



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA**  
**PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PETRÓLEO**

**ANDRÊSA DA SILVA OLIVEIRA**

**ESTUDO COMPARATIVO DAS PRINCIPAIS CAUSAS DOS ACIDENTES LIGADOS  
AO PETRÓLEO NO BRASIL NAS ÚLTIMAS DUAS DÉCADAS.**

**FORTALEZA**

**2025**

ANDRESA DA SILVA OLIVEIRA

ESTUDO COMPARATIVO DAS PRINCIPAIS CAUSAS DOS ACIDENTES LIGADOS AO  
PETRÓLEO NO BRASIL NAS ÚLTIMAS DUAS DÉCADAS.

Dissertação apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Petróleo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Graduada em Engenharia de Petróleo.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Felipe Gadelha Silvino.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

O45e Oliveira, Andrêsa da Silva.  
Estudo comparativo das principais causas dos acidentes ligados ao petróleo no Brasil nas últimas duas décadas / Andrêsa da Silva Oliveira. – 2025.  
43 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Petróleo, Fortaleza, 2025.  
Orientação: Prof. Dr. Pedro Felipe Gadelha Silvino.

1. Acidente. 2. Petróleo. 3. Impactos. I. Título.

CDD 665.5092

---

ANDRESA DA SILVA OLIVEIRA

ESTUDO COMPARATIVO DAS PRINCIPAIS CAUSAS DOS ACIDENTES LIGADOS AO  
PETRÓLEO NO BRASIL NAS ÚLTIMAS DUAS DÉCADAS.

Dissertação apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Petróleo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Graduada em Engenharia de Petróleo.

Aprovada em: 04/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Pedro Felipe Gadelha Silvino (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Filipe Xavier Feitosa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Vitor Moreira da Rocha Ponte  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, aos meus pais, Iraíde e Itamar, meu  
esposo Wirlon e minha filha Ágatha, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar viver a realização de um sonho de infância e sempre demonstrar seu amor e bondade durante toda a minha trajetória.

A minha mãe Iraíde, por sempre investir em mim e em minha educação, acreditando que eu conseguiria este feito, mesmo quando eu muitas vezes duvidei, obrigada.

Ao meu pai Itamar, que sempre me apoiou em todas as minhas decisões e em quem diversas vezes encontrei conforto nos dias difíceis.

Ao meu esposo Wirlon, meu maior incentivador durante os dias mais nublados desse processo, em quem encontrei apoio, conforto, colo e a ajuda necessária para não desistir.

A minha filha Ágatha, que mesmo sem dizer ainda uma palavra me deu mais incentivo e força para conquistar esse título do que qualquer outra pessoa. Te amo filha, obrigada.

A minha sogra Erenilda, que para mim muito mais se parece com uma amiga, uma terapeuta, minha rede de apoio, obrigada por tanto!

A minha grande amiga Scárllet Abreu, por me incentivar durante toda a graduação e não me deixar desistir mesmo quando eu não via mais como continuar, muito obrigada!

Ao Prof. Dr. Pedro Felipe Gadelha Silvino, pela excelente orientação e toda a disponibilidade mesmo com tantas outras ocupações jamais me deixou sozinha durante a confecção deste trabalho.

A todos os meus amigos (Lívia, Camila, Yngrid, Lino e Ingrid), que de muitas maneiras me ajudaram e incentivaram em todo esse processo, tornando meus dias mais leves com as risadas mais sinceras, obrigada pessoal!

A coordenação do curso de Engenharia de Petróleo da Universidade Federal do Ceará em nome do Professor Felipe Xavier e da Cristina Nascimento, obrigada por toda a ajuda com os processos dos quais eu não tinha a compreensão.

"O petróleo é uma dádiva da natureza, mas sua exploração e uso responsáveis são uma expressão de nossa responsabilidade para com o planeta, um presente de Deus." (Autor Desconhecido).

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar as principais causas dos acidentes ocorridos no setor de petróleo no Brasil nas últimas duas décadas, com foco nos impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes desses eventos. A pesquisa investigou desde falhas técnicas e operacionais até deficiências institucionais e regulatórias, buscando compreender como essas variáveis se relacionam com a recorrência de acidentes no setor. A metodologia adotada foi de natureza qualitativa, fundamentada na análise documental de relatórios técnicos, publicações acadêmicas e dados oficiais de órgãos reguladores, o que permitiu identificar padrões, fragilidades e oportunidades de melhoria nas práticas de segurança das operações petrolíferas. A partir dessa abordagem interpretativa, foi possível examinar os contextos organizacionais e políticos que influenciam a gestão de risco e a prevenção de desastres. Os resultados evidenciaram que os acidentes são frutos de uma combinação complexa de fatores humanos, técnicos e estruturais, agravados pela fragilidade na aplicação das normas de segurança e pela insuficiência dos mecanismos de fiscalização. Conclui-se que a adoção de uma abordagem sistêmica e integrada, ancorada em políticas preventivas, cultura de segurança, capacitação contínua dos trabalhadores e fiscalização rigorosa, é essencial para mitigar os riscos do setor e garantir que o desenvolvimento energético ocorra de maneira sustentável, protegendo vidas, o meio ambiente e a economia nacional.

**Palavras-chave:** Acidente; Petróleo; Impactos.

## ABSTRACT

This study aimed to analyze the main causes of accidents in the oil sector in Brazil over the last two decades, focusing on the environmental, social and economic impacts resulting from these events. The research investigated everything from technical and operational failures to institutional and regulatory deficiencies, seeking to understand how these variables relate to the recurrence of accidents in the sector. The methodology adopted was qualitative in nature, based on documentary analysis of technical reports, academic publications and official data from regulatory agencies, which allowed the identification of patterns, weaknesses and opportunities for improvement in safety practices in oil operations. Based on this interpretative approach, it was possible to examine the organizational and political contexts that influence risk management and disaster prevention. The results showed that accidents are the result of a complex combination of human, technical and structural factors, aggravated by the weakness in the application of safety standards and the insufficiency of inspection mechanisms. It is concluded that the adoption of a systemic and integrated approach, anchored in preventive policies, safety culture, continuous training of workers and rigorous monitoring, is essential to mitigate the risks in the sector and ensure that energy development occurs in a sustainable manner, protecting lives, the environment and the national economy.

**Keywords:** Accident; Oil; Impacts.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Os 5 principais acidentes em plataformas de petróleo no Brasil.....	16
Figura 2	- Acidente FPSO São Mateus .....	17

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 Análise dos acidentes das últimas duas décadas.....	20
Quadro 2 Evolução das Normas e Ações Regulatórias Após Acidentes.....	22
Quadro 3 Categorização dos Acidentes.....	33

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
FPSO	Floating Production Storage and Offloading (Unidade Flutuante de Produção, Armazenamento e Transferência)
NR	Norma Regulamentadora
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária

## LISTA DE SÍMBOLOS

菱螽<sub>2</sub> Dióxido de Carbono

蚶<sup>3</sup> Metro cúbico

km Quilômetro

°C Grau Celsius

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 ACIDENTES NO SETOR DE PETRÓLEO NO BRASIL.....	16
2.2 EVOLUÇÃO DAS NORMAS E REGULAÇÕES DO SETOR DE PETRÓLEO.....	21
2.3 IMPACTOS DOS ACIDENTES E ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RISCO NO SETOR DE PETRÓLEO BRASILEIRO.....	23
2.4 AVANÇOS TECNOLÓGICOS PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES.....	27
3 METODOLOGIA.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	42

## 1 INTRODUÇÃO

O petróleo é uma das principais fontes de energia no Brasil e representa uma parte significativa do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. De acordo com dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o Brasil é um dos maiores produtores de petróleo do mundo, especialmente após a descoberta do pré-sal, que aumentou consideravelmente a produção do país (Melo, 2018). O setor de petróleo e gás também desempenha um papel crucial na geração de empregos diretos e indiretos, bem como no abastecimento da indústria petroquímica, do transporte e de outros setores.

De acordo com Gomes e Lima (2021), o setor petrolífero é uma importante fonte de receitas para o governo brasileiro, com os royalties do petróleo sendo um dos principais mecanismos de transferência de recursos para estados e municípios, principalmente aqueles localizados nas áreas de produção, como Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo. Esses recursos são utilizados em áreas como saúde, educação e infraestrutura, impactando diretamente a qualidade de vida da população.

No entanto, a dependência do petróleo também acarreta vulnerabilidades econômicas, uma vez que variações no preço do barril podem afetar as finanças públicas e a competitividade de outros setores da economia. O Brasil, como exportador de petróleo, enfrenta desafios em manter sua produção competitiva no cenário global, especialmente com as flutuações do mercado internacional.

