

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Faculdade de Engenharia e Ciências - Campus de Guaratinguetá

FELIPE PACHECO OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE AÇÃO VISANDO À MITIGAÇÃO DOS
IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DA BACIA DE SANTOS:**
enfoque nas atividades de petróleo e gás natural do pré-sal

Guaratinguetá

2025



FELIPE PACHECO OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE AÇÃO VISANDO À MITIGAÇÃO DOS
IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DA BACIA DE SANTOS:**

ênfoque nas atividades de petróleo e gás natural do pré-sal

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia e Ciências, Guaratinguetá, para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Hugo Mathias

Coorientador 1: Prof. Dr. Nazem Nascimento

Coorientador 2: Prof. Dr. Diunay Zuliani Mantegazini

Guaratinguetá

2025

O48d	<p>Oliveira, Felipe Pacheco</p> <p>Desenvolvimento de um plano de ação visando à mitigação dos impactos ambientais na região da Bacia de Santos: enfoque nas atividades de petróleo e gás natural do pré-sal / Felipe Pacheco Oliveira - Guaratinguetá, 2025.</p> <p>81 f : il.</p> <p>Bibliografia: f. 74-80</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2025.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Mauro Hugo Mathias Coorientador: Prof. Dr. Nazem Nascimento Coorientador: Prof. Dr. Diunay Zuliani Mantegazini</p> <p>1. Desenvolvimento sustentável. 2. Pré-sal. 3. Governança corporativa. 4. Petróleo - Prospecção. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 622.323(043)</p>
------	--

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Esse trabalho visa esclarecer a sociedade local sobre a importância das Unidades de Conservação (UC), para que dessa forma, a população local possa motivar ações de políticas públicas. A fim de servir como fonte científica e técnica para futuros projetos a serem realizados no campo socioambiental, o trabalho pode ser utilizado futuramente por Organizações Não Governamentais (ONGs), órgãos públicos e privados. Sendo o desenvolvimento sustentável o grande desafio atual da sociedade moderna, o trabalho esclarece e compreende a relação de sustentabilidade entre a indústria petrolífera do pré-sal e as UCs, juntamente com a comunidade da Bacia de Santos.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This work aims to educate local society about the importance of Conservation Units, so that the local population can pressure public policy actions. Serving as a scientific and technical source for future projects to be carried out in the socio-environmental field, the work can be used in the future by Non-Governmental Organizations (NGOs), public and private agencies. Since sustainable development is the great challenge of modern society today, the work clarifies and understands the relationship of sustainability between the pre-salt oil industry and Conservation Units, together with the community of the Santos Basin.


FELIPE PACHECO OLIVEIRA

Desenvolvimento de um plano de ação visando à mitigação dos impactos ambientais na região da Bacia de Santos: enfoque nas atividades de petróleo e gás natural do pré-sal.


Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, para obtenção do título de Mestre em Engenharia

Data da defesa: 10/12/2025


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 MAURO HUGO MATHIAS
Data: 19/12/2025 11:21:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. MAURO HUGO MATHIAS
Orientador - UNESP

Documento assinado digitalmente
 HERNANI MOTA DE LIMA
Data: 19/12/2025 16:13:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. HERNANI MOTA DE LIMA
UFOP

Documento assinado digitalmente
 DIEGO NASCIMENTO
Data: 23/12/2025 08:18:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. DIEGO NASCIMENTO
UNESP

Dedico este trabalho à minha esposa,
minha filha e toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho à minha querida esposa Ana, que está sempre ao meu lado e em todos os momentos e decisões da minha vida. À minha amada filha Ayla, sendo o meu motivo maior de acordar cedo todos os dias.

Dedico também aos meus pais Aylton e Lucy que sempre me apoiaram em todos os aspectos da minha vida.

Agradeço ao meu irmão Marcelo por estar sempre ao meu lado e me apoiando na elaboração desse trabalho.

E agradeço à minha irmã Marina e ao meu sobrinho Mateus por estarem junto comigo sempre.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Mauro Hugo Mathias por todo apoio necessário na elaboração dessa dissertação.

Em especial, agradeço ao Prof. Dr. Andreas Nascimento pela amizade e por acreditar no meu projeto, dando todo apoio necessário para que esse trabalho fosse realizado.

Agradeço também à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o setor de Petróleo e Gás (PRH ANP/FINEP 34.1) apoiou financeiramente este trabalho.

“O principal objetivo da educação é criar pessoas capazes de fazer coisas novas e não simplesmente repetir o que outras gerações fizeram.”

(Jean Piaget).

RESUMO

Esta pesquisa desenvolve um plano de ação integrado para a mitigação dos impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes da exploração do pré-sal na Bacia de Santos. Adotando uma abordagem qualitativa, o estudo configura-se como um estudo de caso aprofundado, baseado em extensa revisão bibliográfica e, principalmente, na análise crítica de documentos técnicos oficiais, com destaque para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) Etapa 3 da Petrobras. A metodologia incluiu ainda a observação direta em campo e uma análise comparativa sistemática com a experiência consolidada da Bacia de Campos, servindo esta como referência para a proposição de ações. Os resultados diagnosticam a implementação fragmentada e de eficácia limitada dos projetos de mitigação atuais, frequentemente focados no mero cumprimento formal de condicionantes legais. Como produto central, é proposto um plano de ação estruturado em oito eixos interdependentes: 1) Avaliação e Monitoramento Ambiental contínuo; 2) Desenvolvimento de Tecnologias de Mitigação; 3) Capacitação Comunitária; 4) Sustentabilidade a Longo Prazo; 5) Fortalecimento da Legislação e Governança; 6) Restauração Ambiental; 7) Estabelecimento de Parcerias Estratégicas; e 8) Revisão e Ajustes Contínuos. O plano é detalhado com ações específicas, cronograma e atribuição de responsabilidades aos *stakeholders*. A pesquisa avança ao propor mecanismos concretos para viabilizar o plano, destacando-se a necessidade de estratégias de financiamento diversificadas (como fundos específicos e Pagamento por Serviços Ambientais) e a criação de um modelo de governança participativa via um Conselho Gestor com representação paritária. Conclui-se que a exploração sustentável na Bacia de Santos é viável, mas está condicionada à adoção de uma gestão ambiental integrada, baseada em monitoramento robusto, transparência, participação social e aprendizado institucional contínuo, superando a atual lógica fragmentada de mitigação. O estudo reconhece como limitação a não realização das entrevistas com stakeholders originalmente planejadas, sugerindo-as como passo fundamental para a validação e implementação futura do plano proposto.

Palavras-chave: Gestão Ambiental Integrada; Bacia de Santos; Pré-sal; Plano de Ação; Governança Participativa; Análise Comparativa; Licenciamento Ambiental.

ABSTRACT

This research develops an integrated action plan to mitigate the environmental, social, and economic impacts resulting from pre-salt exploration in the Santos Basin. Adopting a qualitative approach, the study is configured as an in-depth case study, based on extensive bibliographic review and, mainly, on the critical analysis of official technical documents, with emphasis on the Environmental Impact Report - *Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)* - Stage 3 of Petrobras. The methodology also included direct field observation and a systematic comparative analysis with the consolidated experience of the Campos Basin, serving as a reference for the proposed actions. The results diagnose the fragmented and limitedly effective implementation of current mitigation projects, frequently focused on the mere formal fulfillment of legal conditions. As a central product, an action plan structured in eight interdependent axes is proposed: 1) Continuous Environmental Assessment and Monitoring; 2) Development of Mitigation Technologies; 3) Community Capacity Building; 4) Long-Term Sustainability; 5) Strengthening Legislation and Governance; 6) Environmental Restoration; 7) Establishment of Strategic Partnerships; and 8) Continuous Review and Adjustments. The plan is detailed with specific actions, a timeline, and the assignment of responsibilities to stakeholders. The research advances by proposing concrete mechanisms to make the plan viable, highlighting the need for diversified financing strategies (such as specific funds and Payment for Environmental Services) and the creation of a participatory governance model via a Management Council with equal representation. It concludes that sustainable exploration in the Santos Basin is viable, but is conditional on the adoption of integrated environmental management, based on robust monitoring, transparency, social participation, and continuous institutional learning, overcoming the current fragmented logic of mitigation. The study acknowledges as a limitation the non-conducting of the originally planned stakeholder interviews, suggesting them as a fundamental step for the validation and future implementation of the proposed plan.

Keywords: Integrated Environmental Management; Santos Basin; Pre-salt; Action Plan; Participatory Governance; Comparative Analysis; Environmental Licensing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da produção, exportação e importação de petróleo no Brasil.	21
Figura 2 - Mapa das bacias sedimentares marítimas no Brasil.	23
Figura 3 - Localização das reservas de óleo e gás do pré-sal.	23
Figura 4 - Ambiente de produção de petróleo na última década (2010-2020).	25
Figura 5 - Evolução da produção <i>onshore</i> e <i>offshore</i> - pré-sal x pós-sal (Mboe/d).	26
Figura 6 - Cadeia do setor de petróleo e gás natural.	27
Figura 7 - Blocos exploratórios sob contrato na Bacia de Santos.	28
Figura 8 - Unidades de Conservação presentes na Bacia de Santos.	37
Figura 9 - Mapa da área de desmatamento de 2019 a 2024.	38
Figura 10 - Evolução anual da área de desmatamento em hectares.	39
Figura 11 - Logotipo oficial dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.	43
Figura 12 - Etapas do ciclo do plano de ação.	45
Figura 13 - Fluxograma de implementação do plano de ação.	54

LISTA DE TABELAS

Figura 1 - Evolução da produção, exportação e importação de petróleo no Brasil.	21
Figura 2 - Mapa das bacias sedimentares marítimas no Brasil.	23
Figura 3 - Localização das reservas de óleo e gás do pré-sal.	23
Figura 4 - Ambiente de produção de petróleo na última década (2010-2020).	25
Figura 5 - Evolução da produção <i>onshore</i> e <i>offshore</i> - pré-sal x pós-sal (Mboe/d).	26
Figura 6 - Cadeia do setor de petróleo e gás natural.	27
Figura 7 - Blocos exploratórios sob contrato na Bacia de Santos.	28
Figura 8 - Unidades de Conservação presentes na Bacia de Santos.	37
Figura 9 - Mapa da área de desmatamento de 2019 a 2024.	38
Figura 10 - Evolução anual da área de desmatamento em hectares.	39
Figura 11 - Logotipo oficial dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.	43
Figura 12 - Etapas do ciclo do plano de ação.	45
Figura 13 - Fluxograma de implementação do plano de ação.	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
API	Instituto Americano de Petróleo (do inglês, American Petroleum Institute)
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CBIE	Centro Brasileiro de Infraestrutura
CCS	Captura e Armazenamento de Carbono (do inglês, Carbon Capture and Storage)
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DGMK	Sociedade Alemã de Ciência do Petróleo, Gás e Carvão (do alemão, <i>Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle</i>)
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FEG	Faculdade de Engenharia e Ciências
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GEE	Gases de Efeito Estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GoMRI	Iniciativa de Pesquisa do Golfo do México (do inglês, <i>Gulf of Mexico Research Initiative</i>)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás
ISO	Organização Internacional de Padronização (do inglês, International Organization for Standardization)
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
NOx	Óxidos de Nitrogênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU	Organização das Nações Unidas
PCP	Projeto de Controle da Poluição
PEAT	Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores
PEA	Programa de Educação Ambiental
PMAR-BS	Programa de Monitoramento Ambiental Regional da Bacia de Santos
PMAR-BC	Programa de Monitoramento Ambiental Regional da Bacia de Campos
PMP-BS	Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos
PMP-BC/ES	Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Campos/Espírito Santo
PMAVE	Projeto de Monitoramento de Impactos de Plataformas e Embarcações sobre a Avifauna
PPCEX-PETROBRAS	Projeto de Prevenção e Controle de Espécies Exóticas Invasoras – Petrobras
PRH (ANP)	Programa de Recursos Humanos da ANP
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
ROV	Veículo Operado Remotamente (do inglês, <i>Remotely Operated Vehicle</i>)
SIMA/SP	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SIMBA	Sistema de Informação de Monitoramento da Biota
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SOx	Óxidos de Enxofre
UC	Unidade de Conservação
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNEP (PNUMA)	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (do inglês, <i>United Nations Environment Programme</i>)
USP	Universidade de São Paulo
VCS	Padrão Verificado de Carbono (do inglês, <i>Verified Carbon Standard</i>)
WWF	Fundo Mundial para a Natureza (do inglês, <i>World Wide Fund for Nature</i>)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	18
4	REVISÃO DA LITERATURA.....	20
4.1	INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS.....	20
4.2	IMPACTOS AMBIENTAIS DO PETRÓLEO	29
4.3	ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS.....	31
4.4	ASPECTOS HISTÓRICOS.....	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	35
5.2	CENÁRIO ATUAL.....	38
5.3	LICENCIAMENTO AMBIENTAL	39
5.4	MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	41
5.5	PLANO DE AÇÃO	44
5.5.1	Avaliação e Monitoramento Ambiental	45
5.5.2	Tecnologias de Mitigação.....	46
5.5.3	Capacitação Comunitária	47
5.5.4	Sustentabilidade a Longo Prazo	48
5.5.5	Legislação e Governança.....	49
5.5.6	Restauração Ambiental	49
5.5.7	Parcerias Estratégicas	50
5.5.8	Revisão e ajustes	50
5.6	ESTRATÉGIAS DE FINANCIAMENTO E GOVERNANÇA PARTICIPATIVA.....	54
5.7	SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL NA BACIA DE SANTOS	57
5.8	A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE DADOS PRIMÁRIOS E DA ANÁLISE COMPARATIVA PARA O FORTALECIMENTO DA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	60

5.9	MECANISMOS DE REVISÃO CONTÍNUA E AVALIAÇÃO ADAPTATIVA	
	65	
6	CONCLUSÃO	68
6.1	TRABALHOS FUTUROS	71
	REFERÊNCIAS	74
	DADOS CURRICULARES.....	81

1 INTRODUÇÃO

O petróleo é uma das principais fontes de energia e matérias-primas na sociedade contemporânea, essencial para a vida cotidiana de bilhões de pessoas. Além de ser usado na produção de combustíveis, ele é fundamental na geração de energia e na fabricação de produtos petroquímicos, como plásticos, medicamentos e cosméticos. Sua contribuição para as cadeias industriais e sistemas de transporte também o torna indispensável para o crescimento econômico global. Contudo, essa dependência massiva ressalta a importância de equilibrar a exploração do petróleo com práticas sustentáveis que considerem seus impactos ambientais e sociais (Gaspar, 2018).

A intensificação das atividades de exploração de petróleo, especialmente em regiões como o pré-sal brasileiro, traz benefícios econômicos significativos, como geração de empregos, arrecadação de *royalties* e impulsionamento da infraestrutura local. No entanto, essa expansão também gera desafios complexos. Os processos de extração, transporte e refino são acompanhados por riscos ambientais, como contaminação de ecossistemas e emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Além disso, o aumento do fluxo de pessoas e a urbanização acelerada nas áreas afetadas agravam a pressão sobre os recursos naturais e as populações locais, evidenciando a necessidade de políticas públicas eficazes e estratégias de mitigação dos impactos ambientais decorrentes das atividades de exploração e produção de petróleo e gás. (Ferreira *et al.*, 2019; Buosi, 2014).

Os problemas gerados pela indústria do petróleo são amplos e impactam tanto o meio ambiente quanto as comunidades locais. Vazamentos de óleo, como o ocorrido na Baía de Guanabara em 2000, destacam a urgência de regulamentações ambientais rigorosas e planos de resposta a emergências (Noronha; Ferreira; Pinto, 2018). Na Bacia de Santos, os riscos ambientais são agravados pela biodiversidade sensível da região e pelas atividades humanas, como pesca e turismo, que dependem diretamente da saúde ambiental. Além disso, a perda de identidade cultural das comunidades autóctones e os impactos sociais associados à exploração do petróleo reforçam a necessidade de abordar essas questões de forma integrada, considerando os aspectos econômicos, ambientais e socioculturais.

Dada à complexidade dos desafios enfrentados, este trabalho é de extrema relevância para orientar tanto empresas privadas quanto órgãos públicos no

desenvolvimento de estratégias que minimizem os impactos ambientais e sociais na Bacia de Santos. A análise detalhada dos riscos e impactos proporciona subsídios para a elaboração de políticas públicas e iniciativas privadas mais efetivas, promovendo a preservação ambiental e a sustentabilidade. Ademais, o estudo busca contribuir para a construção de uma base sólida para futuros projetos na região, auxiliando na definição de planos de ação que otimizem os recursos destinados à mitigação de impactos e à conservação ambiental.

O principal objetivo deste trabalho é oferecer uma análise abrangente sobre os impactos ambientais, sociais e econômicos da exploração de petróleo na Bacia de Santos, com foco em promover o desenvolvimento sustentável. A pesquisa visa engajar a sociedade local, valorizar as unidades de conservação e incentivar a implementação de normas ambientais mais rigorosas. Espera-se que este estudo sirva como modelo para futuros projetos socioambientais, fornecendo diretrizes para empresas, Organizações Não Governamentais (ONGs) e governos. Além disso, busca-se atrair investimentos para iniciativas ambientais e fomentar a conscientização da população sobre a importância de preservar os recursos naturais, garantindo um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um plano de ação integrado para a mitigação dos impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural na região da Bacia de Santos. Esse plano busca constituir uma base estratégica de referência, capaz de subsidiar políticas públicas, orientar ações da iniciativa privada e fomentar iniciativas comunitárias voltadas para a sustentabilidade nos setores envolvidos. Pretende-se, ainda, definir indicadores claros de desempenho ambiental, social e econômico que possibilitem mensurar a efetividade das ações propostas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Além do objetivo geral, busca-se:

- Analisar os impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes das atividades de exploração e produção de petróleo e gás na Bacia de Santos, com base em dados oficiais, relatórios técnicos e estudos de caso;
- Mapear as áreas mais vulneráveis e as Unidades de Conservação (UC) existentes ou em potencial na região, avaliando a relação entre os projetos de mitigação exigidos por lei e sua efetividade prática;
- Estudar a legislação ambiental aplicada ao setor, especialmente o processo de licenciamento ambiental, verificando sua aplicação nas atividades desenvolvidas e os vínculos com as medidas de compensação socioambiental;
- Propor um plano de ação estruturado e factível, baseado em tecnologias sustentáveis, práticas de governança ambiental e participação comunitária, visando à redução dos impactos e à promoção do desenvolvimento sustentável na região.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste projeto fundamentou-se em uma abordagem predominantemente qualitativa, baseada em pesquisa bibliográfica, estudo de caso e observação direta em campo. Segundo Lakatos e Marconi (2005), a pesquisa bibliográfica consiste na análise de toda bibliografia tornada pública em relação ao tema estudado, abrangendo publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses e materiais cartográficos, entre outros. Essa metodologia permite colocar o pesquisador em contato direto com o que foi escrito, dito ou documentado sobre o objeto de investigação, proporcionando uma compreensão ampla e crítica dos fenômenos envolvidos. Além disso, foram incorporadas técnicas de pesquisa exploratória, cuja finalidade, conforme Bell (1989), é desenvolver, esclarecer e refinar conceitos e ideias de forma preliminar, com vistas à formulação de hipóteses e problematizações que possam ser aprofundadas em estudos posteriores.

