



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FARMÁCIA**

ERICSON ALVES SILVA FILHO

**OS IMPACTOS DO ÓLEO CRU SOBRE ORGANISMOS
MARINHOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

JOÃO PESSOA – PB

MARÇO – 2020

ERICSON ALVES SILVA FILHO

**OS IMPACTOS DO ÓLEO CRU SOBRE ORGANISMOS
MARINHOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
de Graduação em Farmácia, do Centro
de Ciências da Saúde, da Universidade
Federal da Paraíba, como parte dos
requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Farmácia.

ORIENTADOR: PROF. DR. HEMERSON IURY FERREIRA MAGALHÃES

JOÃO PESSOA – PB

MARÇO – 2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F481i Filho, Ericson Alves Silva.

Os impactos do óleo cru sobre organismos marinhos: uma
revisão integrativa / Ericson Alves Silva Filho. - João
Pessoa, 2020.

26 f. : il.

Orientação: Hemerson Iury Ferreira Magalhães.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCS.

1. Óleo cru; Saúde; Ecossistema marinho. I. Magalhães,
Hemerson Iury Ferreira. II. Título.

UFPB/BC

ERICSON ALVES SILVA FILHO

OS IMPACTOS DO ÓLEO CRU SOBRE ORGANISMOS MARINHOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
de Graduação em Farmácia, do Centro
de Ciências da Saúde, da Universidade
Federal da Paraíba, como parte dos
requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Farmácia.

Aprovado em 18 de MARÇO de 2020.


Prof. Dr. Hemerson Iury Ferreira Magalhães
Universidade Federal da Paraíba- UFPB
Orientador


Prof. Dr. Ionaldo José Lima Diniz Basilio
Universidade Federal da Paraíba- UFPB
Examinador


Prof. Dra. Eloiza Helena Campana
Universidade Federal da Paraíba- UFPB
Examinadora

DEDICATÓRIA

À minha família.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ter me concebido graças. E aos **Guias espirituais**, pelos nobres conselhos e pela boa-fé.

Aos meus queridos pais, **Ericson Alves Silva** e **Reges Maria Alves de Moura**, por terem proporcionados anos de investimentos de recursos financeiros, conselhos, confiança, e por seus atos amorosos e gentis. Ao meu irmão, **José Heitor de Moura Alves** pelo carinho, respeito e amizade. Aos meus **tios** e **tias**, em especial, **Elane Silva Batista** e **Eliane Silva Batista** por me ouvirem e serem tão acolhedoras, e **Edilson Silva Batista**, por seus conselhos e oportunidades. Ao meu primo, **Gabriel Alves Bezerra** pelo companheirismo e por suas palavras de apoio e otimismo.

Agradeço a **Socorro Alves Pereira** e **Fernando Robério Passos Texeira**, por suas ações que contribuíram a este trabalho.

Grato aos meus amigos, **Helton Ferreira Aragão**, **Marielly Falcão Lins** e **Francisco Renato Meneses de Araújo** pelo companheirismo e por compartilhar os mais diversos momentos.

Ao caro Professor **Hemerson Iury Ferreira Magalhães**, meu orientador, pelas oportunidades, confiança e disposição. Agradeço também, **Ana Paloma Tavares de Araújo** e **Gabriela Batista Cavalcanti Cordeiro** por seus comentários durante a construção deste trabalho.

RESUMO

Introdução: Os constituintes presentes no óleo cru são ameaças para os organismos marinhos, e essa interação pode resultar efeitos em longo prazo. Os impactos variam de acordo com os organismos e por sua exposição ao óleo, que decorre pela quantidade despejada, persistência em área afetada e distância da fonte primária. **Objetivo:** Identificar os possíveis impactos pela exposição do óleo cru sobre os organismos marinhos. **Metodologia:** Tratou-se de estudo integrativo, transversal e retrospectivo, com caráter restrito na seleção de amostras, limitou-se em 10 artigos selecionados. Foram combinados os seguintes descritores: “Oil crude”; AND; “Health”; AND; “Marine ecosystem”, aplicadas em buscas booleanas, realizado entre dezembro de 2019 e janeiro de 2020 nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Scopus*, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine)/PubMed* e *Web of Science* no período de 2010 a 2020. **Resultados:** Encontrados 53 artigos e 10 selecionados em bases de dados bibliográficas, destes *Scopus* (43,3%), *Web of Science* (37,7%), *MedLine/PubMed* (18,8%) e nenhum achado na base de dados SciELO. Os estudos mensuraram os impactos da interação dos constituintes do óleo cru no ecossistema aquático e costeiros, as pesquisas experimentais foram coletadas a partir de sedimentos, água do mar e/ou organismos marinhos. Todos os estudos selecionados foram baseados pela relevância das alterações promovidas após esses acidentes ambientais de vazamento de óleo cru. **Considerações finais:** O método apresentou achados precisos e satisfatórios em relação a resposta da pergunta da pesquisa. Foram identificados eliminação dos organismos sensíveis e alterações patológicas nos peixes. Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) destacam-se por seus riscos de mutações e desenvolvimento de carcinogêneses em organismos exposto, além de promover má formação dos embriões de peixes. Portanto, sugere-se estudos em curto, médio e longo prazo das alterações no ecossistema aquático afetados e sob riscos de contaminação por óleo cru, e desenvolver pesquisas a respeito da prevenção, recuperação, formas de resistência e recolonização dos organismos. Importante salientar que esses estudos não sejam estimulados por acidentes ambientais.