Embora o petróleo seja uma das principais fontes de energia e riqueza para o Brasil, sua exploração e produção envolvem riscos significativos. O processo de extração de petróleo envolve atividades em ambientes de alta pressão, profundidade e temperaturas extremas, como no caso das plataformas marítimas do pré-sal (Lima; Silva, 2017). As operações de perfuração, produção e transporte são altamente complexas e demandam tecnologias sofisticadas, além de uma manutenção rigorosa para evitar falhas.

A presença de sistemas complexos e de grande porte também aumenta a probabilidade de acidentes. Entre os riscos mais comuns estão os vazamentos de petróleo, explosões e incêndios nas plataformas, falhas de equipamentos, erros humanos e condições climáticas adversas, como tempestades e ondas altas, que podem comprometer a segurança das operações (Sousa; Melo, 2020).

O transporte de petróleo, especialmente por oleodutos e petroleiros, é uma área crítica. Vazamentos de óleo em áreas costeiras e marinhas podem causar danos irreversíveis ao meio ambiente, como a morte de espécies marinhas, a contaminação de ecossistemas e a destruição

de habitats (Oliveira et. al., 2022). Em terra, o transporte por oleodutos e rodovias também está sujeito a acidentes que podem resultar em vazamentos e incêndios, com sérios impactos para as populações locais.

A importância deste estudo se dá pela relevância do setor de petróleo para a matriz energética brasileira e a economia nacional. O petróleo, como principal recurso energético, exige uma atenção constante à segurança nas suas operações. O crescimento da produção, especialmente nas áreas de exploração do pré-sal, traz consigo o aumento dos riscos operacionais e ambientais. Nesse sentido, um estudo aprofundado sobre as causas dos acidentes pode contribuir para a adoção de práticas mais seguras e eficientes no setor.

A segurança no setor de petróleo é fundamental para garantir a continuidade da produção e o fornecimento de energia ao país, prevenindo impactos negativos na sociedade e na economia. A análise crítica e a proposição de melhorias nas práticas de segurança são essenciais para evitar que os acidentes comprometam o crescimento do setor e a confiança da sociedade nas empresas envolvidas.

## **1.1 OBJETIVOS**

O objetivo principal deste estudo é analisar as principais causas dos acidentes ocorridos no setor de petróleo no Brasil nas últimas duas décadas. A investigação inclui tanto acidentes de grande magnitude, como os vazamentos de petróleo e explosões em plataformas, quanto acidentes de menor escala que ainda assim geraram impactos negativos no meio ambiente, nas comunidades locais e na economia do país.

A análise das causas será dividida em categorias, como falhas técnicas, erros humanos, falhas na manutenção de equipamentos e sistemas de segurança, além de fatores institucionais e regulatórios que possam ter contribuído para o aumento da frequência e gravidade dos acidentes. Será também abordada a relação entre a política de segurança adotada pelas empresas do setor e a ocorrência desses acidentes.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ACIDENTES NO SETOR DE PETRÓLEO NO BRASIL

O setor de petróleo no Brasil tem sido marcado por uma série de acidentes de grande magnitude, que não só afetaram a segurança das operações, mas também tiveram repercussões profundas no meio ambiente e nas comunidades locais (Oliveira et. al., 2022). Ao longo das duas últimas décadas, o país vivenciou episódios trágicos que colocaram em pauta a necessidade de aprimoramento das práticas de segurança, das políticas regulatórias e das tecnologias aplicadas na exploração e transporte do petróleo.

Figura 1 – Os 5 principais acidentes em plataformas de petróleo no Brasil.



Fonte: Moraes et. al., 2020.

Nos últimos anos, o Brasil enfrentou uma série de acidentes no setor de petróleo que geram consequências ambientais, sociais e econômicas graves. Esses incidentes, que incluem vazamentos de óleo, explosões e outros eventos, impactam ecossistemas marinhos e terrestres, comunidades locais e a economia nacional (Melo, 2018). A escolha do período de duas décadas permite uma análise abrangente das tendências e padrões nos acidentes, bem como a avaliação da eficácia das medidas de segurança implementadas ao longo do tempo.

Figura 2 – Acidente FPSO São Mateus



Fonte: Costa e Pereira, 2019.

As consequências desses eventos evidenciaram as fragilidades nas práticas de segurança, nos sistemas de monitoramento e na capacidade de resposta a emergências do setor (Melo, 2018). A análise dos dados de acidentes nesse período pode revelar se houve um aumento na frequência ou na gravidade dos incidentes, e quais fatores podem estar contribuindo para essas ocorrências.

Quadro 1 - Análise dos acidentes das últimas duas décadas.

Ano	Unidade/Local	Tipo de Acidente	Causas Principais	Mortes	Impacto Ambiental
2011	Campo de Frade - Bacia de Campos.	Vazamento de petróleo.	Falhas operacionais.	0	Extenso vazamento com sérios danos ao ecossistema marinho.
2013	Sonda Eminence.	West durante descida de revesti mento	Falha de comunicação, treinamento inadequado, ausência de EPIs.	1	Não informado diretamente.
2015	FPSO Cidade de São Mateus	Explosão	Vazamento de condensado, falha nos protocolos de segurança, resposta ineficiente	9	Não especificado
2019	Diversas praias do Nordeste	Vazamento de petróleo	Origem desconhecida até hoje	0	Contaminação de 2.000 km de litoral, morte de espécies marinhas
2019	Plataforma P-53	Vazamento de óleo (122 m <sup>3</sup> )	Falhas em sensores, gestão de integridade, resposta lenta	0	Óleo atingiu o litoral fluminense, com impacto direto na fauna e flora locais

2023	Nova Petróleo (torre de sonda)	Queda de trabalhador	Ausência de EPI, reincidência de falhas, falta de treinamento e cultura de segurança	1	Não informado diretamente
2023	Plataforma P-19	Ativação indevida CO <sub>2</sub>	Falha de projeto, comunicação de risco deficiente, falta de treinamento	1	Não especificado
2023	Plataforma P-20	Incêndio	Acúmulo de material combustível, falhas no combate ao incêndio e drenagem	0	Danos estruturais e risco de grande desastre
2023	FPSO Cidade do Rio de Janeiro	Vazamento de risco colapso	Degradação estrutural, falta de plano de descomissionamento, falha de inspeções	0	Vazamentos sucessivos e risco de colapso no mar

Fonte: Próprio autor, 2025.

Um acidente relevante foi o vazamento de petróleo no campo de Frade, na Bacia de Campos, ocorrido em 2011. Embora não tenha gerado vítimas fatais, o vazamento foi extenso e causou sérios danos ao ecossistema marinho, levando a uma grande mobilização das autoridades e da sociedade para encontrar soluções de contenção e reparação dos danos ambientais (Melo, 2018).

Ainda no cenário recente, o Brasil presenciou o desastre em 2019, quando ocorreu o vazamento de petróleo em várias praias do Nordeste, afetando mais de 2.000 quilômetros de litoral (Costa; Martins, 2022). Este vazamento, que até hoje permanece em investigação, causou a morte de diversas espécies marinhas e afetou atividades pesqueiras e turísticas, evidenciando a falta de uma infraestrutura de resposta mais eficaz para incidentes dessa magnitude.

## **2.2 EVOLUÇÃO DAS NORMAS E REGULACIONES DO SETOR DE PETRÓLEO**

A legislação e as normas de segurança no setor de petróleo no Brasil passaram por uma evolução significativa após os acidentes de grandes proporções ocorridos ao longo dos anos (Costa; Moura, 2021). O desastre da P-36, por exemplo, acelerou a implementação de normas mais rigorosas de segurança, tanto em termos de operação de plataformas quanto no que se refere à prevenção de vazamentos e explosões.

A partir da década de 2000, a Petrobras e as autoridades brasileiras começaram a adotar sistemas de monitoramento mais eficazes e investiram em tecnologias avançadas de contenção e resposta a emergências (Gomes; Lima, 2021). Um exemplo disso é a adoção de sistemas de desligamento automático de plataformas em caso de falhas, que visam minimizar os danos em caso de acidentes.

Na visão de Costa e Pereira (2019), a regulamentação das atividades no setor de petróleo foi reforçada com a criação de normas específicas sobre a proteção do meio ambiente. A Agência Nacional do Petróleo (ANP) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) passaram a exigir das empresas uma análise mais detalhada dos impactos ambientais antes de iniciar qualquer atividade de exploração e produção de petróleo.

