas quantidades de óleo, na forma de pelotas, devido ao intemperismo (IBAMA, 2020).

## 5. DISCUSSÃO

### **Análise dos impactos na biodiversidade e no território brasileiro**

Conforme os dados publicados pelo IBAMA (2020), é possível verificar que as tartarugas marinhas foram os animais mais afetados pelo derramamento de petróleo, totalizando 105 indivíduos, equivalente à 66% da fauna oleada. Estes animais são vulneráveis ao óleo em todos os seus estágios de vida, porém os efeitos são diferentes entre os estágios embrionário, filhotes e juvenis/adultos (MARCONDES, 2015).

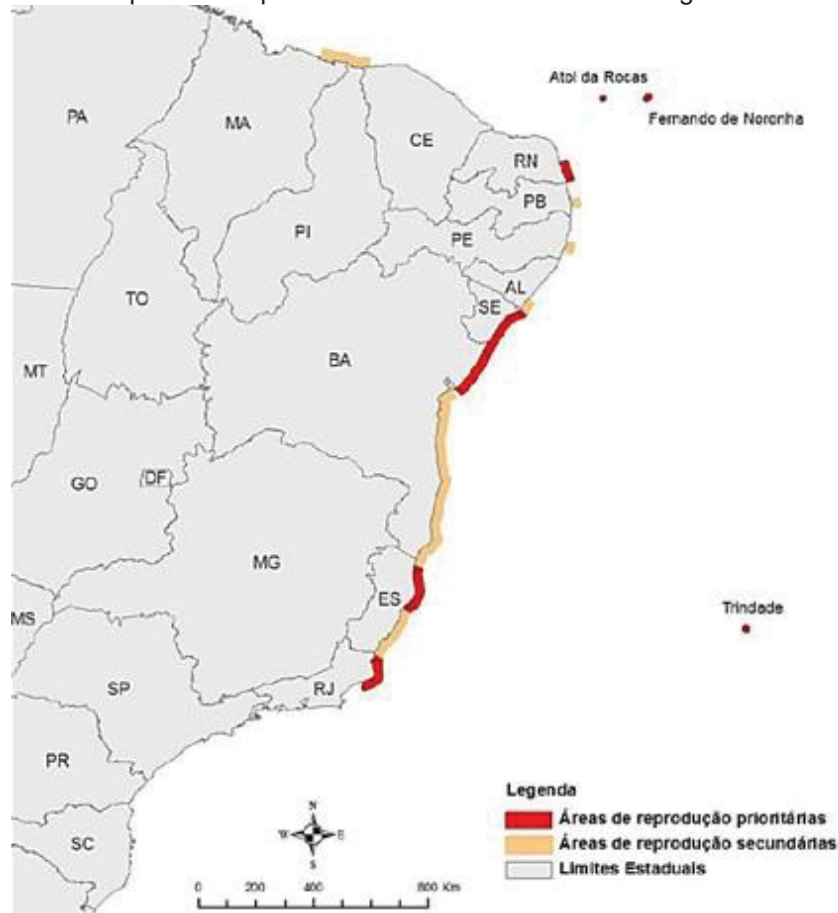
Os ovos são muito vulneráveis, pois as substâncias nocivas podem ser absorvidas pela casca, afetando o desenvolvimento e reduzindo sua taxa de sobrevivência. Já os filhotes possuem os mesmos riscos que os adultos, porém em maior proporção devido ao seu tamanho reduzido. Por não apresentarem o comportamento de evitar as manchas de óleo, o contato pode afetar a mobilidade e locomoção do indivíduo. Além disso o comportamento de mergulho é afetado, ocorrendo a inalação de um grande volume de óleo antes de submergir. O óleo ingerido demora dias para ser eliminado e muitas vezes componentes químicos são absorvidos pelo organismo, podendo causar danos à saúde e a morte dos animais (MARCONDES, 2015).

Segundo o IBAMA (2020), todos os estados do Nordeste foram contaminados com manchas de óleo. Entre os 11 estados afetados, 10 possuem áreas de reprodução de tartarugas, podendo ser classificados como áreas prioritárias e secundárias (figura 9).

As áreas prioritárias são classificadas devido ao elevado número de ninhos depositados regularmente no litoral, havendo um monitoramento constante na temporada reprodutiva. Já as secundárias, o monitoramento pode ou não ocorrer, sendo muitas vezes realizado por projetos de pesquisa de curto prazo (MARCONDES, 2015).