Palavras-chave: Óleo cru; Saúde; Ecossistema marinho.

ABSTRACT

Introduction: The constituents present in crude oil are threats to marine organisms, and this interaction can result in long-term effects. The impacts vary according to the organisms and their exposure to the oil, which is due to the amount discharged, persistence in the affected area and distance from the primary source. **Objective:** is to identify the possible impacts of crude oil exposure on marine organisms. **Methodology:** it was an integrative, cross-sectional and retrospective study, with restricted sample selection, limited to 10 selected articles. The following keywords were combined: "Oil crude"; AND; "Health"; AND; "Marine ecosystem", applied in Boolean searches, carried out between December 2019 and January 2020 in the databases Scientific Electronic Library Online (SciELO), Scopus, Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine)/PubMed and Web of Science in the period 2010 to 2020. **Results:** 53 articles and 10 selected in bibliographic databases were found, from these Scopus (43.3%), Web of Science (37.7%), MedLine/PubMed (18.8%) and none in the SciELO database. The studies measured the impacts of the interaction of crude oil constituents on the aquatic and coastal ecosystem, experimental research was collected from sediments, sea water and/or marine organisms. All selected studies were based on the relevance of the changes promoted after these environmental accidents of crude oil spills. **Final considerations:** The method presented precise and satisfactory findings in relation to the answer to the research question. Elimination of sensitive organisms and pathological changes in fish were identified. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) stand out for their risk of mutation and development of carcinogenic organisms in exposed fish and promote malformation of fish embryos. Therefore, short, medium and long term studies of changes in the affected aquatic ecosystem and under risks of contamination by crude oil are suggested, and research on prevention, recovery, forms of resistance and recolonization of organisms is developed. It is important to stress that these studies are not stimulated by environmental accidents.

Keywords: Oil crude; Health; Marine ecosystem.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Demonstrativo do acesso as bases de dados.....	15
Figura 2: Demonstrativo da estratégia de buscas nas bases de dados.....	15
Figura 3: “X” representa os artigos achados.....	17
Figura 4: Distribuição dos artigos encontrados de acordo com as bases de dados	20
Figura 5: Distribuição dos artigos selecionados de acordo com as bases de dados <i>MedLine/PubMed</i>	20
Figura 6: Distribuição dos artigos selecionados de acordo com a base de dados <i>Scopus</i>	21
Figura 7: Distribuição dos artigos selecionados de acordo com a base de dados <i>Web of Science</i>	21

TABELA

Tabela 1: Artigos selecionados.....	18
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ALT	Alanina aminotransferase.
AST	Aspartato aminotransferase.
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Online.
DNA	Ácido Desoxirribonucleico.
DWH	<i>Deepwater Horizon</i> .
EUA	Estados Unidos da América.
HPA	Hidrocarboneto Policíclico Aromático.
MedLine	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval System Online</i> .
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i> .

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICO.....	14
3. METODOLOGIA	15
4. RESULTADOS.....	17
5. DISCUSSÃO	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7. REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

O óleo cru é uma mistura rica de diversos elementos químicos que podem ser tóxicos para os seres vivos (HARR *et al.*, 2018). Sua presença no meio ambiente é uma ameaça, muitas vezes com ação em longo prazo, em algumas ocasiões remediáveis (PENNING *et al.*, 2014). Os componentes essenciais são: hidrocarbonetos lineares (30-35%), cíclicos (30-60%) e aromáticos (10-20%), além de compostos contendo oxigênio, enxofre e nitrogênio (ANH, 2019).

Os hidrocarbonetos aromáticos incluindo os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), são mais estudados devidos seus efeitos tóxicos (INCARDONA *et al.*, 2011), tanto que o benzeno é conhecido como hematotóxico e hematocarcinogênico (RAMESH *et al.*, 2018).

Os HPA possuem dois ou mais anéis de benzeno fundido com diversas configurações estruturais, em que os anéis podem estar em arranjos lineares, angulares ou agrupados. Em virtude de seus metabólitos apresentarem potenciais de ligações a proteínas celulares e ao DNA, resultam em danos que podem levar a mutações, malformações e tumores (ALEGBELEYE *et al.*, 2017).

Wang e colaboradores (2019) afirmam que as regiões altamente urbanizadas produzem influências significativas sobre a presença de HPA em extensões costeiras. Anh (2019) relata que as pessoas que vivem nestas áreas contaminadas estão dispostas a desenvolverem diversas alterações patológicas.

Devido aos episódios de vazamentos e seus impactos, os acidentes relacionados ao óleo cru em regiões marítimas se constituem com uma das fontes mais conhecidas de poluição (HARR *et al.*, 2018). A exposição do ecossistema marinho ao óleo cru abrange efeitos cascatas, afetando a biodiversidade. Em consideração ao deslocamento pela circulação oceânica, possibilita contaminação crônica e eventual em diversas áreas distantes da fonte primária, que caracteriza o efeito sementeira (SOTO *et al.*, 2014).