O estudo de caso foi selecionado como estratégia de investigação, permitindo uma análise aprofundada da realidade da Bacia de Santos e das dinâmicas socioambientais relacionadas à exploração e produção de petróleo e gás natural. De acordo com André (2013), o estudo de caso é indicado para investigações que buscam compreender processos dinâmicos e interativos inseridos em seu contexto real, sendo especialmente valioso para análises que exigem detalhamento em unidades específicas de análise. O objeto de estudo compreende a região da Bacia de Santos, uma extensa área litorânea que se estende de Cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro, até Florianópolis, em Santa Catarina, incluindo a Região Metropolitana da Baixada Santista, destacando-se os municípios de Santos e Cubatão como polos econômicos e logísticos de relevância nacional (Pitteri, 2012).

Para a coleta de dados, além da pesquisa bibliográfica em bases acadêmicas renomadas como Scopus, Web of Science e SciELO, foram analisados documentos técnicos como Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), especialmente o RIMA Etapa 3 da Petrobras, que detalha medidas de mitigação ambiental exigidas no processo de licenciamento federal conduzido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Entre os programas e projetos destacados no relatório e analisados nesta pesquisa, estão o Projeto de Controle da Poluição (PCP), o Projeto

de Prevenção e Controle de Espécies Exóticas Invasoras (PPCEX-PETROBRAS), o Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT), o Projeto de Monitoramento da Biota Marinha para Atividades Sísmicas, o Programa de Educação Ambiental (PEA), o Programa de Comunicação Social Regional da Bacia de Santos (PCSR-BR) e o Projeto de Monitoramento de Impactos de Plataformas e Embarcações sobre a Avifauna (PMAVE).

Complementarmente, foram realizadas observações diretas em áreas com potencial impacto ambiental e socioeconômico, buscando examinar, *in loco*, os efeitos das atividades petrolíferas sobre o território e a sociedade. A observação, conforme conceituam Lakatos e Marconi (2005), constitui técnica essencial de coleta de dados em pesquisa de campo, permitindo captar fenômenos em seu contexto natural. Além disso, propõe-se, como aprimoramento metodológico, a realização de entrevistas semiestruturadas com *stakeholders* estratégicos, incluindo representantes das comunidades locais, autoridades ambientais, técnicos da Petrobras e organizações não governamentais atuantes na região, com o objetivo de captar percepções atuais, necessidades específicas e avaliar a efetividade das ações de mitigação implementadas.

As fontes consultadas para embasamento teórico e empírico incluíram órgãos públicos como a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA-SP), a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), prefeituras municipais da região da Bacia de Santos, bem como universidades e centros de pesquisa atuantes na área ambiental. Este conjunto de informações possibilitou uma triangulação de dados que fortalece a validade e a confiabilidade dos resultados, proporcionando uma análise abrangente dos impactos e das possibilidades de gestão sustentável na região.

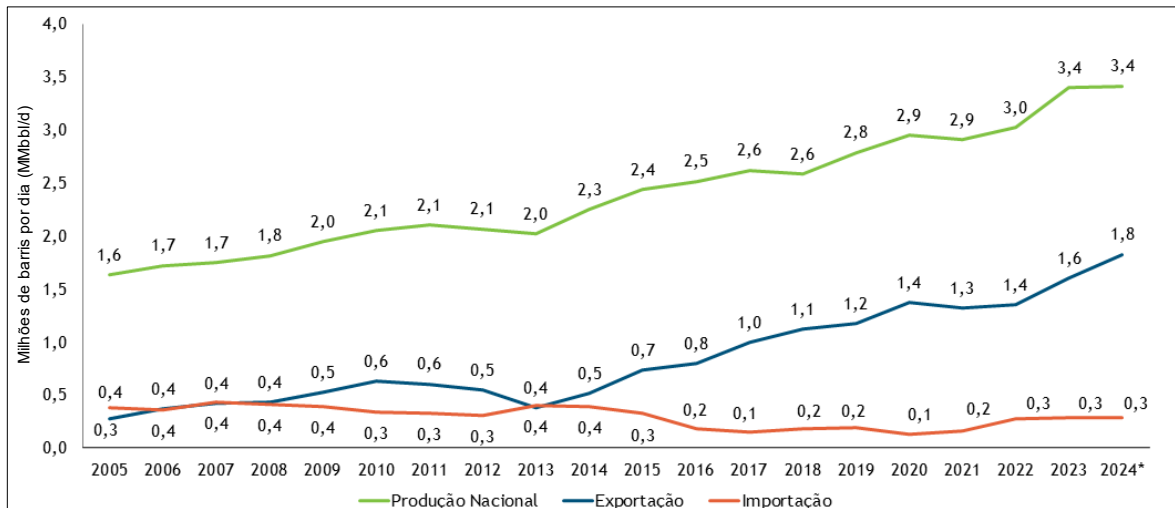
4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS

O petróleo é uma substância inflamável e oleosa que tem sido utilizada pela humanidade há milhares de anos atrás, desde o embalsamento de mortos, pavimentação de estradas, impermeabilização de moradias e iluminação. Atualmente, o petróleo é amplamente utilizado como fonte de energia e matéria-prima em diversas indústrias. O petróleo é responsável por grande parte da produção da energia global. Apresentando muitas utilidades e aplicações, esse combustível fóssil é matéria-prima constituinte de diversos produtos como calçados e cosméticos. Logo nas etapas iniciais do refino, obtém-se a nafta, que serve como matéria-prima essencial na produção de plásticos. O plástico, por sua vez, é um produto de uso generalizado com múltiplas aplicações industriais, abrangendo desde drones, computadores até luvas e próteses. Outros usos menos conhecidos incluem a produção de amônia a partir do gás natural, substância empregada na fabricação de fertilizantes. Além disso, derivados de petróleo também são utilizados na produção de solventes e asfalto (Nascimento, 2022).

A produção e extração de petróleo causam relevantes impactos ambientais. Sendo a fase de produção a mais agravante (Martins *et al.*, 2015). Atualmente, dentro do mercado energético na América Latina, as descobertas do pré-sal estão entre as mais relevantes. Mesmo com a economia enfraquecida pelos danos causados pela pandemia do Novo Coronavírus, pode-se observar, por meio da Figura 1, um aumento da produção de petróleo no cenário nacional nos últimos anos e até mesmo no ano de 2020, em que se agrava a pandemia.

Figura 1 - Evolução da produção, exportação e importação de petróleo no Brasil.



Fonte: Elaboração IBP com dados ANP (2025).

De acordo com a Figura 1, em 2020 foram produzidos 2,94 milhões de barris de petróleo por dia (MMbbl/d) e 127,4 milhões de metros cúbicos de gás natural por dia (m³/d). Trata-se de um aumento de 52,71% em relação a 2010 (2,45 boe/d). Segundo a ANP em 2020, o Brasil teve recorde na produção de petróleo e gás natural, totalizado 3,74 milhões de barris de óleo equivalente por dia (MMboe/d).

Um barril de óleo equivalente (BOE) é uma unidade de energia que expressa o quanto de energia há em outros hidrocarbonetos, sobretudo no gás natural, convertendo tudo para o padrão de um barril de petróleo bruto. Em termos práticos, 1 BOE equivale à energia de um barril de 42 galões, algo como 5,8 milhões de Unidades Térmicas Britânicas (do inglês, *British Thermal Units* — BTU) ou 1,7 megawatt-hora (MWh). Companhias de óleo e gás usam a sigla BOE para reunir, numa métrica única e clara, suas reservas e volumes de produção de petróleo e gás natural (U.S. *ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION*, 2024). A Tabela 1 apresenta um resumo das siglas e seus significados.

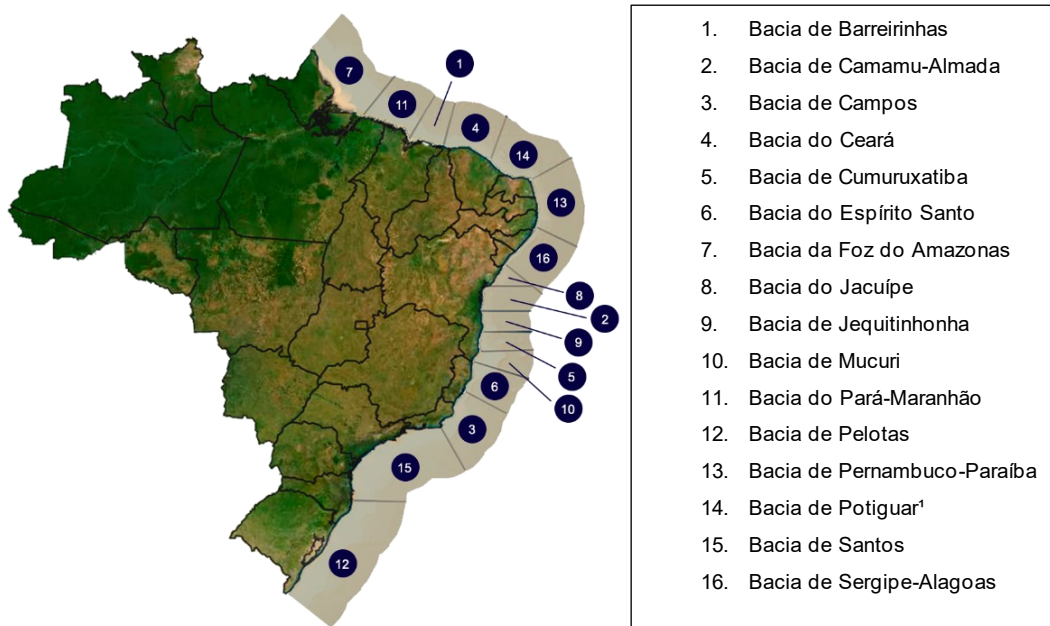
Tabela 1 - Significados das siglas.

Sigla	Significado	Definição simplificada
bbl	<i>Barrel</i> (barril de petróleo)	1 barril ≈ 159 litros.
boe	<i>Barrel of Oil Equivalent</i>	Barril de óleo equivalente
boe/d	<i>Barrels of Oil Equivalent per Day</i>	Produção diária em barris equivalentes
MMbbl/d	<i>Million Barrels per Day</i>	Milhões de barris de petróleo por dia.
MMboe/d	<i>Million Barrels of Oil Equivalent/d</i>	Milhões de barris equivalentes por dia.

Fonte: O autor. (2025).

Os dados evidenciam o crescimento expressivo do setor energético brasileiro, com destaque para a indústria do petróleo e gás natural, que vem se consolidando como um dos pilares do desenvolvimento econômico nacional e uma grande oportunidade para investimentos estrangeiros. Dentro desse contexto, a Bacia de Santos, área selecionada para esta análise, apresenta-se como um dos principais polos estratégicos do país, tanto pelo seu potencial produtivo quanto pela relevância socioeconômica da Região Metropolitana da Baixada Santista, que concentra importantes atividades portuárias, industriais e turísticas (Gaspar, 2018). O fortalecimento da exploração do pré-sal nessa bacia tem impulsionado a geração de empregos, o aumento da arrecadação de royalties e o avanço tecnológico em águas ultraprofundas, consolidando o Brasil como um dos maiores produtores de petróleo em escala mundial (PETROBRAS, 2022). Esses fatores reforçam a importância de compreender as dinâmicas de crescimento e os desafios ambientais e sociais associados à expansão desse setor, de modo a garantir que o desenvolvimento energético ocorra de forma sustentável e integrada ao contexto regional. A Figura 2 exibe a localização das bacias marítimas no território brasileiro.

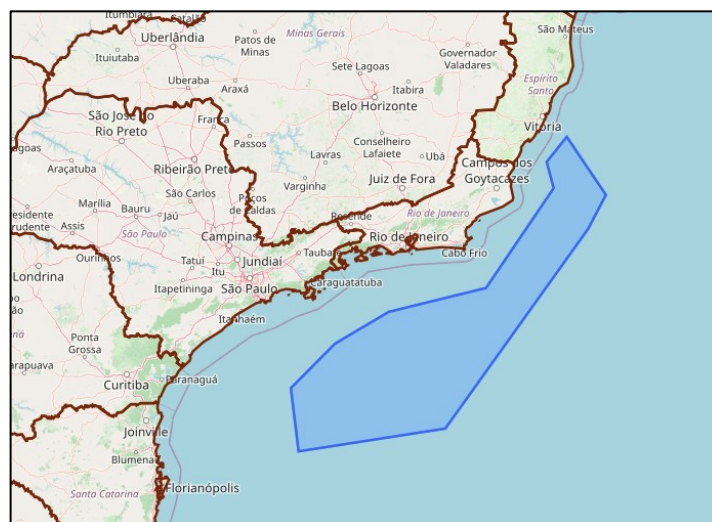
Figura 2 - Mapa das bacias sedimentares marítimas no Brasil.



Fonte: Adaptado de PETROPET (2025).

O aumento na produção de petróleo é também devido às descobertas feitas com relação ao pré-sal que conforme a ANP abrange a camada litorânea desde o estado do Espírito Santo ao estado de Santa Catarina. Na Figura 3, a área destacada é o Campo de Tupi, na Bacia de Santos, cujas reservas variam de 5 a 8 bilhões de bbl de qualidade (leve), o que representa aproximadamente 50% das reservas atuais do Brasil, com uma estimativa total de 15 bilhões de bbl. (PETROBRAS, 2021).

Figura 3 - Localização das reservas de óleo e gás do pré-sal.



Fonte: ANP (2024).

O óleo leve encontrado nesta região apresenta densidade de 28° API (do inglês, *American Petroleum Institute*). De acordo com essa classificação, quanto mais próximo de 50° API, maior é a qualidade do petróleo. Assim, por ser menos denso, o óleo identificado possui qualidade superior ao óleo comercial médio produzido no Brasil. Esse tipo de petróleo é mais valorizado no mercado, pois seu processo de refino demanda menor investimento financeiro e tecnológico por parte das empresas do setor (ANP, 2022). A Tabela 1 mostra a relação de API e alguns dos produtos gerados a partir do refino.

Tabela 2 - Grau API do petróleo e produtos gerados a partir do refino.

Classificação	Grau API (°API)	Produtos Predominantes	Observações
Extraleve	> 40	Gasolina, nafta, gás liquefeito de petróleo (GLP)	Ideal para combustíveis leves, alta proporção de hidrocarbonetos leves
Leve	33 – 40	Gasolina, diesel, querosene	Produz combustíveis de alta qualidade, maior rendimento em frações leves
Médio	27 – 33	Diesel, óleos lubrificantes, querosene	Balanceado entre frações leves e pesadas
Pesado	19 – 27	Óleos combustíveis, asfalto, produtos intermediários	Menor proporção de frações leves mais hidrocarbonetos pesados
Extrapesado	≤ 19	Asfalto, coque, frações pesadas	Requer processos avançados de refino, como craqueamento térmico ou catalítico

Fonte: American Petroleum Institute, (2020).

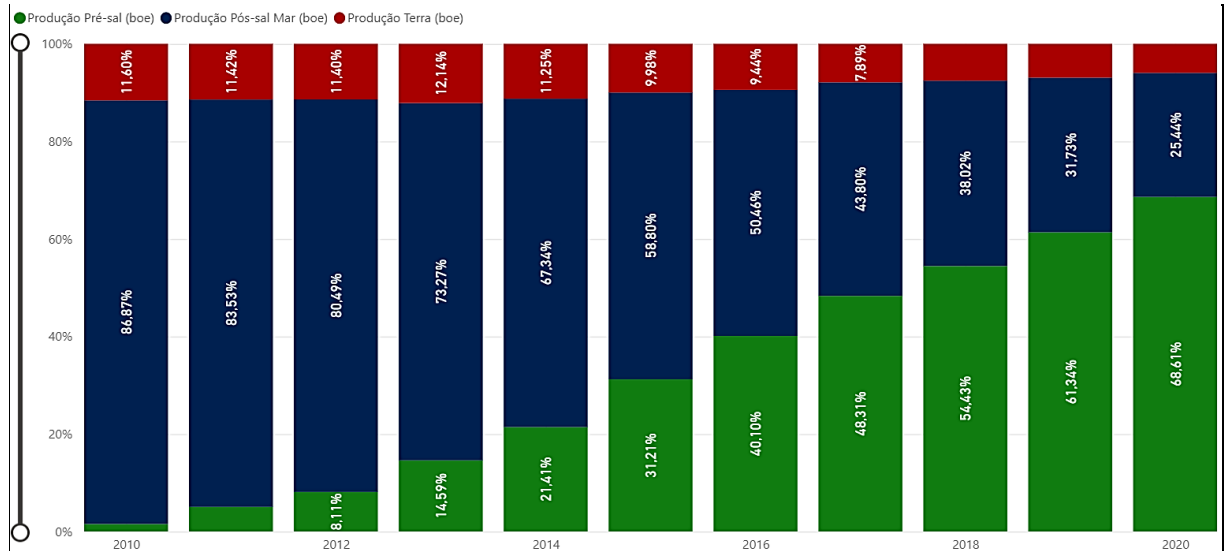
Além da boa qualidade mercadológica do óleo, destaca-se o grande potencial da Bacia de Santos e do campo Tupi (PETROBRAS, 2021).

O volume produzido por poço no pré-sal da Bacia de Santos está muito acima da média da indústria de óleo e gás. São cerca de 25 mil barris de petróleo por dia, em média. Dos dez poços com maior produção no Brasil, nove estão localizados nessa área. O mais produtivo deles está no campo de Tupi, com vazão média diária de 36 mil barris de petróleo por dia. Já Libra, um dos maiores e mais promissores projetos de produção de óleo e gás já desenvolvidos pela indústria *offshore*, apresenta reservatórios que estão entre os mais produtivos no mundo, com colunas de óleo que chegam a 400 metros de espessura - o equivalente à altura do Pão de Açúcar.

Outra constatação da ANP é o aumento da produção de petróleo de 5,22% em relação a 2019 (3.554.976,06 boe/d) e 52,71% em relação a 2010 (2.449.563,04 boe/d), ou seja, a última década contou com um constante aumento

de produção, com exceção apenas dos anos de 2012 e 2018. Além disso, a Figura 4 mostra o grande aumento da produção de petróleo na região do pré-sal com relação ao pós-sal e em terra.