As áreas sensíveis se delimitam às prioritárias, sendo as ilhas oceânicas e cinco trechos do litoral, ocorrendo a desova das cinco espécies existentes no Brasil (*Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys olivacea*, *Caretta caretta*, *Dermochelys coriacea* e *Chelonia mydas*), todas ameaçadas de extinção (MARCONDES, 2015).

Figura 9. Áreas reprodutivas prioritárias e secundárias de tartarugas marinhas no Brasil



Fonte: MARCONDES (2015)

Com isso, outro problema que deve ser avaliado é a contaminação dos locais de desova, podendo haver o impacto nas praias que possuem áreas reprodutivas, prejudicando a habilidade das tartarugas em subir a praia e encontrar o local adequado. Além disso, pode ocorrer a alteração desproporcional do nascimento de fêmeas e machos, devido a alteração da temperatura da areia causado pela cobertura do óleo (MARCONDES, 2015).

O segundo grupo de animais mais afetado no acidente de 2019 foram as aves, com o total de 39 indivíduos. Segundo Cardoso (2022), o Brasil é considerado o país com maior ocorrência de aves no mundo, com um total de 1.971 espécies, sendo reconhecido por possuir a maior riqueza ornitológica do planeta.

Pelo fato de o óleo permanecer na superfície da água, muitas vezes as aves são expostas a ele durante a alimentação, quando mergulham para capturar o alimento. Suas asas e penas ficam recobertas por petróleo, o que acaba impedindo seu voo, prejudicando seu equilíbrio térmico e também

causando asfixia (NASCIMENTO et al., 2021). Além disso, podem sofrer intoxicação alimentar por consumirem peixes, lulas, crustáceos, plânctons, entre outros organismos que estejam contaminados (CARDOSO, 2022).

Os mamíferos marinhos por sua vez, foram encontrados apenas 2 indivíduos oleados. Entre as 130 espécies de mamíferos marinhos existentes no mundo, como cetáceos, focas e lontras, cerca de 58 possuem ocorrência registrada no Brasil (LOPES, 2021).

Por permanecem grande parte do tempo na superfície da água, seja para nadar, se alimentar ou descansar estão sujeitos à contaminação pelo petróleo. Como estes animais também dependem da sua pelagem ou de sua pele para se aquecerem, o contato com o óleo acaba grudando seus corpos, perdendo suas funções, causando hipotermia, afogamento ou sufocamento (NASCIMENTO et al., 2021).

Outros trabalhos incluem organismos tais como algas, poríferos e cnidários que também foram afetados pelo óleo. Segundo estudo realizado por Cerqueira et al. (2020), foram identificadas 4 espécies de poríferos e 4 de cnidários, os quais não apresentaram contaminação superficial visível, porém foram encontradas pelotas de petróleo no trato digestivo e na faringe destes animais. O estudo registrou também pela primeira vez a contaminação por petróleo em uma espécie endêmica brasileira de anêmona-do-mar.

Desta maneira, observamos o quão prejudicial é a presença do óleo nos mares e como isso impacta negativamente os organismos presentes no ecossistema marinho. Como visto anteriormente, praticamente 70% dos animais oleados que foram encontrados vieram a óbito, demonstrando a magnitude deste acidente.

Segundo os relatórios do IBAMA (2020) informam que ao todo 11 estados, 130 municípios e 1.009 localidades foram atingidos pelas manchas de óleo.

Estas foram caracterizadas como petróleo cru, o qual afeta severamente o ecossistema marinho, como peixes, tartarugas, aves e até estuários. Além dos ecossistemas, afetam também a balneabilidade das praias, uma vez que todos os estados do Nordeste foram atingidos e comprometidos, impossibilitando a utilização do mar para atividades pesqueiras e recreativas, afetando assim o turismo e a economia local (ALVES et al., 2022)

A resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, descreve na página 257 que os trechos das praias serão interditados caso houver a má qualidade das águas, considerando passível de interdição os trechos que ocorreram acidentes de médio e grande porte, tais como derramamento de óleo (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

Entre outubro de 2019 até o início do 2020, muitas praias foram fechadas havendo grandes prejuízos com a economia local e com o turismo. Além disso ocorreu um grande desinteresse por parte dos turistas, por motivos como risco à saúde, estéticos e por danos à vida marinha na região, o que era considerado um atrativo considerável para os visitantes. Todos os fatores combinados, causaram a diminuição na fonte de renda da população local, os levando para outras regiões para garantir a sobrevivência (ALVES et al., 2022).