Essas reincidências dificultam os processos de recuperação da fauna e da flora nas extensões afetadas. Com isso, a exposição decorre da quantidade de óleo cru despejado, da distância da fonte primária e de sua persistência em uma área afetada (PENNING *et al.*, 2014). Esse fenômeno reduz a capacidade de resiliência e flexibilidade dos ecossistemas contaminados (ANH, 2019). As avaliações das

exposições de óleo cru em ecossistema marinho, geralmente, são realizadas por meio da detecção dos compostos em tecidos e da utilização de marcadores biológicos (INCARDONA *et al.*, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Realizar uma revisão integrativa em relação aos possíveis impactos do óleo cru sobre os organismos marinhos.

2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar as contagens de todos os artigos encontrados e aceitos em cada base de dados bibliográficas.
- Identificar as possíveis modificações ocorridas após acidentes ambientais de vazamentos de óleo cru sobre os organismos marinhos.

3. METODOLOGIA

O Presente trabalho apresenta uma análise integrativa que se baseia em três quesitos, em ordem, para estruturação da pesquisa, sendo eles:

- Identificação do tema e pergunta de pesquisa;
- Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de documentos;
- Seleção das amostras;

A identificação do tema fundamenta-se em perspectiva dos achados perante a exposição do óleo cru em ecossistemas marítimos e na saúde dos seres vivos envolvidos. Por isso, a pergunta de pesquisa discorre acerca dos possíveis impactos sobre os organismos marinho expostos ao óleo cru.

Utilizaram-se buscas de artigos indexados em bases de dados de referências bibliográficas eletrônicas acessadas a partir da biblioteca digital de informações científicas e tecnológicas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). As bases de dados foram: *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine)/PubMed*, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *Scopus*, e *Web of Science* (figura 1).

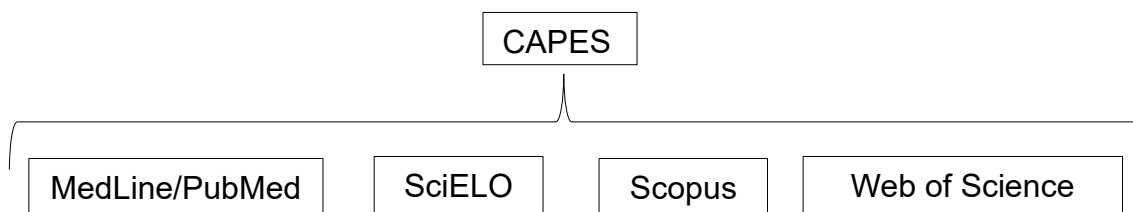


Figura 1. Demonstrativo do acesso às bases de dados. Fonte: AUTOR.

Os periódicos foram consultados em modo avançado, no período de dezembro de 2019 a janeiro de 2020. A partir das buscas booleanas aplicou-se o operador “AND”, combinado com os seguintes descritores: “Oil crude”; AND; “Health”; AND; “Marine ecosystem” (figura 2).

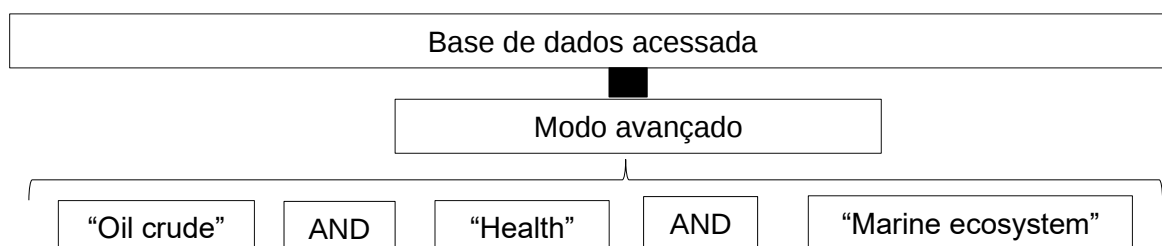


Figura 2. Demonstrativo da estratégia de buscas nas bases de dados. Fonte: AUTOR.

A revisão realizada apresentou característica retrospectiva e transversal, de aspecto restrito na seleção de amostras, se limitou em uma quantidade total de 10 artigos para a realização da pesquisa. As justificativas foram compor maior nível de atualização e de relevância científica. Em seguida, observou-se o título e as palavras-chave dos documentos propostos disponíveis. O mais relacionado com a resposta da pergunta da pesquisa foi analisado pelo autor na íntegra e avaliado para seleção.

Estabeleceu os seguintes critérios de inclusão: artigos científicos que responderam à pergunta de pesquisa, publicados entre os anos de 2010 e 2020, na língua inglesa, e envolvendo todos os tipos de estudos. Os critérios de exclusão envolveram os artigos que não atenderam aos critérios de inclusão e os que não responderam à pergunta da partida da pesquisa.

Os dados foram registrados como elementos gráficos obtidos pela análise dos dados no software Microsoft Excel® versão 2013, sendo organizados como figuras. A tabela foi estruturada em: título, ano, tipo de estudo, base de dados, autor (es) e principais achados.

