
Oil spill in Ilha Grande Bay: analysis of the impact mitigation process

Derramamento de óleo na Baía de Ilha Grande: análise do processo de mitigação dos impactos

Received: 2023-07-10 | Accepted: 2023-08-15 | Published: 2023-08-25

Mônica Dias Corrêa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6980-2114>
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: monicadias42@gmail.com

Marcos Bastos Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2090-9871>
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: mbastosp@gmail.com

Ubirajara Mattos de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2689-2110>
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: ubirajaraaluzio@yahoo.com.br

Pedro Sant'Anna Cortez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4223-0878>
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Brasil
E-mail: pedroscortez@gmail.com

Marcella Zicari Amaral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5548-2922>
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: zicarimarcella@gmail.com

Vanessa Ferreira Magalhães

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8162-3270>
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: vmfocnuerj@gmail.com

ABSTRACT

In Brazilian waters, the main oil spills occurred near maritime terminals and oil refineries. In 2015, a leak spilled more than 25,000 liters of oil into the sea, during oil transfer operations between ships at the terminal's mooring pier. This event reached an area of 459 kilometers, between the bays of Ilha Grande and Sepetiba, with oil adhering to several coastal and island points. Impact assessments and mitigating measures were carried out during 3 months of daily technical monitoring in the field. Impact mitigation measures were agreed with the environmental inspection body, and low pressure washes, at room temperature with sea water, of shores with adhered oil, were carried out. Along the impacted area, several coastal points with populations of barnacles covered by oil were recorded, which subsequently showed high mortality rates. The washing of the points that had a large amount of adhered oil proved to be effective in cleaning the shores, and mainly in the release of substrate, for a new repopulation of organisms of the biological communities that occur in these ecosystems.

Keywords: Oil spill; impact mitigation; Ilha Grande Bay; oil impacts

RESUMO

Em águas brasileiras os principais derrames de óleo ocorreram na proximidade de terminais marítimos e refinarias de Petróleo. Em 2015 um vazamento derramou mais de 25 mil litros de óleo no mar, durante as operações de transferência de petróleo entre navios no píer de atracação do terminal. Este evento atingiu uma área de 459 quilômetros, entre as Baías de Ilha Grande e de Sepetiba, com aderência de óleo em diversos pontos costeiros e insulares. As avaliações de impacto e medidas mitigadoras, foram realizadas durante 3 meses de acompanhamento técnico diário em campo. Medidas de mitigação de impacto, foram acertadas com o órgão ambiental fiscalizador, e lavagens com baixa pressão, temperatura ambiente com água do mar, de costões com óleo aderido, foram realizadas. Ao longo da área impactada, foram registrados, diversos pontos de costão com populações de cirripédios cobertos pelo óleo, que posteriormente apresentaram altas taxas de mortalidade. A lavagem dos pontos que apresentavam grande quantidade de óleo aderido se mostrou eficaz na limpeza dos costões, e principalmente na liberação de substrato, para novo repovoamento de organismos das comunidades biológicas que ocorrem nestes ecossistemas.

Palavras-chave: Derramamento de óleo, mitigação de impactos, Baía de Ilha Grande, impactos por óleo

INTRODUÇÃO

Derrames de óleo no ambiente marinho vêm sendo intensificados com a evolução do transporte marítimo, aliada a globalização econômica extremamente dependente do petróleo e seus produtos (Zhang *et al.*, 2021). As consequências ambientais de vazamentos de óleo no mar vêm se tornando uma preocupação mundial. Este tipo de poluição passou a despertar atenção a partir de grandes eventos como:

1 - Acidente com o navio Torrey Canyon, em 1967, que provocou o vazamento de 119.000t de petróleo bruto atingindo a costa sudoeste da Inglaterra e a costa norte da França (White, 2000);

2 – Acidente com o navio Exxon Valdez, no Alaska em 1989, quando o impacto de uma colisão do navio com rochas submersas, resultou em danos ao casco do navio. Este derramando de cerca de 11 milhões de galões de petróleo bruto na água, atingiu cerca de 1.300 milhas de costa (Carls *et al.*, 2016; Short, 2017, Euzebio *et al.*, 2019);