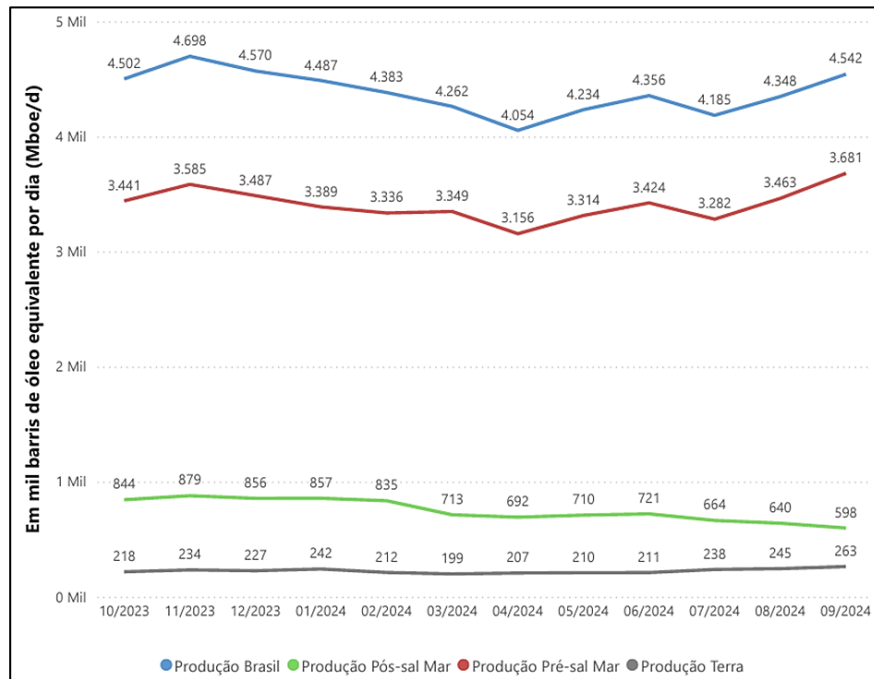
Figura 4 - Ambiente de produção de petróleo na última década (2010-2020).



Fonte: ANP (2025).

Conforme a Figura 5 em setembro de 2024, a produção de petróleo e gás natural na camada do pré-Sal atingiu um recorde histórico, com 3,68 boe/d. Esse volume marcou a maior contribuição do pré-sal à produção nacional, chegando a 81,2% do total.

Figura 5 - Evolução da produção *onshore* e *offshore* - pré-sal x pós-sal (Mboe/d).



Fonte: ANP - Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural (2024).

Por ser um mercado economicamente atrativo, o fluxo de pessoas fará com que cresça a atividade econômica da região. Haverá muito investimento nacional e internacional nessa região, tanto na indústria de petróleo e gás natural quanto nas áreas de hotelaria, de eventos, de construção civil e de todo setor que envolve a estrutura urbanística. Mobilizando uma série de atividades em diversos setores da economia, a indústria de petróleo e gás gera renda e empregos de forma direta e indireta, afetando muitos outros aspectos econômicos e sociais do país e especialmente da região. A Figura 6 ilustra a cadeia do setor de petróleo e gás natural e setores impactados.

Figura 6 - Cadeia do setor de petróleo e gás natural.



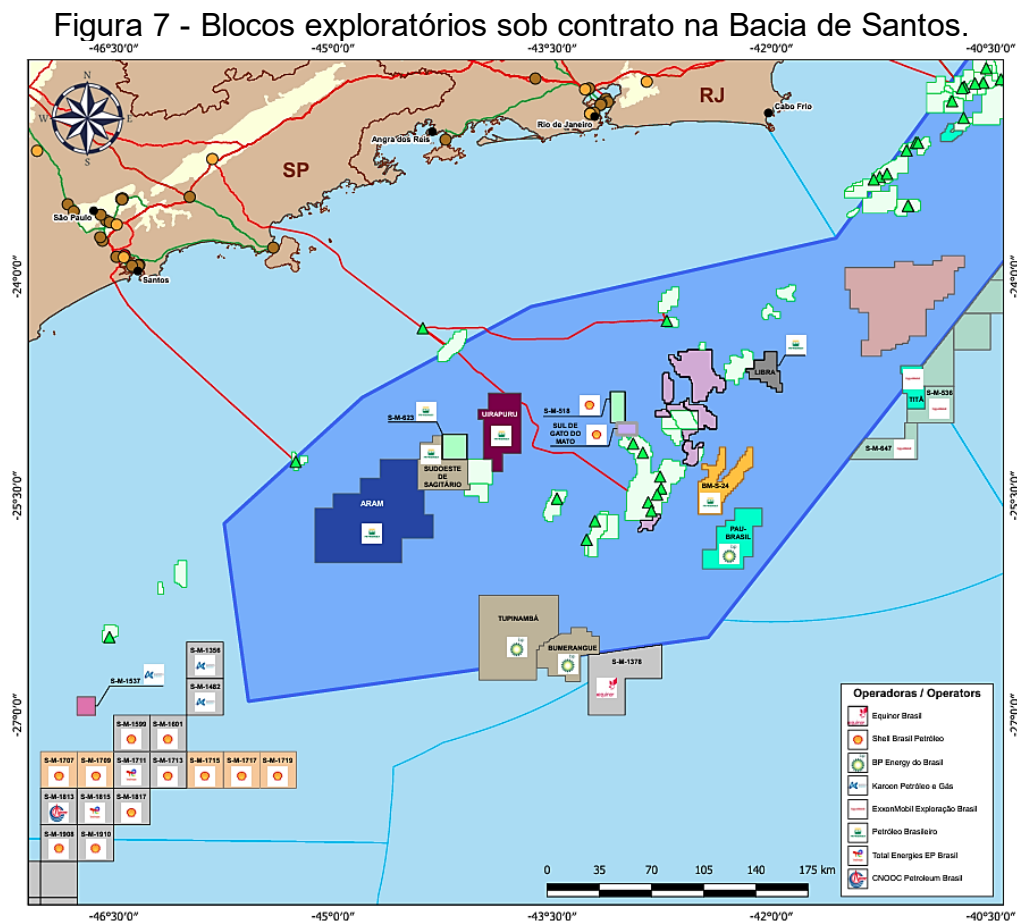
Fonte: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP (2022).

Com todo esse desenvolvimento econômico, considerando o aumento de negócios da região e o crescimento industrial e urbano, haverá influência na migração nacional e internacional de pessoas em busca de novas oportunidades. Dessa forma, a tendência é o agrave nos impactos sociais e ambientais gerados por esse fluxo nas regiões litorâneas localizadas nas proximidades das regiões com atividades relacionadas ao petróleo e gás natural. As cidades da região possuem um forte turismo como um todo, pelo fato de geograficamente todos os municípios serem litorâneos, o que atrai muitos turistas atrás de suas belezas naturais. Também atraem o turismo de negócios, por suas intensas atividades econômicas em diversas áreas, mas principalmente atividades de petróleo e gás em toda essa região que está dentro da região do pré-sal (Gaspar, 2018).

As cidades de Santos e Cubatão, inseridas na Baixada Santista, destacam-se pela proximidade com a capital paulista, o que favorece intensa mobilidade regional e fluxo turístico. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), a região apresenta dinâmica populacional que se intensifica nos finais de semana e feriados prolongados. Nesse contexto, observa-se que Santos pode receber até 221 mil visitantes em apenas um fim de semana, elevando significativamente o fluxo populacional e a taxa de ocupação hoteleira — que chega

a 80% mesmo em períodos fora da alta temporada (DIÁRIO DO LITORAL, 2024). Tais dados evidenciam a sazonalidade característica da mobilidade na região costeira, com picos de visitantes capazes de dobrar ou até triplicar a população efetiva em curto intervalo de tempo, o que reforça a necessidade de planejamento urbano e de políticas públicas específicas para a gestão da população flutuante.

Mesmo sendo um recurso natural não renovável, o petróleo é a principal fonte de energia utilizada na sociedade atualmente. Sua exploração gera impactos irreparáveis a natureza e ao meio ambiente e por isso os órgãos governamentais têm exigido um processo de licenciamento ambiental por parte das empresas envolvidas na cadeia do setor de petróleo e gás para que esses impactos sejam minimizados da melhor forma possível (Ferreira, 2019). A Figura 7 mostra as empresas que operam na região.



Fonte: ANP (2024).

De acordo com a Figura 7, atualmente tem-se oito empresas operando na região: Equinor Brasil; Shell Brasil Petróleo; BP Energy do Brasil; Karoon Petróleo e

Gás; Exxon Mobil Exploração Brasil; PETROBRAS; Total Energies EP Brasil; CNPC Petroleum Brasil. Destacando-se pela exploração no pré-sal, a Bacia de Santos é operada por grandes empresas do setor petrolífero, o que torna a região um polo de inovação tecnológica em águas ultra profundas, contribuindo significativamente para a expansão da capacidade produtiva do petróleo nacional, assim como a geração de empregos na região e arrecadação de *royalties*.

4.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DO PETRÓLEO

Ao longo da história, a relação humana com o meio ambiente tem sido paradoxal: somos, ao mesmo tempo, os maiores predadores e os mais importantes aliados da natureza. Essa dualidade se manifesta claramente na tensão constante entre a preservação ambiental e os interesses econômicos da sociedade.

Como as necessidades da sociedade vem crescendo, juntamente com o desenvolvimento econômico e aumento da industrialização, a probabilidade de ocorrência de acidentes durante a exploração, extração, transporte ou refino da indústria de petróleo e gás é maior, visto que as atividades estão se tornando cada vez mais intensas. Os acidentes seguidos de contaminação podem ocorrer através do derramamento de óleo dos navios petroleiros, acidentes em plataformas e vazamentos pontuais em oleodutos (Rios, 2014 apud Almeida, 2018).

Conforme Almeida (2018), caso ocorra um acidente, o meio ambiente poderá sofrer consequências duradouras, sendo que, em geral, os incidentes no ambiente marinho provocam impactos mais severos, pois o óleo tende a se espalhar por longas distâncias. O autor também aborda que caso esse óleo chegue à zona costeira, ele irá contaminar mamíferos, moluscos, algas, peixes e aves marinhas, além de causar danos à saúde humana.

A Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA/SP) define a mitigação como sendo as ações que diminuem ou remediam os impactos danosos à fauna e flora da região, assim como o meio antrópico (SÃO PAULO, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2022). A compensação ambiental pode ser uma opção para áreas já impactadas como a Região Metropolitana da Baixada Santista.

De acordo com a Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o impacto ambiental é definido da seguinte forma:

Art. 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

(BRASIL, 1986).

A exploração de petróleo e gás natural, especialmente em áreas de pré-sal como a Bacia de Santos, traz consigo uma série de desafios ambientais significativos. Estes impactos não apenas afetam a biodiversidade local, mas também têm repercussões mais amplas que podem afetar ecossistemas marinhos e terrestres, a qualidade do ar e da água, e contribuir para a mudança climática.

A prospecção e produção de combustíveis fósseis no mar pode resultar em vazamentos que contaminam os ecossistemas marinhos, liberando hidrocarbonetos e outros produtos químicos nocivos. Esses incidentes afetam a vida marinha, causando efeitos tóxicos em espécies, alterações nas comunidades biológicas e danos aos recifes de corais, conforme discutido por Braga *et al.* (2002) e Dias (1999).

A instalação de plataformas de extração, a realização de prospecções sísmicas e a construção de infraestruturas submarinas alteram significativamente os habitats marinhos. Essas atividades podem levar à remoção física de habitats bênticos, perturbação de ecossistemas sensíveis e mudanças na dinâmica sedimentar. Almeida (2018) destaca como a exploração do pré-sal pode afetar áreas ecologicamente sensíveis e espécies endêmicas, comprometendo a biodiversidade marinha.

As operações de exploração e produção de petróleo e gás natural emitem uma variedade de poluentes atmosféricos, incluindo Gases de Efeito Estufa (GEE), óxidos de nitrogênio (NOx), óxidos de enxofre (SOx) e material particulado. Essas emissões contribuem para a mudança climática, poluição do ar e problemas de saúde pública. O impacto das emissões de GEE na mudança climática é um tema

central nos estudos de Elliot (2003), que discute como a indústria de petróleo e gás se enquadra no contexto mais amplo das emissões antropogênicas.

A prospecção sísmica, uma técnica comum na exploração de petróleo e gás, utiliza ondas sonoras para mapear o subsolo marinho (YILMAZ, 2001). Este processo gera ruído subaquático intenso que pode perturbar ou danificar a vida marinha, especialmente mamíferos marinhos que dependem da sonorização para navegação, alimentação e comunicação. A compreensão dos impactos da poluição sonora em espécies marinhas é crucial para avaliar os riscos ambientais associados à exploração *offshore*.

As operações de exploração e produção geram uma variedade de resíduos sólidos e efluentes líquidos, incluindo água de produção (uma mistura de água, petróleo e substâncias químicas), lamas de perfuração e recortes de rochas. O manejo inadequado desses materiais pode levar à contaminação do solo e da água, afetando não apenas os ecossistemas marinhos, mas também as comunidades costeiras. A análise dos métodos de gestão de resíduos e estratégias de mitigação é fundamental para reduzir o impacto ambiental das operações de petróleo e gás.

4.3 ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

A indústria de petróleo e gás é uma importante fonte de receita para o Brasil, contribuindo significativamente para o PIB. Além disso, ela impulsiona o crescimento econômico nas áreas de exploração, gerando empregos diretos e indiretos, desenvolvendo infraestrutura e aumentando a demanda por serviços locais. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) fornece dados que demonstram a relevância econômica do setor, indicando que a indústria do petróleo e gás representa parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, além de responder por grande volume de arrecadação de royalties e pela geração de milhares de empregos diretos e indiretos nas regiões produtoras, conforme destacado por Cintra (2019).

A necessidade de uma ampla gama de serviços e suprimentos para operações de petróleo e gás promove o desenvolvimento de cadeias de suprimentos locais, desde serviços de engenharia e construção até “*catering*” e logística. Esse desenvolvimento estimula o empreendedorismo local e a diversificação econômica,

criando oportunidades para pequenas e médias empresas e fortalecendo a economia regional (Piquet, 2011).

As comunidades locais podem experimentar mudanças significativas com a chegada de grandes projetos de exploração de petróleo e gás. Enquanto alguns benefícios são claros, como o aumento de oportunidades de emprego e melhorias na infraestrutura local, existem também desafios, incluindo a inflação de preços, alterações no tecido social e possíveis deslocamentos de populações. Essas mudanças podem gerar tanto impactos positivos quanto negativos, demandando uma gestão cuidadosa para equilibrar os interesses econômicos com o bem-estar social.

A demanda por uma força de trabalho qualificada na indústria de petróleo e gás impulsiona iniciativas de capacitação e formação técnica. Instituições educacionais e programas de treinamento desempenham um papel crucial em preparar a população local para se beneficiar diretamente das oportunidades de emprego, contribuindo para o desenvolvimento social sustentável. Programas de treinamento e educação técnica ajudam a construir uma base de trabalhadores qualificados, que podem impulsionar a economia local e reduzir a dependência de mão de obra externa.

A distribuição desigual dos benefícios econômicos gerados pela exploração de petróleo e gás natural pode exacerbar as desigualdades sociais e regionais. A discussão sobre justiça ambiental destaca a necessidade de políticas que assegurem que as comunidades locais se beneficiem equitativamente dos recursos naturais de seu território. Buosi (2014) enfatiza a importância de implementar políticas inclusivas que promovam a distribuição justa dos benefícios econômicos, evitando que apenas um grupo seletivo colha os frutos da exploração de recursos naturais.

A inclusão das comunidades locais nas decisões sobre a exploração de petróleo e gás em suas regiões é fundamental para garantir que seus interesses e preocupações sejam considerados. Mecanismos de governança participativa podem fortalecer o desenvolvimento comunitário e assegurar uma gestão mais equitativa dos recursos naturais. A participação ativa da comunidade nas decisões pode resultar em projetos mais bem-sucedidos e sustentáveis, com maior aceitação social e menor resistência.

O setor de petróleo e gás enfrenta o desafio de se adaptar à transição global para fontes de energia mais limpas e sustentáveis. Isso implica em reconsiderar estratégias de investimento e desenvolvimento para alinhar-se com objetivos de sustentabilidade a longo prazo, minimizando impactos ambientais e maximizando benefícios sociais. A exploração de petróleo e gás deve visar deixar um legado positivo para as gerações futuras, investindo em infraestrutura duradoura e em iniciativas que promovam o desenvolvimento econômico sustentável para além do ciclo de vida dos projetos de exploração.

4.4 ASPECTOS HISTÓRICOS

Para garantir um estudo completo é necessário abordar as primeiras iniciativas de conservação ambiental. A preservação de grandes áreas naturais teve início no século XIX nos Estados Unidos, com a criação do Parque Nacional de Yellowstone, marco do movimento de Parques Nacionais. A partir de 1894, a América Latina começou a estabelecer seus parques, e países como México e Brasil instituíram reservas florestais. As áreas de preservação ambiental foram criadas com o objetivo inicial de conservar ecossistemas naturais, permitindo também o usufruto de visitantes, tanto em parques quanto em reservas.

Já na Europa, os parques nacionais foram criados visando estudar fauna e flora locais. Observa-se que não havia consenso sobre o objetivo de um Parque Nacional, dessa forma, somente a partir do século XX, diversos congressos são convocados para sua definição (Diegues, 2008). Com tantos avanços industriais que surgem no século XX em todo o mundo, acompanhado da poluição, desmatamento, e com uso de recursos naturais em excesso, torna-se cada vez mais necessário à criação de leis para preservação da biodiversidade. De forma global, esta luta inicia-se fortemente a partir da década de 1970 com a Conferência de Estocolmo, diversas nações se reuniram na Suécia onde se discutiu a relação entre meio ambiente e desenvolvimento.

Estando o Brasil dentro desse quadro global, em 1992 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) no Rio de Janeiro, mais conhecida como Rio 92 ou Eco 92. Nessa conferência estavam presentes diversos representantes importantes das Nações envolvidas, sendo a Agenda 21 o documento assinado de maior relevância

(BRASIL- MINISTÉRIO DO TURISMO, 2022). A Agenda 21 é um documento aprovado durante a Rio 92 que contém compromissos para mudança do padrão de desenvolvimento no século XXI em um processo de planejamento participativo que analisa a situação atual de um país, estado, município e/ou região e propõe o futuro de forma sustentável.

O conhecimento da história entre a sociedade e a natureza brasileira, torna-se necessária para a compreensão do início da conservação ambiental. No início da história nacional, o próprio nome - Brasil - surge da exploração do pau-brasil que foi praticamente extinto. Os colonizadores não satisfeitos com tudo que já tinham explorado começaram a plantar cana-de-açúcar e depois café produzindo-os em grande escala, dessa forma foram os principais devastadores de florestas no Brasil.

