

11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Avaliação e valoração de impactos ambientais em um manguezal afetado pelo derrame de óleo na costa brasileira (2019-2020)

AUTORES:

Mariana Santos Figueiredo de Freitas, Thiago de Aguiar Souza, Tatiane Combi

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal da Bahia

**AVALIAÇÃO DE VALORAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UM
MANGUEZAL AFETADO PELO DERRAME DE ÓLEO NA COSTA
BRASILEIRA (2019-2020)**

Resumo

Ao longo do desenvolvimento das civilizações, o petróleo vem adquirindo destaque como uma matriz energética de elevada dependência cotidiana, e essencial para os mais diversos aspectos da vida humana. Contudo, as problemáticas associadas ao óleo, como fonte de contaminação dos ambientes naturais, e consequentemente, como responsável pelos prejuízos socioeconômicos-ecológicos decorrentes, se tornam um desafio para as autoridades mundiais. No ano de 2019, o litoral brasileiro foi cenário de um dos maiores derrames de óleo já ocorridos na América do Sul, no qual mais de 5.000 toneladas de petróleo atingiram a região nordeste e sudeste do país, e resultou em inúmeros impactos nas mais de 1.000 localidades afetadas, trazendo impactos para comunidades tradicionais em diversas partes do país. Em alguns lugares dos estados afetados comunidades pesqueiras e tradicionais que residiam em locais que nem ao menos tiveram presença de petróleo relatada sofreram os impactos econômicos e sociais da mesma forma que localidades onde foi relatada a presença desse composto. Dentre esses impactos temos a perda de receita relacionada a venda de pescado, queda ou perda do fluxo do turismo local e insegurança alimentar. Dentro do desastre essas mesmas comunidades tiveram um papel essencial para a retirada e limpeza desse óleo das praias sendo muitas vezes essa atividade feita sem o uso de equipamentos adequados assim possibilitando impactos relacionados a saúde desses voluntários que tiveram contato direto ou indireto com essas substâncias. A preocupação desses eventos de contaminação por petróleo está relacionada principalmente aos efeitos tóxicos e carcinogênicos dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), que são um dos seus principais constituintes do óleo cru. Após o acidente, esses compostos podem permanecer em diferentes compartimentos ambientais, durante anos ou até décadas, persistindo assim, com os danos crônicos para a biodiversidade e a saúde humana. Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar as concentrações de HPAs nos sedimentos superficiais do manguezal localizado na foz do rio Jequitinhonha (Belmonte-BA) e verificar os impactos sociais deste derrame, utilizando como ferramenta de avaliação uma matriz de impacto ambiental.

Palavras-chave: derrame de óleo, avaliação de impactos ambientais, comunidades tradicionais

Abstract

Throughout the development of civilizations, oil has been gaining prominence as an energy matrix of high daily dependence and essential to the most diverse aspects of human life. However, the problems associated with oil, as a source of contamination of natural environments, and consequently, as responsible for the resulting socioeconomic-ecological damage, have become a challenge for world authorities. In 2019, the Brazilian coast was the scene of one of the largest oil spills ever to occur in South America, in which more than 5,000 tons of oil hit the northeast and southeast regions of the country and resulted in numerous impacts on the more than 1,000 affected locations, bringing effects to traditional communities in various parts of the country. In some parts of the affected states, fishing and traditional communities that lived in places that were not even reported to have oil suffered economic and social impacts in the same way as places where the presence of this compound was

reported. Among these impacts, some of the most important are the loss of income related to the sale of fish, the decrease or loss of local tourism, and food insecurity. Within the disaster, these same communities played an essential role in the removal and cleaning of this oil from the beaches, often without the use of proper equipment, thus allowing impacts related to the health of these volunteers who had direct or indirect contact with these substances. The concern related to oil contamination is mostly related to the toxic and carcinogenic effects of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), one of the main constituents of crude oil. After the accident, these compounds can remain in different environmental compartments for years or even decades, thus persisting with chronic damage to biodiversity and human health. In this context, the present study aims to evaluate the concentrations of PAHs in mangrove surface sediments in the Jequitinhonha estuary (Belmonte-BA) and verify the social impacts of this spill, using an environmental impact matrix as an evaluation tool.