3 - Golfo Pérsico em 1991 resultante da **Guerra do Golfo no Kuwait, onde** cerca de 240 milhões de galões de petróleo foram derramados atingindo mais de 700 quilômetros de costa e causando danos irreparáveis à biodiversidade;

4 - Acidente com o petroleiro Prestige, em 2002, que naufragou a noroeste da Espanha, liberando aproximadamente 60.000 toneladas de óleo contaminando ecossistemas marinhos importantes, como o Parque Nacional das Ilhas Galegas do Atlântico (Moreno *et al.*, 2011);

5 - Explosão na plataforma de exploração Deepwater Horizon no golfo do México (2010) com vazamento de 206 milhões de galões de petróleo, próximo a Louisiana. Este vazamento atingiu mais de mil quilômetros de costa (Huettel *et al.*, 2018; Perez-Umphrey *et al.*, 2018; Buckingham-Howes *et al.*, 2019, Euzebio *et al.*, 2019)

Em águas brasileiras os principais derrames de óleo ocorreram na proximidade de terminais marítimos e refinarias de Petróleo. O primeiro deles, em 1975, foi o navio-tanque iraquiano TARIK IBN ZIYAD, que teve seu casco rompido na Baía de Guanabara. Dezenas de praias foram atingidas pelo óleo na costa do Rio de Janeiro e Niterói (Bícego, 1988). O segundo ocorreu no canal de São Sebastião, em 1978, com o navio tanque BRAZILIAN MARINA, que também teve seu casco rompido. Schaffer-Novelli (1990) cita que neste derramamento, o óleo atingiu a costa do Rio de Janeiro, mais efetivamente a região da Ilha Grande, através da corrente que segue rumo nordeste. Em janeiro de 2000, na Baía de Guanabara com o rompimento de um

oleoduto que liga a Refinaria Duque de Caxias ao Terminal da Ilha D'água (Baía de Guanabara), quando cerca 1.300m³ de óleo foram derramados no mar atingindo manguezais e costões rochosos do fundo da baía.

Entre agosto de 2019 a março de 2020, chegaram ao litoral Brasileiro toneladas de óleo cru pesado de origem venezuelana, culminando em um dos maiores desastres marinhos já relatados no país (De Oliveira *et al.*, 2020; Magris; Giarrizzo, 2020). A catástrofe ambiental atingiu cerca de 3km de área costeira, estima-se que mais de 7.000 toneladas do óleo cru pesado foram espalhadas por correntes marinhas ao longo do litoral brasileiro e coletadas, alcançando cerca de 900 praias (IBAMA, 2022)

A Baía de Ilha Grande é considerada um *hotspot* de biodiversidade sujeita a diversas fontes de pressão ecossistêmica, dentre essas fontes está o Terminal Aquaviário de Angra dos Reis que desponta no cenário ambiental com alguns vazamentos significativos de óleo no mar.

Em agosto de 2000 durante as atividades de transferência de óleo do Terminal para o navio tanque Cantagalo o vazamento de óleo pesado comprometeu duas praias arenosas e uma extensão de costões rochosos, localizados na Ponta do Gambelo (UERJ/TRANSPETRO, 2001; Carloni,2002).

Em 2002 dois vazamentos ocorreram. Em agosto durante atividades de carga e descarga do navio tanque BROTAS em setembro 2002, em virtude de um incêndio no píer de atracação dos petroleiros (UERJ/TRANSPETRO, 2002).

Segundo dados do Ministério público do Estado do Rio de Janeiro (2019), em março de 2015, um novo acidente com grande quantidade de óleo derramado no mar aconteceu na região. Durante operação de transferência de petróleo entre os navios 'Navion Gotemburg' e 'Nave Buena Sorte' no píer de atracação do terminal mais de 25 mil litros de óleo foram derramados nas Baías de Ilha Grande e de Sepetiba. Vistorias realizadas pelos órgãos ambientais demonstraram que o óleo se estendeu por uma área de 459 quilômetros. Pouco tempo depois, em abril de 2015, houve novo vazamento de petróleo, dessa vez envolvendo o navio MT 'Elka Leblon', no píer secundário do Terminal de Angra dos Reis, durante operação de 'crude oil washing'. Após o rompimento da tubulação, houve um vazamento estimado, inicialmente, em cerca de 300 litros no convés, que veio a descer diretamente pelo costado do navio para o mar.