Cartas Régias da Coroa Portuguesa em 1797 foi uma das primeiras medidas de contenção da devastação florestal, que estava mais preocupada com a falta de madeira para a construção naval do que com a conservação da natureza. Em 1937, o primeiro parque nacional foi criado em Itatiaia, com a finalidade de incentivar a pesquisa científica e oferecer lazer as populações urbanas. A preservação ambiental tem seu surgimento através de interesses econômicos, sendo a pesquisa científica e a visitação seus principais fatores. A partir da década de 60, com o rápido desmatamento, principalmente da Amazônia, e a expansão das fronteiras agrícolas foram criadas várias unidades de conservação. Foi então criado o Parque Nacional da Amazônia em 1974, que no ano seguinte previa a criação de novas unidades de conservação na região pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento (Diegues, 2008).

Em 1967 um decreto cria o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), que tem o propósito de administrar as unidades de conservação. Com isso em 1979 o IBDF elabora o Plano de Sistema de Unidades de Conservação no Brasil, com a recomendação da criação de novos tipos de Unidades de Conservação, o que não foi feito (Diegues, 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

No ano de 1989 surge o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para o qual foi passado o estabelecimento e administração das Unidades de Conservação (UC). Contudo, em 1992, foi encaminhado ao Congresso Nacional o anteprojeto que estruturava o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), posteriormente instituído pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e regulamentado pelo Decreto nº 4.340 de 2002. No Brasil o surgimento de leis ambientais é crucial para a preservação de sua vasta área. Diante disso, o SNUC define unidade de conservação no seu Art. 2º parágrafo I (BRASIL - LEI 9.985 DE 18 DE JULHO DE 2000) como:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Unidades de Conservação são áreas especialmente criadas com o intuito de preservar e/ou conservar determinado bem, seja ele elemento da fauna, da flora ou da paisagem. Há diversos tipos de UCs, algumas têm vocação predominante para a preservação ambiental, enquanto outras são destinadas ao uso turístico de seu território, permitindo visitação controlada quando amparadas por plano de manejo e plano de uso público (Menezes, 2022).

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, institui o SNUC e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das UCs. Nos termos do art. 7º dessa lei, as UCs são organizadas em dois grupos com características específicas: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável (SILVA, 2019). Existem diversos tipos de UCs; destaca-se, na atualidade, a categoria dos parques, em especial o Parque Nacional e seus congêneres, como o Parque Estadual, ambos enquadrados no grupo de Proteção Integral. Essas áreas, em geral, apresentam elevado potencial para o desenvolvimento da atividade turística e, por isso, colocam desafios de gestão, pois é necessário conciliar preservação/conservação com uso público planejado e controlado.

Dessa forma, estabelece-se, pela constituição, Parque Nacional sendo uma Unidade de Proteção Integral que tem o objetivo de preservar os recursos da natureza, admitindo-se apenas o uso indireto de seus recursos. Como citada na lei: “As unidades dessa categoria, quando criadas pelo Estado ou Município, serão denominadas, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal”. Segundo o Art. 11 que consta na lei do SNUC, o objetivo desta unidade de proteção é:

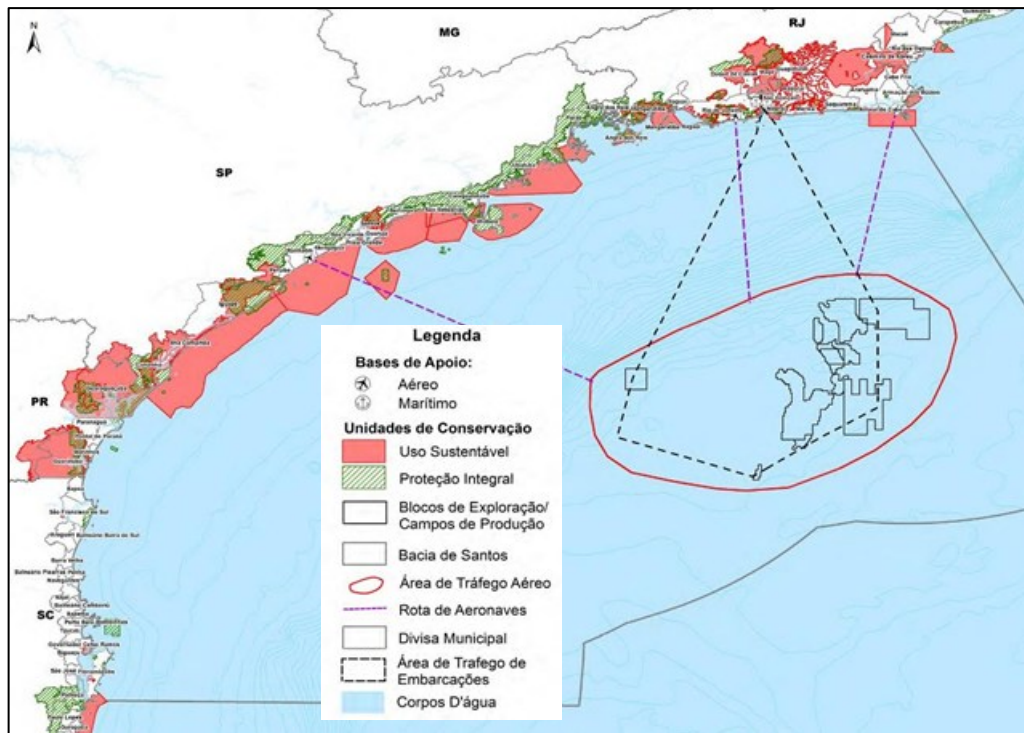
O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

Sendo o parque de posse e domínio públicos, suas normas e restrições são estabelecidas pelo Plano de Manejo feito pelo órgão responsável. No Art. 2º parágrafo VIII, também na lei do SNUC, manejo é “todo e qualquer procedimento que vise assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas”.

A fim de fortalecer administrativamente e economicamente as UCs sem que haja perda de seu foco principal (a proteção ambiental), torna-se fundamental para sobrevivência de uma instituição no mercado atual, a necessidade de um planejamento estratégico adequado e recursos financeiros, assim como uma análise de seu meio envolvente. Para as UCs, que estão envolvidas no meio econômico e dependem de sua administração para se manterem ativas não é diferente, mesmo se tratando de unidades que não visam lucro.

Dessa forma, a gestão da UC deve, por meio de uma estratégia de uso público bem estruturada, implementar mecanismos capazes de assegurar a sustentabilidade financeira da própria UC, como planos de visitação, concessões de serviços, parcerias e cobrança de ingressos compatíveis com a capacidade de suporte. Isso se justifica porque os repasses governamentais, isoladamente, não são suficientes para garantir a proteção efetiva da área. Aliar projetos e recursos financeiros com a indústria de petróleo e gás pode ser uma forma de mitigar os impactos ambientais (Godoy, 2019).

Figura 8 - Unidades de Conservação presentes na Bacia de Santos.



Fonte: Relatório de Impacto Ambiental – RIMA (PETROBRAS, 2022).

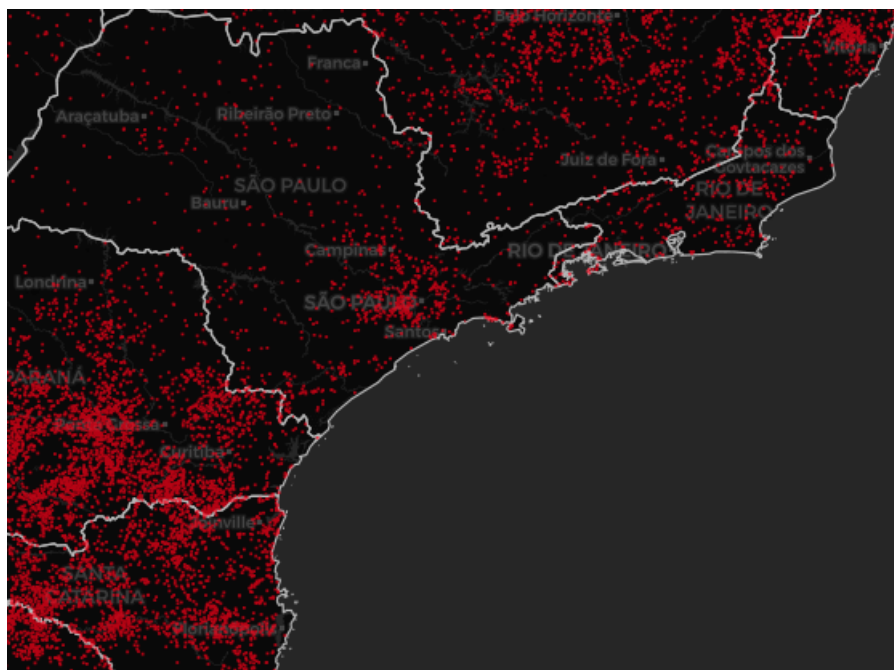
A Figura 8 mostra as unidades de conservação na região costeira de toda a Bacia de Santos, também evidencia a ampla distribuição das Unidades de Conservação (UCs) ao longo da faixa costeira da Bacia de Santos, revelando a importância estratégica dessas áreas para a preservação dos ecossistemas marinhos e terrestres. As UCs abrangem desde reservas biológicas e estações ecológicas até parques estaduais e áreas de proteção ambiental, formando um mosaico de conservação essencial para manter a conectividade entre os diferentes habitats e garantir a continuidade dos fluxos ecológicos. Essa rede de proteção é fundamental para a mitigação dos impactos decorrentes das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural, especialmente nas regiões mais próximas às plataformas offshore e zonas portuárias. Além de funcionarem como barreiras ecológicas contra a degradação ambiental, as UCs contribuem para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, como regulação climática, proteção da biodiversidade e suporte às comunidades pesqueiras e turísticas locais. Portanto, compreender a distribuição e o papel dessas unidades é crucial para integrar a conservação ambiental às políticas de desenvolvimento econômico na Bacia de Santos.

5.2 CENÁRIO ATUAL

A região da Bacia de Santos, que se estende do litoral sul do estado do Rio de Janeiro até o norte de Santa Catarina, a região limita-se, ao norte, com a Bacia de Campos e, ao sul, com a Bacia de Pelotas. É predominantemente coberta pelo bioma Mata Atlântica, esse bioma cobre grande parte da área costeira, caracterizando-se por alta biodiversidade e pela presença de ecossistemas como manguezais, restingas e florestas densas. O bioma é fundamental para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, mas enfrenta desafios relacionados ao desmatamento e à urbanização (IBGE, 2025).

A devastação inicial da Mata Atlântica remonta ao período colonial, marcada pela extração de pau-brasil. Em seguida, vastas áreas foram intensamente exploradas devido aos sucessivos ciclos econômicos de cultivo de cana-de-açúcar, produção de café e mineração de ouro, resultando em degradação significativa do bioma. Utilizando-se a ferramenta online “Mapbiomas” é possível visualizar os pontos vermelhos na Figura 9, que mostra a evolução da área de desmatamento de vegetação nativa de todos os biomas brasileiros de 2019 a 2024.

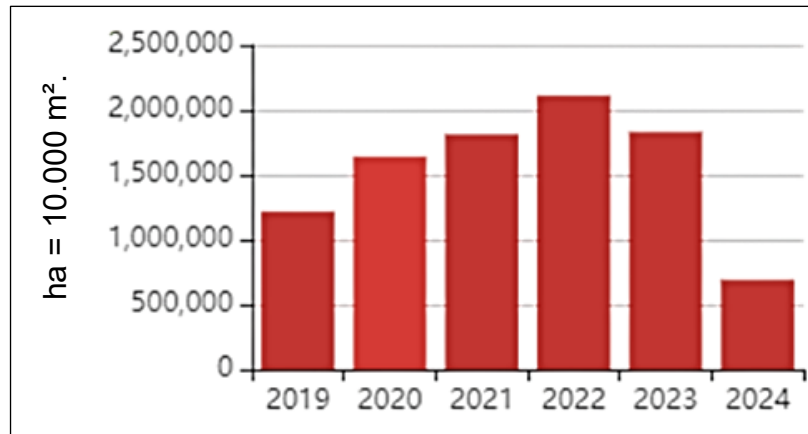
Figura 9 - Mapa da área de desmatamento de 2019 a 2024.



Fonte: MAPBIOMAS (2024).

A Figura 9 mostra que apesar de forte aumento do desmatamento em 2022, no ano de 2024 houve uma grande queda. A sigla para "hectare" é ha. Essa unidade de medida agrária é padrão e representa 10.000 metros quadrados (m²).

Figura 10 - Evolução anual da área de desmatamento em hectares.



Fonte: MAPBIOMAS (2024).

5.3 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Para a implantação e operação de um projeto de exploração ou produção de petróleo, a empresa responsável deve analisar detalhadamente os impactos ambientais relacionados ao empreendimento. O processo de licenciamento ambiental trata-se de uma obrigação legal, que deve seguir as diretrizes e normas para a sua execução tais como a Lei Federal 6.938 de 1981, a Lei Complementar nº 140 de 2011 e as Resoluções CONAMA nº 001 de 1986 e nº 237 de 1997 (Limmer, 2018).

No processo de licenciamento, os estudos ambientais são elaborados pela empresa encarregada e entregues ao órgão ambiental para análise e deferimento. Para cada etapa do licenciamento há estudos específicos a serem elaborados (IBAMA, 2022). Para subsidiar a etapa de licença prévia, sendo o empreendimento de significativo impacto ambiental, o empreendedor encaminha ao Ibama o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Para os demais empreendimentos, estudos mais simplificados são requeridos. (PETROBRAS, 2022).

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um documento técnico-científico que aborda o diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico, a análise dos impactos ambientais do projeto e suas alternativas, a definição e elaboração de medidas mitigadoras dos impactos negativos, além da descrição dos programas de monitoramento e acompanhamento previstos. Além do estudo, é também produzido o RIMA - um documento público que traz as informações e conclusões do EIA de forma sucinta e adequado para a compreensão de toda a população. Os conteúdos do EIA e do RIMA servem de subsídio para a discussão dos impactos ambientais do empreendimento junto às comunidades interessadas durante as audiências públicas.

Esses estudos são indispensáveis para subsidiar a definição das medidas mitigadoras e compensatórias necessárias durante a implantação, operação e desativação de projetos que impactam o meio ambiente. Além das medidas de mitigação a Petrobras também realiza programas e projetos na área ambiental de caracterização, emergência, compensação e monitoramento na Bacia de Santos.

O governo brasileiro encontra-se enfraquecido administrativamente, incapaz de formular, implantar e avaliar, de forma ordenada e efetiva, suas políticas públicas. Isto se dá, não apenas em função da nova realidade econômica mundial causada pela pandemia iniciada em 2020, mas também pelo histórico que impõe aos países em desenvolvimento uma série de limitações, não permitindo assim que o Estado exerça suas funções de maneira satisfatória. Adicionalmente, tais funções são mal executadas pelo envolvimento de corrupção e incapacidade técnica dos gestores públicos (Silva, 2019).

No que tange à preservação ambiental, nota-se um movimento que busca democratizar os espaços ambientalmente preservados, buscando soluções para que as Unidades de Conservação possam contribuir no desenvolvimento social de uma dada região (Silva, 2019). Para tanto, os governos, juntamente com a sociedade civil organizada, devem discutir mecanismos de gestão participativa nas unidades, descentralizando assim, a administração desses espaços.

Outro aspecto envolvido em um grande empreendimento como a produção de petróleo no pré-sal é a “sensação de inexorabilidade” de tal empreendimento, que acaba impondo as comunidades autóctones (locais) que não devam lutar por seus direitos. Isso se dá pelo fato dessa sensação inibir atitudes da comunidade local afetada, pois os aspectos econômicos positivos envolvidos são vistos como mais importantes que o meio ambiente e a cultura (Acsegrad, 2009).

Neste trabalho, sustenta-se que os projetos de mitigação dos impactos ambientais decorrentes da indústria de petróleo e gás na Bacia de Santos, embora

exigidos pela legislação de licenciamento ambiental brasileira, têm sido implementados de forma fragmentada, com baixa integração entre programas e metas pouco verificáveis. Argumenta-se que, em muitos casos, essas iniciativas priorizam o cumprimento formal de exigências regulatórias, carecendo de evidências robustas de efetividade em termos de resultados ambientais e sociais.

É relevante mencionar que essa pesquisa relaciona a conexão entre as UCs existentes e os projetos de mitigação já executados e em execução pelo licenciamento ambiental obrigatório. Analisando suas relações diretas e indiretas de financiamento, administração e operação entre as UCs e a indústria de petróleo e gás.

5.4 MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A exploração do pré-sal envolve desafios únicos devido à profundidade, pressão e composição do reservatório. Tecnologias como a perfuração direcional e horizontal, além de sistemas de produção submarinos avançados, são essenciais para acessar esses recursos de forma eficiente. Essas técnicas permitem a exploração de reservatórios com menor impacto na superfície e reduzem a necessidade de múltiplas plataformas, diminuindo a perturbação dos habitats marinhos. A análise das tecnologias avançadas de exploração, abordadas por Elliot (2003) e Hinrichs e Kraushaar (2010), oferece uma visão de como a indústria vem evoluindo para enfrentar esses desafios de forma sustentável.

A indústria de petróleo e gás está investindo em tecnologias para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, como a Captura e Armazenamento de Carbono (CCS), que pode ser implementada tanto em operações de produção quanto em refinarias. Além disso, o desenvolvimento de processos mais eficientes e o uso de combustíveis de baixo carbono para operações offshore contribuem para a diminuição das emissões atmosféricas. A adoção dessas tecnologias é fundamental para alinhar a indústria às metas globais de combate às mudanças climáticas.

O monitoramento ambiental desempenha um papel crucial na detecção precoce de vazamentos e na avaliação do impacto das atividades de exploração no ecossistema marinho. Tecnologias como sensores submarinos remotos, Veículos Operados Remotamente (do inglês, *Remotely Operated Vehicle* - ROVs) e sistemas de monitoramento via satélite fornecem dados em tempo real sobre a condição dos

reservatórios e o ambiente marinho circundante. Essas ferramentas permitem uma resposta rápida a incidentes e ajudam na gestão eficaz da biodiversidade marinha.

O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento de resíduos e efluentes gerados na exploração e produção de petróleo e gás é vital para mitigar os impactos ambientais. Novos métodos para o tratamento de água produzida, a reciclagem de lamas de perfuração e a gestão de resíduos sólidos minimizam a contaminação do solo e da água, reduzindo a pegada ecológica das operações offshore.

A integração de fontes de energia renovável, como eólica e solar, em operações de petróleo e gás natural, apresenta uma estratégia promissora para reduzir o consumo de combustíveis fósseis e as emissões associadas. Sistemas híbridos que combinam energias renováveis com geradores movidos a gás natural podem fornecer uma solução energética mais limpa e eficiente para plataformas offshore.