Entre as 1.009 localidades afetadas pelas manchas de óleo, 480 estavam localizadas dentro de Áreas Marinhas Protegidas (AMP), e outras 346 em limites das zonas de amortecimento. Deste montante, 13 AMPs pertenciam a classes mais restritivas de proteção integral e 68 de uso múltiplo. A AMP obedece a classificação de área protegida segundo a definição da IUCN, contudo deve apresentar relevância na biodiversidade marinha local (ELEUTÉRIO, 2022).

Foram observados impactos químicos nos ambientes de praias arenosas, manguezais, leitos marinhos, recifes de corais e ambientes bentônicos, sendo estas unidades de proteção de extrema importância para os serviços ecossistêmicos. Infelizmente, o sistema de proteção das AMPs não se mostra capaz de proteger as espécies dos impactos químicos, sendo a poluição classificada entre as cinco principais causas da perda de fauna nos ecossistemas (ELEUTÉRIO, 2022).

Um dos últimos e mais importantes acidentes ocorridos foi o vazamento de petróleo no Golfo do México, ocorrido em abril de 2010, após a explosão da sonda petrolífera Deepwater Horizon, no qual onze pessoas morreram pelo rompimento de tubulações no fundo do oceano, sendo considerado o pior vazamento de petróleo dos Estados Unidos (VARELA; MILONE, 2014).

O vazamento diário era de 895 mil litros de óleo cru, totalizando 4,9 milhões de barris até o fechamento do poço, sendo o tamanho da mancha equivalente ao estado do Rio de Janeiro. Deste total apenas 800 mil barris foram

coletados. O impacto ambiental para a flora e a fauna costeira e marinha foi imensurável, segundo estudos realizados a estimativa está em torno de 300 a 600 espécies que foram sujeitas à contaminação (NUNES et al., 2015).

As primeiras espécies atingidas foram os plânctons e fitoplanctons por estarem suspensos na água, sendo eles a base da cadeia alimentar. Logo em seguida os peixes foram contaminados pelo contato direto com as guelras através da respiração. Os golfinhos e baleias por sua vez sofreram contaminação através da submersão para respiração, inalando o petróleo e os gases tóxicos, e as tartarugas marinhas foram afetadas durante a locomoção e respiração (NUNES et al., 2015).

Já a situação das aves foi mais grave por estarem em período de migração, ocorrendo a contaminação durante os mergulhos em busca de alimento. Pelo fato de óleo ter revestido seu corpo, os animais perderam a capacidade de voo e de regulação térmica (NUNES et al., 2015).

A partir deste acidente, podemos comparar a semelhança com o ocorrido no Nordeste brasileiro, e verificar que em casos de derramamento de petróleo no oceano, as espécies marinhas são gravemente impactadas pelo contato com o óleo, levando muitas vezes à perda de capacidade motora e em sua grande parte ao falecimento por asfixia ou afogamento.

### **Medidas de gestão ambiental adotadas**

Atualmente existem diversos métodos de limpeza de óleo que são utilizados internacionalmente, porém para seu emprego é necessário avaliar uma série de fatores, tais como o tipo e quantidade de petróleo, a amplitude das marés, a época do ano e o grau de hidrodinamismo. Entre os métodos se destacam a barreira de contenção e skimmers; dispersantes químicos; queima in situ; limpeza por meio de absorventes ou remoção manual; biodegradação e biorremediação (CRAIG et al., 2012).

Como observado anteriormente, o IBAMA (2020) informou que foram realizadas as seguintes técnicas de limpeza da região costeira: limpeza manual; lavagem com água ambiente a baixa pressão; lavagem com água ambiente a alta pressão e limpeza natural.

Portanto, a limpeza das praias do Nordeste consistiu basicamente na remoção manual do petróleo, por ser considerado um método menos agressivo ao meio ambiente e sua biodiversidade. Contudo, a remoção manual se mostra eficaz apenas para grandes manchas de óleo, uma vez que as pequenas manchas permanecem no local (CERQUEIRA et al., 2020).

Já a lavagem de baixa pressão foi utilizada em áreas com alta biodiversidade de fauna e flora marinha, para que dessa forma o impacto ao ecossistema não fosse negativo, contudo, muitos resíduos não foram extraídos por completo. A lavagem de alta pressão por sua vez, impacta severamente a fauna e flora aderidas às rochas, portanto só foi utilizada quando o benefício da limpeza foi claramente maior que o dano causado (IBAMA, 2020).