4. RESULTADOS

Os achados a *Web of Science* partir das buscas booleanas utilizando o operador “AND” em bases de dados bibliográficas, identificou os artigos que englobavam simultaneamente, os descritores: “Oil crude”, “Health” e “Marine ecosystem” (figura 3). No presente estudo, dos 53 artigos encontrados, 23 (43,3%), foram da base de dados *Scopus*; 20 (37,7%), da base de dados, 10 (18,8%) da base de dados *MedLine*, e nenhum achado da base de dados *SciELO* para os termos supracitados.

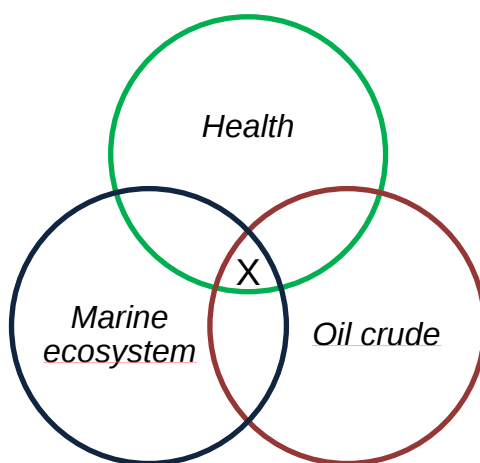


Figura 3: “X” representa os artigos achados. Fonte: AUTOR.

Os artigos selecionados mostraram achados sobre os impactos da interação dos constituintes do óleo cru no ecossistema aquático e costeiros, as pesquisas experimentais foram coletadas a partir de sedimentos, água do mar e/ou organismos marinhos (tabela 1). Todos os estudos selecionados foram baseados pela relevância das alterações promovidas após esses acidentes, destacando a fase toxicocinética. No entanto, a fase toxicodinâmica não é explícita nos estudos.

Título	Ano de publicação	Tipo de estudo	Base de dados bibliográfica	Autor(es)	Principais achados
"Oil spills and fish health: exposing the heart of the matter model for fish health and growth"	2011	Retrospectivo	Scopus	Incardona e colaboradores	Revelaram que os compostos de HPA mais abundantes no óleo cru são menos estudados devido sua baixa toxicidade, e esses compostos podem causar insuficiência cardíaca no desenvolvimento de embriões de peixes
"Bioaccumulation of petroleum hydrocarbons in fiddler crabs (<i>Uca minax</i>) exposed to weathered MC-252 crude oil alone and in mixture with an oil dispersant"	2013	Experimental	MedLine/PubMed	Chase e colaboradores	Observaram que os HPA agem por desconhecidos mecanismos de toxicidade em caranguejo violinista (<i>Uca minax</i>)
"The environmental legacy of the Ixtoc-I oil spill in Campeche Sound, southwestern Gulf of Mexico"	2014	Retrospectivo	Web of Science	Soto e colaboradores	Salientaram que a escassez de informações durante a tragédia em 1979 no Campeche Sound, Golfo do México, pela explosão do poço de extração de óleo cru mais produtivo, o Ixtoc-1, foi essencial para alastramentos dos impactos nos ecossistemas aquáticos
"Effects of Oil Spills on Terrestrial Arthropods in Coastal Wetlands"	2014	Retrospectivo	Web of Science	Pennings e colaboradores	Sugerem que os artrópodes terrestres podem ser mais sensíveis à exposição ao óleo cru do que as plantas. Esse evento pode ser um indicador útil para saúde dos pântanos após acidentes ambientais de vazamento de óleo cru
"Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: A Critical Review of Environmental Occurrence and Bioremediation"	2017	Retrospectivo	Web of Science	Alegbeleye e colaboradores	Citam as principais direções do HPA no ambiente aquático, que são: dissolução, adsorção em sólidos em suspensão e subsequente sedimentação, degradação biótica e abiótica, captação por organismos aquáticos e bioacumulação
"Evaluation of behavioral parameters, hematological markers, liver and kidney functions in rodents exposed to Deepwater Horizon crude oil and Corexit"	2018	Experimental	Web of Science	Ramesh e colaboradores	Concluíram que as alterações comportamentais e laboratoriais, no qual foram identificados espasmos induzidos na cabeça, ereção dos pelos e aumento da aparência. Quanto aos valores laboratoriais encontraram aumento dos níveis de creatinina, Alanina Aminotransferase (ALT), Aspartato Aminotransferase (AST), bilirrubina, triglicerídeos, neutrófilos e monócitos. Também, detectados reduções nas contagens de plaquetas e hematócritos. Para os valores de colesterol e linfócitos não foram registradas alterações
"Generation of red drum (<i>Sciaenops ocellatus</i>) hematology Reference Intervals with a focus on identified outliers"	2018	Experimental	MedLine/PubMed	Harr e colaboradores	Examinaram, após dois anos do vazamento de óleo da DWH, 57 peixes adultos tambor vermelho (<i>Sciaenops ocellatus</i>) ambos os sexos, que foram capturados ao longo da costa leste de Louisiana. Dos 38 peixes capturados em áreas contaminadas, 18% estavam anêmicos. Já os que se encontravam em áreas livres de contaminação, não tiveram alterações hematológicas