Nos últimos anos, novas regulamentações também passaram a exigir mais transparência nas operações das empresas, com o objetivo de garantir a integridade dos trabalhadores e das comunidades afetadas (Costa; Moura, 2021). Houve um avanço significativo na exigência de práticas de responsabilidade social corporativa, para que as

empresas do setor colaborassem com a recuperação dos danos ambientais causados por acidentes.

A ANP tem sido a principal entidade responsável pela regulação e fiscalização das atividades do setor de petróleo no Brasil. Desde a sua criação, em 1997, a agência tem desenvolvido e implementado normas que visam garantir a segurança operacional e o controle ambiental das atividades relacionadas ao petróleo e gás natural.

Além da ANP, outras entidades como o IBAMA e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) desempenham papéis cruciais na implementação de regulamentos ambientais e de saúde, que impactam diretamente as atividades de exploração e produção de petróleo (Costa; Pereira, 2019). O IBAMA, por exemplo, é responsável por emitir licenças ambientais, enquanto a ANVISA regula aspectos relacionados à saúde pública, como os efeitos de contaminantes nos alimentos e na água.

O Brasil tem feito esforços contínuos para reforçar as regulamentações e a fiscalização do setor de petróleo, com o objetivo de aumentar a segurança operacional e minimizar os impactos ambientais. Nos últimos anos, a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) tem trabalhado para fortalecer a sua capacidade de regulação, garantindo que as operações de petróleo sigam padrões de segurança e sustentabilidade (Costa; Moura, 2021).

A ANP, desde sua criação, tem sido responsável por regular e fiscalizar as atividades de exploração e produção de petróleo, gás natural e biocombustíveis. Suas atribuições incluem o estabelecimento de normas para a operação das plataformas de petróleo, o controle do processo de licenciamento ambiental, e a fiscalização das condições de segurança nas unidades de produção (Gomes; Lima, 2021). Além dessas funções, a agência atua como articuladora entre os diversos agentes envolvidos na cadeia produtiva do petróleo, promovendo o equilíbrio entre os interesses econômicos do setor e a necessidade de preservação ambiental e segurança pública.

A definição de políticas para o uso responsável dos recursos naturais não se limita à produção energética, mas abrange também diretrizes para a transparência institucional, a governança corporativa e a responsabilização em casos de descumprimento das normas vigentes. De acordo com Costa e Moura (2021), a ANP exerce um papel estratégico no fortalecimento da confiança social nas operações do setor, buscando garantir que o desenvolvimento econômico promovido pelo petróleo seja compatível com padrões sustentáveis de produção.

A crescente complexidade das operações em áreas como o pré-sal exige da agência constante atualização normativa e técnica, além de uma atuação rigorosa e autônoma na fiscalização das empresas exploradoras, o que reafirma sua importância como ente regulador e garantidor da segurança jurídica e ambiental do setor.

O fortalecimento da ANP tem sido essencial, especialmente em um contexto de crescente demanda por recursos energéticos e novos campos de exploração. A ANP, com a colaboração de outras entidades reguladoras, como o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), tem trabalhado para implementar medidas mais rigorosas de controle e fiscalização (Castro et. al., 2015). A criação de normas e a fiscalização mais incisiva são fundamentais para prevenir desastres ambientais, como o vazamento de óleo e outros incidentes, que podem causar danos irreparáveis ao meio ambiente e à saúde pública.

Há uma pressão crescente por parte da sociedade e organizações ambientais para que o governo brasileiro promova regulamentações mais rígidas sobre o impacto das atividades de petróleo e gás, especialmente considerando os danos provocados por incidentes passados. Essa pressão tem levado a um aumento das exigências para licenciamento ambiental e para o cumprimento de normas de segurança que garantam a mitigação dos riscos ambientais.

A regulamentação também se estende à obrigatoriedade do uso de tecnologias mais avançadas para monitoramento e controle de vazamentos, incêndios e outros riscos operacionais, com foco em prevenção ao invés de reparação após o acidente. Medidas como a instalação de sistemas de monitoramento em tempo real e o uso de tecnologias que garantam uma maior eficiência na detecção precoce de falhas são pontos importantes para o fortalecimento das normas e da fiscalização do setor (Morais et. al., 2020).

Quadro 2 – Evolução das Normas e Ações Regulatórias Após Acidentes

<b>Período</b>	<b>Marco Regulatório ou Medida Adotada</b>	<b>Motivação / Acidente-Referência</b>	<b>Agente Responsável</b>
Pós-2001	Reforço na segurança de plataformas offshore	Acidente da P-36	ANP / Petrobras
2010–2015	Implantação de sistemas de desligamento automático	Campo de Frade / São Mateus	ANP / IBAMA

Pós-2019	Planos emergenciais costeiros e rastreamento de óleo	Vazamento no Nordeste	Marinha / MMA
2020–2023	Revisão de protocolos de trabalho em altura	Nova Petróleo, West Eminence	ANP / MTE

Fonte: Próprio autor, 2025.

### 2.3 IMPACTOS DOS ACIDENTES E ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RISCO NO SETOR DE PETRÓLEO BRASILEIRO

Os acidentes no setor de petróleo têm um impacto ambiental devastador, com consequências que podem durar décadas. O vazamento de petróleo no mar, por exemplo, é um dos eventos mais catastróficos para os ecossistemas marinhos, afetando a fauna e flora local, contaminando os corais, e matando centenas de espécies de peixes e mamíferos marinhos (Araújo; Moraes, 2022). O desastre de Mariana, embora não tenha ocorrido diretamente com petróleo, gerou alertas para o setor, pois a contaminação das águas e a destruição dos habitats de espécies locais exigiram uma longa recuperação ecológica.

Além do impacto ambiental, os acidentes afetam severamente as comunidades locais. No caso do vazamento nas praias do Nordeste, em 2019, as comunidades pesqueiras foram as mais afetadas, com a interrupção das atividades pesqueiras e a perda de fontes de renda essenciais para as populações (Santos; Oliveira, 2022). O impacto social também se reflete no turismo, com a queda na visitação às áreas afetadas e o declínio da economia local.

Esses eventos ressaltam a importância de um gerenciamento eficaz de riscos e de uma resposta rápida e eficiente, não apenas para minimizar os danos sociais e ambientais, mas também para assegurar que medidas de compensação e reparação sejam devidamente implementadas. A ausência de ações coordenadas e preventivas pode agravar significativamente os impactos causados por desastres, comprometendo a integridade de ecossistemas inteiros e colocando em risco a saúde e o bem-estar das populações atingidas.

Para Araújo e Moraes (2022), a atuação proativa das instituições responsáveis demonstra compromisso com a justiça socioambiental, promovendo mecanismos de controle, fiscalização e responsabilização que são essenciais para restaurar a confiança da sociedade.

Torna-se imprescindível que políticas públicas integrem instrumentos de prevenção, monitoramento contínuo e planos de contingência, considerando a complexidade e a

gravidade dessas ocorrências. A efetividade dessas ações depende, ainda, do envolvimento direto das comunidades impactadas, que devem ser vistas como agentes ativos no processo de reconstrução e não apenas como vítimas passivas das consequências.

Os custos diretos de um acidente no setor de petróleo no Brasil são facilmente quantificáveis e frequentemente incluem multas, indenizações e custos de reparação imediata. Quando um acidente ocorre, as empresas responsáveis enfrentam uma série de responsabilidades financeiras para corrigir os danos causados (Santos; Oliveira, 2022). No caso de acidentes ambientais, as empresas podem ser multadas por não cumprirem as normas regulatórias ambientais ou por danos causados aos ecossistemas. A Petrobras, por exemplo, após o desastre da P-36 e outros incidentes, foi obrigada a pagar pesadas multas, além de arcar com os custos de reparação dos danos causados ao meio ambiente.

As indenizações às vítimas também são uma parte significativa dos custos diretos. No caso do desastre da P-36, além das perdas materiais, as famílias das vítimas e trabalhadores afetados receberam compensações financeiras significativas. Esse tipo de pagamento, embora essencial para a justiça social, impacta diretamente as finanças da empresa e da indústria em geral (Barbosa et. al., 2022). O pagamento de indenizações pode afetar o fluxo de caixa das empresas e reduzir sua capacidade de investir em novos projetos ou expandir suas operações.

De acordo com Morais et. al., (2020), o processo de limpeza e recuperação de áreas afetadas por derramamentos de óleo e outros incidentes exige investimentos elevados, como no caso do desastre em Macaé, onde os custos para limpeza de grandes vazamentos podem ser da ordem de bilhões de reais. A empresa responsável precisa se comprometer com a restauração das condições ambientais, o que representa uma perda imediata significativa.