E por fim, a última estratégia adotada foi a limpeza natural, a qual ocorre a partir da movimentação de ondas e marés para a retirada natural do óleo da areia e rochas. Porém, apesar de ser considerado um meio rápido, o óleo pode ficar incrustado entre as rochas, demorando meses para ser removido, podendo contaminar outros os indivíduos ali presentes a partir de sua ingestão (CERQUEIRA et al., 2020).

Devido à grande dimensão do desastre ambiental, a atuação do Governo Federal ficou a desejar, assim como a ausência de medidas do Ministério do Meio Ambiente, isso porque as ações de retirada de óleo foram realizadas a partir de iniciativas populares, na qual os processos de limpeza foram promovidos pelas prefeituras locais de forma voluntariosa. As técnicas de limpeza manual foram executadas através do treinamento da população, com o uso de equipamentos de proteção como máscaras, botas e luvas (USP, 2020).

No entanto, o governo federal demorou para enviar o pessoal responsável para auxiliar na limpeza dos ecossistemas, havendo também a falta de equipamentos de segurança para os voluntários (figura 10), o que poderá acarretar futuramente em possíveis danos à saúde, como o câncer pelo contato físico com os resíduos de óleo. Além disso, o governo deveria ter acionado estado de emergência para que os locais atingidos deixassem de ser frequentados (FARIA, 2022).



Figura 10. Voluntários recolhendo óleo sem equipamentos de proteção individual



FONTE: G1 (2019)

As autoridades relataram que o petróleo que chegou à costa brasileira era pesado e com alta ação de intemperismo, sendo suas principais propriedades a alta viscosidade, alta densidade e baixas concentrações de compostos voláteis. Entre suas características, estão a persistência no meio ambiente, probabilidade de afundar no encontro com águas salobras, baixos níveis de evaporação e baixo potencial de toxicidade para organismos, no entanto, sua alta viscosidade promoveu a asfixia de animais pelo contato direto (DISNER; TORRES, 2020).

Além da limpeza manual das áreas como descrita anteriormente, a técnica de barreiras de contenção poderia ter sido adotada para conter o derramamento pelo fato de que o petróleo encontrado apresentou uma alta viscosidade, o que dificultaria seu espalhamento no oceano. Conforme Craig et al. (2012), essa técnica é funcional para conter o óleo, bloqueando ou direcionando a mancha para áreas menos vulneráveis, dessa forma havendo uma maior facilidade para seu recolhimento.

Geralmente é utilizada com equipamentos denominados “skimmers”, que visam concentrar o óleo em um local, facilitando a remoção da mancha e o armazenamento dos resíduos para posterior processamento ou descarte. Essa técnica, apesar de ser um pouco lenta, não contribui para a poluição do ar e da água e evita o contato com áreas sensíveis (NASCIMENTO et al., 2021).

Já os resíduos das manchas deveriam ser tratados através de métodos biotecnológicos de remediação, que consistem no processo de utilização da biotecnologia para acelerar a transformação dos poluentes em produtos menos tóxicos. Os processos são baseados nas atividades aeróbicas e anaeróbicas dos microrganismos denominados “petrófilos”, no qual os



microrganismos utilizam vias bioquímicas, transformando os hidrocarbonetos em intermediários, sendo fontes de carbono e energia (CERQUEIRA et al., 2020).

A vantagem de utilização deste método é a eliminação rápida de poluentes a partir de um processo natural, com perturbação ambiental mínima, sendo considerada uma alternativa segura e eficaz para remoção do petróleo do ambiente (WETLER-TONINI; REZENDE; GRATIVOL, 2010).

No entanto, as técnicas adotadas foram basicamente a limpeza de forma manual dos resíduos, contando com diversas maneiras de serem empregadas, sendo a atuação de voluntários de extrema importância para a realização do trabalho. Contudo, outras técnicas poderiam ter sido adotadas, com o intuito de minimizar a chegada do óleo nas praias, como as barreiras de contenção, e a remoção biológica das manchas através da biorremediação.

### **Aspectos e implicações legais dos impactos causados**

Diversos ambientalistas, juntamente com a população local das áreas afetadas criticaram a postura do governo frente tal desastre. Muitos afirmam que houve uma demora na resposta para combater o problema e para aplicar os métodos de remediação ao vazamento (NASCIMENTO et al., 2021).