Keywords: oil spill, evaluation of environmental impacts, traditional communities

Introdução

O petróleo é uma das matrizes energéticas e de produção mais importantes para a nossa sociedade. Sua utilização e demanda são amplas e crescentes, resultando em um aumento nas taxas de exploração, transporte e refino de óleo ao longo dos anos. Embora estes processos tenham sido realizados de modo cada vez mais seguro e controlado nas últimas décadas, seu potencial para geração de possíveis impactos ambientais não pode ser negligenciado, tanto em relação a contaminação crônica, como pequenos vazamentos durante operações de transporte, quanto aguda, como os Derrames de óleo ao redor do mundo geraram consequências já bastante conhecidas para a economia, como a perda de milhões de euros para a indústria pesqueira da Espanha após o derrame Prestige em 2002 (GARZA-GIL; SURÍS-REGUEIRO; VARELA-LAFUENTE, 2006); para a biota, como contaminação de organismos (PULSTER et al., 2020) e mudanças na cadeia trófica (MARTIN et al., 2020) do Golfo do México após o acidente DeepWater Horizon em 2010; e para a saúde humana, como alterações hormonais em pessoas que entraram em contato direto com o óleo após o desastre Hebei Spirit na Coreia do Sul em 2007 (NA et al., 2012). Além dos efeitos relacionados ao próprio óleo, como sufocamento de biota, reações alérgicas em seres humanos e diminuição na venda de pescado, a maior preocupação em relação ocorrência desses acidentes está relacionada a presença de compostos químicos tóxicos, principalmente os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), que podem afetar negativamente a biota e os seres humanos, inclusive em relação a efeitos carcinogênicos e mutagênicos, a médio e longo prazos (MALLAH et al., 2022).

Em agosto de 2019 um grande desastre ambiental aconteceu na costa brasileira, com mais de 5.000 toneladas de óleo aportando em mais de 1.000 localidades (IBAMA, 2020), afetando principalmente a região Nordeste do país. As comunidades pesqueiras e marisqueiras tradicionais foram seriamente lesionadas com esse desastre ambiental, pois o óleo contaminou peixes, ostras e caranguejos, que são sua principal fonte de renda e alimento (ALMEIDA; GIARRIZZO, 2020). O setor de serviços, principalmente relacionados ao turismo, também foi bastante lesado durante o derrame, visto que a região abriga alguns dos destinos turísticos mais procurados do país. A indústria do turismo representa 6,84 % do PIB (produto interno bruto) na região nordeste do país, com um faturamento médio de

aproximadamente 1,7 bilhões de reais entre os anos de 2016 e 2020 (MINISTÉRIO DO TURISMO, 2021; RABAHY, 2019).

Avaliar o ambiente e concatenar esses resultados com os impactos socioeconômicos pode nortear tomadas de decisão que afetam diversos setores da sociedade, mitigando ou diminuindo sensivelmente possíveis riscos e prejuízos futuros. Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar as concentrações de HPAs nos sedimentos superficiais do manguezal localizado na foz do rio Jequitinhonha, no município de Belmonte - BA, assim como verificar os impactos sociais deste derrame, utilizando como ferramenta de avaliação uma matriz de impacto ambiental.

Metodologia

A bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha abrange grande parte do nordeste do Estado de Minas Gerais e pequeno setor do sudeste da Bahia. O rio Jequitinhonha tem sua nascente localizada na Serra do Espinhaço, ao sul da cidade de Diamantina - MG, a uma altitude de aproximadamente 1.200 metros. O rio corta os estados de Minas Gerais e Bahia, percorrendo cerca de 1.090 km, até desaguar na cidade de Belmonte - BA. Ao longo de sua extensão, o rio Jequitinhonha está sujeito a diversas atividades humanas, como construção de barragens, mineração, agricultura, silvicultura, pecuária e aporte de esgoto. A cidade de Belmonte conta com uma população de pescadores e marisqueiras de aproximadamente 274 pessoas que estão cadastradas na Reserva Extrativista (RESEX) de Canavieiras. Em 2013 foi registrada a presença de petróleo na Bacia do Rio Jequitinhonha, em Canavieiras. O poço localiza-se a 20 km da costa, no bloco BM-J-2, identificado através da sigla 1-QG-5A-BAS. Embora a área tenha despertado interesse e motivado levantamentos iniciais da empresa Queiroz Galvão Exploração e Produção S.A, a exploração do petróleo na região não foi conduzida após a realização de perfurações de poços exploratórios.