Os custos indiretos são mais difíceis de quantificar, mas frequentemente têm um impacto mais duradouro e profundo. A reputação da empresa é, sem dúvida, uma das vítimas mais significativas dos acidentes no setor de petróleo. Empresas envolvidas em grandes acidentes, como a Petrobras, enfrentam uma erosão da confiança pública (Araújo; Morais, 2022). A confiança do consumidor, do investidor e das partes interessadas na gestão e no compromisso da empresa com a segurança e a responsabilidade ambiental pode ser gravemente prejudicada.

Um exemplo claro disso foi o impacto econômico na Petrobras após o escândalo de corrupção e os desastres ambientais que marcaram o final da década de 2010. A Petrobras enfrentou uma queda considerável nas ações e uma desvalorização de mercado devido à perda de confiança dos investidores, associada ao desastre ambiental e aos problemas de

governança. O valor de mercado da empresa encolheu significativamente, refletindo a percepção negativa pública e institucional.

Para Hurtado et. al., (2015), os acidentes podem afetar a relação da empresa com seus parceiros de negócios, fornecedores e outras partes da cadeia de suprimentos. Empresas que possuem contratos com a Petrobras, ou outras grandes operadoras de petróleo, podem sofrer efeitos negativos, já que a incerteza quanto à segurança da operação pode gerar uma redução nos contratos ou até mesmo o rompimento de relações comerciais. Isso tem um impacto nas economias locais, na geração de empregos e no crescimento do setor.

Os impactos econômicos dos acidentes no setor de petróleo no Brasil também são sentidos na cadeia de suprimentos. O setor de petróleo é parte de uma rede de fornecedores, transportadores e prestadores de serviços. Um acidente de grande escala pode interromper a produção, afetando os contratos de fornecimento de bens e serviços que dependem da operação da plataforma ou da refinaria (Rodrigues et. al., 2018). No caso de acidentes como o da P-36, onde a plataforma ficou fora de operação por um período prolongado, as consequências para os fornecedores de petróleo e gás foram severas, com impactos na produção e no fornecimento de combustível e gás para outras indústrias e consumidores.

A escassez de petróleo ou de seus derivados pode gerar uma pressão significativa sobre os preços praticados no mercado interno, impactando diretamente os índices de inflação e alterando o equilíbrio das condições econômicas do país (Melo, 2018). Em cenários de interrupção da produção nacional, especialmente em razão de acidentes em plataformas ou falhas operacionais, o Brasil se vê compelido a recorrer à importação desses insumos para suprir a demanda interna, o que implica em elevação dos custos logísticos e cambiais.

Esse aumento nos custos de importação é imediatamente refletido nos preços finais dos combustíveis, do gás de cozinha e de outros produtos essenciais, afetando o orçamento das famílias e pressionando setores econômicos estratégicos, como transporte e indústria. A dependência temporária de mercados internacionais torna o país mais vulnerável às flutuações externas, diminuindo a previsibilidade econômica e exigindo medidas de compensação fiscal e monetária por parte do governo.

A instabilidade gerada por essas situações reforça a importância de uma política energética resiliente, que integre planejamento estratégico, segurança operacional e investimentos em infraestrutura, a fim de mitigar os efeitos negativos decorrentes da interrupção das atividades produtivas (Rodrigues et. al., 2018).

Esse impacto também é refletido nos mercados internacionais, já que o Brasil é um dos maiores exportadores de petróleo e derivados. A instabilidade e os acidentes no setor de

petróleo podem resultar em um enfraquecimento da posição do Brasil no mercado global, o que pode impactar a balança comercial e a economia nacional de maneira geral (Costa; Martins, 2022).

O impacto econômico de um acidente no setor de petróleo também se reflete no mercado de trabalho. A suspensão das operações de plataformas e refinarias pode levar a uma diminuição significativa no número de empregos diretos e indiretos associados ao setor. Trabalhadores contratados para operações específicas podem ser dispensados, afetando não apenas os empregados da Petrobras, mas também os das empresas contratadas que prestam serviços no setor. Além disso, os custos com indenizações, como no caso da P-36, podem resultar em uma reestruturação significativa da força de trabalho, com demissões, reclassificação de funções e o fechamento de unidades operacionais.

O mercado de trabalho é impactado ainda no aspecto do treinamento e desenvolvimento de novas competências para os trabalhadores. Após um acidente, as empresas tendem a revisar suas práticas de segurança e treinamento, o que pode resultar em novos requisitos para os trabalhadores do setor (Lima; Silva, 2017). Isso cria um mercado de trabalho em transformação, no qual a mão de obra qualificada precisa estar em constante adaptação para atender a novas demandas de segurança, além de ser mais custoso para as empresas investir em treinamento e certificações.

## **2.4 AVANÇOS TECNOLÓGICOS PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES**

Nos últimos anos, o setor de petróleo tem adotado novas tecnologias de monitoramento em tempo real, que permitem a detecção precoce de falhas e condições perigosas durante as operações. Uma dessas inovações são os sistemas de monitoramento remoto, que permitem acompanhar e controlar os processos de produção e transporte de petróleo à distância, reduzindo a exposição dos trabalhadores a riscos diretos (Guida et. al., 2018).

A instalação de sensores de alta tecnologia em plataformas e embarcações permite detectar variáveis como pressão, temperatura, vibração e níveis de gás em tempo real. Esses sensores são conectados a sistemas de controle que alertam automaticamente os operadores sobre qualquer anomalia no processo, como um aumento inesperado na pressão ou a presença de substâncias perigosas, permitindo que ações corretivas sejam tomadas imediatamente.

Uma das tecnologias mais avançadas é o uso de drones e robôs submarinos para inspecionar plataformas e oleodutos. Esses dispositivos são capazes de operar em condições extremas e de difícil acesso, realizando inspeções regulares sem a necessidade de interromper

as operações ou expor os trabalhadores a ambientes perigosos (Rodrigues, 2018). Os drones podem ser equipados com câmeras de alta definição e sensores infravermelhos para detectar vazamentos ou falhas estruturais, enquanto os robôs submarinos podem realizar inspeções em oleodutos e plataformas submersas, minimizando o risco de acidentes e aumentando a precisão das avaliações.

Para Figueiredo et. al., (2017), o uso de big data e análise preditiva tem sido uma tendência crescente no setor. Essas tecnologias permitem que grandes volumes de dados operacionais sejam analisados para identificar padrões que possam indicar a necessidade de manutenção ou reparos antes que falhas catastróficas ocorram. A integração de dados de sensores, relatórios operacionais e informações de manutenção permite a criação de modelos preditivos que antecipam falhas, melhorando a capacidade de resposta e reduzindo os custos operacionais.

Os sensores de última geração, como os sensores de fibra ótica e os sensores acústicos, desempenham um papel fundamental na prevenção de acidentes, proporcionando monitoramento contínuo e detecção precoce de falhas nas instalações (Figueiredo et. al., 2020). Os sensores de fibra ótica, por exemplo, podem medir variações de temperatura, pressão e vibração em áreas de difícil acesso, como os fundos marinhos, e enviar essas informações em tempo real para os sistemas de monitoramento. Isso permite uma análise mais detalhada e antecipada dos riscos.

Outra inovação relevante são os sensores inteligentes, que estão sendo cada vez mais utilizados para detectar falhas mecânicas ou operacionais. Esses sensores podem analisar o desempenho de motores, bombas e outros equipamentos essenciais, identificando mudanças sutis no funcionamento que possam indicar um risco iminente de falha. Em muitos casos, esses sensores são conectados a sistemas de controle automatizados, que podem realizar ajustes para corrigir falhas antes que elas causem danos significativos.

A inteligência artificial (IA) tem se tornado uma ferramenta poderosa para a segurança no setor de petróleo, especialmente no que diz respeito à detecção de falhas em tempo real. Algoritmos de aprendizado de máquina são capazes de analisar grandes volumes de dados coletados de sensores e sistemas de monitoramento, identificando padrões e correlacionando eventos que podem indicar problemas iminentes (Rodrigues, 2018). Por exemplo, a IA pode identificar comportamentos anômalos, como variações nas condições operacionais de uma plataforma, e alertar os operadores sobre a necessidade de intervenção antes que a falha se torne crítica.

Hurtado (2015) ressalta que, a IA pode ser usada para otimizar a gestão da manutenção preditiva. Com a análise de dados históricos e a combinação de dados em tempo real, a IA pode prever com precisão quando determinado equipamento precisará de manutenção ou substituição, evitando falhas imprevistas e interrupções nas operações.