O aprofundamento nessas tecnologias de exploração e mitigação no referencial teórico do projeto oferece uma base sólida para entender como a indústria de petróleo e gás pode avançar em direção a operações mais sustentáveis e ambientalmente responsáveis. Ao destacar as inovações atuais e potenciais melhorias, a pesquisa contribui para o debate sobre desenvolvimento sustentável, mitigação dos impactos ambientais e o futuro da energia.

Estudos de caso concretos reforçam a viabilidade das medidas de mitigação propostas neste trabalho. No cenário nacional, destaca-se o caso da Bacia de Campos, onde a Petrobras, em parceria com o IBAMA, implementou o Projeto de Monitoramento da Biotá Marinha (PMBM). O programa busca avaliar os impactos das atividades petrolíferas sobre mamíferos, aves e tartarugas marinhas, promovendo inclusive a participação de comunidades e universidades locais (PETROBRAS, 2023; IBAMA, 2020). Outro exemplo relevante é o Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT), que visa sensibilizar e capacitar os colaboradores da indústria sobre práticas sustentáveis e impactos ambientais.

No âmbito internacional, o *Gulf of Mexico Research Initiative (GoMRI)* foi criado após o desastre da *Deepwater Horizon* em 2010, com um investimento de US\$ 500 milhões fornecido pela empresa BP. A iniciativa financiou mais de 300 projetos de pesquisa voltados à recuperação ambiental, desenvolvimento de tecnologias de mitigação, políticas de gestão costeira e envolvimento comunitário

(GOMRI, 2020). Entre os resultados, destaca-se a criação de protocolos de resposta rápida a derramamentos de óleo e a melhoria na governança ambiental da região.

Essas experiências reforçam a ideia de que a aplicação de planos de mitigação pode ser bem-sucedida quando há cooperação entre empresas, governo, ciência e comunidades. Elas se apresentam como modelos concretos para a Bacia de Santos, evidenciando que as ações propostas neste trabalho não apenas são teoricamente sólidas, mas também exequíveis, desde que devidamente planejadas e acompanhadas por políticas públicas e financiamento multissetorial.

Outro aspecto a se analisar é a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), lançada em 2015, que estabelece os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como um apelo universal à ação para erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e garantir paz e prosperidade para todos. Esses objetivos estão interligados e abordam desde a mudança climática até a justiça social, buscando um equilíbrio entre desenvolvimento econômico, bem-estar social e preservação ambiental.

Figura 11 - Logotipo oficial dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.



Fonte: Organização das Nações Unidas - ONU. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS.

No contexto da exploração de petróleo e gás natural na Bacia de Santos, os ODS oferecem um importante referencial para orientar políticas e ações de mitigação dos impactos ambientais. A seguir, destacam-se os objetivos mais diretamente relacionados a esse tema:

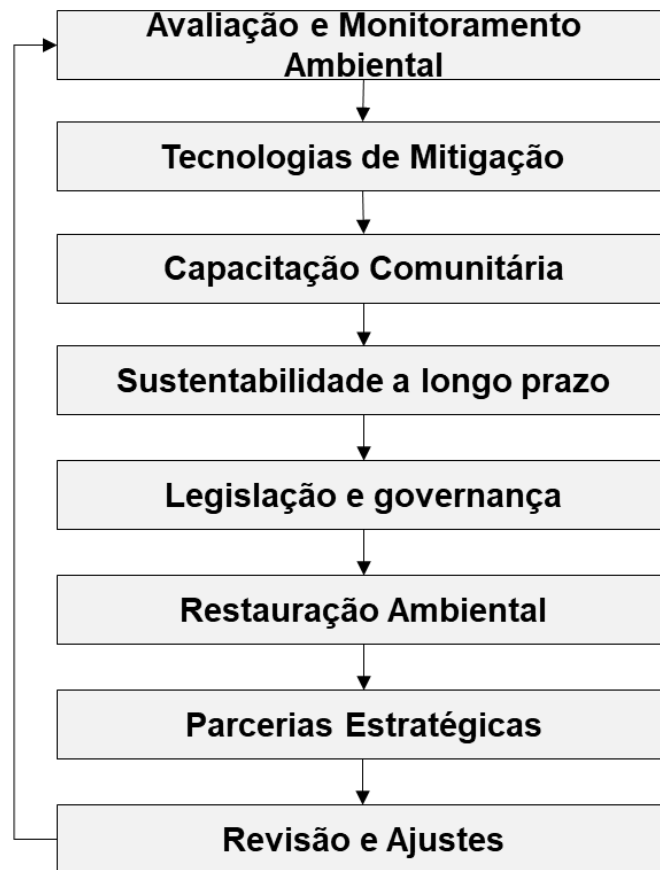
- ODS 6 - Água Potável e Saneamento: Proteger os corpos d'água marinhos e costeiros contra a contaminação por derramamento de óleo e resíduos industriais.
- ODS 7 - Energia Acessível e Limpa: Promover o uso de tecnologias mais limpas e seguras na exploração de petróleo e gás.
- ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura: Fomentar a inovação em tecnologias de extração com menor impacto ambiental.
- ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis: Incentivar práticas sustentáveis nas cadeias produtivas da indústria petrolífera.
- ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima: Reduzir as emissões de gases de efeito estufa associadas à queima de combustíveis fósseis.
- ODS 14 - Vida na Água: Proteger ecossistemas marinhos afetados pela exploração offshore, como corais, manguezais e áreas de reprodução de espécies marinhas.

A integração dos ODS ao planejamento ambiental da Bacia de Santos permite estruturar ações que combinem proteção ambiental e desenvolvimento econômico, promovendo a responsabilidade socioambiental da indústria do petróleo e gás. A incorporação desses objetivos contribui para uma transição energética mais segura, eficiente e sustentável.

5.5 PLANO DE AÇÃO

Este plano de ação busca mitigar os impactos negativos da produção de petróleo e gás, promovendo o desenvolvimento sustentável na região. Organizado em sequência temos as etapas na Figura 12, que serão detalhadas logo abaixo.

Figura 12 - Etapas do ciclo do plano de ação.



Fonte: O autor (2025).

5.5.1 Avaliação e Monitoramento Ambiental

O primeiro passo é a implementação de um sistema avançado de monitoramento ambiental para avaliar os impactos atuais e potenciais. A avaliação e monitoramento ambiental podem ser feitas através de duas etapas:

- I. Implementação de sistema avançado de monitoramento ambiental:
 - Utilização de tecnologias de ponta para rastreamento em tempo real de indicadores-chave, como qualidade da água, biodiversidade marinha e emissões atmosféricas (Elliot, 2003);
 - Instalação de sensores e dispositivos de monitoramento nos locais de exploração e produção;
 - Análise contínua dos dados coletados para identificação rápida de problemas e implementação de intervenções imediatas.

II. Avaliações ambientais regulares:

- Realização de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) antes do início de novas atividades de exploração;
- Monitoramento contínuo e relatórios periódicos sobre a saúde dos ecossistemas marinhos e terrestres afetados.

Este sistema utilizará tecnologias de ponta para o rastreamento em tempo real de indicadores-chave, como qualidade da água, biodiversidade marinha e emissões atmosféricas. A instalação de sensores e dispositivos de monitoramento nos locais de exploração e produção permitirá a análise contínua dos dados coletados, facilitando a identificação rápida de problemas e a implementação de intervenções imediatas. EIA serão realizados antes do início de novas atividades de exploração, e o monitoramento contínuo, junto com relatórios periódicos, garantirá a saúde dos ecossistemas marinhos e terrestres afetados (Elliot, 2003).

5.5.2 Tecnologias de Mitigação

Paralelamente, o plano inclui um forte componente de desenvolvimento e implementação de tecnologias de mitigação. Investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias de exploração e produção ambientalmente sustentáveis serão realizados. Isso incluirá parcerias com universidades e institutos de pesquisa para fomentar a inovação tecnológica. A adoção de métodos de perfuração que reduzam os impactos no meio ambiente, bem como o uso de equipamentos de última geração para minimizar vazamentos e emissões, serão cruciais. Além disso, a implementação de sistemas de CCS ajudará a reduzir as emissões de gases de efeito estufa, com monitoramento e manutenção contínua dessas instalações para garantir sua eficácia (Hinrichs e Kraushaar, 2010). Tendo o objetivo de minimizar a perturbação ambiental e a poluição através do uso de tecnologias avançadas e práticas sustentáveis, foi dividido em três etapas o desenvolvimento e implementação de tecnologias de mitigação:

I. Pesquisa e desenvolvimento:

- Investimento em P&D de novas tecnologias de exploração e produção ambientalmente sustentáveis (Hinrichs e Kraushaar, 2010);
- Parcerias com universidades e institutos de pesquisa para inovação

tecnológica.

- II. Técnicas de exploração sustentáveis:
 - Adoção de métodos de perfuração que reduzam os impactos no meio ambiente;
 - Utilização de equipamentos de última geração para minimizar vazamentos e emissões.
- III. Tecnologias de CCS:
 - Implementação de sistemas de CCS para reduzir as emissões de gases de efeito estufa;
 - Monitoramento e manutenção contínua das instalações de CCS para garantir sua eficácia.

5.5.3 Capacitação Comunitária

A capacitação e o envolvimento das comunidades locais são elementos centrais deste plano de ação. A criação de canais de comunicação abertos e transparentes com as comunidades locais permitirá a realização de reuniões e consultas públicas regulares, onde as preocupações e sugestões da comunidade serão ouvidas e abordadas. Programas de treinamento e educação serão desenvolvidos para preparar a população local para oportunidades de emprego no setor de petróleo e gás. Essas iniciativas também promoverão campanhas de conscientização ambiental, fortalecendo o papel da comunidade na vigilância e preservação do meio ambiente (Piquet, 2011).

Trazendo o objetivo de garantir que as comunidades locais sejam beneficiadas e envolvidas no processo de exploração de petróleo e gás. A capacitação e envolvimento das comunidades locais é dividida em duas etapas.

- I. Transparência e diálogo:
 - Criação de canais de comunicação abertos e transparentes com as comunidades locais (Piquet, 2011);
 - Realização de reuniões e consultas públicas regulares para ouvir e abordar as preocupações da comunidade.
- II. Programas de Treinamento e Educação:
 - Desenvolvimento de programas de capacitação para preparar a

população local para oportunidades de emprego no setor de petróleo e gás;

- Promoção de campanhas de conscientização ambiental para fortalecer o papel da comunidade na vigilância e preservação do meio ambiente.

5.5.4 Sustentabilidade a Longo Prazo

A sustentabilidade a longo prazo é outra prioridade deste plano. Investimentos em infraestrutura, educação e saúde, financiados pelos lucros da exploração de petróleo e gás, ajudarão a garantir que a riqueza gerada beneficie amplamente a região. Parcerias com governos locais garantirão a alocação eficiente e equitativa dos recursos. Além disso, a promoção de projetos que diversifiquem a economia local e reduzam a dependência exclusiva do setor de petróleo e gás será incentivada. Apoio a iniciativas de empreendedorismo e inovação que gerem empregos e crescimento econômico sustentável também será uma parte importante do plano (Cintra, 2019).

Com o objetivo de garantir que as atividades de petróleo e gás contribuam para o desenvolvimento econômico sustentável da região foi contemplado na fase de sustentabilidade a longo prazo duas etapas:

- I. Investimentos em infraestrutura, educação e saúde:
 - Utilização dos lucros da exploração para financiar projetos de infraestrutura, educação e saúde na região (Cintra, 2019);
 - Parcerias com governos locais para garantir a alocação eficiente e equitativa dos recursos.
- II. Desenvolvimento econômico sustentável:
 - Promoção de projetos que diversifiquem a economia local e reduzam a dependência exclusiva do setor de petróleo e gás;
 - Apoio a iniciativas de empreendedorismo e inovação que gerem empregos e crescimento econômico sustentável.

5.5.5 Legislação e Governança

A legislação e a governança ambiental eficazes também são indispensáveis. O plano defende o fortalecimento das regulamentações ambientais e a implementação rigorosa de políticas públicas. Uma revisão e atualização das leis ambientais devem ser realizadas para refletir as melhores práticas internacionais, e mecanismos de fiscalização e cumprimento rigorosos serão implementados. A colaboração entre empresas, governos e organizações não governamentais será essencial para estabelecer um quadro de governança que promova a responsabilidade ambiental. A criação de um conselho de governança ambiental coordenará as ações e monitorará os resultados, assegurando que a exploração de petróleo e gás natural na Bacia de Santos seja realizada de forma sustentável e benéfica para todos os envolvidos.

Fortalecer as regulamentações ambientais e garantir a implementação rigorosa de políticas públicas, são os objetivos da legislação e governança ambiental desse plano de ação que foi dividido em duas etapas:

- I. Fortalecimento das regulamentações:
 - Revisão e atualização das leis ambientais para refletir as melhores práticas internacionais;
 - Implementação de mecanismos de fiscalização e cumprimento rigorosos.
- II. Colaboração multissetorial:
 - Estabelecimento de parcerias entre empresas, governos e ONGs para promover a responsabilidade ambiental;
 - Criação de um conselho de governança ambiental para coordenar as ações e monitorar os resultados.

5.5.6 Restauração Ambiental

A restauração ambiental busca recompor processos ecológicos, recuperar a integridade de habitats prioritários e restabelecer conectividade, com base em diagnósticos, metas específicas, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e temporais. Em ambientes terrestres, prioriza-se o reflorestamento com espécies nativas e a

recomposição de matas ciliares; em zonas marinhas e costeiras, destacam-se a jardinagem de corais, as estruturas de suporte recifal e a melhoria da qualidade da água, articuladas ao fortalecimento de Unidades de Conservação Marinhas (UCM) e de suas zonas de amortecimento. A efetividade deve ser acompanhada por Indicadores Chave de Desempenho (KPI) e validações independentes, com transparência dos dados (SER INTERNATIONAL, 2019; Rinkevich, 2014; Spalding *et al.*, 2017; IBAMA, 2018).

I. Restauração ambiental:

- Iniciar projetos de reflorestamento e recuperação de corais;
- Fortalecer e criar reservas marinhas protegidas.

5.5.7 Parcerias Estratégicas

O eixo de parcerias estratégicas integra empresas, governos, universidades e organizações da sociedade civil para dar força às ações, combinando recursos e competências para acelerar a implementação e compartilhar os custos e os riscos. Sustenta-se em governança clara, metas verificáveis e canais abertos, articulando financiamento combinado, cooperação técnico-científica e plataformas de dados sob coordenação interinstitucional e avaliação periódica.

I. Realização de parcerias estratégicas:

- Criar um conselho de sustentabilidade regional;
- Estabelecer parcerias com universidades para P&D.

5.5.8 Revisão e ajustes

A revisão e os ajustes integram um ciclo de melhoria contínua e estruturado, com calendário definido, responsabilidades claras e painel de indicadores orientado a resultados. Prevê-se auditoria metodológica independente e critérios objetivos de decisão para replanejamento quando metas não forem atingidas em ciclos sucessivos. Recomenda-se alinhamento as referenciais de gestão ambiental, como a norma ISO 14001 da *International Organization for Standardization* (ISO), e às diretrizes de órgãos federais, assegurando rastreabilidade, publicidade ativa e registro de lições aprendidas (ISO, 2015; IBAMA,

2018; MMA e ICMBIO, 2018).

I. Revisão periódica com ajustes do plano de ação:

- Avaliar programas de mitigação e restauração;
- Ajustar iniciativas baseadas nos resultados obtidos.

Com isso, tem-se um plano de ação formulado que se sucede de forma tabelada:

Tabela 3 - Plano de ação.

Fase	Objetivo	Ações	Cronograma
Avaliação e Monitoramento Ambiental	Avaliar e monitorar continuamente os impactos ambientais das atividades de exploração	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver uma rede de sensores ambientais; • Realizar estudos de impacto ambiental (EIA) periódicos. 	Ano 1
Tecnologias de Mitigação	Minimizar impactos ambientais através de tecnologias sustentáveis	<ul style="list-style-type: none"> • Investir em P&D de novas tecnologias de exploração; • Adotar práticas de exploração sustentáveis. 	Ano 1
Capacitação Comunitária	Capacitar à comunidade local para participação e benefícios diretos	<ul style="list-style-type: none"> • Lançar programas de treinamento e educação; • Promover a conscientização ambiental. 	Ano 2
Sustentabilidade a Longo Prazo	Desenvolvimento econômico sustentável da região	<ul style="list-style-type: none"> • Investimentos em infraestrutura, educação e saúde; • Fortalecimento de empreendedores locais. 	Ano 2
Legislação e Governança	Fortalecer as regulamentações ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão e atualização das leis ambientais; • Criação de um conselho de governança ambiental. 	Ano 3

(Continua)

Fase	Objetivo	Ações	Cronograma
Restauração Ambiental	Restaurar áreas afetadas por atividades passadas	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar projetos de reflorestamento e recuperação de corais; Ano 3 • Estabelecer reservas marinhas protegidas. 	
Parcerias Estratégicas	Fortalecer a colaboração entre os envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> • Criar um conselho de sustentabilidade regional; • Estabelecer parcerias com universidades para P&D. 	Ano 4
Revisão e Ajustes	Avaliar a eficácia das ações e fazer ajustes conforme necessário	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar programas de mitigação e restauração; • Ajustar iniciativas baseadas nos resultados obtidos. 	Ano 4

Fonte: O autor (2025).

Para que o plano de ação proposto seja efetivamente implementado, é necessário identificar os principais *stakeholders* (partes interessadas) responsáveis pela execução, monitoramento e avaliação das ações em cada fase. A participação conjunta entre setor público, empresas, academia e sociedade civil é indispensável para assegurar a viabilidade técnica, financeira e social das propostas apresentadas.

No que diz respeito à avaliação e monitoramento ambiental, os principais responsáveis devem ser os órgãos ambientais federais e estaduais, como o IBAMA, a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA/SP) e a CETESB, além das empresas operadoras dos blocos petrolíferos, como a Petrobras, Shell e Equinor, que devem custear e executar o monitoramento conforme exigências do licenciamento ambiental. Universidades públicas e centros de pesquisa da região, como a USP e a UNESP, podem colaborar na análise e validação técnica dos dados obtidos.

Para as etapas de desenvolvimento de tecnologias de mitigação, são *stakeholders* centrais as operadoras do setor de petróleo e gás, em articulação com instituições científicas por meio de termos de cooperação técnica. Órgãos de fomento, como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e o Banco Nacional de

Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), devem ser mobilizados para financiar projetos de pesquisa aplicada que contribuam para soluções inovadoras e sustentáveis.

Na capacitação comunitária, o protagonismo deve ser compartilhado entre prefeituras locais, ONGs, e secretarias de educação e meio ambiente, com apoio financeiro das empresas operadoras e supervisão do Ministério do Meio Ambiente. A promoção de oficinas, campanhas educativas e programas de formação devem ser contínuas e baseadas nas demandas da população local.