A exposição ao óleo pode resultar, em alterações em toda comunidade biológica como, na redução de espécies, redução da tolerância às condições do ambiente e causar efeitos sub-letais que influenciam no comportamento, crescimento e sucesso reprodutivo dos organismos marinhos (Bokn & Box,1985; Howarth,1989, Millanelli, 1994; Corrêa-Silva, 2000; Corrêa-Silva, 2003).

Os efeitos podem ser diretos, com morte por recobrimento e asfixia, morte por intoxicação, morte de larvas e recrutas, redução na taxa de fertilização, alteração nos recursos alimentares, incorporação e bioacumulação,

incorporação de substâncias carcinogênicas e ainda efeitos indiretos como dificuldades na localização de presas, alterações na percepção química e motora, inibição da desova, deformidades nos órgãos reprodutores, alteração nas taxas de fotossíntese (Evans & Rice, 1972; Mann & Clark, 1978; Nelson, 1982; Cairns & Buikema, 1984; RPI, 1984; Millanelli, 1994).

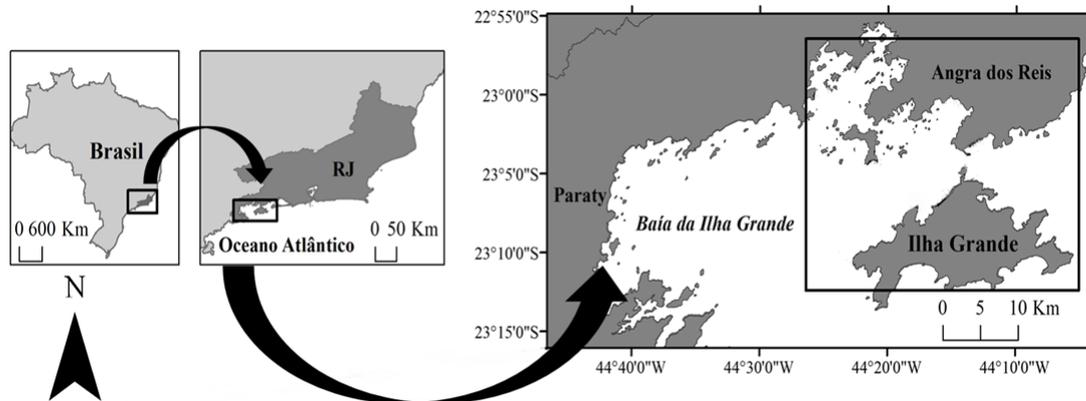
Sobre as algas o óleo pode causar dois tipos de impactos. O primeiro ligado ao efeito de recobrimento dos organismos e o segundo à assimilação de hidrocarbonetos. O recobrimento reduz a difusão de CO₂ e a penetração de luz nos vegetais. As alterações no metabolismo celular podem ser percebidas através das mudanças na sua morfologia e fisiologia (fotossíntese, respiração crescimento, conteúdo de pigmentos)

No evento em questão devido à grande extensão de área costeira e insular apresentando óleo aderido à superfície rochosa e sedimentar, a característica de óleo pesado do produto em questão, da persistência, já verificada, deste tipo de óleo na superfície rochosa e aos impactos consequentes a biodiversidade da Baía de Ilha Grande, o presente artigo vem retratar as ações de mitigação de impactos realizadas como medida de ação efetiva e compensação dos danos ambientais causados pelo derrame de óleo na Baía de Ilha Grande em março de 2015.