Conforme decreto nº 8.127, o Plano Nacional de Contingência (PNC) deve ser acionado em até 24 horas após um vazamento de grandes proporções, entretanto o mesmo só foi acionado após 41 dias do surgimento das manchas nas praias, tendo como consequência a morte de diversos animais, além do impacto nas comunidades locais (VIEIRA, 2020).

Seu acionamento foi realizado após a denúncia do Ministério Público Federal à Justiça Federal sobre a omissão de ações da União, exigindo que fosse aplicada uma multa diária de 1 milhão de reais até que o PNC entrasse em ação. Esta postura é preocupante, uma vez que o Brasil é signatário da OPRC-90, o que poderia ter nos considerado responsáveis pelo acidente, com o dever de custear todas as operações relacionadas à limpeza das áreas afetadas (VIEIRA, 2020).

Anteriormente, no dia 11 de abril de 2019, o decreto do PNC foi editado pelo presidente Jair Bolsonaro, extinguindo a partir de 28 de junho de 2019 diversos colegiados da administração pública federal, dentre eles destacam-se

o Comitê Executivo, com função de treinamento pessoal, elaboração de simulados e disponibilização de recursos frente à emergências, e o Comitê de Suporte do PNC, o qual indicava o pessoal responsável para o combate aos acidentes e os equipamentos apropriados, sendo ambas as estruturas organizacionais necessárias para o gerenciamento de desastres (FARIA, 2022; VIEIRA, 2020).

Desta forma, com a extinção do Comitê de Suporte, toda a rede de contatos por ele estabelecida foi desfeita, comprometendo a capacidade de resposta eficiente e ágil frente ao desastre, tendo como resultado a desmobilização dos mecanismos de articulação institucional (FARIA, 2022).

Com isso, a Marinha do Brasil e o Ministério do Meio Ambiente utilizaram do discurso de complexidade e ineditismo do evento, além da dificuldade de adoção de ações de resposta para a contenção do óleo. Contudo, a formulação e implementação do PNC é de responsabilidade do órgão federal, sendo assim do MMA, bem como a articulação com os órgãos de defesa civil (FARIA, 2022).

Após o inquérito realizado pela Polícia Federal, entregue à Justiça Federal e ao Ministério Público Federal, foram publicadas notas responsabilizando um navio de origem grega pelo derramamento de óleo que atingiu o litoral brasileiro, acarretando na ocorrência de crimes de poluição, descumprimento da obrigação ambiental e danos a unidades de conservação, totalizando um montante de R\$188 milhões de reais, suportados pelos governos federal, estadual e municipal. Atualmente, o processo ainda tramita em segredo de justiça as ações judiciais para apurar a responsabilidade do caso (FARIA, 2022).

Em comparação com o acidente da plataforma Deepwater Horizon no Golfo do México, o governo americano agiu de prontidão para solucionar o caso, acionando a guarda costeira e a empresa responsável pelo desastre ambiental. O processo levou ao todo apenas 85 dias, tendo como resultado a condenação da empresa através de uma multa de 4,5 bilhões de dólares (VIEIRA, 2020).

O PNC dos Estados Unidos está em vigor desde 1968, o que demonstra a falta de pautas ambientais no Brasil sobre acidentes de vazamento de óleo no mar. Embora o PNC brasileiro não possua a mesma estrutura que o americano, é necessário atualizá-lo regularmente e mantê-lo em vigor para que em futuros acidentes, as providências sejam tomadas de forma ágil, de acordo com as

características da região e do vazamento a fim de evitar erros de metodologia que possam provocar grandes impactos ambientais (VIEIRA, 2020).

Desta forma, é possível observar a eventual relação entre a extensão do desastre ambiental ocorrido em 2019, juntamente com a morosidade do governo federal em adotar medidas de enfrentamento e gestão ambiental para conter o avanço das manchas de óleo.

Diante do observado com a revisão bibliográfica, segue abaixo uma sugestão sobre as ações estratégicas preventivas e de remediação em novas situações como a ocorrida.

### Estratégias Preventivas

- Realização da avaliação dos impactos ambientais;
- Implantação do licenciamento ambiental;
- Cumprimento das legislações e normas vigentes;
- Vistorias e manutenção dos equipamentos em dia;
- Treinamento e capacitação dos funcionários;
- Implantação de sistemas de informação geográfica dos navios e plataformas.