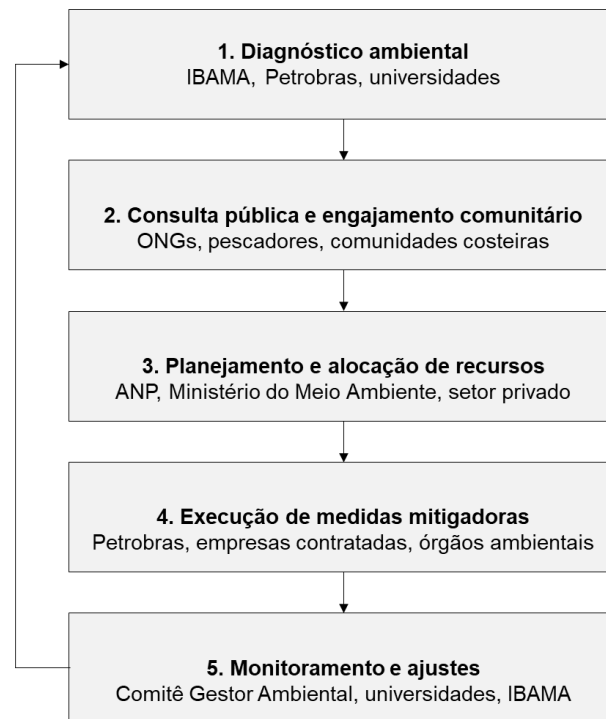
A responsabilidade pela promoção do desenvolvimento econômico sustentável recai sobre os governos estaduais e municipais, que devem integrar o plano com políticas de incentivo ao empreendedorismo local, em especial nas áreas de turismo ecológico, pesca artesanal e agricultura sustentável. As operadoras de petróleo podem investir nesses projetos como forma de compensação ambiental e social.

Para garantir a governança ambiental e legalidade, recomenda-se a criação de um Conselho Regional de Sustentabilidade da Bacia de Santos, composto por representantes do IBAMA, Petrobras, ONGs, universidades, e membros da comunidade local. Esse conselho deve atuar como instância deliberativa e de fiscalização social.

Além disso, propõe-se a adoção de um mecanismo de revisão e ajuste contínuo do plano de ação, a ser realizado a cada dois anos. Essa revisão será baseada em indicadores de desempenho (como taxa de desmatamento, biodiversidade, qualidade da água, renda local, geração de empregos), além de audiências públicas e consultas comunitárias. Esse processo de realimentação permitirá identificar gargalos, adaptar ações à realidade local e incorporar inovações tecnológicas.

Para facilitar a gestão e a transparência, recomenda-se a elaboração de um *dashboard* público com os dados de execução e resultados do plano, atualizado periodicamente, permitindo que toda a sociedade acompanhe o progresso das ações e participe da sua melhoria contínua. A Figura 13 mostra um fluxograma de implementação do plano de ação, onde é possível visualizar as etapas e seus agentes de forma resumida.

Figura 13 - Fluxograma de implementação do plano de ação.



Fonte: O autor (2025).

Em suma, este plano de ação propõe uma abordagem integrada e multidisciplinar para mitigar os impactos ambientais das atividades de petróleo e gás natural na Bacia de Santos. Ao implementar sistemas avançados de monitoramento, desenvolver tecnologias de mitigação, envolver as comunidades locais, promover a sustentabilidade a longo prazo e fortalecer a legislação e governança ambiental, é possível garantir que a exploração dessas reservas seja realizada de maneira sustentável e benéfica para todos os envolvidos, maximizando os benefícios econômicos, sociais e ambientais e minimizando os impactos adversos.

5.6 ESTRATÉGIAS DE FINANCIAMENTO E GOVERNANÇA PARTICIPATIVA

Um dos principais desafios observados na execução efetiva das ações de mitigação dos impactos ambientais na região da Bacia de Santos reside na definição clara e consistente das estratégias de financiamento e dos mecanismos de governança que deverão orientar as iniciativas propostas. A atual dependência quase exclusiva de recursos financeiros oriundos da exploração de petróleo e gás natural, muitas vezes vinculados apenas a contrapartidas previstas em processos de

licenciamento ambiental, mostra-se insuficiente diante da magnitude e da complexidade dos problemas socioambientais diagnosticados na região.

Embora tais contrapartidas sejam exigidas legalmente, elas não garantem, por si só, a continuidade e a efetividade das ações mitigadoras a longo prazo, especialmente em cenários de instabilidade econômica ou política. A experiência internacional evidencia que modelos bem-sucedidos de gestão ambiental, como a administração integrada dos parques marinhos da Austrália e das áreas protegidas no Mar do Norte, adotam abordagens multifontes de financiamento, combinando recursos públicos, iniciativas privadas e mecanismos inovadores como receitas provenientes do ecoturismo controlado, parcerias com fundos internacionais de conservação e apoio de organizações multilaterais, como o Banco Mundial e o Fundo Global para o Meio Ambiente (WWF, 2020).

Neste contexto, discutir a viabilidade do plano de ação proposto implica necessariamente em incorporar mecanismos mais amplos e diversificados de captação de recursos. Entre as estratégias recomendadas, destaca-se a criação de Fundos de Conservação específicos para a Bacia de Santos, cuja sustentabilidade financeira seria assegurada por múltiplas fontes de aporte. Tais fundos poderiam ser compostos, por exemplo, por percentuais fixos das receitas obtidas pelas empresas de petróleo e gás, estabelecidos por meio de regulamentação ambiental vinculante; por recursos advindos de programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), reconhecendo e remunerando a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pela região; além da captação de investimentos privados, oriundos de programas de responsabilidade social corporativa e de projetos de créditos de carbono validados por padrões internacionais, como o *Verified Carbon Standard* (VCS). A diversificação de fontes de financiamento é fundamental para garantir a continuidade das ações de mitigação, evitando a vulnerabilidade associada às oscilações do mercado petrolífero e aos ciclos políticos de curto prazo que, historicamente, comprometem a efetividade das políticas públicas ambientais no Brasil.

Complementarmente, a governança do plano de ação deve ser concebida de maneira participativa, inclusiva e transparente, assegurando a representação ativa de todos os *stakeholders* relevantes no processo decisório. A teoria das redes de gestão colaborativa, desenvolvida por Ostrom (1990), reforça a premissa de que o sucesso de projetos de gestão ambiental depende do grau de envolvimento e corresponsabilidade dos atores locais e setoriais. Assim, propõe-se a criação de um

Conselho Gestor da Bacia de Santos, com composição paritária entre representantes do poder público (municipal, estadual e federal), da iniciativa privada (empresas operadoras de petróleo e gás, fornecedores de tecnologia ambiental, setor turístico), da sociedade civil organizada (ONGs ambientais, associações comunitárias, conselhos de pesca artesanal) e da comunidade científica (universidades, centros de pesquisa e especialistas em gestão ambiental). Este Conselho teria funções deliberativas e fiscalizatórias, atuando na definição de prioridades estratégicas, na validação dos projetos financiados, na supervisão da execução das ações propostas e na avaliação periódica dos resultados e impactos, adotando princípios de transparência ativa e *accountability* social.

A adoção de práticas de auditoria ambiental independente, a publicação obrigatória de relatórios anuais de desempenho socioambiental, a realização de audiências públicas abertas e a disponibilização de dados em plataformas digitais acessíveis ao público geral configuram instrumentos essenciais para assegurar a legitimidade, a credibilidade e a eficácia da governança proposta. A criação de indicadores de desempenho ambiental e social, previamente pactuados entre os membros do conselho gestor, permitirá o acompanhamento contínuo das ações, possibilitando a identificação rápida de desvios e a proposição de medidas corretivas oportunas. Além disso, é imprescindível a previsão de mecanismos de revisão periódica do plano de ação, a cada cinco anos, com vistas a sua atualização frente às novas demandas ambientais, sociais, econômicas e tecnológicas que possam surgir.

Outro aspecto relevante que merece destaque é a necessidade de promover a capacitação contínua dos membros do conselho gestor e dos demais envolvidos na gestão da Bacia de Santos. Programas de formação em gestão ambiental integrada, análise de riscos socioambientais, negociação de conflitos e desenvolvimento sustentável devem ser instituídos, com o apoio de universidades e centros de excelência nacionais e internacionais. Essa estratégia visa não apenas fortalecer as capacidades institucionais, mas também ampliar a consciência crítica dos tomadores de decisão, promovendo a construção de soluções mais justas, inovadoras e efetivas para os complexos desafios que a exploração de petróleo e gás impõe à região.

Em suma, a efetividade do plano de ação para mitigação dos impactos ambientais na Bacia de Santos depende, de forma indissociável, da implementação

de estratégias de financiamento diversificadas, estáveis e sustentáveis, bem como da constituição de um modelo de governança participativa robusto, transparente e democrático. Apenas a conjugação dessas duas dimensões poderá assegurar a resiliência das iniciativas propostas frente aos desafios impostos pelas dinâmicas econômicas, políticas e ambientais contemporâneas, garantindo a proteção dos ecossistemas marinhos e costeiros da Bacia de Santos e a promoção do desenvolvimento sustentável das comunidades locais.

5.7 SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL NA BACIA DE SANTOS

A análise dos impactos socioambientais decorrentes da atividade de exploração e produção de petróleo e gás natural na Bacia de Santos evidencia um cenário de complexidade crescente, no qual se entrelaçam oportunidades econômicas de grande magnitude e desafios ambientais e sociais de elevada complexidade. Por um lado, a descoberta e a exploração do pré-sal transformaram a Bacia de Santos em um dos principais polos estratégicos de geração de riqueza do Brasil, promovendo uma profunda reconfiguração da dinâmica econômica regional. O aumento da arrecadação de tributos, a geração de empregos diretos e indiretos, o fortalecimento das cadeias produtivas locais em setores como construção civil, logística portuária, comércio e serviços, e a ampliação do mercado de trabalho especializado são evidências empíricas da relevância econômica adquirida pela região nos últimos anos. Por outro lado, os impactos cumulativos sobre os ecossistemas marinhos, costeiros e terrestres, associados à crescente pressão sobre as dinâmicas sociais das comunidades locais, tornaram-se cada vez mais evidentes, exigindo a construção de respostas integradas que busquem equilibrar a exploração dos recursos energéticos com a proteção ambiental e a promoção do desenvolvimento humano sustentável.

Entre os principais desafios identificados no contexto da Bacia de Santos, destaca-se a sobrecarga crescente sobre a infraestrutura urbana e os serviços públicos dos municípios da Baixada Santista e regiões adjacentes. O rápido crescimento populacional, impulsionado pela migração de trabalhadores em busca de oportunidades econômicas associadas à indústria petrolífera, provocou o adensamento de áreas urbanas sem o devido planejamento territorial, agravando problemas históricos como o déficit habitacional, a precarização do saneamento

básico, o aumento das áreas de risco e a sobrecarga dos sistemas de saúde, educação e mobilidade urbana. A especulação imobiliária intensificada, ao elevar os preços de terrenos e imóveis, contribui para o processo de gentrificação e para a exclusão social de populações tradicionais, exacerbando as desigualdades socioespaciais. Esses efeitos, somados ao uso intensivo dos recursos naturais e à ocupação desordenada do solo, elevam o risco de danos irreversíveis aos ecossistemas sensíveis presentes na região, tais como manguezais, restingas e remanescentes de Mata Atlântica, cuja importância para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos é amplamente reconhecida (IBGE, 2025).

A vulnerabilidade ambiental é ainda acentuada pela fragilidade institucional dos órgãos de fiscalização e gestão ambiental nos níveis municipal e estadual. A escassez de recursos humanos capacitados, as limitações orçamentárias e a ausência de mecanismos eficientes de governança interinstitucional limitam a capacidade de resposta do Estado frente às pressões impostas pelas atividades econômicas de grande porte. Essa situação é agravada pela histórica fragmentação das políticas públicas ambientais no Brasil e pela instabilidade política, que frequentemente resulta na descontinuidade de programas e projetos de conservação ambiental. Portanto, o fortalecimento das capacidades institucionais, por meio da valorização da carreira de gestão ambiental, da ampliação dos investimentos em tecnologia de monitoramento e fiscalização, e da construção de mecanismos de governança ambiental integrada, é condição indispensável para a consolidação de um modelo de desenvolvimento regional que seja socialmente justo e ecologicamente sustentável.

Todavia, a análise crítica do cenário atual também revela oportunidades estratégicas relevantes para o avanço da sustentabilidade na Bacia de Santos. A existência de marcos legais robustos, como a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº 9.985/2000) e a recente regulamentação do mercado de carbono no Brasil, proporciona uma base normativa favorável para a implementação de mecanismos inovadores de gestão ambiental e econômica. A possibilidade de desenvolver projetos de carbono azul, voltados para a valorização dos serviços ecossistêmicos prestados por manguezais, marismas e prados de gramas marinhas, representa uma oportunidade concreta para a geração de créditos de carbono certificados,

capazes de atrair investimentos privados e de financiar ações de conservação e restauração ecológica em larga escala, alinhando a dinâmica econômica regional às metas climáticas internacionais estabelecidas pelo Acordo de Paris (UNFCCC, 2015).

A incorporação progressiva dos princípios da economia circular e da inovação tecnológica nos processos produtivos da indústria de petróleo e gás é outro vetor de oportunidade que deve ser explorado. O desenvolvimento e a adoção de tecnologias de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS), de sistemas de produção offshore de baixas emissões, de reuso e reaproveitamento de resíduos industriais, bem como a implantação de redes de monitoramento ambiental inteligente com utilização de sensores remotos e inteligência artificial, podem transformar a Bacia de Santos em um laboratório vivo de inovação para a indústria global de energia. A construção de parcerias estratégicas entre empresas, universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono e de soluções baseadas na natureza constitui um caminho promissor para acelerar a transição energética e garantir a competitividade da indústria petrolífera brasileira em um cenário internacional cada vez mais orientado pela descarbonização.

Adicionalmente, a promoção do turismo ecológico sustentável associado ao fortalecimento das Unidades de Conservação marinhas e costeiras da região apresenta-se como uma estratégia complementar essencial para a diversificação da matriz econômica local. A experiência internacional demonstra que o turismo de baixo impacto, quando devidamente planejado e gerido, gera benefícios socioeconômicos relevantes para as comunidades locais, estimula a conservação da biodiversidade e contribui para a educação ambiental da população. Iniciativas como o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, no Brasil, e o Great Barrier Reef Marine Park, na Austrália, servem de referência para a estruturação de modelos de gestão que conciliem conservação ambiental, desenvolvimento econômico e inclusão social, sendo plenamente replicáveis, com as devidas adaptações, no contexto da Bacia de Santos.

Em síntese, os resultados da análise evidenciam que a trajetória futura da Bacia de Santos como território estratégico para a produção de petróleo e gás e como área de alta relevância ambiental dependerá da capacidade dos seus atores institucionais, econômicos e sociais de construir uma visão integrada e de longo

prazo para o desenvolvimento regional. Essa visão deve articular de forma inovadora a exploração econômica responsável dos recursos naturais, a conservação efetiva da biodiversidade, o fortalecimento das capacidades de governança ambiental e a promoção da justiça social e da equidade territorial. Se essas oportunidades forem devidamente aproveitadas e os desafios forem enfrentados de maneira estruturada e colaborativa, a Bacia de Santos poderá não apenas mitigar os impactos negativos associados à indústria petrolífera, mas também se transformar em um modelo de referência nacional e internacional de desenvolvimento sustentável em contextos de exploração intensiva de recursos naturais.

5.8 A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE DADOS PRIMÁRIOS E DA ANÁLISE COMPARATIVA PARA O FORTALECIMENTO DA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A análise realizada até o presente momento evidencia a relevância da abordagem metodológica baseada em fontes secundárias de alta qualidade, como artigos científicos, relatórios técnicos e dados oficiais oriundos de órgãos governamentais e empresas do setor de petróleo e gás. Contudo, a dependência quase exclusiva dessas fontes impõe limitações relevantes à amplitude e à profundidade analítica do diagnóstico dos impactos socioambientais decorrentes da exploração e produção de petróleo e gás natural na Bacia de Santos. Em termos metodológicos, a ausência de dados primários coletados diretamente junto aos *stakeholders* locais — comunidades afetadas, representantes da sociedade civil, agentes públicos e técnicos ambientais — restringe a possibilidade de captar nuances específicas da realidade regional, especialmente aquelas relacionadas às percepções, vivências e expectativas das populações diretamente impactadas pelas atividades petrolíferas.

A literatura especializada enfatiza que a coleta de dados primários, por meio de técnicas como entrevistas semiestruturadas, grupos focais, observação participante e aplicação de questionários, é fundamental para a construção de análises mais robustas, inclusivas e ancoradas na realidade empírica dos territórios afetados (Yin, 2016; Flick, 2009). A realização de entrevistas com líderes comunitários, pescadores artesanais, representantes de organizações não

governamentais, gestores públicos e técnicos da indústria petrolífera permitiria identificar impactos socioambientais que, muitas vezes, não são plenamente captados pelos relatórios institucionais ou pelas bases de dados secundárias. Tais instrumentos qualitativos são capazes de revelar não apenas os efeitos diretos das atividades de petróleo e gás sobre o meio ambiente e sobre as condições de vida das populações locais, mas também as dinâmicas de resistência, adaptação e inovação social que emergem em contextos de transformação acelerada do território.

Além da coleta de dados primários, a adoção de uma perspectiva analítica comparativa é outro elemento que se mostra indispensável para o fortalecimento da avaliação dos impactos ambientais e socioeconômicos na Bacia de Santos. A análise comparativa com outros territórios de exploração *offshore*, tanto no Brasil quanto em outros países, possibilita a identificação de padrões recorrentes de impactos, a avaliação crítica de diferentes modelos de gestão ambiental e social, e o mapeamento de boas práticas que possam ser adaptadas ao contexto local. Exemplos internacionais, como a gestão ambiental da Bacia de Campos no Brasil, as políticas de mitigação implementadas após o desastre da plataforma *Deepwater Horizon* no Golfo do México, ou a administração integrada das áreas marinhas protegidas no Mar do Norte, oferecem lições valiosas sobre os limites e potencialidades das estratégias de licenciamento ambiental, dos programas de monitoramento contínuo e das ações de responsabilização social das empresas petrolíferas (NATIONAL COMMISSION, 2011; EUCC, 2019).

No contexto brasileiro, o comparativo com a Bacia de Campos é particularmente pertinente. Ao longo das últimas décadas, a Bacia de Campos serviu como laboratório para a experimentação de instrumentos de licenciamento ambiental específico para atividades offshore, revelando tanto avanços quanto lacunas na implementação de medidas de mitigação e compensação de impactos. Estudos apontam, por exemplo, que a eficácia dos programas de monitoramento da biota marinha na Bacia de Campos foi comprometida pela fragmentação dos esforços, pela ausência de integração entre diferentes empreendimentos e pela falta de transparência no acesso aos resultados dos estudos (Magris *et al.*, 2018). A análise dessas experiências permite identificar fragilidades a serem evitadas na gestão da Bacia de Santos, bem como boas práticas que devem ser incorporadas, como a

exigência de monitoramento regional integrado e a implementação de plataformas abertas de dados ambientais.

