

Impactos Ambientais nas Principais Etapas de Exploração Marinha de Petróleo em Angola

Environmental Impacts in the Main Stages of Offshore Oil Exploration in Angola

Impactos Ambientales en las Principales Etapas de la Exploración Petrolera Marina en Angola

Autor: Osvaldo Guilherme da Cunha

Escola Pedagógica do Dundo/Lunda-Norte

Correio: gui-osvaldo@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8991-9405>

Artigo original

RESUMO

O estudo analisa os impactos ambientais das principais etapas da exploração marinha de petróleo em Angola, desde a prospecção sísmica até ao descomissionamento das plataformas. Cada fase apresenta riscos significativos: as ondas sonoras da prospecção afetam a fauna marinha; a perfuração e produção geram resíduos contaminantes que poluem solos e águas; e há emissões de gases de efeito estufa como CO₂, CH₄ e N₂O, além de compostos fluorados. O transporte por navios ou oleodutos implica riscos de vazamentos e marés negras, enquanto o descomissionamento inadequado pode causar contaminações futuras. O objetivo é identificar fontes de poluição e riscos ecológicos, avaliar medidas de prevenção e mitigação adotadas pelas empresas e propor estratégias que conciliem exploração económica com preservação ambiental, bem-estar das comunidades e alinhamento aos objetivos de Desenvolvimento Sustentável. De carácter qualitativo e descritivo-exploratório, o estudo baseia-se em revisão bibliográfica que evidencia a necessidade de boas práticas ambientais. Conclui-se que a legislação angolana deve ser fortalecida com instrumentos como zoneamento, restrições territoriais, licenciamento específico, planos de gestão ambiental, controle de resíduos e compatibilidade com convenções internacionais (Marpol, Espoo, Biodiversidade e Protocolo de Londres). Destaca-se ainda o papel da SONANGOL na implementação de políticas e tecnologias sustentáveis, modernização de equipamentos, capacitação de pessoal e investimentos em energias renováveis e descarbonização. Tais medidas visam equilibrar o desenvolvimento económico com a conservação marinha e alinhar o setor petrolífero aos princípios do desenvolvimento sustentável.



Palavras-Chave: Impactos ambientais, Poluição oceânica, Fauna Marinha, emissão de GEE; Desenvolvimento Sustentável

ABSTRACT

This study analyzes the environmental impacts of the main stages of offshore oil exploration in Angola, from seismic prospecting to platform decommissioning. Each phase presents significant risks: intense sound waves from prospecting affect marine fauna; drilling and production generate contaminant residues that pollute soils and waters; and greenhouse gas emissions include CO₂, CH₄, and N₂O, as well as fluorinated compounds. Transport by ships or pipelines entails constant risks of leaks and oil spills, while inadequate decommissioning may cause future contamination. The objective is to identify sources of pollution and ecological risks, assess prevention and mitigation measures adopted by companies, and propose strategies that reconcile economic exploitation with environmental preservation, community well-being, and alignment with the Sustainable Development Goals. Qualitative and descriptive-exploratory in nature, the study is based on a literature review that highlights the need for good environmental practices. It concludes that Angolan environmental legislation should be strengthened with instruments such as zoning, territorial restrictions, specific licensing, environmental management plans, waste control, and compatibility with international conventions (Marpol, Espoo, Biodiversity, and the London Protocol). The role of SONANGOL is emphasized in implementing sustainable policies and technologies, modernizing equipment, training personnel, and investing in renewable energy and decarbonization. These measures aim to balance economic development with marine conservation and align the oil sector with the principles of sustainable development.

Keywords: Environmental impacts, Ocean pollution, Marine fauna, GHG emissions; Sustainable development

RESUMEN

Este estudio analiza los impactos ambientales de las principales etapas de la exploración marina de petróleo en Angola, desde la prospección sísmica hasta el desmantelamiento de las plataformas. Cada fase presenta riesgos significativos: las ondas sonoras intensas de la prospección afectan la fauna marina; la perforación y producción generan residuos contaminantes que polucionan suelos y aguas; y las emisiones de gases de efecto invernadero incluyen CO₂, CH₄ y N₂O, además de compuestos fluorados. El transporte por barcos o



oleoductos implica riesgos constantes de fugas y mareas negras, mientras que un desmantelamiento inadecuado puede causar futuras contaminaciones. El objetivo es identificar fuentes de polución y riesgos ecológicos, evaluar medidas de prevención y mitigación adoptadas por las empresas y proponer estrategias que concilien la explotación económica con la preservación ambiental, el bienestar de las comunidades y la alineación con los objetivos de Desarrollo Sostenible. De carácter cualitativo y descriptivo-exploratorio, el estudio se basa en una revisión bibliográfica que evidencia la necesidad de buenas prácticas ambientales. Se concluye que la legislación ambiental angoleña debe fortalecerse con instrumentos como zonificación, restricciones territoriales, licencias específicas, planes de gestión ambiental, control de residuos y compatibilidad con convenios internacionales (Marpol, Espoo, Biodiversidad y Protocolo de Londres). Se destaca también el papel de SONANGOL en la implementación de políticas y tecnologías sostenibles, modernización de equipos, capacitación de personal e inversiones en energías renovables y descarbonización. Estas medidas buscan equilibrar el desarrollo económico con la conservación marina y alinear el sector petrolero con los principios del desarrollo sostenible.

Palabras-Clave: Contaminación oceánica; Desarrollo sostenible; Emisiones de GEI; Fauna marina; Impactos ambientales.