Título	Ano de publicação	Tipo de estudo	Base de dados bibliográfica	Autor(es)	Principais achados
"The breakthrough technology solutions for control and treatment oil spill on the sea: a short review"	2019	Retrospectivo	Scopus	Anh	Abordou os componentes essenciais são: hidrocarbonetos lineares (30-35%), cíclicos (30-60%) e aromáticos (10-20%), além de compostos contendo oxigênio, enxofre e nitrogênio
"Heavy metals and PAHs in an open fishing area of the East China Sea: Multimedia distribution, source diagnosis, and dietary risk assessment"	2019	Experimental	MedLine/PubMed	Wang e colaboradores	Demonstraram os HPA presentes são de fontes combinadas petrogênicas e de pirólises, atribuindo contribuição significativa de atividades relacionadas a navios, vazamento de óleo cru e combustão de combustível na área contaminada. Também, evidenciam aumentos da concentração de chumbo (Pb) em organismos e águas superficiais por origem petrogênicas
"Rapid recovery of coastal environment and ecosystem to the Hebei Spirit oil spill's impact"	2020	Experimental	Scopus	Yim e colaboradores	Evidenciaram as modificações iniciais de interação do óleo cru com a biodiversidade marinha são de extermínio dos organismos sensíveis ao óleo cru, e a recolonização por espécies oportunistas

Tabela 1. Artigos selecionados.

A figura 4 dispõe os valores referentes à seleção dos artigos, respectivamente: 4 artigos da base de dados *Web of Science*, 3 artigos da *MedLine/PubMed*, 3 artigos da base de dados *Scopus*, e nenhum da base de dados *SciELO*.

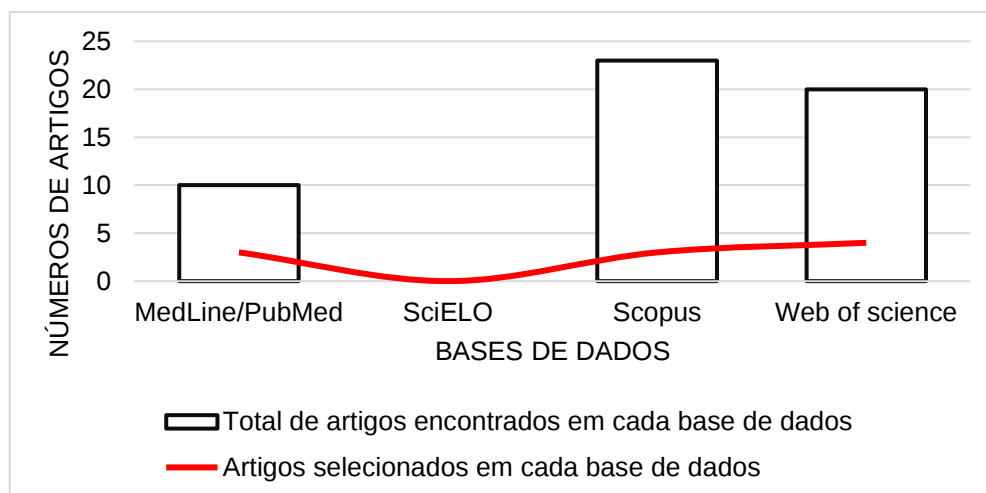


Figura 4: Distribuição dos artigos encontrados de acordo com as bases de dados. Fonte: AUTOR.

Quanto à análise retrospectiva, na base de dados *MedLine/PubMed* foram encontrados 1 artigo em 2013 e selecionado, 1 artigo em 2015, 2 artigos em 2016, 1 artigo em 2017, 3 artigos em 2018 e 1 selecionado, 2 artigos em 2019 e 1 selecionado (Figura 5).

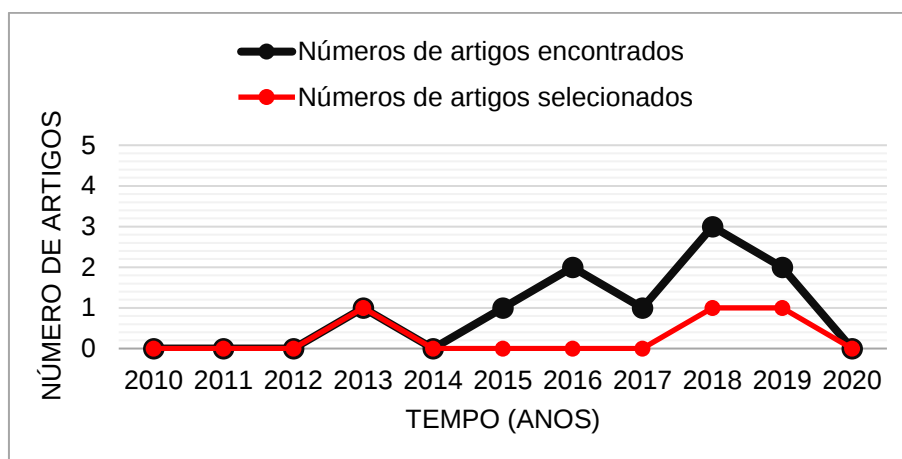


Figura 5: Distribuição dos artigos selecionados de acordo com as bases de dados *MedLine/PubMed*. Fonte: AUTOR.