Para definição da área de coleta (Figura 1), buscou-se uma área de menor hidrodinâmica e menor presença de raízes de manguezal, a fim de diminuir a ocorrência de processos de remobilização de sedimentos ou bioturbação. Além disso, outros fatores foram levados em consideração para escolha das áreas: (1) presença e quantidade de óleo registrada no local ou próximas aos locais; (2) proximidade de comunidades pesqueiras e/ou marisqueiras; (3) proximidade dos locais habituais de pesca, mariscagem e lazer.

As amostras de sedimento foram coletadas com a utilização de uma colher de inox e colocadas em embalagens de alumínio previamente calcinadas a 450 °C por 4 horas para evitar possível contaminação. As amostras foram levadas ao laboratório e mantidas a -20 °C até o momento das análises. Em laboratório, as amostras foram extraídas de acordo com o protocolo descrito por Almeida *et al.*, (2018). As amostras de sedimentos foram extraídas através de ultrassom utilizando uma mistura de 25 mL dos solventes orgânicos hexano e diclorometano (HEX:DCM; 1:1, v:v). Foram realizados 3 ciclos de extração durante 15 minutos em cada etapa a 50 °C. O extrato final foi evaporado em um evaporador rotativo a vácuo até atingir o volume final de 1 mL. Os compostos de interesse foram analisados em um cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (GC/MS).



Figura 1: localização dos 3 pontos de coleta de sedimento superficial na foz do rio Jequitinhonha.

Resultados e Discussão

Matriz de impactos

De acordo com a Resolução do Conama 01/86, impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente (CONAMA, 1986). Durante o derrame de 2019-2020, as comunidades atingidas foram expostas ao óleo e às substâncias químicas presentes no mesmo, além de terem sofrido diferentes impactos sociais e econômicos causados pelo acidente, de modo direto ou indireto. Especificamente em Belmonte, comunidades de povos tradicionais voltados a pesca e mariscagem, como os residentes na área da RESEX de Canavieiras, que tem suas fontes de renda e subsistência relacionadas ao extrativismo de organismos aquáticos, muitos dos quais vivem ou se reproduzem em áreas de manguezais. De acordo com as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo (DOMINGUEZ, 2012), estas áreas apresentam um índice elevado de sensibilidade ao óleo, sendo particularmente sensíveis aos impactos de derrames devido a fatores como dificuldade de remoção do óleo e acúmulo de contaminantes, principalmente nos sedimentos de manguezais, por longos períodos (AMBADE et al., 2022).

De acordo com levantamentos feitos junto às comunidades locais e associações de moradores, pescadores e marisqueiras, as atividades de pesca e mariscagem foram suspensas na região antes mesmo da chegada do óleo e se mantiveram suspensas por mais de três meses após a chegada das primeiras manchas (SOS Mangue Mar Canes), aumentando ainda mais a situação de vulnerabilidade e insegurança alimentar nas comunidades atingidas. Com a insegurança relacionado ao consumo de

frutos do mar e massiva presença de óleo nas praias da região, houve também uma sensível diminuição no fluxo turístico no município. Com a perda das principais fontes de renda da região, como a venda dos mariscos, pescados e turismo, pode-se observar uma ampla gama de impactos diretos e indiretos sofridos pelas comunidades (ACCIOLY; VIEIRA, 2022). A Tabela 1 apresenta a matriz de impactos socioeconômicos observados em Belmonte, utilizando a matriz proposta por Leopold (1971) para o Serviço Geológico do Interior dos EUA.