ÁREA DE ESTUDO

A Baía de Ilha Grande, com aproximadamente 1000 Km², está localizada ao sul do estado do Rio de Janeiro, entre as latitudes 22°50'S e 23°20'S e longitudes 44°45'W e 44°00'W. Esta baía consiste de dois corpos d'água separados por uma constricção formada entre o continente e a Ilha Grande (Figura 1), apresentando-se como um sistema estuarino parcialmente misturado com o oceano através dos extremos leste e oeste da Ilha. Uma marcante característica é o elevado número de ilhas, ilhotas e lages, totalizando 189 unidades, incluindo a Ilha Grande, a maior ilha do Estado do Rio de Janeiro e a terceira do Brasil (Corrêa-Silva, 2000, Corrêa-Silva, 2003, Bastos, 2006; Bastos & Callado, 2009; UERJ/TRANSPETRO, 2015).

Figura 1: Localização Baía de Ilha Grande



Fonte: A autora, 2023

Nesta baía a evolução das ameaças aos ecossistemas são evidenciadas e documentadas em uma série de publicações (Corrêa-Silva, 2000, Corrêa-Silva, 2003; FAO, 2008; Bastos & Callado 2009, INEA 2015; UERJ/TRANSPETRO, 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015; Rocha *et. al.*, 2016, FAO, 2018). Entre essas ameaças destaca-se a presença do terminal de transferência e armazenamento de petróleo e derivados (TEBIG), que torna a região suscetível ao risco de acidentes com vazamento de óleo no mar. Este terminal está localizado no continente (Ponta de Leme), latitude 23°03'38"S e longitude 44°13'10" W, em frente à parte central da Ilha Grande, onde ocorrem operações de carga e descarga de petróleo e derivados

METODOLOGIA

As vistorias para avaliação de ambientes com presença de óleo aderido ou na água, foram realizadas durante 15 dias, em dois períodos manhã e tarde, com embarcações de movimentação rápida e por sobrevoos de helicóptero. Nessas vistorias foram apontadas localizações de manchas de óleo próximas a locais com maior sensibilidade ambiental, com necessidades urgentes de ações para proteção. Também foram levantados pontos já com óleo aderido, tanto em praias arenosas, quanto em superfícies rochosas. Nas vistorias também foi verificada a presença ou não de animais contaminados pelo produto, tanto na linha d'água, quanto nos substratos avaliados.

Devido à grande extensão de área costeira e insular apresentando óleo aderido à superfície rochosa e sedimentar, a característica do óleo derramado, óleo pesado, altamente viscoso e denso, da persistência, deste tipo de óleo na superfície rochosa quando aderido e aos impactos consequentes a biodiversidade da Baía de Ilha Grande, foram propostas, junto a empresa e ao órgão ambiental, ações para mitigação do impacto gerado.

Nos ambientes de substrato inconsolidado, praias arenosas atingidas e impactadas pelo óleo foram realizadas limpezas manuais do sedimento, com utilização de pás, ancinhos e sacos para recolhimento do sedimento e resíduos contaminados. Esta ação foi realizada por funcionários

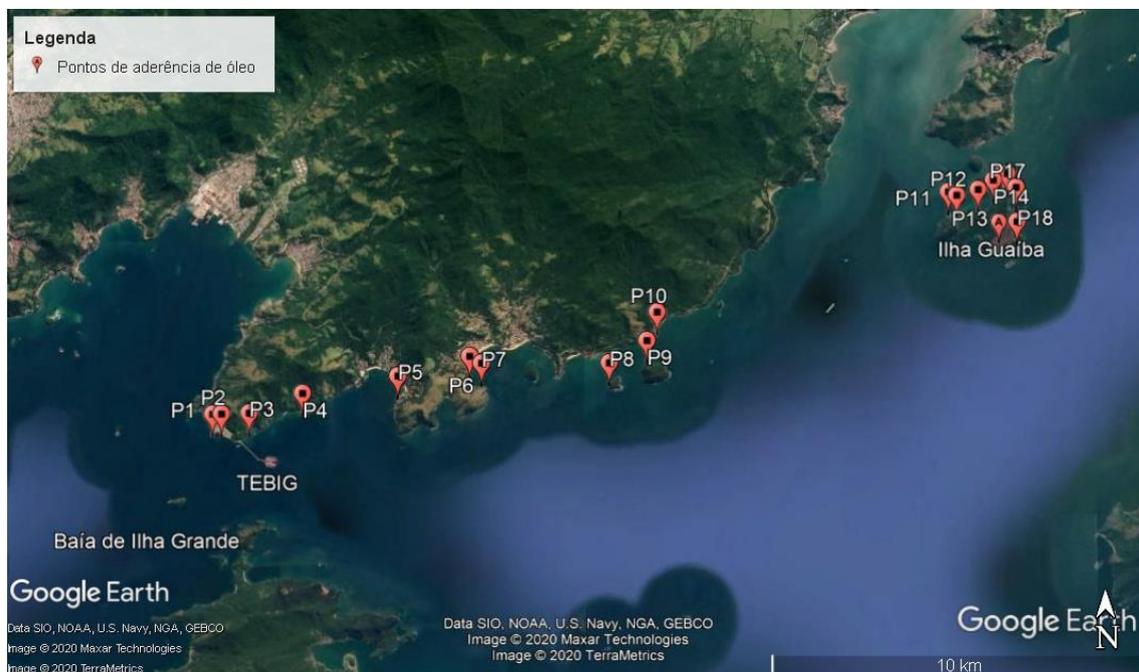
terceirizados da empresa. Já nos ambientes de substrato consolidado, costões rochosos, foi realizada a limpeza por lavagem do substrato. Esta ação foi realizada por 90 dias corridos sem interrupção, em pontos localizados desde a Ponta Leste, em Angra dos Reis, até a Ilha Guaíba, localizada no município de Mangaratiba. Toda a ação foi autorizada, acompanhada e fiscalizada pelo órgão ambiental Instituto Estadual do Ambiente (Inea).