Na base de dados *Scopus*: 2 artigos encontrados em 2010, 2 artigos em 2011 e 1 selecionado, 1 artigo em 2013, 5 artigos em 2014, 1 artigo em 2015, 3

artigos em 2016, 3 artigos em 2017, 3 artigos em 2018, 2 artigos em 2019 e 1 selecionado, e 1 artigo em 2020 e selecionado (figura 6).

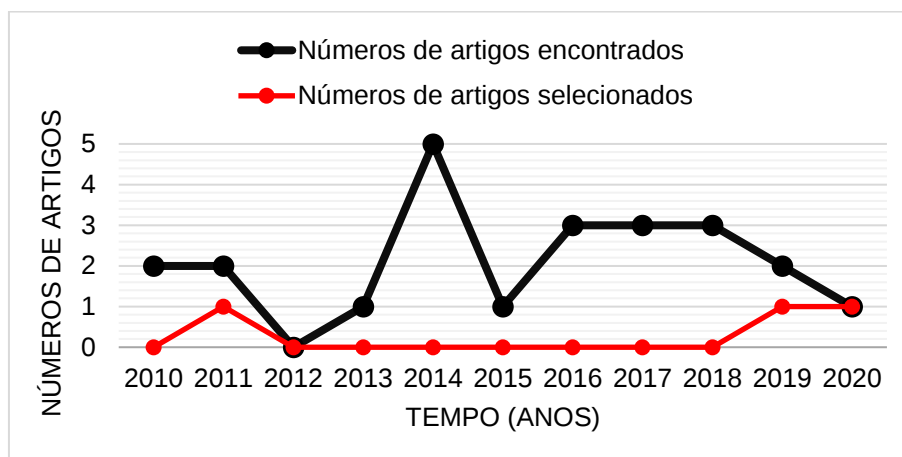


Figura 6: Distribuição dos artigos selecionados de acordo com a base de dados Scopus. Fonte: AUTOR.

E, na base de dados *Web of Science*: 1 artigo em 2010, 3 artigos em 2011, 2 artigos em 2013, 2 artigos em 2014 e selecionados, 2 artigos em 2015, 2 artigos em 2016, 3 artigos em 2017 e 1 selecionado, 3 artigos em 2018 e 2 selecionados, 2 artigos em 2019 (figura 7).

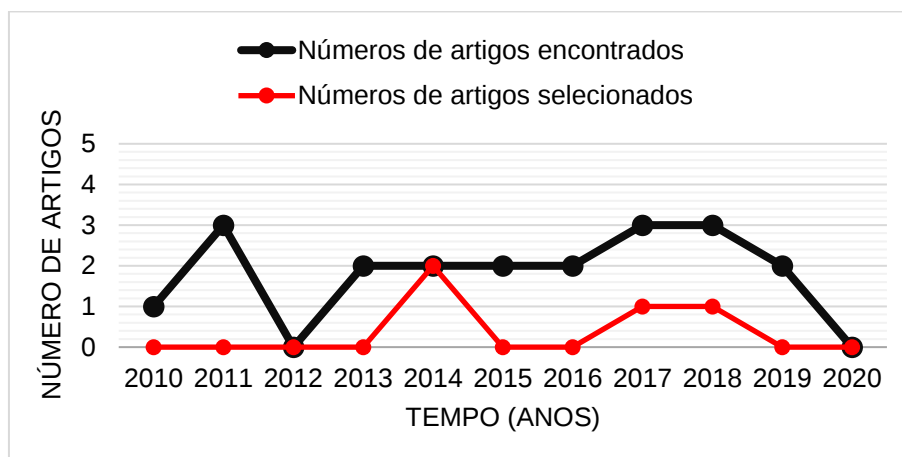


Figura 7: Distribuição dos artigos selecionados de acordo com a base de dados Web of Science. Fonte: AUTOR.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que as buscas booleanas aplicando o operador “AND” nas bases de dados por meio dos descritores permitiu identificar maior número de artigos relacionados com as respostas da pergunta da pesquisa. Embora, obtendo resultado nulo na base de dados *SciELO*. Certamente, este fato limitou o número de achados, mas não interferiu na validade dos resultados da pesquisa.

De acordo com os resultados encontrados, a base de dados *Web of Science* sobressaiu em números de artigos selecionados. No entanto, a base de dados Scopus apresenta maiores números de artigos achados, e igual números de artigos selecionados, em relação trabalhos publicados no MedLine/PubMed.

Todas as pesquisas estão relacionadas a desastres ambientais, nota-se que as incidências dos acidentes envolvendo vazamentos de óleo cru como um fator que estimularam os mais diversos tipos de estudos. Soto e colaboradores (2014) salientaram que a escassez de informações durante a tragédia em 1979 no *Campeche Sound*, Golfo do México, pela explosão do poço de extração de óleo cru mais produtivo, o Ixtoc-1, foi essencial para alastramentos dos impactos nos ecossistemas aquáticos.

Um estudo experimental realizado utilizando óleo cru da *Deepwater Horizon* (DWH) expondo em camundongos (C57/B16) machos, foi descrito por Ramesh e colaboradores (2018). O estudo demonstrou resultados de alterações comportamentais e laboratoriais, no qual foram identificados espasmos induzidos na cabeça, ereção dos pelos e aumento da aparência. Quanto aos valores laboratoriais encontraram aumento dos níveis de creatinina, ALT, AST, bilirrubina, triglicerídeos, neutrófilos e monócitos. Também, detectados reduções nas contagens de plaquetas e hematócritos. Para os valores de colesterol e linfócitos não foram registradas alterações.