	Fatores culturais				
	Status cultural			Recreação	
	Economia Local	Comunidades Tradicionais Pesqueiras	Vulnerabilidade Alimentar da comunidade local	Locais de recreação	Turismo
Derrame de Petróleo 2019-2020	5	5	3	5	4

1	Baixo Impacto
2	Médio Baixo Impacto
3	Médio Impacto
4	Médio alto impacto
5	Alto Impacto

Tabela 1 Matriz de impactos culturais. Fonte: Os autores, elaborado a partir de LEOPOLD 1971; ACCIOLY M. C.; VIEIRA F. P. 2022

Concentrações de HPAs nos sedimentos

As concentrações de HPAs nos sedimentos analisados tiveram, em geral, um pequeno aumento entre fevereiro e setembro de 2021 para todos os HPAs, exceto o acenafaleno e o pireno, os quais aumentaram em 328% 429% respectivamente (Figura 2). Dois compostos se destacaram nesse quesito: o acenafaleno, que no ponto S2 foi de uma concentração de 9,9 ng g⁻¹ para 53,8 ng g⁻¹ e o pireno, cujas concentrações passaram de abaixo do limite de detecção do método (<LDM) para 28,3 ng g⁻¹ e de 5,1 ng g⁻¹ para 29,5 ng g⁻¹ nos pontos S1 e S3, respectivamente. Apesar disso, alguns HPAs se mantiveram em concentrações <LDM nos 3 pontos de coleta, como o 2-metilnaftaleno, o acenafeno o criseno, enquanto outros apresentaram uma baixa variação nas amostras analisadas, como o benzo(a)antraceno, com concentrações que variaram entre 10,4 e 11,2 ng g⁻¹ e o antraceno onde concentrações de 16,7 a 17,6 ng g⁻¹ foram encontradas.

Estudos feitos anteriormente em regiões próximas mostram diferentes valores de HPAs. Dentro da Baía de Todos os Santos (BTS) foram encontrados valores que variaram de <LDM a máximos de 533 ng g⁻¹ em locais próximos de onde ocorrem diversas atividades antropogênicas, como produção de óleo e gás (BAY et al., 2018). Já no estuário do rio São Paulo, também localizado dentro da BTS, as concentrações foram de 11,45 ± 1,28 a 1825,35 ± 107,96 ng g⁻¹ (NASCIMENTO et al., 2017). Quando comparadas aos valores apresentados na resolução do CONAMA 454/2012 (Tabela 2), as concentrações obtidas neste estudo encontram-se em níveis baixos a médios, representando um baixo risco de efeitos adversos para a biota.