O uso de inteligência artificial também pode ser integrado com sistemas de realidade aumentada e virtual (AR/VR) para treinamento de operadores e para a execução de inspeções remotas. A AR/VR permite simular situações de risco de forma segura e controlada, preparando os trabalhadores para enfrentar condições extremas e identificar falhas com mais rapidez e eficácia.

Essas inovações tecnológicas têm contribuído para uma maior segurança nas operações de petróleo, permitindo que os riscos sejam gerenciados de maneira mais eficiente e proativa (Guida et. al., 2018). A adoção de novas tecnologias de monitoramento e a utilização da inteligência artificial para detectar falhas em tempo real são um passo fundamental para a prevenção de acidentes e a redução de danos no setor. Essas tecnologias também oferecem benefícios em termos de eficiência operacional, redução de custos e melhoria das condições de trabalho.

### 3 METODOLOGIA

A presente investigação foi conduzida por meio de uma abordagem qualitativa, tendo como propósito compreender, de forma aprofundada, as causas dos acidentes no setor de petróleo no Brasil nas últimas duas décadas. A pesquisa qualitativa se mostra adequada para explorar fenômenos complexos, permitindo a análise crítica de fatores técnicos, humanos, institucionais e ambientais que contribuem para a ocorrência de eventos acidentais.

A escolha por essa abordagem se justifica pela natureza interpretativa do estudo, que busca compreender os contextos e significados atribuídos aos acidentes, além de examinar os desdobramentos das políticas de segurança adotadas no setor. A investigação qualitativa permite captar as nuances e complexidades dos eventos analisados, considerando não apenas os aspectos técnicos envolvidos, mas também os fatores organizacionais, institucionais e humanos que influenciam a ocorrência de falhas operacionais.

Trata-se de uma perspectiva que valoriza a profundidade analítica em detrimento da quantificação, permitindo revelar como decisões gerenciais, práticas culturais e estruturas regulatórias interagem na construção do risco. Nesse sentido, a análise das políticas de segurança ganha destaque ao evidenciar a forma como elas são implementadas, monitoradas e reinterpretadas nas diferentes instâncias das empresas e dos órgãos reguladores. Essa abordagem também favorece a identificação de lacunas entre o que está previsto nas normas e o que ocorre na prática operacional, possibilitando reflexões mais abrangentes sobre a eficácia das ações preventivas e corretivas no setor petrolífero.

O levantamento de dados foi realizado a partir de fontes documentais, como relatórios técnicos, publicações acadêmicas e registros oficiais disponíveis em órgãos reguladores e instituições especializadas na área de petróleo e gás. A análise documental permitiu identificar padrões recorrentes nas ocorrências de acidentes, bem como aspectos regulatórios, operacionais e tecnológicos associados à sua prevenção ou agravamento.

Essa técnica de coleta de dados proporciona uma visão ampla e detalhada dos casos analisados, possibilitando a categorização das causas em falhas técnicas, erros humanos, deficiências de manutenção, limitações institucionais e lacunas regulatórias.

A organização e análise das informações foram feitas com base em uma categorização temática, que estruturou os dados segundo os principais eixos de análise definidos no objetivo do estudo. Essa categorização permitiu sistematizar os fatores envolvidos em cada acidente, oferecendo uma leitura crítica sobre os elementos de risco e as medidas de segurança adotadas. Por meio dessa estrutura, foi possível identificar falhas sistêmicas e propor

caminhos para o aprimoramento das práticas operacionais e da governança ambiental no setor de petróleo.

Por fim, a interpretação dos dados buscou compreender as relações entre os eventos analisados e o contexto regulatório, tecnológico e social em que ocorreram. A pesquisa não pretende quantificar ocorrências, mas sim analisar, de forma qualitativa, os impactos e as dinâmicas que influenciam a segurança nas operações petrolíferas brasileiras. Essa perspectiva permitiu uma compreensão integrada dos fatores que envolvem os acidentes, contribuindo para a construção de uma base analítica sólida, capaz de subsidiar propostas de aprimoramento das políticas de prevenção e resposta a emergências no setor.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As falhas técnicas, especialmente nas áreas de manutenção e integridade estrutural das plataformas e embarcações, têm sido uma das principais causas de acidentes no setor de petróleo (Rodrigues et. al., 2018). A falta de manutenção adequada em equipamentos vitais, como os sistemas de contenção de emergência, bombas de pressão e válvulas de segurança, pode resultar em falhas catastróficas.

No caso da plataforma P-36, um dos acidentes mais graves da história do setor no Brasil, a falha na manutenção preventiva contribuiu para a explosão que resultou na perda da plataforma (Barbosa et. al., 2022). O acidente evidenciou a fragilidade dos processos de manutenção e a necessidade de estratégias mais eficazes para garantir a segurança operacional.

A obsolescência dos equipamentos também é uma preocupação constante. A indústria de petróleo depende de equipamentos complexos e altamente especializados que, com o tempo, podem sofrer desgaste. A falta de investimento em atualizações tecnológicas e em equipamentos de última geração aumenta o risco de falhas, como observados em vários incidentes nas últimas décadas (Costa; Martins, 2022). A escassez de recursos para modernizar plataformas e embarcações é um dos maiores desafios que o setor enfrenta, especialmente em tempos de crise econômica.

A obsolescência de equipamentos, aliada à falta de investimentos em novas tecnologias, é uma das causas recorrentes de acidentes no setor de petróleo. A falta de atualização de tecnologias de monitoramento e de controle, como sistemas de detecção de falhas e monitoramento remoto, pode dificultar a identificação precoce de problemas.

De acordo com Sousa e Melo (2020), a resistência à implementação de novos processos tecnológicos em algumas empresas do setor pode resultar em maior vulnerabilidade

a incidentes. A falta de investimentos em sistemas de automação e em tecnologias que garantam a segurança nas plataformas também pode ser vista como uma das principais causas de acidentes.

Os erros humanos são outra causa significativa dos acidentes no setor de petróleo. Operadores que não seguem os procedimentos operacionais padrão, falhas na comunicação entre equipes e falhas na avaliação de riscos podem contribuir para incidentes graves. A pressão por resultados e prazos, bem como a falta de treinamento adequado para os trabalhadores, também aumenta o risco de falhas operacionais. Os acidentes podem ocorrer devido a falhas no julgamento dos operadores, que não tomam as medidas corretas em momentos críticos.

As condições climáticas extremas, como tempestades, ventos fortes e altas temperaturas, podem aumentar consideravelmente o risco de acidentes em plataformas de petróleo. O Brasil, por sua localização geográfica, está sujeito a condições meteorológicas adversas, especialmente no litoral nordeste, onde as operações offshore são concentradas (Hurtado et. al., 2015).

As tempestades e os ventos fortes podem afetar a estabilidade das plataformas e dificultar a operação de embarcações de apoio, além de aumentar o risco de vazamentos e incêndios. A falta de preparação para enfrentar essas condições extremas pode ser fatal, como demonstrado em alguns acidentes passados.

Na visão de Gomes e Lima (2021), a variabilidade climática pode afetar a previsão de vazamentos e a segurança das operações, dificultando o planejamento adequado. Os sistemas de resposta a emergências precisam ser mais robustos para lidar com essas situações de risco, que são amplificadas pelas mudanças climáticas e eventos meteorológicos mais extremos.

Desastres naturais, como tsunamis, terremotos e inundações, também têm o potencial de causar grandes danos às instalações de petróleo. Embora o Brasil não esteja tão exposto a terremotos ou tsunamis, as inundações e a erosão costeira podem afetar as operações de extração offshore. Por exemplo, as tempestades e inundações podem causar danos a plataformas e dificultar a evacuação de trabalhadores em caso de emergência. A falta de infraestrutura resistente a desastres naturais agrava o impacto dessas situações e expõe as vulnerabilidades da indústria.

As falhas de fiscalização e a aplicação inadequada das normas de segurança têm sido um fator crucial para os acidentes no setor de petróleo. Embora o Brasil tenha órgãos reguladores, como a ANP e o IBAMA, que são responsáveis por fiscalizar as operações do setor, as falhas no cumprimento das normas de segurança e de proteção ambiental

frequentemente contribuem para acidentes (Lima; Silva, 2017). A falta de fiscalização rigorosa em algumas áreas e a implementação de normas insuficientes podem ser atribuídas a uma fiscalização ineficaz.

Em alguns casos, a não aplicação de penalidades por parte das autoridades responsáveis resultou em um comportamento negligente por parte das empresas. As multas e sanções, muitas vezes, não são suficientes para desencorajar práticas inseguras, o que contribui para a reincidência de acidentes.