A utilização de dados primários e de estudos de caso comparativos não apenas enriqueceria a análise acadêmica da situação da Bacia de Santos, como também teria implicações práticas relevantes para o desenho e a implementação de políticas públicas e estratégias empresariais mais eficazes. Com base na experiência internacional e na coleta de percepções locais, seria possível elaborar propostas de fortalecimento do licenciamento ambiental, de ampliação dos programas de educação ambiental junto às comunidades afetadas, de valorização das cadeias produtivas locais sustentáveis, e de desenvolvimento de planos de emergência ambientais mais responsivos e articulados. Esses elementos são essenciais para garantir que a exploração do pré-sal ocorra de maneira responsável, maximizando os benefícios econômicos e minimizando os danos sociais e ambientais.

Em suma, a inserção sistemática da coleta de dados primários e da análise comparativa internacional no âmbito dos estudos de impacto ambiental e socioeconômico relacionados à Bacia de Santos representa uma oportunidade estratégica para elevar o grau de rigor científico, de participação social e de efetividade das ações de mitigação propostas. Ao construir um diagnóstico mais denso, plural e fundamentado empiricamente, torna-se possível propor soluções mais justas, eficazes e sustentáveis para os desafios complexos que a região enfrenta em virtude da exploração de petróleo e gás.

A consolidação desse quadro comparativo, que toma a Bacia de Campos como referência e orienta a transposição de práticas para a Bacia de Santos, sustenta a construção de um diagnóstico mais denso e participativo, ancorado em evidências públicas e auditáveis. Com base nessa arquitetura, e a partir da integração entre monitoramento, mitigação, governança e participação social, reforça-se a capacidade de propor medidas concretas e verificáveis, em linha com os objetivos de transparência e efetividade que orientam este trabalho. Ao construir um diagnóstico mais denso, plural e fundamentado empiricamente, torna-se possível propor soluções mais justas, eficazes e sustentáveis para os desafios complexos que a região enfrenta em virtude da exploração de petróleo e gás.

Tomando a Bacia de Campos como referência operacional e institucional, e em consonância com as sete etapas do plano de ação: Avaliação e Monitoramento

Ambiental, Tecnologias de Mitigação, Capacitação Comunitária, Sustentabilidade a Longo Prazo, Legislação e Governança, Restauração Ambiental e Parcerias Estratégicas. Como o plano da Bacia de Santos foi fundamentado em arranjos e aprendizados consolidados na Bacia de Campos, apresentam-se as comparações feitas entre as duas bacias hidrográficas.

No eixo Avaliação e Monitoramento Ambiental, a experiência do Programa de Monitoramento Ambiental Regional da Bacia de Campos (PMAR-BC) e do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Campos/ES (PMP-BC/ES) estabeleceu campanhas comparáveis entre empreendimentos, protocolos padronizados para fauna e divulgação de resultados no Sistema de Informação de Monitoramento da Biota (SIMBA). Para a Bacia de Santos, propõe-se um Programa de Monitoramento Ambiental Regional da Bacia de Santos (PMAR-BS) harmonizado com o PMAR-BC, o fortalecimento do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS) com metas de tempo de resposta e a publicação de séries históricas em formatos abertos, assegurando rastreabilidade e avaliação cumulativa (PMAR-BC, 2021; PMP-BC/ES, 2023; SIMBA, 2025; PETROBRAS, 2020–2024; IBAMA, 2018; PMP-BS, 2018).

Em Tecnologias de Mitigação, os instrumentos de licenciamento em Campos consolidaram matrizes de prevenção, detecção e resposta, com testes regulares de prontidão e rastreabilidade de não conformidades. Em Santos, recomenda-se a adoção dos mesmos padrões operacionais, com ênfase nas condições de águas ultraprofundas e maiores distâncias da costa, incorporando lições do acidente com a plataforma *Deepwater Horizon* (DWH), como planejamento por cenários, validação independente e auditorias de desempenho (PETROBRAS, s.d.; IBAMA, 2018; NATIONAL COMMISSION, 2011; PETROBRAS, 2020–2024).

No componente de Capacitação Comunitária, o Programa de Educação Ambiental (PEA), com destaque para o Núcleo de Educação Ambiental da Bacia de Campos (NEA-BC), estruturou formações contínuas junto a comunidades pesqueiras, escolas técnicas e gestores municipais, qualificando a participação social e a aderência às condicionantes. Para Santos, recomenda-se um PEA regional articulado aos cronogramas de perfuração e produção, com trilhas formativas para lideranças locais, devolutivas semestrais dos resultados de monitoramento e comunicação de risco baseada em evidências, integrada ao PMP-BS (IBAMA, 2010; PETROBRAS, 2020–2024).

Quanto à Sustentabilidade a Longo Prazo, a continuidade das séries temporais em Campos permitiu acompanhar tendências ambientais e socioeconômicas e orientar decisões adaptativas. Em Santos, propõem-se metas plurianuais de conservação e indicadores de resultado, vinculando licenças a metas de desempenho e a revisões periódicas dos programas, com publicação de dados que garantam comparabilidade regional (PMAR-BC, 2021; SIMBA, 2025; IBAMA, 2018; PETROBRAS, 2020–2024).

Na dimensão de Legislação e Governança, a coordenação interinstitucional em Campos, com o IBAMA, executores técnicos e comitês de acompanhamento, reduziu a fragmentação entre monitoramentos por ativo e o monitoramento regional. Em Santos, recomenda-se instituir um Comitê Técnico Regional com regimento e calendário definidos, além de auditorias metodológicas anuais, garantindo consistência entre os programas específicos e o PMAR-BS (IBAMA, 2018; PETROBRAS, 2020–2024).

No eixo de Restauração Ambiental, arranjos de medidas compensatórias e de recuperação, alinhados a diagnósticos de impacto e protocolos de fauna, facilitaram a priorização de áreas e o acompanhamento de eficácia na Bacia de Campos. Para Santos, recomenda-se um plano orientado por resultados, com metas quantificáveis, linha de base robusta e verificação independente, articulado ao PMP-BS e ao PMAR-BS (PMP-BC/ES, 2023; PMP-BS, 2018; PETROBRAS, 2020–2024).

Por fim, em Parcerias Estratégicas, a cooperação entre empresas, universidades, institutos de pesquisa, organizações da sociedade civil e prefeituras ampliou a capacidade amostral e a transparência em Campos. Em Santos, a formação de um consórcio técnico-científico regional para executar PMAR-BS e PEA, com cláusulas de dados abertos e foco na formação de recursos humanos locais, tende a acelerar a implementação e a qualidade das evidências (SIMBA, 2025; PETROBRAS, 2020–2024; IBAMA, 2010).

Como síntese, o plano de ação da Bacia de Santos reproduz e adapta mecanismos consolidados na Bacia de Campos: monitoramento regional e costeiro integrados ao SIMBA; tecnologias de mitigação com prontidão verificada; capacitação comunitária contínua; metas plurianuais de sustentabilidade; governança com comitê técnico regional e auditorias; restauração orientada por resultados; e parcerias estratégicas intersetoriais. Esse arranjo reforça comparabilidade, efetividade e transparência, ao mesmo tempo em que responde às

especificidades operacionais e socioambientais da região (PETROBRAS, 2020–2024; PMAR-BC, 2021; PMP-BS, 2018; IBAMA, 2010; IBAMA, 2018; NATIONAL COMMISSION, 2011; SIMBA, 2025).

Tabela 4 - Etapas do Plano de ação em comparação aos elementos práticos por etapa da Bacia de Campos.

Etapa do Plano	Bacia de Campos (referência)
Avaliação e Monitoramento Ambiental	PMAR-BC e PMP-BC/ES integrados; dados no SIMBA (PMAR-BC, 2021; SIMBA, 2025)
Tecnologias de Mitigação	Matrizes de prevenção/detecção/resposta; testes de prontidão (IBAMA, 2018)
Capacitação Comunitária	PEA com NEA-BC e trilhas contínuas (IBAMA, 2010)
Sustentabilidade a Longo Prazo	Séries temporais e priorização de áreas sensíveis (PMAR-BC, 2021)
Legislação e Governança	Coordenação IBAMA; comitês de acompanhamento (PETROBRAS, s.d.)
Restauração Ambiental	Medidas compensatórias e protocolos de fauna (PMP-BC/ES, 2023)
Parcerias Estratégicas	Parcerias com universidades e OSCs; publicação em SIMBA (SIMBA, 2025)

Fonte: O autor (2025).

5.9 MECANISMOS DE REVISÃO CONTÍNUA E AVALIAÇÃO ADAPTATIVA

A consolidação de um plano de ação para a mitigação dos impactos socioambientais oriundos da exploração e produção de petróleo e gás natural na Bacia de Santos, por mais abrangente e bem estruturado que seja em seu desenho inicial, não pode prescindir da incorporação de mecanismos institucionais que assegurem sua revisão contínua e a adaptação dinâmica às mudanças contextuais. A literatura especializada em gestão ambiental e planejamento estratégico reforçam que, em cenários de elevada complexidade ecológica e socioeconômica, como os que caracterizam a Bacia de Santos, a eficácia das intervenções depende diretamente da capacidade de monitorar, avaliar e ajustar sistematicamente as ações implementadas, à luz dos resultados obtidos e das transformações ocorridas no ambiente externo (Lee, 1999; Holling, 1978).

Nesse sentido, propõe-se a adoção de um modelo de avaliação adaptativa, que combine práticas regulares de monitoramento de indicadores de

desempenho com procedimentos formais de revisão periódica do plano de ação. A avaliação adaptativa reconhece que as condições ecológicas, sociais e econômicas são dinâmicas e, portanto, exige flexibilidade e capacidade de aprendizagem institucional contínua. Em termos operacionais, recomenda-se a definição de ciclos de avaliação a cada cinco anos, conduzidos por comissões técnicas independentes compostas por representantes do Conselho Gestor da Bacia de Santos, especialistas acadêmicos, técnicos de órgãos ambientais e representantes da sociedade civil. Essas avaliações devem ser orientadas por um conjunto de indicadores previamente definidos, abrangendo dimensões ambientais (como qualidade da água, biodiversidade, emissão de poluentes), sociais (como acesso a serviços públicos, geração de emprego local, percepção comunitária de qualidade de vida) e econômicas (como distribuição dos royalties, investimentos em inovação e infraestrutura sustentável).

Além da avaliação periódica, é fundamental a criação de mecanismos de ajuste imediato para respostas a situações críticas, como eventos ambientais extremos, acidentes operacionais ou mudanças abruptas no mercado de petróleo e gás. Para isso, o plano de ação deve prever protocolos de emergência e contingência, estabelecendo fluxos decisórios ágeis e responsáveis, que possam reorientar rapidamente prioridades e recursos sempre que necessário. A utilização de tecnologias de monitoramento em tempo real, como sensores ambientais submarinos, satélites de alta resolução e plataformas digitais de transparência de dados, constitui uma ferramenta imprescindível para fortalecer a capacidade de resposta rápida e informada.

Outro aspecto central na proposta de revisão contínua é a garantia da participação social qualificada em todas as etapas do processo. A transparência das informações, o acesso público irrestrito aos relatórios de monitoramento, a realização periódica de audiências públicas e a abertura de consultas públicas digitais são instrumentos que ampliam a legitimidade das ações e fortalecem o controle social sobre os resultados. Ademais, a realização de avaliações participativas, nas quais as comunidades locais e os atores sociais relevantes possam expressar suas percepções, reivindicações e sugestões de melhoria, é essencial para assegurar que o plano de ação se mantenha alinhado às necessidades e expectativas da população diretamente impactada.

O modelo de revisão contínua e avaliação adaptativa, ao contrário de representar um ônus burocrático, configuram-se como um elemento estratégico para a sustentabilidade e a resiliência do plano de ação. Ao incorporar a aprendizagem institucional como princípio de gestão, cria-se a possibilidade de corrigir rumos, evitar a perpetuação de erros, potencializar acertos e, sobretudo, construir um ciclo virtuoso de aprimoramento contínuo das práticas de gestão ambiental e social na Bacia de Santos. Essa abordagem também é coerente com os princípios da gestão adaptativa de recursos naturais, amplamente defendidos por organismos internacionais como a IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) e a UNEP (*United Nations Environment Programme*), e que vêm sendo progressivamente incorporados nas melhores práticas globais de governança ambiental em áreas de alta sensibilidade ecológica.

Em síntese, a efetividade do plano de ação para a mitigação dos impactos da indústria de petróleo e gás na Bacia de Santos não poderá ser garantida apenas por sua estruturação inicial, por mais sólida que seja. A sustentabilidade das iniciativas propostas dependerá da capacidade coletiva de construir um sistema de avaliação adaptativa rigoroso, participativo e dinâmico, capaz de transformar o aprendizado obtido na execução das ações em melhorias contínuas na proteção ambiental, no fortalecimento da equidade social e na promoção de um desenvolvimento econômico verdadeiramente sustentável para a região.

6 CONCLUSÃO

Tendo em vista os argumentos apresentados, destaca-se a importância de abordar de forma proativa e sistemática os impactos ambientais e sociais das atividades de exploração de petróleo e gás natural na região da Bacia de Santos, especialmente no que diz respeito às reservas do pré-sal. A abordagem multifacetada proposta, que engloba avaliação e monitoramento ambiental contínuo, desenvolvimento e implementação de tecnologias de mitigação, capacitação comunitária, medidas de restauração ambiental e estabelecimento de parcerias estratégicas, é fundamental para assegurar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental.

A implementação deste plano requer o compromisso de todos os *stakeholders*, incluindo empresas, governos, comunidades locais, ONGs e instituições acadêmicas. A colaboração e o diálogo entre essas partes são fundamentais para superar desafios e alcançar a sustentabilidade a longo prazo. A ANP fornece dados que ilustram essa contribuição econômica.

A primeira etapa do plano consiste em uma avaliação e monitoramento ambientais contínuos. A utilização de tecnologias avançadas, como sensores submarinos remotos, ROVs e sistemas de monitoramento via satélite, permitirá o rastreamento em tempo real de indicadores-chave, como qualidade da água, biodiversidade marinha e emissões atmosféricas. Este sistema de monitoramento será crucial para a identificação rápida de problemas, possibilitando intervenções imediatas para mitigar os danos.

Paralelamente, o desenvolvimento e a implementação de tecnologias de mitigação serão centrais para o plano. Isso inclui o compromisso com a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas de exploração que sejam ambientalmente sustentáveis. A adoção de técnicas de exploração e produção que minimizem a perturbação ambiental e a poluição, bem como o investimento em tecnologias de CCS, são essenciais para reduzir as emissões de GEE.

A capacitação comunitária também é uma prioridade. A transparência nas operações e a criação de canais de diálogo abertos permitirão que as preocupações e sugestões da comunidade sejam ouvidas e abordadas. Programas de treinamento e educação voltados para a população local fornecerão as habilidades necessárias para a participação direta nas oportunidades de emprego geradas, além de

promover uma consciência ambiental mais ampla, fortalecendo o papel da comunidade na vigilância e na preservação de seu ambiente.

Medidas de restauração ambiental serão implementadas para mitigar os danos causados pelas atividades de exploração. Estas medidas incluirão a recuperação de áreas degradadas, a proteção de habitats sensíveis e a reintrodução de espécies nativas. A restauração ambiental é vital para assegurar que os ecossistemas afetados possam se recuperar e continuar a fornecer serviços ambientais essenciais.

O estabelecimento de parcerias estratégicas entre empresas, governos, ONGs e instituições acadêmicas é crucial para a efetividade do plano. Essas parcerias permitirão a troca de conhecimentos, recursos e tecnologias, facilitando a implementação de soluções inovadoras e eficazes. A colaboração estreita entre todos os *stakeholders* promoverá uma abordagem integrada e coesa para a gestão ambiental e social na região.

Além disso, é imprescindível o compromisso com a inovação e a adaptação contínua das estratégias à luz de novas descobertas e tecnologias. O ambiente dinâmico da exploração de petróleo e gás natural, combinado com as crescentes demandas por práticas sustentáveis, exige uma abordagem ágil que possa responder eficazmente às mudanças nas condições ambientais, regulamentações e expectativas sociais. Reforça-se também a necessidade de monitoramento e revisão contínuos das ações implementadas, permitindo ajustes e melhorias com base em evidências e *feedback*. Este processo de aprendizado e adaptação é vital para o sucesso a longo prazo do plano de ação e para a realização de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável na região da Bacia de Santos.

O sucesso desta iniciativa dependerá da vontade, da inovação e da cooperação de todos os envolvidos, assegurando que os recursos naturais sejam explorados de maneira responsável, proporcionando benefícios duradouros para as gerações presentes e futuras.

Com base nos resultados apresentados e na proposta do plano de ação, recomenda-se a adoção de um roteiro estruturado para sua divulgação, implementação e monitoramento, visando garantir sua efetividade e adesão por parte dos principais atores envolvidos.

A divulgação do plano pode ser iniciada por meio de seminários regionais, audiências públicas e publicação em plataformas digitais de órgãos ambientais e

universidades, com o objetivo de promover a transparência e sensibilizar a população e os setores produtivos. A criação de um portal interativo online, vinculado ao Conselho Regional de Sustentabilidade proposto, permitirá acesso público às etapas do plano, documentos técnicos, indicadores de progresso e canais de participação social.

A implementação das ações deve ocorrer por meio de um cronograma pactuado com os *stakeholders*, distribuindo responsabilidades entre instituições públicas, privadas e a sociedade civil organizada. Recomenda-se a formação de comissões técnicas temáticas para cada fase do plano (monitoramento, mitigação, capacitação, restauração, etc.), coordenadas por um comitê central de governança ambiental. Essas comissões poderão contar com representantes do IBAMA, prefeituras, operadoras de petróleo, universidades e ONGs locais.

No que tange ao monitoramento e avaliação, é essencial instituir um ciclo bianual de revisão com base em indicadores pré-definidos, além de incluir mecanismos de *feedback* comunitário. A aplicação de ferramentas de avaliação participativa, como rodas de diálogo e consultas públicas, permitirá que o plano se mantenha sensível às dinâmicas sociais e ambientais da região.

Contudo, a execução do plano de ação poderá enfrentar desafios estruturais e políticos, como a limitação orçamentária de órgãos públicos, a rotatividade de gestores, e possíveis resistências de empresas à adoção de práticas mais rigorosas de responsabilidade ambiental. Para superar essas barreiras, propõe-se:

- Buscar diversificação de fontes de financiamento, com apoio de agências como FINEP, BNDES, FAPESP e fundos internacionais para mudanças climáticas;
- Estabelecer instrumentos legais e normativos que incorporem partes do plano ao licenciamento ambiental obrigatório;
- Promover campanhas de educação ambiental e diálogo multissetorial, que possam fortalecer o compromisso coletivo com a sustentabilidade da Bacia de Santos.