A lavagem dos substratos foi realizada com lavagens com máquinas wap, com baixa pressão, temperatura ambiente com água do mar, com auxílio de embarcações. Para a lavagem a área afetada foi cercada por barreiras de contenção e barreiras absorventes para conter o produto resultante, que foi recolhido por equipamentos de sucção e acondicionados em *big bags* próprias para recolhimento de óleo.

RESULTADOS

As vistorias de acompanhamento de impacto foram realizadas em 84 km de costa com levantamento de 18 pontos com óleo aderido ao substrato rochoso (Figura 2). A Ilha Guaíba, localizada nas coordenadas 23°0'13.88" S e 44°2'21.35" foi o local com maior área de substratos rochosos contaminados pelo óleo. Nessa Ilha foram registrados 8 pontos de costão rochoso com óleo aderido ao substrato.

Figura 2 – Locais com pontos de aderência de óleo no substrato.



Fonte: A autora, 2023

Durante as vistorias não foram encontrados vertebrados, aves, mamíferos ou répteis mortos na linha d'água contaminados ou com resquícios de óleo aderido.

O ponto P11, localizado na Ilha Guaíba, apresentou a maior extensão de costa rochosa com óleo aderido ao substrato. Dentre os tipos substratos, a maior concentração de óleo aderido foi observada em costões rochosos do tipo blocos soltos rolados e posicionados uns sobre os outros, com grandes reentrâncias que possibilitaram o confinamento do óleo. A faixa superior dos costões rochosos impactados apresentou a maior concentração de óleo aderido, levando a uma alta taxa de mortalidade de cirripédios do gênero *Chathamalus* spp., organismos que ocorrem nessa porção dos substratos rochosos em alguns locais onde a aderência do produto se deu sobre estas populações. (tab.1).

Tabela 1 – Costões rochosos com óleo aderido ao substrato resultante do vazamento em tela.

Pontos com óleo aderido	Coordenadas	Extensão contaminada (metros)	Tipo de substrato	Mortalidade de cirripédios
P1	23° 3' 18.37" S	146,77	Costão blocos soltos	Não
	44° 14' 37.56" O			
P2	23° 3' 18.20" S	89,93	Costão blocos soltos	Sim
	44° 14' 28.18" O			
P3	23° 3' 17.49" S	80,61	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Não
	44° 14' 3.02" O			
P4	23° 3' 0.41" S	107,28	Costão com grandes blocos soltos	Não
	44° 13' 12.62" O			
P5	23° 2' 45.38" S	76,06	Substrato rochoso artificial	Não
	44° 11' 42.55" O			
P6	23° 2' 28.18" S	127,01	Costão blocos soltos	Não
	44° 10' 34.58" O			
P7	23° 2' 24.30" S	103,55	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Não
	44° 10' 23.40" O			
P8	23° 2' 34.19" S	133,63	Substrato rochoso artificial	Sim
	44° 8' 22.53" O			
P9	23° 2' 14.69" S	167,68	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Não
	44° 7' 46.76" O			
P10	23° 1' 49.71" S	207,52	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Não
	44° 7' 37.01" O			
P11	23° 0' 3.90" S	409,61	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Sim
	44° 2' 59.56" O			
P12	23° 0' 7.03" S	212,91	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Sim
	44° 2' 51.62" O			
P13	23° 0' 1.95" S	336,13	Grandes blocos soltos	Sim
	44° 2' 31.23" O			