### Estratégias de Remediação

- Adoção das medidas previstas em lei;
- Acionamento do PNC em até 24 horas;
- Identificação do tipo de óleo em questão;
- Adoção das medidas de gestão a partir das características do óleo, entre elas:
  - Barreiras de contenção e skimmers;
  - Dispersantes químicos;
  - Queima in-situ;
  - Limpeza manual;
  - Biorremediação e biodegradação.
- Vistorias técnicas para verificação da limpeza;
- Aplicação de multas ambientais para os responsáveis.

## 6. CONCLUSÃO

O acidente de derramamento de petróleo no Nordeste no ano de 2019 atingiu 11 estados, 130 municípios e 1.009 localidades, entre estas, 480 faziam parte de Áreas Marinhas Protegidas. O óleo não afetou apenas os ambientes marinhos costeiros, mas sim diversos ecossistemas, causando a morte de diversas espécies marinhas. Foram relatados o resgate de 159 indivíduos abrangendo o grupo de aves, mamíferos, tartarugas e outros animais não especificados nos relatórios do IBAMA, no qual 70% dos mesmos vieram à óbito.

Infelizmente, as medidas de gestão adotadas foram apenas a limpeza manual das praias onde houve o avistamento das manchas. Diversos autores relataram outras medidas de gestão cabíveis, como as barreiras de contenção para evitar a chegada do óleo na costa, e a biorremediação para remoção das manchas de óleo nos ecossistemas.

Diante da gravidade dos acontecimentos, ficou evidenciada a falta de comunicação entre o governo federal, estadual e municipal no âmbito de adoção medidas de gestão adequadas. Um dos exemplos foi o acionamento tardio da PNC após o primeiro aparecimento das manchas, contribuindo para a diminuição das chances de contenção do óleo.

Através deste acidente, nota-se que o arcabouço jurídico não está preparado para lidar com situações de risco envolvendo o derramamento de petróleo no mar. Além disso, existe a falta de investimentos em instituições de pesquisas e mão de obra especializada, reduzindo o desenvolvimento tecnológico para o surgimento de novas medidas de monitoramento e prevenção de acidentes.

Se faz necessária a intensificação de normas, através da criação de novas leis que incluíam regras de direito de uso do mar de forma mais ampla, uma vez que a gestão marítima ambiental é tratada apenas em poucas leis e trechos da constituição federal, sendo de suma importância manter as leis já promulgadas vigentes, e cumpri-las quando preciso. Deve haver também uma maior fiscalização nos portos, embarcações e instalações para a prevenção de novos acidentes.

É necessária a implementação de novos treinamentos para a qualificação de pessoas para situações de risco, colocando em prática os procedimentos descritos na PNC, para que desta forma todos estejamos preparados para enfrentar e solucionar o problema.

Por fim, uma sugestão de gestão ambiental a ser implementada, seriam os sistemas de informação geográfica, os quais informariam a localização em tempo real dos navios, facilitando na identificação dos possíveis responsáveis pelo derramamento de óleo através das coordenadas geográficas no sistema de posicionamento geográfico, facilitando o processo de responsabilização, identificação da causa do vazamento, além da rápida gestão dos resíduos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. M., SILVA, I. F., SILVA, W. A., OLIVEIRA, A. K. C. Contaminação por óleo (2019) e resíduos sólidos (2021) no litoral do Nordeste. **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia**, v.10, n.1, p. 56-62, 2022.

BOTELLO, A. V. Características, composición y propiedades fisicoquímicas del petróleo. **Golfo de México contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias**, v. 1, n. 1, p. 261-268, 2005.

BRASIL. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução 001/1986**. Brasília, 1986.

BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Lei nº 6.938**. Brasília, 1981.

BRASIL. **SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA – SNUC. Lei nº 9.985**. Brasília, 2000.

CARDOSO, D. A. **Monitoramento de aves marinhas e o filme iridescente em plataformas de petróleo: Implicações para a gestão e conservação**. 2022. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina – Videira, 2022.

CENTRO DE ESTUDO E PESQUISA APLICADA – CEPA. **História – Petróleo**. 1999. Disponível em: <http://cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo1A/indice.html>. Acesso em: 27 de jul. 2022.