INTRODUÇÃO

O petróleo é um recurso essencial do ponto de vista económica de um país, não é apenas uma das principais fontes de energia utilizadas pela humanidade. Além de sua importância como fornecedor de energia, os seus derivados são a matéria-prima para a manufatura de inúmeros bens de consumo, e, deste modo, têm um papel cada dia mais presente e relevante na vida das pessoas. (Mariano, 2007)

Devido aos seus compostos o petróleo é um produto altamente poluidor, ocasionando assim ao meio ambiente diversos problemas a fauna, flora e a sociedade em si. Mesmo com tantas tecnologias, este produto causa grandes transtornos, quando foge do controle do ser humano (Santos, 2012, p. 3)

Deste modo, para este estudo, foi elaborado o seguinte objectivo: Analisar os impactos ambientais gerados nas principais etapas de exploração marinha de petróleo em Angola, identificando as fontes de poluição e os riscos ecológicos, as medidas de prevenção e mitigação adoptadas pelas empresas e propor estratégias que conciliem a exploração económica com a

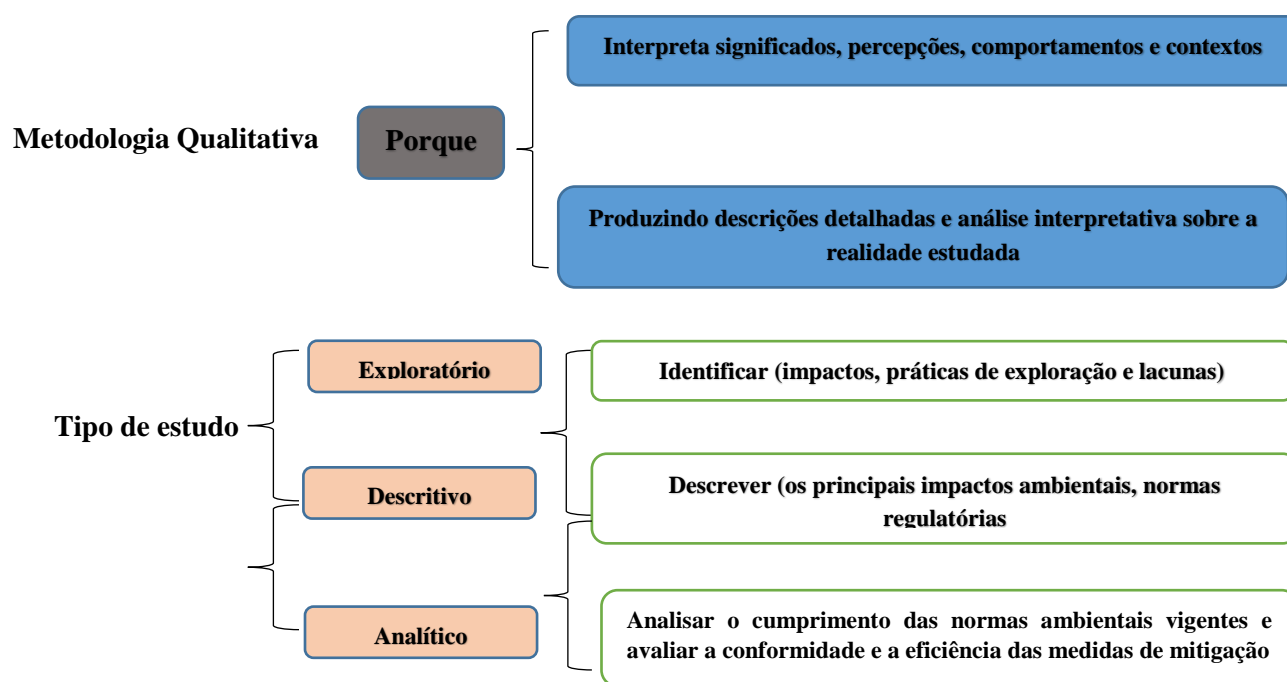


preservação ambiental, o bem-estar das comunidades e alinhá-los aos objectivos do desenvolvimento sustentável.

2. METODOLOGIA

A pesquisa adopta uma abordagem predominantemente **qualitativo, pois buscou** compreender (fenómenos de forma interpretativa, analisando de conteúdos e contextos). Para garantir robustez ao estudo, a pesquisa é do tipo exploratória e descritivo que visou (identificar e descrever impactos, práticas e lacunas regulatórias) e finalmente, analítico pelo facto de (analisar o cumprimento das normas ambientais vigentes e avaliar a conformidade e a eficiência das medidas de mitigação), conforme se pode observar na figura abaixo:

Figura 1: Metodologia empregue no estudo



Fonte: Elaboração do autor

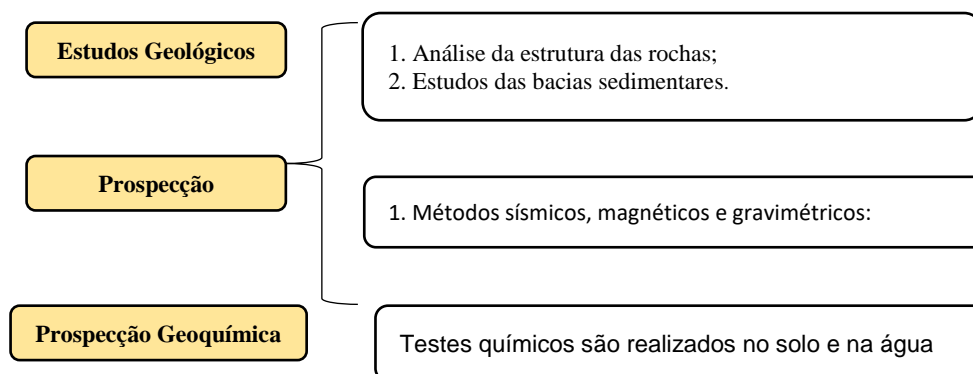
3. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

3.1. Fases de prospecção sísmica do petróleo

A fase de prospecção sísmica de petróleo é a primeira do processo de exploração petrolífera, nela se a identificação de áreas com potencial para a existência de reservatórios de petróleo e gás natural. De acordo com (Reeb et al., 2017) aborda que, esse processo envolve diversas etapas e técnicas que combinam estudos geológicos, geofísicos e geoquímicos, em seguida destacamos os principais passos da prospecção:



Figura 2: Passos da fase de prospecção



Fonte: elaboração do autor

Na fase de prospecção de petróleo, de acordo com (Gonçalves, et al., 2011) apontam que, pode causar diversos impactos ambientais, principalmente devido às actividades de levantamento sísmico, perfuração de poços exploratórios e uso de embarcações ou equipamentos terrestres.