P14	22° 59' 53.62" S	276,81	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Sim
	44° 2' 16.69" O			
P15	22° 59' 47.33" S	90,96	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Sim
	44° 2' 6.91" O			
P16	22° 59' 47.89" S	207,66	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Sim
	44° 2' 3.47" O			
P17	23° 0' 0.06" S	131,52	Costão blocos soltos	Sim
	44° 1' 55.03" O			
P18	23° 0' 30.39" S	120,54	Costão blocos soltos + costão verdadeiro	Não
	44° 1' 54.63" O			

Fonte: A autora, 2023

Uma situação combinada de marés altas de sizígia, somados a ventos fortes nos momentos de toque do óleo nos substratos, levaram a ocorrência, em diversos pontos, mas principalmente na Ilha Guaíba, de duas faixas de aderência de óleo do substrato rochoso (Figura 3).

Figura 3 – Substrato rochoso com duas faixas de óleo aderido



Fonte: A autora, 2023

As ações de lavagem de substrato foram realizadas por 90 dias ininterruptos, com equipes trabalhando na limpeza fins de semana e feriados. As máquinas wap, precisaram ser substituídas a cada quinzena, devido a pane elétrica causada pelo grande tempo de uso diário, somados ao uso com água do mar, que possivelmente causou grande corrosão interna nas máquinas.

As lavagens a baixa pressão, com temperatura ambiente e água do mar, se mostraram eficazes na remoção do óleo aderido ao substrato rochoso. Após a intensa lavagem o substrato se mostrou livre do óleo aderido (Figura 4). Ao fim dos 90 dias de ação mitigadora, cerca de 90% dos costões rochosos impactados pelo óleo se encontravam sem produto aderido. Os resíduos gerados foram recolhidos por equipamentos de sucção, acondicionados em embalagens próprias para transporte deste tipo de resíduos e destinados na empresa, para separação água/óleo dentro dos padrões legais vigentes.

Figura 4 – Eficácia do método de limpeza dos substratos rochosos.



Fonte: A autora, 2023

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A rotina de vistorias diárias realizada extensivamente e intensivamente, nos 15 dias posteriores ao vazamento de óleo na Baía de Ilha Grande, em março de 2015, se mostrou uma importante ferramenta de monitoramento de ambientes mais sensíveis, prioritários para proteção, através da definição de locais para o posicionamento de sistemas de contenção de óleo no mar.

O acompanhamento da movimentação de manchas fugitivas, que se desprenderam da maior concentração de produto vazado, foi vital para evitar novas contaminações de substratos rochosos. A adoção de medidas adequadas à fragilidade de cada ambiente, a identificação de ações e áreas prioritárias de proteção a eventos como vazamentos acidentais de óleo no mar e, conseqüentemente, de danos aos ecossistemas costeiros e marinhos se mostra cada vez mais necessária e relevante. As medidas de proteção aos ambientes e mitigatórias de impactos vem sendo destacadas por diversos autores (Millanelli, 1994, Wiczorek, 2006; Lima, 2008; Boulhosa e Souza Filho, 2009; Gil-Agudelo *et al.*, 2015; Pinheiro, 2018, Baptista *et al.*, 2019) e corroboradas pelo presente estudo.

Muller *et al.*, 2011, ressalta que durante a emergência, são necessárias ações de resposta rápidas para que os danos ao meio ambiente possam ser reduzidos e perdas materiais possam ser evitadas. No caso do presente estudo a agilidade na contenção e retirada do óleo do mar evitaria a extensão dos danos ao ambiente.