Embora os camundongos (C57/B16) não pertençam a fauna marinha, o estudo reproduziu as modificações que podem ser refletidas em seres aquáticos, Ramesh e colaboradores (2018) ressaltaram que a explosão da plataforma DWH foi o maior acidente ambiental de vazamento de óleo cru dos Estados Unidos da América (EUA), ocorrido em 2010, no Golfo do México.

O estudo de característica retrospectiva sobre os pântanos costeiros afetados pelo derramamento de óleo cru DWH, foi descrito por Pennings e colaboradores (2014), os quais sugerem que os artrópodes terrestres podem ser mais sensíveis à exposição ao óleo cru do que as plantas. Esse evento pode ser um indicador útil para saúde dos pântanos após acidentes ambientais de vazamento de óleo cru.

No Brasil, os manguezais costeiros foram afetados por derramamentos de óleo cru, em 2019. Até então, a fonte de vazamento de óleo cru do acidente é desconhecida e os impactos dessa interação ainda não identificados (FÁBIO, 2019). As devidas semelhanças biológicas entre o pântano e manguezal, acentua que o fenômeno sugerido por Pennings e colaboradores (2014) pode ser pertinente para pesquisas dos indicadores para monitoramento da recuperação dos manguezais acometidos.

Ramesh e colaboradores (2018) e Anh (2019) relataram que os derramamentos de óleo cru provocam situações de extrema complexidade devida sua ágil propagação nos compartimentos da biosfera. Assim, Soto e colaboradores (2014) ao se referirem sobre os valores, em porcentagem, do percurso final do óleo cru derramado no acidente do poço Ixtoc-1, mostram que foram 24% depositados no fundo do mar, 6% em áreas costeiras, 3% em praias dos EUA, 12% biodegradados e 7% queimados ou recuperados no local.

Wang e colaboradores (2019) demonstraram os HPA presentes são de fontes combinadas petrogênicas e de pirólises, atribuindo contribuição significativa de atividades relacionadas a navios, vazamento de óleo cru e combustão de combustível na área contaminada. Também, evidenciam aumentos da concentração de chumbo (Pb) em organismos e águas superficiais por origem petrogênicas.

As modificações iniciais de interação do óleo cru com a biodiversidade marinha são de extermínio dos organismos sensíveis ao óleo cru, e a recolonização por espécies oportunistas (YIM *et al.*, 2020). Observaram-se a importância do ciclo de vida dos seres vivos dentro do ecossistema marinho e seu modo de aquisição de energia para compreender a expressão da exposição e bioacumulação destes contaminantes orgânicos (CHASE *et al.*, 2013; ALEGBELEYE *et al.*, 2017). Harr e colaboradores (2018) relataram a possibilidade de contaminação dos peixes

localizados nos habitats costeiros do Golfo do México expostos por óleo DWH intemperizado pela água, sedimentos contaminados por contato direto e possivelmente pela ingestão de presas contaminadas por óleo cru.

Harr e colaboradores (2018), examinaram, após dois anos do vazamento de óleo da DWH, 57 peixes adultos tambor vermelho (*Sciaenops ocellatus*) ambos os sexos, que foram capturados ao longo da costa leste de Lousiana. Dos 38 peixes capturados em áreas contaminadas, 18% estavam anêmicos. Já os que se encontravam em áreas livres de contaminação, não tiveram alterações hematológicas.

Chase e colaboradores (2013), observaram que os HPA agem por desconhecidos mecanismos de toxicidade em caranguejo violinista (*Uca minax*). Wang e colaboradores (2019) relatam que os HPA bioacumulados em organismos marinhos após exposição prolongada podem possibilitar riscos de mutações e desenvolvimento de carcinogênese em seres humanos.

Alegbeleye e colaboradores (2017) citam as principais direções do HPA no ambiente aquático, que são: dissolução, adsorção em sólidos em suspensão e subsequente sedimentação, degradação biótica e abiótica, captação por organismos aquáticos e bioacumulação.

Portanto, os constituintes presentes no óleo cru devida suas diferentes características químicas possibilitam ampla janela tóxica aos organismos expostos, por isso priorizam estudos de compostos com elevadas toxicidades independente de sua quantidade em relação aos outros componentes presentes no óleo cru. Incardona e colaboradores (2011) revelaram que os compostos de HPA mais abundantes no óleo cru são menos estudados devido sua baixa toxicidade, e esses compostos podem causar insuficiência cardíaca no desenvolvimento de embriões de peixes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo envolveu uma revisão integrativa, transversal e retrospectiva a partir dos artigos selecionados abrangendo as principais modificações e impactos da interação do óleo cru com os organismos marinhos. Os descritores foram os objetos de pesquisa utilizados nas buscas booleanas a partir do operador “AND”, esse mecanismo metódico apresentou resultados precisos.