CERQUEIRA, W. R. P.; BATISTA, R. N.; SANTOS, V. O.; BARBARINO, J. L.; QUAGLIO, G. S., REIS, P. H. S. M. Registro de petróleo em poríferos e cnidários durante o impacto agudo de derramamento no Nordeste brasileiro em 2019. **Scientia Plena**, v. 16, n. 8, 2020.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **O petróleo da história antiga aos tempos atuais**. 2011. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/O-petroleo-historia-antiga-tempos-atuias.pdf>. Acesso em: 27 de jul. de 2022.

CRAIG, A. P. L.; SANTOS, E. S.; MAGALHÃES, L. G.; KRAUSE, M. C.; NEVES, P. R.; SILVA, M. J. Técnicas de limpeza de vazamentos de petróleo em alto mar. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, v. 1, n. 1, p. 75-86, 2012.

CUNHA, I. Desenvolvimento sustentável na costa brasileira. **Revista Galega de Economia**, v. 14, n. 1-2, p. 1-14, 2005.

DISNER, G. R.; TORRES, M. The environmental impacts of 2019 oil spill on the Brazilian coast: Overview. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 15, p. 241-256, 2020.

ELEUTÉRIO, M. C. R. **Áreas marinhas protegidas atingidas pelo vazamento de petróleo ocorrido no ano de 2019 no litoral brasileiro**. 2022. Dissertação (Graduação em Ciência e Tecnologia do Mar) – Universidade Federal de São Paulo – Santos, 2022.

FARIA, A. D. **Derramamento de óleo no litoral brasileiro: dinâmica governamental no gerenciamento da resposta ao desastre**. 2022. Dissertação (Mestrado em Sociologia Política) – Universidade Vila Velha, Espírito Santo – Brasil, 2022.

FREITAS, K. P. M. Gerenciamento de riscos ambientais na indústria do petróleo. **Revista Valore**, v. 6, p. 6013, 2021.

G1. **'Pensei no trabalho da minha mãe e em ajudar', diz adolescente fotografado dentro de mar com óleo em PE**. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2019/10/25/pensei-no-trabalho-da-minha-mae-e-em-ajudar-diz-adolescente-fotografado-dentro-de-mar-com-oleo-em-pe.ghtml>. Acesso em: 26 de set. 2022.

GAUTO, M. A.; APOLUCENO, D. M.; AMARAL, M. C.; AURIQUIO, P. C.; PINTO, V. R. **Petróleo e gás: princípios de exploração, produção e refino**. Porto Alegre: Bookman, 2016. 246 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE em parceria com a Marinha do Brasil lança o Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas**. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=1&idnoticia=2036&t=ibge-parceria-marinha-brasil-lanca-atlas-geografico-zonas-costeiras-oceanicas&view=noticia>. Acesso em: 23 de set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Cartilha informativa sobre a trajetória do acidente**. 2020. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/2020/manchasdeoleo/ibama-manchasdeoleo-desmobilizacao-cartilha\\_v2.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/2020/manchasdeoleo/ibama-manchasdeoleo-desmobilizacao-cartilha_v2.pdf). Acesso em: 31 de jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Manchas de óleo**. 2020. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo>. Acesso em: 12 de set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Orientações técnicas sobre as fases do**

**acidente.** 2020. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo-desmobilizacao>. Acesso em: 10 de set. 2022.

**ITOPF. Oil Tanker Spill Statistics 2021.** 2022. Disponível em: <https://www.itopf.org/knowledge-resources/data-statistics/statistics/>. Acesso em: 31 de jul. 2022.

LIMMER, F. C. O licenciamento ambiental da indústria petrolífera. **Revista Brasileira de Direito do Petróleo, Gás e Energia**, v. 5, n.1, p. 225-242, 2018.

LOPES, B. D. **Variação espacial e temporal do derramamento de óleo na costa do Ceará, Brasil (2019-2020).** 2021. Monografia (Bacharelado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Ceará – Fortaleza, 2021.

LUCCHESI, C. F. Petróleo. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 17-40, 1998.

MARCONDES, A. C. J. **Estratégias de proteção das áreas reprodutivas de tartarugas marinhas em casos de vazamento de óleo na costa brasileira.** 2015. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia de Campo) – Universidade Federal do Espírito Santo – Vitória, 2015.

MARTINS, S. S. S.; SILVA, M. P.; AZEVEDO, M. O.; SILVA, V. P. Produção de petróleo e impactos ambientais: algumas considerações holos. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte**, v. 6, p. 54-76, 2015.