Os conflitos de interesse dentro das empresas do setor de petróleo também têm impacto nas práticas de segurança. A busca por lucros e a redução de custos operacionais podem levar as empresas a negligenciar aspectos fundamentais da segurança e da manutenção (Araújo; Morais, 2022). Em alguns casos, a falta de transparência nas operações e a omissão de informações sobre riscos operacionais podem ter agravado os acidentes.

Para Figueiredo et. al., (2017), a pressão por maximizar os lucros pode incentivar cortes em investimentos em tecnologias de segurança, mantendo práticas obsoletas e perigosas. Esse comportamento, muitas vezes, está ligado à falta de uma cultura organizacional voltada para a segurança e ao foco apenas nos resultados financeiros.

A análise crítica das políticas públicas e da fiscalização no Brasil revela que, embora existam leis e regulamentos bem estruturados para a segurança do setor de petróleo, a implementação e fiscalização dessas políticas ainda deixam a desejar. A falta de recursos adequados para os órgãos fiscalizadores, como o IBAMA e a ANP, e a sobrecarga de trabalho desses órgãos dificultam a fiscalização eficiente (Gomes; Lima, 2021). A falta de articulação entre as diversas esferas de governo e a indústria privada tem contribuído para a lacuna na implementação de políticas de segurança e de resposta a emergências.

O acidente com a plataforma P-36, um dos maiores desastres da indústria de petróleo no Brasil, ocorreu em 2001, quando a plataforma, operada pela Petrobras, afundou no campo de Roncador, localizado na Bacia de Campos (Santos; Oliveira, 2022). A plataforma, que era a maior unidade flutuante de perfuração do mundo na época, sofreu uma série de falhas operacionais e técnicas que levaram ao desastre.

A causa principal foi uma falha na válvula de segurança que, quando falhou, resultou em um vazamento de gás natural. O vazamento gerou uma explosão que danificou severamente a estrutura da plataforma. A falha na manutenção preventiva e a falta de um sistema de resposta eficiente para contenção do gás foram fatores determinantes para a tragédia. De acordo com Rodrigues et. al., (2018), o acidente foi agravado pela falta de uma

avaliação correta dos riscos, que deveria ter identificado os pontos críticos da plataforma antes do início das operações.

Outro fator que contribuiu para o desastre foi a falta de um plano de evacuação eficaz. Quando a plataforma começou a afundar, os sistemas de evacuação não funcionaram corretamente, resultando na morte de 11 trabalhadores e na perda total da plataforma.

Quadro 3 – Categorização dos acidentes.

<b>Categoria de Causa</b>	<b>Casos Exemplos</b>	<b>Descrição</b>
Falhas Técnicas	P-36, P-53, FPSO Cidade do Rio de Janeiro	Equipamentos obsoletos, falhas em válvulas, sensores desatualizados, degradação estrutural
Erros Humanos	West Eminence, Nova Petróleo, P-19	Falha de procedimento, atuação em área com risco conhecido, ausência de capacitação, uso incorreto de EPI
Falta de Manutenção	P-36, P-53, FPSO Cidade do Rio de Janeiro	Ausência de manutenção preventiva e corretiva, negligência em inspeções regulares
Gestão de Segurança Deficiente	P-20, Nova Petróleo, P-19	Cultura de segurança fraca, ausência de planos de emergência, gestão de mudanças inadequada
Falha na Fiscalização	FPSO Cidade de São Mateus, P-36	Normas não cumpridas ou mal fiscalizadas, resposta institucional ineficaz

Conduta Insegura	Operacional	P-20, FPSO Cidade de São Mateus, P-19	Trabalho a quente em local inadequado, entrada em áreas com atmosfera explosiva
Condições Adversas	Naturais	Vazamento nas praias do Nordeste (2019)	Impacto climático e ambiental ampliado, falta de preparação e contenção
Descomissionamento Gerenciado	Mal	FPSO Cidade do Rio de Janeiro	Ausência de plano técnico estruturado para desativação segura da unidade

Fonte: Próprio autor, 2025.

O impacto ambiental do acidente foi significativo. A plataforma, além de ser uma unidade flutuante de perfuração, também operava como unidade de armazenamento de petróleo. Com sua perda, grandes quantidades de óleo foram liberadas no mar, o que resultou em um vazamento significativo de petróleo (Melo, 2018). Embora a Petrobras tenha iniciado operações de contenção, o impacto imediato nas águas da Bacia de Campos foi substancial, afetando a biodiversidade marinha e causando danos às atividades pesqueiras da região.

Socialmente, o acidente causou grandes danos às famílias dos trabalhadores mortos e afetou a reputação da Petrobras. A imagem da empresa foi fortemente abalada, e a confiança nas operações offshore brasileiras foi severamente comprometida (Morais et. al., 2020). A falta de uma estrutura de suporte adequado para os trabalhadores e suas famílias também evidenciou as deficiências nas políticas de segurança e na gestão de riscos da empresa.

Após o desastre, a Petrobras e outras empresas do setor de petróleo passaram a revisar os procedimentos de segurança em plataformas offshore. A partir do acidente da P-36, houve uma revisão profunda nas normas de segurança, com um foco maior na prevenção de falhas técnicas e operacionais (Castro et. al., 2015). A Petrobras também implementou novas tecnologias para detectar vazamentos e falhas nas plataformas, incluindo sistemas de monitoramento em tempo real.

A empresa reforçou os planos de contingência e os protocolos de evacuação de emergência, além de investir em programas de treinamento para os trabalhadores. A tragédia também levou ao aprimoramento da fiscalização de segurança, com a ANP (Agência Nacional

do Petróleo) e o IBAMA passando a realizar auditorias mais rigorosas nas plataformas offshore.

O incidente ocorrido na sonda West Eminence, em 2013, envolveu a morte de um plataformista durante a descida de revestimento do poço. A falha principal foi o acionamento prematuro da chave hidráulica enquanto o trabalhador ainda se encontrava em posição de risco (ANP, 2013).

A investigação apontou falta de integração entre as equipes das empresas contratadas, ausência de participação nas reuniões de planejamento, deficiências nos procedimentos de trabalho e treinamento inadequado. Adicionalmente, destacaram-se a falta de uso obrigatório de equipamentos de proteção adequados e a não implementação de recomendações previamente identificadas em auditorias internas.

No caso do FPSO Cidade de São Mateus, o acidente foi ainda mais grave, culminando em uma explosão que resultou em nove mortes e dezenas de feridos (ANP, 2015). O evento foi desencadeado por um vazamento de condensado em uma área crítica, onde mesmo após a confirmação da presença de atmosfera explosiva, equipes foram enviadas para realizar reparos sem os devidos protocolos de segurança.

A investigação identificou 28 causas raiz, evidenciando degradação do sistema de transferência de carga, falhas na gestão de mudanças, deficiências na capacitação dos operadores e ausência de supervisão eficaz. A resposta à emergência também foi considerada inadequada, com falhas na estrutura de comando, na comunicação e na mobilização de recursos de resgate.

Já no incidente da Nova Petróleo, ocorrido em 2023, a fatalidade envolveu a queda de um torrista durante a desmontagem da sonda. Duas hipóteses foram levantadas quanto à dinâmica do acidente, mas ambas apontam para causas comuns como a ausência de equipamentos de proteção individual, deficiência na cultura de segurança e falhas no gerenciamento de riscos (ANP, 2015).

A investigação demonstrou que o trabalhador acidentado já havia sido vítima de um acidente semelhante meses antes, envolvendo também queda em atividade em altura, o que revela um padrão preocupante de reincidência e negligência. Na ocasião anterior, embora o trabalhador tenha sofrido lesões compatíveis com ausência de uso de EPI — notadamente trauma em região que deveria estar protegida por capacete —, não foram implementadas medidas corretivas efetivas por parte da empresa.

A ausência de ações estruturais, como revisão de procedimentos, reforço na fiscalização do uso de equipamentos de proteção e reavaliação das práticas operacionais,

expõe uma falha grave na cultura organizacional de segurança. Além disso, foi constatado que a empresa não dispunha de procedimentos específicos e formalizados para as atividades de trabalho em altura, limitando-se a diretrizes genéricas e desconectadas da realidade operacional da sonda.

Essa lacuna foi agravada pela falta de comprovação de treinamentos obrigatórios, como o de NR-35, destinado à capacitação de trabalhadores para atividades em altura. O próprio trabalhador acidentado, bem como outros integrantes da equipe, não possuía os certificados exigidos, demonstrando que o sistema de gestão de segurança da empresa falhou em assegurar a qualificação mínima necessária para a execução segura dessas tarefas (ANP, 2015). Esse conjunto de omissões não apenas contribuiu diretamente para o acidente fatal, como evidencia um ambiente de trabalho em que práticas inseguras eram toleradas ou naturalizadas, em desacordo com os princípios fundamentais da segurança industrial.