A não obtenção de artigos na base de dados bibliográfica *SciELO* representa a hipótese de inexistência de artigos que obedecem aos critérios de inclusão. Por isso, os achados se basearam em buscas nas três bases de dados bibliográficas. Além disso, cabe considerar que as identificações dos tipos de estudos dos artigos selecionados foram realizadas de acordo com a interpretação do autor.

Deduz-se que o aumento da quantidade de descritores permite reduzir a números de artigos encontrados e para isso, é necessário realizar buscas em diversas bases de dados para que possa suprir a demanda do desenvolvimento da pesquisa. Esse trabalho foi realizado através de buscas a partir dos três descritores em quatro bases de dados escolhidas pelo autor, os dados selecionados mostraram-se satisfatórios em resposta à pergunta da pesquisa.

Os estudos selecionados atribuem erradicação dos organismos sensíveis e alterações patológicas nos peixes. Por viés, podem afetar a cadeia alimentar dos organismos pertencido ao ecossistema marinho contaminado por óleo cru, em duas hipóteses: disponibilidade e qualidade dos alimentos. Os HPA destacam-se por seus riscos de mutações e desenvolvimento de carcinogêneses em organismos exposto, além de promover má formação no desenvolvimento dos embriões de peixe.

Sugere-se incentivos a pesquisas em áreas afetadas e sob risco de contaminação, a fim de monitorar em curto, médio e longo prazo as possíveis alterações da interação do óleo cru no ecossistema aquático. E, dispor estudos com objetivo de oferecer possibilidades de prevenção, recuperação, e desenvolver investigações sobre as distintas formas de resistências e recolonização de espécies nativas e oportunistas. Portanto, é de suma importância que esses estímulos não sejam a partir de acidentes ambientais.

7. REFERÊNCIAS

ALEGBELEYE, O. O.; OPEOLU, B. O.; JACKSON, V. A. Polycyclic aromatic hydrocarbons: a critical review of environmental occurrence and bioremediation. **Environmental management**, 60(4), 758-783, 2017.

ANH, D. H. The breakthrough technology solutions for control and treatment oil spill on the sea: a short review. **Journal of Mechanical Engineering Research & Developments**. 42. p. 01-05, 2019, 10.26480/jmerd.05.2019.01.05.

CHASE, D. A.; EDWARDS, D. S.; QIN, G.; WAGES, M. R.; WILLMING, M. M., ANDERSON, T. A.; MAUL, J. D.. Bioaccumulation of petroleum hydrocarbons in fiddler crabs (*Uca minax*) exposed to weathered MC-252 crude oil alone and in mixture with an oil dispersant. **Science of the total environment**, 444, p. 121-127, 2013.

FÁBIO, A. C. Como o óleo afeta os ecossistemas da costa do Nordeste. **Nexo jornal**, São Paulo, 24 de out. 2019. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2019/10/24/Como-o-%C3%B3leo-afeta-os-ecossistemas-da-costa-do-Nordeste>>. Acessado em: 07 de mar. de 2020

HARR, K. E.; DEAK, K.; MURAWSKI, S. A.; REAVILL, D. R.; TAKESHITA, R. A.. Generation of red drum (*Sciaenops ocellatus*) hematology reference intervals with a focus on identified outliers. **Veterinary clinical pathology**, 47(1), p. 22-28, 2018.

INCARDONA, J. P.; COLLIER, T. K.; SCHOLZ, N. L. Oil spills and fish health: exposing the heart of the matter. **Journal of exposure science & environmental epidemiology**, 21(1), p. 3-4, 2011.

PENNINGS, S. C.; MCCALL, B. D.; Hooper-Bui, L. Effects of oil spills on terrestrial arthropods in coastal wetlands. **BioScience**, 64(9), p. 789-795, 2014.

RAMESH, S.; BHATTACHARYA, D.; MAJRASHI, M.; Morgan, M., CLEMENT, T. P.; DHANASEKARAN, M. Evaluation of behavioral parameters, hematological markers, liver and kidney functions in rodents exposed to Deepwater Horizon crude oil and Corexit. **Life sciences**, 199, p. 34-40, 2018.

SOTO, L. A.; BOTELLO, A. V.; LICEA-DURÁN, S.; LIZÁRRAGA-PARTIDA, M. L.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.. The environmental legacy of the Ixtoc-I oil spill in Campeche Sound, southwestern Gulf of Mexico. **Frontiers in Marine Science**, 1, 57, p. 1-8, 2014.

YIM, U.H; HONG, S.; LEE, C.; KIM, M.; JUNG, J-H.; HA, S.Y.; AN, J.G.; KWON, B.O.; KIM, T.; LEE, C.H.; YU, O.H.; CHOI, H.W.; RYU, J.; KHIM, J.S.; SHIM, W.J. **Rapid recovery of coastal environment and ecosystem to the Hebei Spirit oil spill's impact Environ. Int.**, 136, Article 105438, 10.1016/j.envint.2019.105438, 2020.

WANG, Q.; PENG, F.; CHEN, Y.; JIN, L.; LIN, J.; ZHAO, X.; ..; LI, J. Y. Heavy metals and PAHs in an open fishing area of the East China Sea: Multimedia distribution, source diagnosis, and dietary risk assessment. **Environmental Science and Pollution Research**, 26(21), 21140-21150, 2019.