MILANI, E.J.; BRANDÃO, J. A. S. L.; ZALÁN, P. V.; GAMBOA, L. A. P. Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 3, p. 352-396, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 237**, de 19 de dezembro de 1997.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 274**, de 29 de novembro de 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 350**, de 06 de julho de 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 398**, de 11 de junho de 2008.

MOREIRA, J. F. M.; D'ALMEIDA, A. L. “Indústria de petróleo e gás: acidentes relevantes no mundo”. 2018. In: **III Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis** - Salvador, BA.

NASCIMENTO, N.; VITAL, G. V.; PLAZA, A. S.; SOUZA, G. L. M. Atividade petrolífera offshore e sua relação com os impactos ambientais nos ecossistemas marinhos. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n. 5, p. 46-63, 2021.



NUNES, F. C.; SANTOS, L. S.; ESPER, F. J.; CORTÉS, G. R. M.; ZACHARIAS, J. M. Impactos ambientais causados por vazamento de petróleo no Golfo do México. 2015. In: **I Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, Campina Grande, Brasil.

PENA, P.G.L.; NORTHROS, A.L.; LIMA, M.A.G.; RÊGO, R.C.F. Derramamento de óleo bruto na costa brasileira em 2019: emergência em saúde pública em questão. **Caderno de Saúde Pública** 2020, v. 36, n. 2:e00231019, 2020.

PEREIRA, F. S. G. Petróleo e petroquímica. Introdução a tecnologia do petróleo, **Recife: Instituto Federal Pernambuco**, 2010.

PETROBRAS. **Bacias**, 2022. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/>. Acesso em: 11 de set. 2022.

PINCHEMEL, R. **Núcleos Urbanos e Industriais**. 2009. Zona Costeira – Universidade Federal da Bahia. Disponível em: <http://www.zonacosteira.bio.ufba.br/nucleosurbanos.html>. Acesso em: 22 de set. 2022.

RICHETTI, G. P.; MILARÉ, T. O Óleo no Nordeste Brasileiro: Aspectos da (an) alfabetização Científica e Tecnológica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e29065-1–29, 2021.

SANTOS, M. B. Perfuração de poços de petróleo: fluidos de perfuração. **Revista de divulgação do projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, v. 2, n. 1, p. 121-127, 2012.

SCHEEPERS, G. M. **Principais impactos causados pelo derramamento de petróleo na costa brasileira: caracterização de acidentes e técnicas de remediação em vazamentos por hidrocarbonetos**. 2020. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/imprimir/17777>. Acesso em: 31 de jul. 2022.

SCHIAVI, M. T.; HOFFMANN, W. A. M. Cenário petrolífero: sua evolução, principais produtores e tecnologias. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, SP, v. 13, n. 2, p. 259-278, 2015.

SKINNER, L. P. Zona Marinha e Costeira: desafios e potencialidades em **Sociedade Atual e os Desafios Socioambientais**. Rio de Janeiro: Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade, 2022, p. 151-159. 175 p.

SOUZA, C. A. V.; FREITAS, C. M. Perfil dos acidentes de trabalho em refinaria de petróleo. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, p. 576-583, 2002.

STROHAECKER, T. R.; TARNOWSKI, G. A.; BETANZOS, J. T. **Equipamento para extração de petróleo e processo de extração de petróleo**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/62453/000863084.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 de set. 2022.



USP. Um ano depois, manchas de óleo no litoral brasileiro continuam sem explicação. **Jornal da USP no ar**, 1ª edição, 2020. Acesso em: 19 de set. 2022.

VARELA, C. A.; MILONE, D. A resposta do mercado aos acidentes ambientais na indústria petrolífera: estudo do caso do desastre no Golfo do México. 2014. In: **Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA**.

VARELLA, M. D. A necessidade de repensar os mecanismos da responsabilidade ambiental em caso de riscos de vazamento de petróleo na zona econômica exclusiva no Brasil. **Revista de Direito Internacional**, v. 12, n. 1, p. 216-239, 2015.

VIEIRA, D. S. **Derramamento de óleo no litoral do nordeste do Brasil**. 2020. Monografia (Bacharelado interdisciplinar em ciência e tecnologia do mar) – Universidade Federal de São Paulo – Santos, 2022.

WETLER-TONINI, R. M. C.; REZENDE, C. E.; GRATIVOL, A. D. Degradação e biorremediação de compostos do petróleo por bactérias: Revisão. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 4, p. 1010-1020, 2010.