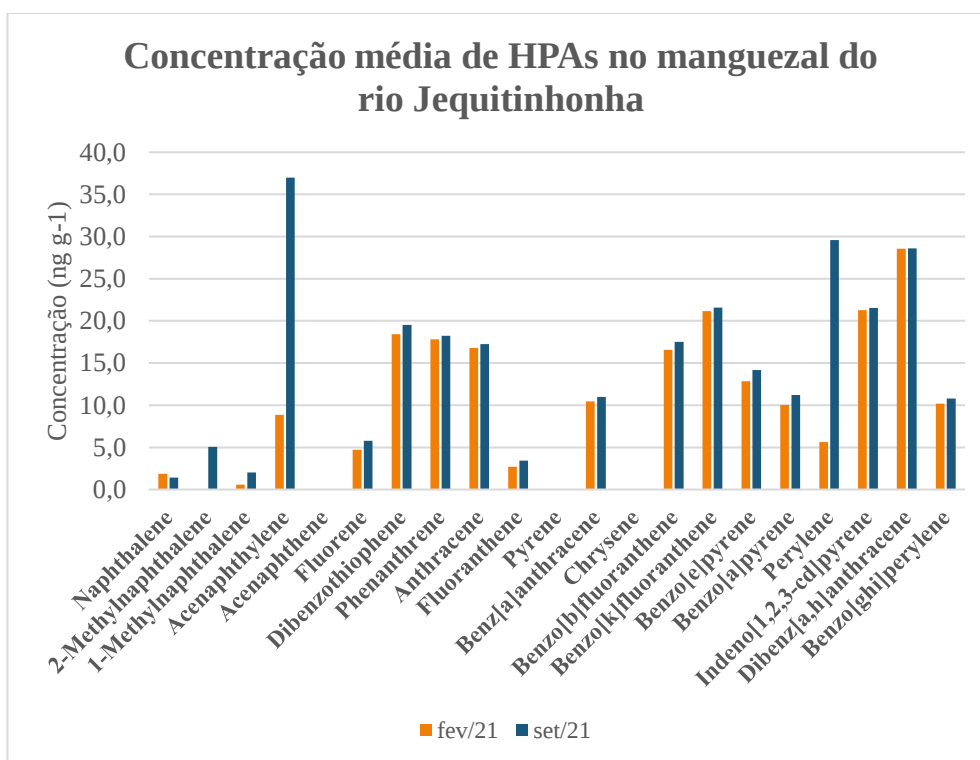


Figura 2: gráfico mostrando a variação das concentrações médias dos três pontos coletados para os 21 HPA's encontradas em fevereiro e setembro de 2021.

Quando comparados a concentrações encontradas após outros grandes derrames ao redor do mundo, a média das concentrações apresentadas neste trabalho são baixas. Após o derrame ocorrido na costa da Coreia do Sul em 2007, valores médios de HPA's totais para sedimentos variaram de 25.100 ng g⁻¹ a 129.000 ng g⁻¹ dois anos após o derrame (LEE et al., 2013) em manguezais e praias atingidos pelo óleo. Já as concentrações encontradas depois do acidente em Gladstone na costa Australiana decaíram consideravelmente poucos meses após o derrame, indo de um pico de 9.805 ± 1.557 ng g⁻¹ em áreas próximas (ANDERSEN; MELVILLE; JOLLEY, 2008) no primeiro mês pós-derrame e decrescendo para 658 ± 301 ng g⁻¹ (MELVILLE; ANDERSEN; JOLLEY, 2009) seis meses após, não obstante sendo ainda valores considerados altos e com prováveis impactos à fauna local.

HPA	fev/21	set/21	Água salobra nível 1	Água salobra nível 2
Benzo(a)pireno	5,6	29,6	280	690
Criseno	0	0	300	850
Dibenzo(a,h)antraceno	28,6	28,6	43	140
Acenafteno	0	0	16	500
Acenaftileno	8,8	37	44	640

Antraceno	16,8	17,2	85,3	1100
Fenantreno	17,8	18,2	240	1500
Fluoranteno	2,7	3,4	600	5100
Fluoreno	4,7	5,8	19	540
2-Metilnaftaleno	0	5	70	670
Naftaleno	1,9	1,4	160	2100
Pireno	0	0	665	2600

Tabela 1: comparação entre as médias de HPAs encontradas nos dois períodos de coleta com os níveis de HPAs estabelecidos na resolução CONAMA 454/2012.

Conclusões

A partir dos dados apresentados no presente trabalho, pode-se observar que os impactos socioeconômicos registrados até o momento, principalmente para comunidades tradicionais de pesca e mariscagem, foram predominantes em relação aos impactos observados no ambiente físico. Enquanto os impactos culturais/socioeconômicos variaram entre níveis médios a altos, as concentrações de HPAs nos sedimentos de manguezais encontram-se em níveis compatíveis com baixo risco toxicológico para a biota associada. Apesar disso, os riscos para a biota e saúde humana, relacionada por exemplo ao consumo de pescado ou contato com sedimentos contaminados, não podem ser completamente excluídos. Novos estudos avaliando os possíveis efeitos adversos de HPAs nos sedimentos a médio e longo prazo, bem como monitoramento da qualidade do pescado e presença de metabólitos de HPAs e/ou biomarcadores de efeitos em organismos, são necessários para correta valoração dos impactos do derrame de óleo de 2019-2020 em Belmonte – BA. Além disso, um acompanhamento a longo prazo da saúde e recuperação econômica das comunidades atingidas também se faz necessário, principalmente para avaliação da necessidade de políticas públicas em relação a estas populações que, além dos impactos do derrame do óleo, sofreram também impactos relacionados à pandemia de COVID-19 e às chuvas e alagamentos nos últimos dois anos.