Entretanto, nesta etapa, observa-se a poluição sonora submarina, perturbação de mamíferos marinhos e peixes, e interferência em rotas migratórias como principais impactos ambientais. Segundo (Richardson et al. 1995) expõem que a poluição sonora submarina é um dos impactos ambientais mais relevantes durante a exploração de petróleo offshore (em ambiente marítimo) especialmente na fase de prospecção sísmica. Ocorre principalmente devido ao uso de equipamentos que emitem sons de alta intensidade no fundo do mar, como os *air guns* (canhões de ar comprimido) utilizados para mapear as camadas geológicas do subsolo marinho.

Portanto, a emissão de sons de alta intensidade gerados pela actividade humana em ambiente submarino, durante a etapa de exploração, pode afectar negativamente e de forma profunda os padrões estabelecidos de comportamento e a saúde auditiva de animais marinhos, principalmente mamíferos sensíveis a variações sonoras.

3.2. Fase de Perfuração de Petróleo

A perfuração de poços consiste na abertura de furos no solo ou no fundo do mar para alcançar formações rochosas onde se encontram reservatórios de petróleo e gás, utilizando sondas e brocas rotativas adequadas ao ambiente terrestre (*onshore*) ou marítimo (*offshore*) (ANP, 2023),

Por ser a fase que procede a prospecção, ela é crucial no processo de exploração e produção de petróleo, pois esta etapa é caracterizada pela realização da perfuração do subsolo marinho (ou

terrestre) no intuito de se alcançar os reservatórios de óleo e gás identificados na fase anteriores, isto é, na prospecção devido aos estudos geológicos, prospecção geofísica e geoquímica.

Assim, diante do exposto, conforme a mudança de fase no processo de exploração de petróleo, os impactos ambientais aumentam de forma significativa. Conforme (Jones et al. 2016) apontam que, os principais riscos e impactos ambientais nesta fase destacam-se: O vazamento de fluido de perfuração que pode contaminar o solo ou a água, emissão de gases como metano (CH₄) durante a perfuração, geração de resíduos (cascalho contaminado, lamas usadas) e risco de *blowout* (erupção do poço): quando a pressão do reservatório não é bem controlada, pode causar vazamentos catastróficos de petróleo e gás.

Segundo Silva et al. (2018), apontam que a fase de perfuração representa um dos momentos mais sensíveis da exploração de petróleo, exigindo atenção rigorosa ao controle de resíduos e ao monitoramento ambiental, principalmente no ambiente offshore aponta de forma clara alguns dos impactos ambientais, sendo: A descarga de fluido de perfuração e cascalhos, risco de vazamentos, poluição sonora, alteração do fundo marinho.

3.3. Fase de extracção ou produção de petróleo

A fase de produção de petróleo, de acordo com (Kimura, 2005), consiste na retirada do óleo cru dos reservatórios com a finalidade de transporta-lo para o refino, e posteriormente comercializar o produto final. A produção só ocorre no caso do campo se revelar comercial, ou seja, se a partir dos estudos constituintes da exploração e da terminação for constatada uma viabilidade comercial para a produção de petróleo num determinado poço para fase de produção são empregadas técnicas de urgência, técnicas primárias, para fluidez do material à superfície e, caso haja ineficiência dessas técnicas ao decorrer da produção, são utilizadas técnicas secundárias, também chamadas de recuperação secundária, para otimizar a produção no poço.

Assim sendo, na fase de extracção ou produção de petróleo, os impactos ambientais tendem a ser mais intensos e duradouros do que nas fases anteriores (prospecção e perfuração). Isso ocorre porque há grande movimentação de recursos, geração de resíduos e risco constante de acidentes. Conforme (Martins et al., 2015) apontam os principais impactos ambientais desta fase, sendo: riscos de vazamento e derramamento, poluição da água, poluição atmosférica (emissão de gases, como o dióxido de carbono e o metano, principais gases do fenómeno do efeito estufa), degradação do solo, impactos da fauna e da flora, geração de resíduos perigosos, acidentes de desastres ambientais.

Nesta vertente, segundo (Frota e Pinto, 2019) explanam que a fase de produção de petróleo demanda grande atenção ambiental devido à liberação de efluentes líquidos e à potencial emissão atmosférica de compostos poluentes. Porém, o petróleo flui naturalmente para a superfície (quando há pressão suficiente) ou por meio de métodos artificiais de elevação, como: Bombas submersas e injeção de água, gás ou vapor para manter a pressão do reservatório e aponta os impactos ambientais adversos nesta, destacando o risco de vazamentos e derramamentos, descarga de efluentes oleosos, emissão de gases de efeito estufa (GEE), ruídos e vibrações contínuos e alterações no fundo marinho e habitat local

3.4. Emissão de gases de efeito de estufa na exploração de petróleo

Há praticamente emissão de gases de efeito de estufa (GEE) em todas fases de exploração de petróleo, diversos gases poluentes são gerados, como resultado da queima de combustíveis, vazamentos ou do próprio processo de extração.

De acordo com (Szklo e Schaeffer, 2006), a produção e o refino de petróleo são importantes fontes de gases de efeito estufa e outros poluentes atmosféricos, e, portanto, com maior destaque do dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxidos de nitrogénio (NO), óxidos de enxofre (SO_2), compostos orgânicos voláteis, como tolueno (C_7H_8), Benzeno (C_6H_6) etilenoglicol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$), formaldeído (CH_2O), cloreto de metileno (CH_2Cl_2), monóxido de carbono (CO) e sulfeto de hidrogénio (H_2S).