As comunidades dos costões rochosos, ecossistema abundante na Baía de Ilha Grande, são especialmente vulneráveis aos derrames, principalmente em áreas protegidas, com pouca energia física de batimento de ondas. Em regiões abrigadas as moléculas de hidrocarbonetos que

assentam no substrato, persistem por períodos de tempo maiores que em ambientes com alta energia de ondas.

Assim como o hidrodinamismo, o tipo de formação da costa, o grau de heterogeneidade do substrato tem elevada importância nas ações de combate e na dimensão do impacto gerado pelos vazamentos de óleo. Costões com grande quantidade de refúgios, como costões com grande quantidade de fendas, fissuras e depressões ou formado por blocos soltos rolados e posicionados uns sobre os outros propiciam a entrada e permanência do óleo, bem como a disponibilização recorrente do produto no ambiente. O impacto do óleo em costões está associado ao tipo de óleo (toxicidade, viscosidade e quantidade), à sensibilidade dos organismos em contato com o produto e ao tempo em que o ecossistema esteve submetido ao contaminante (Corrêa-Silva, 2003; UERJ TRANSPETRO, 2015)

No evento em questão, como consequência da associação de maré muito alta de sizígia, ventos mais fortes no momento do vazamento de óleo, as populações mais atingidas nos costões rochosos foram as populações de cirripédios, *Chthamalus proteus* e *Chthamalus bisinuatus*, que ocorrem na porção mais superior dos costões, porção esta, coberta no evento, pelo óleo pesado. Ao longo da área impactada, foram registrados, diversos pontos de costão com populações de cirripédios cobertos pelo óleo, que posteriormente apresentaram altas taxas de mortalidade. Segundo Corrêa-Silva, 2003, neste tipo de impacto por óleo pesado, os cirripédios são os primeiros a serem afetados. O recobrimento do óleo pesado sobre os cirripédios (cracas) causa morte imediata por asfixia, morte tardia por intoxicação ou por alteração na capacidade de alimentação do organismo.

Existem diversos métodos de limpeza para remediar a contaminação de costões rochosos atingidos por petróleo. Muitas das técnicas, entretanto, promovem um dano adicional à comunidade submetida ao processo de limpeza.

É de extrema importância uma precisa avaliação da situação real em uma emergência, para determinar se existe ou não a necessidade e possibilidade de limpeza do ambiente contaminado de forma a não resultar em danos maiores às comunidades biológicas (CETESB, 2006).

No vazamento de óleo retratado no presente estudo a limpeza foi indicada e autorizada pelo órgão ambiental (Inea). Esta ação de mitigação se fez imprescindível devido à extensão de costões rochosos impactados e também a aderência do óleo pesado nos substratos. Esta aderência se deu de forma absoluta na porção superior das rochas.

O método de jateamento para limpeza de substratos contaminados por óleo foi então adequado para remoção do poluente causando o menor dano às comunidades biológicas presentes. Este processo seguiu as orientações de eficiência do método da CETESB. Esta metodologia afirma que o procedimento de limpeza é considerado eficiente quando possibilita a remoção do

contaminante com mínimos impactos adicionais e quando favorece a recuperação do ambiente no menor tempo possível (CETSB, 2006).

CONCLUSÃO

A limpeza com jateamento em baixa pressão com água do mar em temperatura ambiente obteve excelentes resultados nesse evento devido ao início imediato das ações, contenção e retirada do produto desprendido imediatamente e trabalho conjunto com participação do órgão ambiental.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, E. C. S.; SILVA, A. L. C.; ABUCHACRA, R. C.; PINHEIRO, A. B. **Sensibilidade ambiental do litoral da Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ) a potenciais desastres causados por derramamento de óleo.** Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.07; 2470-2488. 2019.

BÍCEGO, M. C. **Contribuição ao Estudo de Hidrocarbonetos Biogênicos e do Petróleo no Ambiente Brasileiro.** Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo.156 p.1998.