Os três relatórios dos acidentes evidenciam a importância da adoção rigorosa de sistemas de gestão de segurança operacional robustos, integrados e atualizados. A falta de coordenação entre contratadas, comunicação ineficaz, desatualização de procedimentos e despreparo para situações de emergência foram aspectos críticos em todos os casos. As recomendações apresentadas pelas comissões investigadoras reforçam a necessidade de transformar cultura organizacional, investir em capacitação contínua e garantir o cumprimento das normas de segurança, de modo a prevenir a recorrência de eventos catastróficos no setor offshore.

No caso da Plataforma P-19, uma fatalidade foi causada pelo acionamento indevido do sistema de combate a incêndio com CO<sub>2</sub>, sem a evacuação prévia dos trabalhadores (ANP, 2023). As causas raiz incluíram falhas de projeto na lógica de acionamento do sistema, deficiência em inspeções e testes preventivos, falha na comunicação de riscos, além da falta de treinamento adequado das equipes para atuar diante dos alarmes específicos do sistema de CO<sub>2</sub>. Isso demonstra a gravidade de falhas combinadas em sistemas automatizados de segurança que, ao invés de proteger, colocaram vidas em risco.

Já na Plataforma P-20, o incêndio ocorrido na área de tanques de produtos químicos expôs um conjunto de falhas críticas e interligadas que comprometeram de forma significativa a segurança da instalação. O evento foi iniciado após a realização de um trabalho a quente — atividade que, por sua própria natureza, exige cuidados extremos — em um ambiente onde havia acúmulo de material combustível na base dos skids, decorrente de práticas inadequadas de limpeza e manutenção preventiva (ANP, 2015). A presença contínua de resíduos inflamáveis em uma área de armazenamento de substâncias perigosas aponta para uma falha

estrutural na rotina operacional e no gerenciamento de integridade da unidade.

As deficiências no sistema de drenagem, que não foi dimensionado para lidar com a dispersão rápida de líquidos inflamáveis, contribuíram para a propagação do incêndio por diferentes áreas da plataforma. A ausência de dispositivos básicos de proteção, como plugues fusíveis e bicos aspersores, comprometeu a capacidade de controle automático das chamas nas fases iniciais do sinistro, aumentando o tempo de resposta e a extensão dos danos. Esses elementos deveriam ter sido previstos no projeto ou incorporados durante modificações na planta, especialmente considerando que a área havia passado por uma gestão de mudanças para ampliação de capacidade de armazenamento.

Durante o combate ao incêndio, novas falhas se tornaram evidentes: as bombas de incêndio elétricas não entraram em operação devido a danos causados pelo próprio fogo aos sistemas de alimentação elétrica, enquanto as bombas a diesel tiveram que ser acionadas manualmente, atrasando a atuação da brigada (ANP, 2023). Paralelamente, falhas nos rádios de comunicação dificultaram a coordenação entre as equipes, comprometendo a eficácia do combate e aumentando o risco de exposição dos trabalhadores.

Essas vulnerabilidades revelam não apenas a fragilidade dos sistemas técnicos, mas também lacunas graves na cultura de segurança, na preparação para emergências e no planejamento de contingências. Embora o incêndio não tenha causado vítimas, os danos materiais foram expressivos, atingindo tanques, tubulações, sistemas de controle e até estruturas de evacuação, como escadas de acesso a baleeiras.

O incidente levou à paralisação total das operações e à interdição cautelar da unidade pela ANP, evidenciando o alto custo operacional e reputacional de negligências acumuladas (ANP, 2023). O caso da P-20 destaca, portanto, a importância de uma abordagem sistêmica e proativa na gestão de riscos, com foco em prevenção, manutenção rigorosa e resposta rápida a anomalias em ambientes de alta periculosidade.

A análise evidencia que a gestão de mudanças implementada na unidade foi conduzida de forma incompleta e negligente, sem a devida consideração dos impactos potenciais sobre a segurança operacional. Em particular, a ampliação da capacidade de armazenamento de produtos químicos inflamáveis, como etanol e outros aditivos utilizados no processo produtivo, foi realizada sem revisão ou adequação proporcional dos sistemas de prevenção e mitigação de riscos.

Essa omissão comprometeu a eficácia das salvaguardas existentes, como drenagem, ventilação, sistemas de combate a incêndio e monitoramento de atmosferas explosivas, expondo a plataforma a um aumento significativo no potencial de acidentes graves. O fato de

as modificações não terem demandado análise prévia de riscos robusta, nem revisão dos dispositivos de segurança e alarmes envolvidos, indica uma falha crítica na aplicação das práticas mínimas de engenharia de processo e gestão de segurança.

Apesar de o evento não ter resultado em vítimas fatais ou ferimentos graves, os danos materiais foram extensos, afetando equipamentos essenciais como tanques de armazenamento, tubulações, sistemas elétricos e estruturas metálicas da unidade. Além disso, o incidente gerou a paralisação total das operações, exigindo intervenção externa com uso de embarcações especializadas no combate a incêndios e ações emergenciais para evitar a propagação das chamas.

Essa interrupção acarretou prejuízos significativos, não apenas financeiros, mas também reputacionais, além de expor falhas sistemáticas na governança da integridade operacional. A ocorrência reforça a importância de uma abordagem preventiva e integrada na gestão de mudanças, com participação multidisciplinar, validação formal de riscos e atualização contínua dos planos de resposta a emergências.

A Plataforma P-53 protagonizou um dos incidentes de maior impacto ambiental, com vazamento de 122 m<sup>3</sup> de óleo, parte dos quais atingiu o litoral fluminense. A falha teve origem na linha de tratamento de água produzida, agravada por problemas em equipamentos críticos como os medidores de interface e de teor de óleo e graxas (ANP, 2019).

A investigação apontou falhas na gestão de integridade, desatualização tecnológica dos sensores e insuficiência nas ações de resposta à emergência. O caso evidenciou também problemas de comunicação e coordenação entre os órgãos reguladores e a operadora, especialmente quanto ao tempo de resposta e à transparência nas informações fornecidas.

O incidente com a FPSO Cidade do Rio de Janeiro, em fase de descomissionamento, representou risco real de colapso estrutural e afundamento da unidade. O vazamento de óleo e a degradação das chapas do tanque 5P derivaram de um conjunto de causas: falha no sistema de proteção catódica, ausência de revestimento epóxi, uso inadequado do tanque, e falhas no planejamento e execução de inspeções.

A ausência de ações corretivas eficazes após a realização de inspeções críticas, somada à inexistência de um plano estruturado e antecipado de descomissionamento, configurou uma sequência de negligências que comprometeram seriamente não apenas o meio ambiente, mas também a integridade física da unidade e a credibilidade institucional das empresas envolvidas (ANP, 2023).

As inspeções realizadas, apesar de identificarem sinais claros de degradação estrutural como corrosão em chapas do casco e falhas nos sistemas de proteção catódica e revestimento,

não foram seguidas de medidas técnicas efetivas que prevenissem o agravamento do cenário. Essa omissão denota uma falha grave de gestão de integridade, que deveria ter acionado protocolos de intervenção imediata e reavaliação do uso do tanque afetado.

Paralelamente, a falta de um plano de descomissionamento tecnicamente embasado, que previsse as etapas de esvaziamento seguro dos tanques, monitoramento estrutural contínuo e retirada da unidade do campo com antecedência compatível com o seu estado de conservação, agravou a situação e prolongou a permanência da FPSO em uma condição operacional crítica (ANP, 2019). Tal conduta não apenas colocou em risco o ambiente marinho que foi de fato impactado por sucessivos vazamentos de óleo, como também expôs a instalação à possibilidade concreta de colapso estrutural, o que teria resultado em um desastre ambiental de grandes proporções e alto custo econômico.

A continuidade da operação em condições inseguras, mesmo após alertas técnicos e evidências de degradação, comprometeu de forma significativa a reputação da operadora e da empresa contratada para a gestão da unidade, evidenciando falhas na governança, na supervisão regulatória e no comprometimento com padrões mínimos de segurança (ANP, 2013). Esse cenário destaca a importância de integrar a gestão de integridade estrutural ao ciclo de vida completo da instalação, especialmente na fase de descomissionamento, onde os riscos se acumulam e a margem de resposta é reduzida.