No entanto, com base em dados médios globais e relatórios ambientais da indústria do petróleo e conforme IPCC (2006) é possível apresentar uma estimativa aproximada da participação de cada tipo de gás de efeito estufa nas emissões totais da exploração e produção (*upstream*) de petróleo, conforme o quadro abaixo:

Tabela 1: estimativa de participação de poluentes na emissão de GEE

Poluentes (GEE)	Percentagem estimada	Etapa/fase que ocorre
Dióxido de Carbono	60% a 70%	Todas com maior incidência na prospecção
Metano (CH_4)	25% a 30%	Todas etapas
Óxidos de nitrogénio (NO_x)	3% a 5%	Todas etapas
Óxidos de enxofre (SO_2)	1% a 3%	Todas etapas



Compostos orgânicos voláteis (COVs)	1% a 3%	Todas etapas
Monóxido de carbono (CO)	< 1%	Todas etapas

Fonte: O autor apoiando-se em (ANPG,2023) e (EGU Sphere, 2025)

De todos os gases de efeito de estufa (GEE) verifica-se um índice elevado do dióxido de carbono (CO₂) de aproximadamente 60% a 70%, valor este estimado em termos percentagens é maior em detrimento de outros poluentes atmosféricos na actividade de exploração de petróleo. Portanto, isto deve-se ao processo de queima de combustíveis fósseis nas etapas de exploração de petróleo, conforme se pode observar na figura abaixo:

Figura 3: Emissão de GEE numa plataforma petrolífera em Angola



Fonte: (Lusa, 2021)

Diante disto, segundo EPA (2021) aponta que, a percentagem de cada poluente emitido na exploração de petróleo pode variar bastante dependendo de factores como o tipo de petróleo, a tecnologia usada, o local (*onshore ou offshore*) e o nível de controlo ambiental adoptado. No entanto, dados médios e estimativas globais permitem apresentar uma distribuição aproximada das emissões de gases de efeito estufa (GEE) ao longo da cadeia de exploração e produção de petróleo, conforme ilustra a tabela:

Tabela 2:

Percentagem estimada da emissão de GEE na exploração de petróleo

POLUENTES DE GEE	FÓRMULA QUÍMICA	%	FASE QUE OCORRE
Dióxido de Carbono	CO ₂	75 a 85%	Todas as fases, mas com maior realce na fase de Prospeção
Metano	CH ₄	10 a 20%	Extracção, Processamento, transporte e armazenamento.
Óxidos de Nitrogénio	NO _x (NO e NO ₂)	2 a 5%	Prospeção, extracção, refino, transporte e distribuição
Dióxido de Enxofre	SO ₂	1 a 3%	Prospeção, extracção, refino, transporte e distribuição.
Compostos orgânicos Voláteis	Vulgo (COV)	1 a 2%	Prospeção, extracção, processamento, refino, transporte e distribuição
Monóxido de Carbono	CO	1%	Prospeção, extracção, refino, transporte e distribuição.

Fonte: elaboração do autor, adaptado em (EPA, 2021)

3.5. Legislação ambiental da actividade petrolífera em Angola

A legislação ambiental consiste em um conjunto de normas universalmente deliberadas, aprovadas e aplicadas às actividades de exploração de petróleo neste caso, desenvolvidas em áreas petrolíferas com finalidade única de se estabelecer directrizes que promovam a preservação do meio ambiente e o bem-estar social das comunidades locais e não só. Nesse contexto, ao conjunto de leis, decretos, regulamentos e normas voltados à protecção ambiental, garantindo o uso sustentável e racional dos recursos naturais disponíveis, assegurando, assim, a qualidade de vida tanto da população actual e sem comprometer das futuras gerações, chamamos de legislação ambiental

Portanto, a legislação ambiental que regula a actividade petrolífera em Angola é abrangente e visa assegurar e aponta elementos clarividentes à protecção do meio ambiente em todas as fases da exploração e produção de hidrocarbonetos que compõem o solo angolano, conforme a Lei n.º 5/98, de 19 de Junho Lei de bases do ambiente e a Lei n.º 10/04 de 12 de Novembro, lei das

actividades petrolíferas, que aponta os principais diplomas legais que compõem esse arcabouço jurídico, com o teor que se segue abaixo:

a) Esta lei define os princípios e bases da política ambiental em Angola, aplicando-se a todas as actividades económicas, incluindo o sector petrolífero. Estabelecendo a obrigatoriedade de avaliações de impacto ambiental e a implementação de medidas para prevenir e controlar a poluição.

b) Esta lei estabelece as regras de acesso e exercício das operações petrolíferas, incluindo disposições relacionadas à protecção ambiental. Ela determina que as actividades petrolíferas devem ser conduzidas de forma a preservar o meio ambiente, obrigando os operadores a adoptar medidas preventivas e correctivas para mitigar impactos ambientais.

Entretanto, além destas leis, importa referir a existência de outros diplomas legais não menos importantes, que regem a actividade petrolífera em Angola publicados em Diário da República, destacam: O Decreto n.º 39/00, de 10 de Outubro, Decreto Presidencial n.º 183/22, de 22 de Julho, Decreto Presidencial n.º 51/24, Decreto Executivo n.º 11/05, de 12 de Janeiro, Decreto Presidencial n.º 190/12, de 13 de Julho, Resolução n.º 87-A/08, de 22 de Dezembro e Decreto Presidencial n.º 282/20, de 27 de Outubro. Portanto, todos estes diplomas regulam a actividade petrolífera em consonância com a protecção ambiental, conforme se pode observar no quadro abaixo:

Tabela 3: Diplomas legais que regulam a actividade petrolífera em Angola

DIPLOMAS LEGAIS	N.º DE SÉRIE/DATA DA CRIAÇÃO	DESCRIÇÃO/ESPECIFICAÇÃO
Decreto n.º 39/00, de 10 de Outubro	Iª Série, n.º 45, de 10 de Outubro de 2000	Regulamento sobre a Protecção do Ambiente no Decurso das Actividades Petrolíferas
Decreto Presidencial n.º 183/22, de 22 de Julho	Iª Série, n.º 137, de 22 de Julho de 2022	Aprova a Estratégia Nacional para o Mar de Angola (ENMA) 2030
Decreto Executivo n.º 11/05, de 12 de Janeiro	Iª Série, n.º 5, de 12 de Janeiro de 2005	Regulamento sobre os procedimentos de notificação de ocorrência de derrames
Decreto Presidencial n.º 282/20, de 27 de Outubro	Iª Série, n.º 169, de 27 de Outubro de 2020	Aprova a Estratégia de Exploração de Hidrocarbonetos de Angola 2020-2025
Lei n.º 10/04, de 12 de Novembro	Iª Série, n.º 105, de 12 de Novembro de 2004	Lei das Actividades Petrolíferas

Decreto Presidencial n.º 51/24, de 6 de Fevereiro	Iª Série, n.º 24, de 6 de Fevereiro de 2024	Aprova o Regulamento sobre o Exercício de Actividades de Exploração de Recursos Minerais, Petróleo e Gás nas Áreas de Conservação
--	--	--

Fonte: Elaboração do autor, baseando-se no Diário da República de Angola

3.5.1. Processo de Descomissionamento

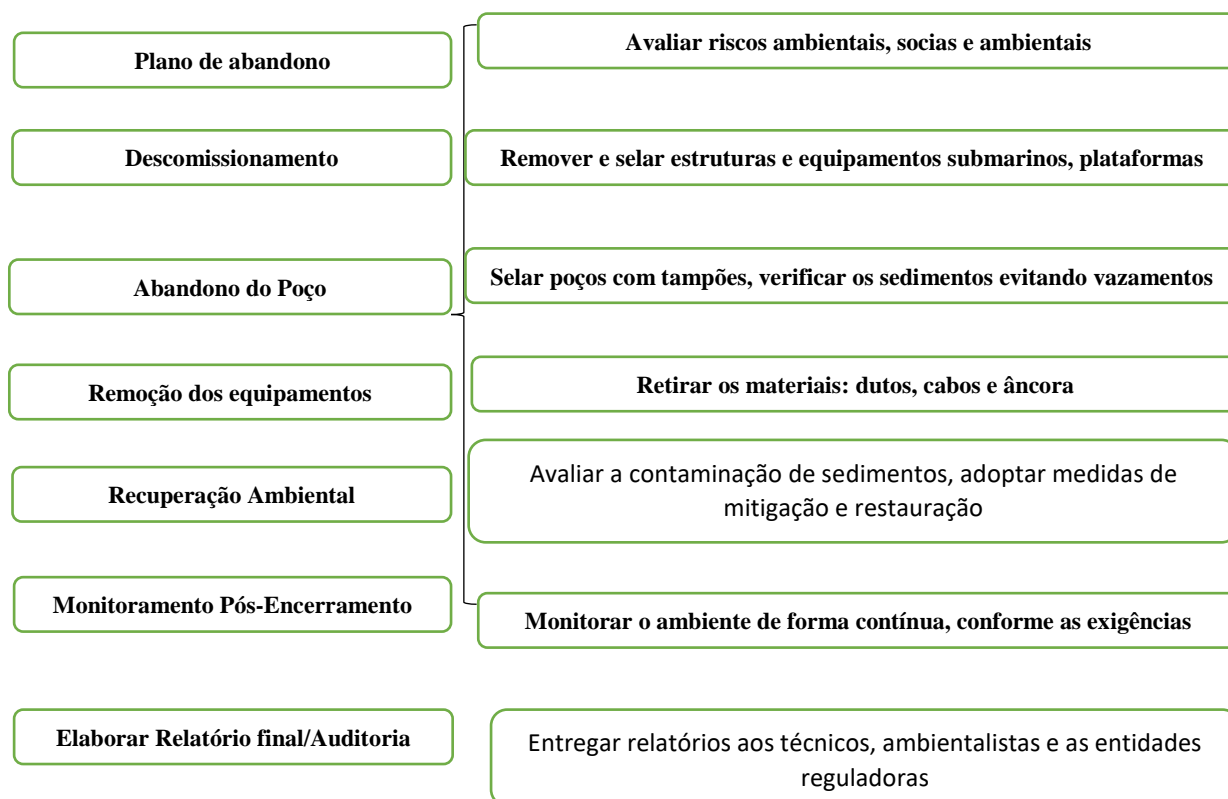
O processo pelo qual se dá ao encerramento ou fim a uma actividade ou operações de exploração seja ela do contexto industrial e principalmente de carácter ambiental denomina-se descomissionamento. Tem a finalidade de remover toda estrutura, desactivação de todos equipamentos dando o destino adequado dos resíduos e rejeito produzidos e o começo do processo de recuperação ambiental conforme o plano apresentado pelo projecto após o licenciamento. Assim sendo, esta etapa ocorre quando se verifica que a capacidade reduzida de produção dos poços ou quando economicamente os gastos da empresa forem maiores que os benefícios ou quando as instalações de produção atingirem o final da vida útil.

É frequente que o derrame do petróleo contaminar também as praias e costas, estes derrames atinge a areia, onde se reproduzem rapidamente as bactérias e fungos que o decompõe. Se estiver bem misturado com a areia, a degradação ocorre, durante a estação quente do ano. Mas os grandes grumos, sobretudo o petróleo já resinificado, persiste durante anos sem alterar-se. O mesmo ocorre com o material vegetal e animal impregnado deste líquido, podendo citar como exemplo aves cobertas de petróleo, encontradas após um ano depois da contaminação, encontradas mumificadas (Campos, 2003).