BOULHOSA, M. B. M., SOUZA FILHO, P. W. M., 2009. Reconhecimento e mapeamento dos ambientes costeiros para geração de mapas de ISA ao derramamento de óleo, Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Geofísica** 27, 23-37. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-261X2009000500003>. Acesso: 30 out 2020.

CARLS, M.G.; HOLLAND, L.; IRVINE, G.V.; MANN, D.H.; LINDEBERG, M. Petroleum biomarkers as tracers of Exxon Valdez oil. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 35, n. 11, p. 2683-2690, 2016.

CORRÊA-SILVA, M.D. **Impacto por óleo (árabe leve) em repovoamento de costões rochosos.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia, Programa de Pós-graduação em Biologia Marinha. Universidade Federal Fluminense. 95p. 2003.

DE OLIVEIRA E. et al. Immediate social and economic impacts of a major oil spill on Brazilian coastal fishing communities. *Marine Pollution Bulletin*, v. 164, 2021.

EUZEBIO, C.S.; RANGEL, G.S.; MARQUES, R.C. Derramamento de petróleo e seus impactos no ambiente e na saúde humana. **RBCIAMB**. n.52. pag. 79-98. 2019.

GIL-AGUDELO, D. L., NIETO-BERNAL, R. A., IBARRA- MOJICA, D. M., GUEVARA-VARGAS, A. M., GUNDLACH, E. Índices de sensibilidade ambiental ante derrames de hidrocarburos em las áreas marinas y costeras de Colombia. **Journal Ciencia, tecnología y futuro**. 6, 17-22. 2015.

IBAMA. Manchas de Óleo Litoral do Nordeste. 2022. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo>>. Acesso em: 10 de agosto de 2023

LIMA, M. V., BRITO, D. D., MILANELLI, J. C. C. Mapeamento da Sensibilidade Ambiental a Derrames de Óleo em Ilha Bela, São Paulo. **Revista Brasileira de Cartografia** 1, 23-30. 2008.

MAGRIS, R.A.; GIARRIZZO, T. Mysterious oil spill in the Atlantic Ocean threatens marine biodiversity and local people in Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 153, p. 110961, 2020.

MILANELLI, J.C.C. Efeitos do Petróleo e da Limpeza por Jateamento em um Costão Rochoso da Praia de Barequeçaba, São Sebastião, SP. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. Vol 1 103p e anexo. 1994.

MULER M., ROMERO, A.F., RIEDEL, P.S. PERINOTTO, R.R.C. Ações de Resposta para Emergência em caso de Derrames de Óleo no Mar e Proposta de Implementação de Sistema de Informação voltado à Sensibilidade Ambiental para o Litoral Sul Paulista, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** 11(4):397-407. 2011.

PINHEIRO, A. B. **Geomorfologia de praias e sensibilidade ambiental no litoral de Paraty (RJ) à potenciais eventos de derramamento de óleo.** Dissertação (Mestrado). São Gonçalo, UERJ. 2018.

SCHAFFER-NOVELLI, Y. Vulnerabilidade do Litoral Norte do Estado de São Paulo a Vazamentos de Petróleo e Derivados. II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Estrutura, Função e Manejo. **Anais. ACIESP.** 6 a 11 de abril, Águas de Lindóia – São Paulo. 2: 375-399. 1990.

SHORT, J.W. Advances in understanding the fate and effects of oil from accidental spills in the United States beginning with the Exxon Valdez. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 73, n. 1, p. 5-11, 2017.

UERJ/TRANSPETRO. **Monitoramento de costões rochosos e praias arenosas na Baía de Ilha Grande.** Relatório técnico. 2015.

WHITE, I. “Oil spill response – Experience, Trends and Challenges”. **8th International Oil Spill Conference (SPILLCON 2000)**, Darwin, Australia, 15-17 August. 2000.

WIECZOREK, A. **Mapeamento de Sensibilidade a Derramamentos de Petróleo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – PEIC e Áreas do entorno.** Dissertação (Mestrado). São Paulo, UNESP. 2006.

ZHANG, W. et al. Governance of global vessel-source marine oil spills: Characteristics and refreshed strategies. **Ocean & Coastal Management**, v. 213, p. 105874, 2021.