Agradecimentos

Mariana Figueiredo agradece ao PRH-36 UFBA/ANP pela bolsa de Iniciação Científica. Este projeto foi desenvolvido com recursos do Programa CAPES Entre-Mares (88881.469705/2019-0) e INCT AmbTropic (GT 4.0 Derrames de óleo) (CNPq 465634/2014-1).

Referências Bibliográficas

- ACCIOLY, M. DA C.; VIEIRA, F. P. **Manchas de Sofrimento: enfrentamentos das comunidades pesqueiras ao derramamento de petróleo de 2019**. 1st. ed. Salvador: SIBI/UFBA/Faculdade de Educação - Biblioteca Anísio Teixeira, 2022.
- ALMEIDA, R.; GIARRIZZO, T. Mysterious oil spill in the Atlantic Ocean threatens marine biodiversity and local people in Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 153, n. February, p. 110961, 2020.

- AMBADE, B. et al. Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediment residues of Mahanadi River Estuary: Abundance, source, and risk assessment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 183, n. August, p. 114073, 2022.
- ANDERSEN, L. E.; MELVILLE, F.; JOLLEY, D. An assessment of an oil spill in Gladstone , Australia – Impacts on intertidal areas at one month post-spill. **Marine Pollution Bulletin**, v. 57, p. 607–615, 2008.
- BAY, S. et al. Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments of a Tropical Bay influenced by anthropogenic activities (Todos os Santos Bay, BA, Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v. 137, n. October, p. 399–407, 2018.
- DOMINGUEZ, J. M. L. **Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias Marítimas da Bahia**. 2ª ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012.
- GARZA-GIL, M. D.; SURÍS-REGUEIRO, J. C.; VARELA-LAFUENTE, M. M. Assessment of economic damages from the Prestige oil spill. **Marine Policy**, v. 30, n. 5, p. 544–551, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS-IBAMA. **Localidades Oleadas No Litoral Brasileiro Identificadas a Partir De 30/ Agosto/2019**. [s.l: s.n.].
- LEE, C. H. et al. Monitoring toxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons in intertidal sediments for five years after the Hebei Spirit oil spill in Taean, Republic of Korea. **Marine Pollution Bulletin**, v. 76, n. 1–2, p. 241–249, 2013.
- MALLAH, M. A. et al. Polycyclic aromatic hydrocarbon and its effects on human health: An overview. **Chemosphere**, v. 296, n. February, 2022.
- MARTIN, C. W. et al. Disturbance-driven changes to northern Gulf of Mexico nekton communities following the Deepwater Horizon oil spill. **Marine Pollution Bulletin**, v. 155, n. May, p. 111098, 2020.
- MELVILLE, F.; ANDERSEN, L. E.; JOLLEY, D. F. The Gladstone (Australia) oil spill – Impacts on intertidal areas : Baseline and six months post-spill. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 2, p. 263–271, 2009.
- MINISTÉRIO DO TURISMO. **Anuário Estatístico de Turismo 2021**. Brasília: [s.n.].
- NA, J. U. et al. The duration of acute health problems in people involved with the cleanup operation of the Hebei Spirit oil spill. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 6, p. 1246–1251, 2012.
- NASCIMENTO, R. A. et al. Sources and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and organic matter in surface sediments of an estuary under petroleum activity influence , Todos os Santos Bay, Brazil. n. March, 2017.
- PULSTER, E. L. et al. Chronic PAH exposures and associated declines in fish health indices observed for ten grouper species in the Gulf of Mexico. **Science of the Total Environment**, v. 703, n. xxxx, p. 135551, 2020.
- RABAHY, W. A. Análise e perspectivas do turismo no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 14, n. 1, p. 1–13, 2019.