Deste modo, o processo de encerramento e a reabilitação da exploração de petróleo no mar, vulgo (offshore) é considerado como etapa final do ciclo de vida útil de um campo petrolífero no mar. Essa etapa visa garantir e assegurar que, após a exploração e produção, o meio ambiente marinho seja protegido e a área seja devolvida, conforme se pode observar as etapas de encerramento e reabilitação offshore.

Figura 3:

Encerramento, descomissionamento e reabilitação na exploração de petróleo



Fonte: elaboração do autor

3.5.2 Avaliação de impactos cumulativos e sinérgicos na exploração de petróleo

A primeira regulamentação feita sobre avaliação de impactos ambientais cumulativos surgiu em 1970 nos Estados Unidos (EUA) com a *National Environmental Policy Act* (NEPA), que foi pioneira em considerar os impactos de um empreendimento no contexto de outras actividades e seus efeitos correlacionados, conforme descreve Sánchez (2023) e Dibo (2018). Além dos Estados Unidos, outros países, como Canadá, Austrália e os países da União Europeia, também desenvolveram orientações técnicas para a aplicação da avaliação de impacto cumulativo (AIC).

Refere-se de impactos cumulativos aqueles que resultam de várias alterações geradas por outros empreendimentos em conjunto com os impactos causados pelo empreendimento estudado, isto é, no passado, presente e do futuro previsível. Eles representam a soma dos impactos causados por todos os empreendimentos existentes na área estudada, a cada cenário temporal (Gosch et al. 2019, p. 1). Ou seja, os efeitos cumulativos referem-se àquelas resultantes de alterações

ambientais causadas por outros efeitos passados, presentes ou previsíveis. A classificação dos impactos identificados, para a análise integrada de efeitos cumulativos e sinérgicos, portanto, pode ser classificada nas categorias de impacto não cumulativo, impacto cumulativo, impacto sinérgico, impacto indutor ou impacto induzido (Gosch et al. 2019, p. 1).

Quanto aos impactos sinérgico, referem-se à capacidade de um efeito específico induzir a ocorrência de um novo impacto, ao interagir com outro, não necessariamente associado ao mesmo empreendimento ou actividade (Gosch et al. 2019, p. 1).

2.1. Tecnologia de mitigação: Redução de emissão de GEE

As operações e consequentemente o licenciamento ambiental da indústria de petróleo e gás no mar (offshore) ocorrem em diversos países do mundo. De acordo com Conner (2015), estas operações exercem uma grande influência económica, social e ambiental no meio marinho e nos habitantes das regiões onde estão inseridos. As empresas de petróleo e gás enfrentam assim, o desafio de atender às demandas de energia em expansão no mundo, tentando minimizar as externalidades negativas associadas a essas operações desde a sua fase de planeamento até o descomissionamento.

Todos os cenários que analisam a actual emergência climática definem como prioritária a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), tendo a mitigação de emissões de metano um papel de destaque. Emissões de metano são particularmente relevantes no sector de petróleo e gás natural e geralmente os compromissos climáticos das companhias priorizam sua minimização (Cunha et al. 2021)

De acordo com (Felipe e Tavares, 2022), apontam que as soluções mitigadoras de emissões e o aumento da eficiência energética são estratégias que as companhias podem adoptar no curto prazo com tecnologias existentes, com custos reduzidos e, em alguns casos, que trazem benefícios económicos adicionais às operações. Com o fortalecimento da agenda do clima, essas soluções, muitas vezes negligenciadas, são necessárias para estabelecer uma trajectória que reduza os níveis de emissões da cadeia de forma rápida.

A estimativa para emissões totais equivalentes de carbono (CO₂) e a partir de operações de petróleo e gás (incluindo extracção, processamento e transporte), em 2019, atingiu 5,4 GtCO₂ (cerca de 15% das emissões globais de GEE do sector de energia), sendo mais da metade resultado da queima e ventilação de metano nessas operações (IEA, 2020)

O metano (CH_4) é um gás com elevado potencial de efeito estufa. Mesmo permanecendo por menos tempo na atmosfera se comparado ao gás carbónico (CO_2). O metano contribui mais para o aquecimento global. Tomando-se um ciclo de 20 anos e igual volume na atmosfera, o metano gera cerca de 86 vezes mais aquecimento que o dióxido de carbono (CO_2). Devidas as tais características, o metano é o segundo maior contribuidor para o aquecimento do planeta, logo após o dióxido de carbono (CO_2). Assim, a redução das emissões de metano tem grande potencial de limitar a elevação da temperatura do planeta no curto prazo (Felipe e Tavares, 2022).

Relativamente e tendo em consideração os sectores responsáveis pelas emissões de metano (CH_4), globalmente, 41% são originadas por fontes naturais e 59% por origem antropogénica (actividades humanas). Tratando somente das emissões antropogénicas, três sectores correspondem por 95% do total das emissões. A maior parcela vem das actividades agrícolas (40-53%), seguida das actividades relacionadas à energia, extracção e transporte de hidrocarbonetos (19-30%) sendo o restante provenientes de resíduos (20-26%) (EU, 2020).