Por fim, o caso da Nova Petróleo destacou um acidente fatal ocorrido em trabalho em altura. O trabalhador caiu de uma torre durante a desmontagem da sonda. A investigação considerou duas hipóteses, mas ambas apontaram para falhas recorrentes: ausência de EPI, procedimentos inexistentes ou genéricos, cultura de segurança negligente, e treinamento insuficiente. O acidentado já havia se envolvido em incidente anterior sem que houvesse tratamento adequado da ocorrência. A ausência de medidas corretivas demonstra uma cultura organizacional permissiva com desvios de conduta e falhas operacionais.

## 5 CONCLUSÃO

A análise realizada ao longo deste trabalho evidenciou que os acidentes no setor de petróleo brasileiro decorrem de uma complexa combinação de fatores técnicos, humanos, organizacionais e regulatórios. As ocorrências analisadas demonstraram que falhas recorrentes em manutenção, ausência de cultura de segurança consolidada, insuficiência nos treinamentos e lacunas nos procedimentos operacionais têm contribuído de forma significativa para a ocorrência de eventos com impactos severos sobre o meio ambiente, a economia e a vida dos trabalhadores.

A investigação revelou ainda a fragilidade na aplicação das normas existentes, bem como a necessidade urgente de fortalecer os mecanismos de fiscalização e controle por parte dos órgãos reguladores. Observou-se que os impactos econômicos, sociais e ambientais dos acidentes são expressivos e prolongados, afetando não apenas a reputação das empresas envolvidas, mas também a estabilidade do mercado energético nacional.

A partir dos dados e relatos analisados, ficou claro que a adoção de tecnologias mais avançadas e sistemas de monitoramento em tempo real tem potencial para reduzir significativamente os riscos operacionais. No entanto, a simples disponibilidade de tais recursos não é suficiente sem um comprometimento institucional com a segurança e a integridade das operações.

Outro aspecto crítico identificado refere-se à gestão de mudanças e ao descomissionamento de unidades, que frequentemente ocorrem sem o devido planejamento, comprometendo ainda mais a segurança operacional. A falta de protocolos robustos, a desatualização tecnológica e a negligência com recomendações prévias demonstram a persistência de padrões ineficazes de gestão. As falhas sistêmicas, quando não tratadas de forma estruturada, tendem a se repetir, com consequências cada vez mais graves.

O presente estudo reforça a necessidade de uma abordagem sistêmica e integrada para a prevenção de acidentes no setor petrolífero, ancorada em práticas de gestão eficiente, cultura de segurança, capacitação contínua dos trabalhadores e fiscalização rigorosa. Tal abordagem pressupõe o envolvimento coordenado de todos os níveis organizacionais, desde a alta gestão até os operadores em campo, com a incorporação de políticas que priorizem a prevenção ao invés da remediação.

A gestão eficiente deve incluir a atualização constante dos planos de contingência, o monitoramento em tempo real das operações e a implementação de tecnologias preditivas, capazes de antecipar falhas e evitar incidentes críticos. Além disso, é indispensável fomentar uma cultura de segurança sólida e transversal, na qual o comportamento seguro seja

valorizado, incentivado e monitorado continuamente.

A capacitação dos profissionais, por sua vez, deve ser contínua e alinhada às especificidades de cada função e ambiente de risco, incorporando métodos modernos de simulação e realidade aumentada para o treinamento de situações emergenciais. A fiscalização, por fim, precisa ser fortalecida não apenas em sua capacidade técnica, mas também em sua autonomia e autoridade para garantir o cumprimento rigoroso das normas, punir negligências e promover a melhoria contínua dos processos no setor.

A articulação entre empresas, Estado e sociedade civil é fundamental para o fortalecimento da governança no setor, assegurando que o desenvolvimento energético ocorra de forma sustentável e responsável, protegendo vidas, o meio ambiente e os interesses econômicos do país. Essa interação deve se pautar por relações transparentes, cooperativas e orientadas por objetivos comuns, que priorizem a prevenção de riscos e a promoção do bem-estar coletivo.

O papel do Estado, nesse contexto, ultrapassa a mera função reguladora e deve incluir a indução de políticas públicas que incentivem práticas empresariais sustentáveis, bem como o investimento em inovação tecnológica e infraestrutura de fiscalização. As empresas, por sua vez, precisam adotar posturas éticas e comprometidas com a responsabilidade socioambiental, integrando os princípios da segurança e da sustentabilidade em seus modelos de negócio e processos operacionais.

Já a sociedade civil exerce função essencial na cobrança por medidas preventivas, no acompanhamento das ações implementadas e na atuação como agente fiscalizador informal, promovendo o controle social. Quando esses três atores atuam de forma sinérgica e equilibrada, cria-se um ambiente institucional mais robusto, no qual é possível mitigar os riscos inerentes à atividade petrolífera e assegurar que os benefícios advindos da exploração energética sejam distribuídos de maneira justa e duradoura.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Relatório de investigação de incidente – West Eminence SS-69. Rio de Janeiro: ANP, 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Relatório de investigação de incidente – Plataforma P-20. Rio de Janeiro: ANP, 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Relatório de investigação do incidente de explosão ocorrido em 11/02/2015 no FPSO Cidade de São Mateus. Rio de Janeiro: ANP, 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Resumo técnico executivo do relatório de investigação do incidente de explosão ocorrido em 11/02/2015 no FPSO Cidade de São Mateus. Rio de Janeiro: ANP, 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Relatório de investigação de incidente – Plataforma P-53. Rio de Janeiro: ANP, 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Relatório de investigação de incidente – Plataforma P-19. Rio de Janeiro: ANP, 2023.
- ARAÚJO, T. F.; MORAIS, C. G. A evolução das normas de segurança no setor de petróleo após grandes desastres. Belo Horizonte: Editora Minas, 2022.
- BARBOSA, L. B. et al. A indústria do petróleo e seus riscos. In: SILVA, J. P. da; COSTA, R. L. (org.). Geopolítica e meio ambiente: desafios da contemporaneidade. Curitiba: CRV, 2022. p. 125-140.
- CASTRO, C. B.; MARTINS, L. A.; FERREIRA, G. S. As relações entre os acidentes na indústria de petróleo e o desenvolvimento das normas e marcos regulatórios associados: um estudo exploratório. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS, 3., 2015, Recife. Anais [...]. Recife: Realize Editora, 2015.
- COSTA, A. P.; MARTINS, S. L. Análise crítica dos acidentes no setor de petróleo e seus impactos. Fortaleza: Editora Econômica, 2022.

COSTA, M. P.; MOURA, L. G. Regulação e segurança no setor de petróleo: evolução e desafios. Brasília: Agência Nacional do Petróleo, 2021.

COSTA, M. S.; PEREIRA, D. T. Análise crítica de acidentes na indústria offshore: o caso da plataforma P-36. São Paulo: Editora Técnica, 2019.

FIGUEIREDO, M. et al. O acidente da plataforma de petróleo P-36 revisitado 15 anos depois. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 33, n. 10, 2017.

FIGUEIREDO, M.; ALVAREZ, D.; ROTENBERG, L.; ADAMS, R. N. Precarização e intensificação do trabalho em situações de alto risco: o caso da perfuração de poços de petróleo. Laboreal, Porto, v. 16, n. 1, p. 1-16, 2020.

GOMES, S. P.; LIMA, R. L. O papel das regulamentações no setor de petróleo e gás. Brasília: Agência Nacional do Petróleo, 2021.

GUIDA, H. F. S.; HENNINGTON, E. A.; FIGUEIREDO, M. Revisão crítica de publicações científicas sobre acidentes de trabalho fatais na indústria do petróleo e gás. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 23, n. 5, p. 1481-1492, 2018.

HURTADO, S. L. B. Análise de acidente de trabalho em uma refinaria de petróleo. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

LIMA, J. F.; SILVA, P. L. O acidente da plataforma P-36: causas, consequências e lições aprendidas. Rio de Janeiro: Editora Brasil, 2017.

MELO, T. L. A segurança nas plataformas de petróleo: análise e melhorias pós-P-36. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2018.

MORAIS, A. F. et al. Avaliação de acidentes e incidentes em instalações de exploração de petróleo. Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1-10, 2020.

OLIVEIRA, D. F. et al. Desafios da indústria do petróleo: riscos e sustentabilidade. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2022.

RODRIGUES, C. G. C. et al. Acidentes de trabalho em plataformas de petróleo da Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 34, n. 4, 2018.

SANTOS, F. G.; OLIVEIRA, P. M. Desafios e soluções para a segurança no setor de petróleo. São Paulo: Editora Avançada, 2022.

SOUSA, A. P.; MELO, T. L. Causas econômicas e sua influência na segurança das operações de petróleo. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2020.