2.2. Tecnologia empregue na exploração de petróleo

Segundo Pires (2012) expõe que é necessário introduzir na exploração de petróleo diversas tecnologias, com objectivo de minimizar os impactos ambientais. As mais relevantes é a perfuração direccional e horizontal e a reinfecção de resíduos e os sistemas de monitoramento remoto que permite alcançar grandes volumes de reservatórios com menos poços e menor interferência na superfície. Assim, de acordo com (Tissot e Welte, 1984), apontam que além da tecnologia exposta anteriormente, incluem: o sensoriamento remoto e imagens de satélite, sondagens sísmicas (sismologia de reflexão), perfuração exploratória, registro geológico e petrofísico (*well logging*), modelagem e simulação geológica e geofísica 3D, sistemas de contenção e monitoramento de vazamentos, tecnologia de sísmica 4D, softwares de modelagem e plataformas flutuantes (FPSOS)

Diante disto, Speight (2014) aponta que o controle das emissões de gases na exploração de petróleo é uma prioridade ambiental e regulatória. Para isso, diversas tecnologias avançadas são empregadas com foco na redução de emissão de gases de efeito de estufa (GEE), especialmente dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxidos de nitrogénio (NO_x). Essas tecnologias incluem: captura e armazenamento de carbono (CCS *Carbono Capture and Storage*), recuperação de gases queimados (*flare gas recovery*), sistemas de detecção e controle

de vazamentos de metano (LDAR- *Leak Detection and Repair*), motores e turbinas de alta eficiência com baixa emissão, geração de energia com fontes renováveis integradas e tecnologia de reinjecção de gás

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A actividade de exploração de petróleo em Angola é de carácter industrial e de grande importância, feita principalmente nas águas profundas e ultra-profundas do oceano atlântico nos blocos (14, 14K, 15/06/17 e 18) em águas profundas e os blocos (31 e 32) das águas ultra-profundas, com maior realce nas bacias sedimentares do Congo (engloba Cabinda e do Zaire), bacia do Cuanza e do Namibe. A actividade envolve pós-licenciamento pelas entidades de direito, a identificação de jazidas, perfuração de poços, extracção e produção do petróleo, com a participação de empresas internacionais controladas pela estatal angolana SONANGOL.

Segundo (Buambua e Suslick, 1996, p. 3) apontam que essas bacias pertencem à margem passiva do Atlântico sul, no lado ocidental da África, e a sua origem está directamente relacionada aos processos de fracturamento do pangeia (supra continente que existiu há cerca de 300 milhões de anos que reuniu todas as massas da terra) e separação das placas sul-americana e africana, durante o Cretáceo, há aproximadamente 120 milhões de anos.

De acordo com (Zhou e Laschewski, 2010) e (Almeida e Barbos, 2011) apontam os impactos ambientais decorrentes da actividade de exploração de petróleo na orla marítima de Angola, destacam-se: (i) derrames de petróleo (com consequências devastadoras para a fauna e flora marinha, além de contaminar praias e manguezais), exemplo concreto, são os derrames na costa marítima de Cabinda e na região do Soyo (província do Zaire) que afectaram as praias de Quefuquena. (ii) poluição da água (introdução de voluntária ou involuntária de resíduos tóxicos, lama de perfuração e produtos tóxicos químicos usados na extracção de petróleo). (iii) perda da biodiversidade (pode destruir habitats marinhos, como recifes, corais e contaminação de sedimentos). (iv) emissão de gases de efeito de estufa (devido a queima de gás natural (*flaring*) e liberação de compostos orgânicos voláteis que afectam a qualidade do ar e contribuem para o efeito estufa), (v) acidentes com plataformas (pode causar explosões e incêndios que provocam perdas humanas e degradação ambiental).

Conforme (Magris e Barreto, 2010) apontam que, a exploração de petróleo no ambiente marinho (offshore) pode afectar diversas espécies marinhas, e impactar negativamente nas rotas migratórias desde organismos microscópicos até grandes mamíferos. Assim, as principais

espécies marinhas que sofrem tais impactos destacam-se: mamíferos marinhos (baleias, golfinhos e focas), aves marinhas (atobás, albatrozes e gaivotas), peixes comerciais e não-comerciais (atum, bacalhau, anchova). Destacam-se ainda outras espécies marinhas afectados por poluentes químicos e pela destruição de habitats, sendo: Invertebrados bentônicos (moluscos, crustáceos), corais, e plâncton (zooplâncton e fitoplâncton).

Deste modo, segundo (Leal e Domingos, 2016) narram que a reconciliação entre o desenvolvimento da indústria petrolífera e a conservação dos ecossistemas marinhos exige políticas integradas, mecanismos de fiscalização efectiva e o fortalecimento da governança ambiental. E, portanto, apontam que para essa harmonização envolve um conjunto de pressupostos tais como: planeamento ambiental estratégico, tecnologias de baixo impacto, como sistemas de contenção de vazamentos, reuso da água produzida e plataformas menos invasivas, monitoramento contínuo da qualidade ambiental, educação ambiental, cumprimento rigoroso das leis ambientais nacionais e convenções internacionais sobre protecção do ambiente marinho.

No nosso entender, ao exercer a actividade de exploração de petróleo, é necessário existir harmonização em todas etapas do processo, como: prospecção, perfuração, extracção ou produção, transporte e descomissionamento com a conservação marinha e deve ser um desafio colocado em primeiro lugar por países com recursos naturais exploráveis, como é o caso de Angola. Na verdade, essa conciliação exige a implementação de práticas equilibradas que possibilitam explorar sem comprometer a integridade ecológica dos ecossistemas marinhos e costeiros. Esta harmonização envolve, além dos aspectos mencionados anteriormente um leque de abordagens: planeamento ambiental estratégico e eficiente, promover a avaliação de impacto ambiental (AIA), tecnologias de extracção menos invasivas, monitoramento contínuo da biodiversidade e da qualidade da água durante a operação e engajamento comunitário, promovendo transparência e participação das comunidades costeiras nos processos decisórios.

CONCLUSÕES

O estudo faz uma abordagem sobre os principais impactos ambientais decorrentes da actividade de exploração de petróleo em Angola. Portanto, identificar e analisar os impactos ambientais causados pelo exercício desta actividade, com relevância vital para economia nacional, conhecer os seus efeitos negativos sobre os ecossistemas e avaliar as medidas de mitigação é principal o objectivo deste estudo. Apesar de gerar benefícios para estado angolano, é uma actividade associada a vários riscos significativos ao meio ambiente marinho, principalmente quando não são adoptadas boas práticas de prevenção e mitigação de impactos nestas áreas. A legislação ambiental angolana prevê instrumentos

Importantes e rigorosos de controlo e gestão ambiental, como os estudos de impacto ambiental (EIA), porém há desafios quanto à fiscalização, transparência na tramitação dos processos de conceição de licença, cumprimento escrupuloso de normas e legislação vigente sobre a protecção do meio ambiente em vigor no país. Responsabilizar as empresas sobre o surgimento de derrames de petróleo, instar a formação contínua da mão-de-obra nacional, monitoramento contínuo das operações e a necessidade da criação de mecanismos que integra interesses económicos na indústria petrolífera e os princípios da conservação marinha e alinhá-los aos três (3) pilares da sustentabilidade com objectivos do desenvolvimento sustentável (ODS). De forma sugestiva é imprescindível o zonamento e restrições territoriais (definir de forma clara que zonas permitidas e proibidas para explorar), plano de gestão ambiental e segurança operacional (exigência de apresentação de um plano ambiental, detalhando propostas, na eventualidade de riscos e plano de emergências de respostas rápidas), (iv) gestão de resíduos e substâncias tóxicas (definição e demonstração de regras específicas sobre o manuseio e descarte de: lama na etapa de perfuração, fluidos tóxicos, resíduos oleosos e subprodutos de plataformas), a adesão e a compatibilidade com as normas e convenções internacionais como (convenções de Marpol, de Espoo, sobre biodiversidade e protocolo de Londres).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. (2023). *Glossário técnico: Poço e perfuração*.
- Almeida, M. J., & Barbosa, L. D. (2011). *Valoração económica de danos ambientais: O caso dos derrames de petróleo em Cacongo-Cabinda (2011–2017)*. Angola: Instituto Superior Politécnico de Tecnologias e Ciências (ISPTEC).
- Buambua, L. S., & Suslick, S. B. (1996). *Angola: Avaliação e perspectivas futuras do setor de petróleo*. Brasil.
- Campos, S. M. (2023). *Os efeitos e a degradação do petróleo no mar: Desmatamento, causas, consequências, soluções*. Mundo Educação.
- Conner, H. (2015). *Managing environmental risk in the oil and gas industry* (Dissertação de mestrado). Claremont McKenna College.
- Costanzo, G. D. (2021). *Toxic tour: Um passeio guiado nas zonas amazônicas contaminadas pelo petróleo*.
- Cunha, B. S. L., Schaeffer, R., & Szklo, A. (2021). *O passado, o presente e o futuro da indústria de O&G frente à crise climática*. Ensaio Energético.
- Jones, D. O. B., & Gates, E. G. (2016). *Environmental impacts of the deepwater oil and gas industry*. *Frontiers in Environmental Science*, England.
- Reeb, D. A. S. (2017). *An integrated approach to assessing marine seismic impact*. *Environmental Impact Assessment Review*.
- Dibo, A. P. A. (2018). *Avaliação de impactos cumulativos para a biodiversidade: Uma proposta de quadro de referência no contexto da avaliação de impacto ambiental de projetos* (Tese de doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- EGU Sphere. (2025). *Quantifying methane and trace gas emissions from offshore oil and gas platforms in Angola*.
- União Europeia. (2020). *EU strategy to reduce methane emissions*. Brussels: Proposta de regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à redução das emissões de metano no setor da energia.

- Tavares, F. B., & Esteves, L. E. (2022). *A descarbonização do upstream de petróleo e gás natural: O papel da mitigação de emissões de metano*. Ensaio Energético.
- Gonçalves, C., Nova, R., & Vasconcelos, J. (2011). *Impactos ambientais da indústria do petróleo em produção offshore*. São Paulo: Faculdade de Engenharia de Petróleo da Universidade Tiradentes.
- Gosch, A. C., Ratton, E., & Queirós, S. M. (2019). *Avaliação ambiental integrada: Análise de impactos cumulativos e sinérgicos de empreendimentos na bacia do Alto Paraguai*. Fortaleza: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais.
- IPCC. (2006). *Guidelines for national greenhouse gas inventories*.
- International Energy Agency. (2020). *Curtailling methane emissions from fossil fuel operations: Pathways to a 75% cut by 2030*.
- Leal, M. E., & Domingos, A. (2016). *Gestão ambiental na indústria petrolífera offshore em Angola*. *Revista de Estudos Ambientais*.
- Martins, S., Silva, M. P., Azevedo, M., & Silva, V. P. (2015). Produção de petróleo e impactos ambientais: Algumas considerações. *Holos*, Instituto Federal do Rio Grande do Norte. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2201>
- Magris, R. A., & Barreto, R. (2010). Impactos da exploração e produção de petróleo e gás offshore sobre a biodiversidade marinha. In *Conservação da biodiversidade marinha no Brasil: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade marinha*. Brasília: MMA/ICMBio.
- Kimura, R. M. (2005). *Indústria brasileira de petróleo: Uma análise da cadeia de valor agregado* (Monografia de bacharelado em Economia). Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Richardson, G. M. (1995). *Marine mammals and noise*. Academic Press.
- Sánchez, L. E. (2020). *Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e métodos* (3ª ed.). São Paulo: Oficina de Textos.
- Sánchez, L. E. (2023). *Avaliação de impactos cumulativos* (1ª ed.). São Paulo: Oficina de Textos.



- Santos, P. V. (2012). *Impactos ambientais causados pela perfuração de petróleo*. Sergipe: Caderno de Graduação – Ciências Exatas e Tecnologias.
- Speight, J. G. (2014). *Environmental organic chemistry for engineers*. Butterworth-Heinemann.
- Silva, R. M., Oliveira, J. P., & Souza, L. T. (2018). *Avaliação dos impactos ambientais na perfuração de poços de petróleo offshore*. *Revista Engenharia Ambiental*.
- Tissot, B. P., & Welte, D. H. (1984). *Petroleum formation and occurrence*. Springer-Verlag.
- Verde, P. (2014). *Poluição dos mares: Entenda o que é maré negra e suas consequências para o meio ambiente*