Por fim, recomenda-se que os resultados deste trabalho sejam encaminhados formalmente às câmaras técnicas do IBAMA, da ANP e dos conselhos municipais de meio ambiente da região costeira analisada. Esta iniciativa não apenas amplia o alcance do plano de ação, mas também reforça o compromisso

ético e social da pesquisa científica aplicada à gestão ambiental do território brasileiro.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Considerando as conclusões obtidas e a necessidade de transformar as propostas delineadas em ações concretas, torna-se imprescindível a definição de uma estratégia de implementação estruturada, capaz de orientar a operacionalização do plano de ação na Bacia de Santos. O primeiro passo para sua efetiva execução consiste na elaboração de um documento técnico consolidado, que apresente de forma sistemática todos os componentes do plano, seus objetivos específicos, os indicadores de desempenho estabelecidos, os responsáveis por cada ação e o cronograma de execução previsto. Esse documento deverá ser redigido em linguagem técnica acessível e ser validado por especialistas em gestão ambiental, economia dos recursos naturais e direito ambiental, assegurando sua robustez jurídica, científica e operacional.

Uma vez consolidado o plano, a fase subsequente será sua ampla divulgação entre todos os *stakeholders* envolvidos, o que requer a realização de seminários, fóruns e workshops regionais destinados à apresentação detalhada do plano de ação. Esses eventos deverão contar com a participação ativa de representantes do setor público, da indústria petrolífera, de organizações da sociedade civil, de comunidades locais e da academia. A metodologia a ser empregada nesses encontros deve priorizar a transparência, a escuta ativa e a construção de consensos, de modo a fomentar o engajamento dos diferentes atores e assegurar a adesão às diretrizes propostas. Além dos eventos presenciais, recomenda-se a disponibilização do plano em plataformas digitais interativas, com acesso público, permitindo a consulta ampla e a coleta de sugestões e críticas construtivas.

Paralelamente à divulgação, deverá ser estabelecido um Comitê Executivo de Implementação do Plano de Ação, composto por representantes paritários dos diversos setores sociais, econômicos e ambientais envolvidos. Esse Comitê terá como atribuições principais a coordenação das ações previstas, a mobilização de recursos financeiros, a articulação interinstitucional e o monitoramento contínuo do progresso das iniciativas. A criação de grupos de

trabalho temáticos dentro do Comitê, voltados para áreas específicas como monitoramento ambiental, desenvolvimento tecnológico, capacitação comunitária e restauração ecológica, permitirá uma gestão mais eficiente e especializada das diferentes frentes de atuação.

O monitoramento do plano de ação será realizado por meio de um sistema de indicadores de desempenho previamente pactuados entre os *stakeholders*, abrangendo dimensões ambientais, sociais e econômicas. Esses indicadores deverão ser mensurados de forma periódica, com a publicação de relatórios de acompanhamento semestrais e anuais, acessíveis ao público e auditados por organismos independentes. A utilização de tecnologias de ponta para a coleta e análise de dados, como sensores ambientais remotos, sistemas de georreferenciamento e inteligência artificial, potencializará a precisão e a tempestividade das informações, permitindo intervenções rápidas em caso de desvios ou emergências.

No entanto, é fundamental reconhecer que a implementação do plano de ação enfrentará desafios significativos, que precisam ser antecipados e estrategicamente abordados. Entre os principais obstáculos previstos, destacam-se a resistência de setores econômicos tradicionais a mudanças nos processos produtivos, a volatilidade dos preços internacionais do petróleo, a escassez de recursos públicos para investimento em conservação ambiental e a possível instabilidade política e regulatória. Para mitigar esses riscos, recomenda-se a adoção de estratégias de gestão adaptativa, baseadas em processos de aprendizado contínuo, revisão periódica dos objetivos e flexibilidade na alocação de recursos. A construção de alianças estratégicas com organismos multilaterais de financiamento ambiental, a criação de incentivos econômicos para práticas sustentáveis e a promoção de campanhas de sensibilização pública sobre a importância da sustentabilidade na indústria de petróleo e gás são medidas essenciais para enfrentar essas dificuldades.

Ademais, torna-se necessário fortalecer a capacitação técnica e institucional dos atores locais, especialmente os representantes de comunidades tradicionais e organizações da sociedade civil, assegurando que tenham condições efetivas de participar dos processos decisórios e de monitorar a execução do plano. Programas de formação continuada, cursos de curta duração, oficinas práticas e

intercâmbios com experiências nacionais e internacionais de gestão ambiental participativa são instrumentos que devem ser mobilizados para esse fim.

Finalmente, recomenda-se que, desde o início da implementação, seja estabelecida uma agenda de revisão estratégica do plano de ação, com marcos quinquenais para avaliação abrangente dos resultados obtidos, identificação de novas demandas e reorientação das estratégias. Essa prática de avaliação periódica e adaptativa é essencial para assegurar a resiliência e a longevidade das iniciativas, garantindo que o plano de ação permaneça relevante, eficaz e alinhado às transformações contínuas do contexto ambiental, econômico e social da Bacia de Santos.

Validação e aprofundamento diagnóstico antes da fase de implementação operacional plena, reconhece-se como etapa fundamental a condução da pesquisa de campo com stakeholders originalmente planejada. A realização das entrevistas semiestruturadas com comunidades locais, lideranças, técnicos ambientais e representantes da indústria é crucial para:

- Validar a factibilidade e a prioridade das ações propostas no plano.
- Aprofundar o diagnóstico sobre a efetividade percebida dos programas mitigação existentes, complementando a análise documental aqui realizada.
- Incorporar perspectivas locais e ajustar o plano às necessidades e dinâmicas sociais específicas, garantindo maior adesão e legitimidade.

Este passo, não executado no escopo temporal desta dissertação, é considerado pré-requisito essencial para a fase seguinte de implementação detalhada e constitui o primeiro trabalho futuro recomendado. Esta adição teria fechado o ciclo metodológico, reconhecido a limitação, e posicionado a coleta de dados primários não como uma falta, mas como o próximo passo lógico e indispensável na evolução da pesquisa em direção à ação.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

ALMEIDA, J. C. **Avaliação da biodegradação do petróleo com microalgas em águas marinhas contaminadas por petróleo**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **American Petroleum Institute**. Washington, DC: API, 2025. Disponível em: <https://www.api.org/>. Acesso em: 6 jan. 2025.

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. São Paulo: Papyrus, 2013.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14724**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

BELL, J. **Doing your research project**: a guide for first-time researchers in education and social science. Philadelphia: Open University Press, 1989.

BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice-Hall, 2002.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Brasília, DF: ANP, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br>. Acesso em: 1 fev. 2022.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 1 jul. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 8 jul. 2023.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Guia de monitoramento da biota marinha**. Brasília, DF: IBAMA, 2018. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/petroleo-e-gas/diretrizes/2018-11-01-ibama-guia_de_monitoramento_da_biota_marinha_outubro.pdf. Acesso em: 15 jun. 2025.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Programas de educação ambiental no licenciamento ambiental federal**: diretrizes para elaboração, execução e divulgação. Brasília, DF: IBAMA, 2010. (Nota Técnica nº 05/2010 – CGPEG/DILIC). Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/./5-2010-01-nota-tecnica-programas-de-educacao-ambiental.pdf>. Acesso em: 12 out. 2025.

BRASIL. Ministério do Turismo. **Ecoturismo**: orientações básicas. Brasília: Ministério do Turismo, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Conduta consciente em ambientes reficiais**: manual para multiplicadores da campanha. Brasília, DF: MMA; ICMBio, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/doceano/publicacoes/conduta-consciente>. Acesso em: 4 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Página inicial**. Brasília, DF: MMA, [2022]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 1 jul. 2022.

BUOSI, M. E. S. **Estudo de correlação e causalidade entre o desempenho financeiro e de eficiência no combate às emissões de gases de efeito estufa das empresas do mercado de capitais brasileiro**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CINTRA, M. A. L. C. **Petróleo, gás natural e capacidade institucional para o desenvolvimento**: o caso da agência nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis (ANP). 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

DA SILVA MENDES, M. G. A. *et al.* Materiais adsorventes empregados na desidratação do gás natural na região do pré-sal. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - SERGIPE**, Aracaju, v. 7, n. 2, p. 11-11, 2022.

DIÁRIO DO LITORAL. **Santos recebe mais de 221 mil turistas e registra ocupação de 80% nos hotéis**. Santos, 2024. Disponível em: <https://www.diariodolitoral.com.br/cotidiano/santos-recebe-mais-de-221-mil-turistas- e-registra-ocupacao-de-80-nos/173941/>. Acesso em: 8 set. 2025.

DIAS, R. A. **Impactos da substituição de equipamentos na conservação de energia**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 1999.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: NUPAUB/USP, 2008.

ELLIOT, D. **Energy, society, and environment**. Londres: Routledge, 2003.

ELLIOT, L. B.; FOSTER, S.; STINSON, M. A qualitative study of teachers' acceptance of a speech-to-text transcription system in high school and college classrooms. **Journal of Special Education Technology**, Califórnia, v. 18, n. 3, p. 45-59, 2003.

FERREIRA, L. M. *et al.* Um estudo de caso dos Impactos e Desastres Ambientais da Implantação da Refinaria de Petróleo ao longo do litoral de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 736-759, jul./set. 2019.

GASPAR, N. M. Organização política de populações tradicionais costeiras frente à indústria petrolífera: caiçaras, quilombolas e indígenas do litoral sudeste do Brasil e a exploração do petróleo da camada pré-sal. *In*: REUNIÃO BRASILEIRA DE ANTROPOLOGIA, 31., 2018, Brasília. **Anais** [...]. Brasília, DF: ABA, 2018.

GODOY, L. R. C.; LEUZINGER, M. D. O financiamento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação no Brasil: características e tendências. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília, v. 52, n. 206, p. 223-243, abr./jun. 2019.

GOMRI. GULF OF MEXICO RESEARCH INITIATIVE. **Gulf of Mexico Research Initiative**. Disponível em: <https://gulfresearchinitiative.org/>. Acesso em: 3 nov. 2025.

GONÇALVES, A.; GRANZIERA, M. L. M. (org.). **Petróleo, gás e meio ambiente**. Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2012.

HENKELS, C. **Identificação de aspectos e impactos ambientais**: proposta de método de aplicação. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

HINRICHS, R. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Disponível em: <http://www.revistadomeioambiente.org.br/>. Acesso em: 1 out. 2021.

HOLLING, C. S. (ed.). **Adaptive environmental assessment and management**. Chichester: John Wiley & Sons, 1978.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. **O setor de óleo e gás brasileiro em um contexto de emissões líquidas nulas (Net Zero Emissions)**. Rio de Janeiro: IBP, 2022. Disponível em: <https://portal.ibp.org.br/publicacoes/o-setor-de-oleo-e-gas-brasileiro-em-um-contexto-de-emissoes-liquidas-nulas-net-zero-emissions/>. Acesso em: 3 nov. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Portal IBGE**. Rio de Janeiro: IBGE, [2025]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 1 jan. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 14001: 2015: environmental management systems: requirements with guidance for use**. Geneva: ISO, 2015. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/60857.html>. Acesso em: 13 mar. 2025.

JUNKER, R. R. *et al.* Ödenwinkel: an Alpine platform for observational and experimental research on the emergence of multidiversity and ecosystem complexity. **Web Ecology**, Goettingen , v. 20, n. 2, p. 95-106, 2020.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

LEE, K. N. Appraising adaptive management. **Conservation Ecology**, Wolfville , v. 3, n. 2, art. 3, 1999. Disponível em: <https://www.ecologyandsociety.org/vol3/iss2/art3/>. Acesso em: 3 out. 2025.

LIMMER, F. C. O licenciamento ambiental da indústria petrolífera. **Revista Brasileira de Direito do Petróleo, Gás e Energia**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 225- 242, 2018.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

MAPBIOMAS. **Coleção 8 da Série Histórica de Mapas Anuais de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. São Paulo: MapBiomias, 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 17 jan. 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTINS, L. C. *et al.* Air pollution and emergency room visits due to chronic lower respiratory diseases in the elderly: an ecological time-series study in Sao Paulo, Brazil. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, Philadelphia , v. 44, n. 7, p. 622-627, 2002.

MARTINS, S. S. *et al.* Produção de petróleo e impactos ambientais: algumas considerações. **Holos**, Natal, v. 6, p. 55-68, 2015.

MATO, R. R.; MUFURUKI, T. S. Noise pollution associated with the operation of the dar es salaam international airport. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, Oxford, v. 4, n. 2, p. 81-89, 1999.

MENEZES, G. C. **Meio ambiente e sociedade**: análises, diálogos e conflitos ambientais. Org. Neide Kazue Sakugawa Shinohara. Campina Grande: Editora Amplla, 2022.

MILLER, T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2007.

MINAS GERAIS (Estado). Governo do Estado. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Itacolomi**. Belo Horizonte: IEF, 2021.

MINAS GERAIS (Estado). Instituto Estadual de Florestas. **Página inicial**. Belo Horizonte: IEF, [2022]. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/>. Acesso em: 1 jul. 2022.

MINAS GERAIS (Estado). Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Página inicial**. Belo Horizonte: SEMAD, [2022]. Disponível em: <http://www.semad.mg.gov.br>. Acesso em: 1 jun. 2022.

NASCIMENTO, N. **Tendências tecnológicas e cursos na área de óleo e gás**. Guaratinguetá: UNESP, 2022. Disponível em: <https://www.feg.unesp.br/#!/pesquisa/programa-prh-anp-fapesp/mapadoconhecimento/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

NATIONAL COMMISSION ON THE BP DEEPWATER HORIZON OIL SPILL AND OFFSHORE DRILLING. **Deepwater**: the gulf oil disaster and the future of offshore drilling: report to the president. Washington, DC: GPO, 2011. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/GPO-OILCOMMISSION/pdf/GPO-OILCOMMISSION.pdf>. Acesso em: 16 set. 2025.

NORONHA, I. R.; FERREIRA, M. I. P.; PINTO, A. E. M. Riscos e danos ambientais associados às atividades da cadeia produtiva do petróleo: instrumentos de comando e controle para mitigação dos impactos de vazamentos de óleo. **Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 596-613, jan./mar. 2018.

OSTROM, E. **Governing the commons**: the evolution of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PETROBRAS. **Portal do Sistema de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA)**. Rio de Janeiro: Petrobras. Disponível em: <https://simba.petrobras.com.br/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

PETROBRAS. **Pré-sal**: uma nova fronteira. Rio de Janeiro: Petrobras, [2021]. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/minisite/presal/pt/uma-nova-fronteira/>. Acesso em: 1 nov. 2021.

PETROPET. **Você conhece as principais bacias sedimentares brasileiras?** Niterói: UFF, [2025]. Disponível em: <https://petropet.uff.br/voce-conhece-as-principais-bacias-sedimentares/>. Acesso em: 12 set. 2025.

PIQUET, R. (org.). **Mar de riqueza, terras de contrastes**: o petróleo no Brasil. Rio de Janeiro: Mauad, 2011.

PITTERI, S. T. V. **Competências territoriais para o desenvolvimento**: uma análise sobre a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS). São Caetano do Sul: USCS, 2012.

REIS, L.; FADIGAS, E.; CARVALHO, C. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.

RIMA/ETAPA 3. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental da Bacia de Santos, Polo Pré-Sal Etapa 3**. Disponível em: <https://www.comunicabaciadesantos.com.br>. Acesso em: 1 jun. 2022.

RINKEVICH, B. Rebuilding coral reefs: does active reef restoration lead to sustainable reefs? **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Oxford, v. 7, p. 28–36, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.018>. Acesso em: 2 dez. 2025.

RISTINEN, R. A.; KRAUSHAAR, J. **Energy and environment**. Nova York: John Wiley, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Agência Metropolitana da Baixada Santista. **Plano Diretor de Turismo da Baixada Santista**. Santos: AGEM, 2002.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Portal da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente**. São Paulo: SIMA, [2022]. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: 1 jul. 2022.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL. **International principles and standards for the practice of ecological restoration**. 2. ed. Washington, DC: SER, 2019. Disponível em: <https://www.ser.org/page/serstandards>. Acesso em: 3 nov. 2025.

SILVA, A. R.; MELLO, J. S. Viabilidade de políticas públicas no sistema nacional das unidades de conservação da natureza - SNUC (LEI Nº 9.985/2000). **Revista Processus de Políticas Públicas e Desenvolvimento Social**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 71-107, nov. 2019.

SPALDING, M. D. *et al.* Mapping the global value and distribution of coral reef tourism. **Marine Policy**, Oxford, v. 82, p. 104-113, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.014>. Acesso em: 12 fev. 2025.

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). **Energy units and calculators explained**. Washington, DC: EIA, 2024. Disponível em: <https://www.eia.gov/energyexplained/units-and-calculators/>. Acesso em: 26 nov. 2025.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. **Paris Agreement**. Paris: UNFCCC, 2015. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf. Acesso em: 3 nov. 2025.

UNITED NATIONS (UN). **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: UN, 2015. Disponível em: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em: 3 nov. 2025.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos: citação e referência**: ABNT. São Paulo: UNESP, 2020. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1auB4wt9daF8I25Q5A57rkVQG_3o94VBi/view. Acesso em: 7 nov. 2023.

WEARING, S.; NEIL, J. **Ecoturismo**: impactos, potencialidades e possibilidades. Barueri: Manole, 2001.

WOLSON, R. **Energy environment and climate**. Nova York: W. W. Norton Company, 2008.

WWF. **Living Planet Report 2020**: bending the curve of biodiversity loss. Gland, Switzerland: WWF, 2020. Disponível em: <https://www.worldwildlife.org/publications/living-planet-report-2020>. Acesso em: 3 nov. 2025.

DADOS CURRICULARES

IDENTIFICAÇÃO	
	FELIPE PACHECO OLIVEIRA 21/09/1984
Nacionalidade	brasileira
Nome em citações bibliográficas:	Oliveira, Felipe Pacheco Oliveira, F. P.
Currículo Lattes	URL http://lattes.cnpq.br/0146368346098312
ORCID	URL https://orcid.org/0009-0001-9829-6801
FORMAÇÃO ACADÊMICA	
2004/2009	Bacharel em Turismo - Graduação Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP
2011/2014	MBA em Gestão Internacional de Negócios - Pós-graduação Instituto Mauá de Tecnologia
PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS CIENTÍFICOS	
<p>Participação da Comissão Organizadora do VII Workshop da Pós-Graduação em Engenharia, realizado pela Faculdade de Engenharia e Ciências Câmpus de Guaratinguetá (UNESP). 04-05.10, 2023.</p> <p>V Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (CONEPETRO), 17-19.04, 2024, (Aracaju/SE). Análise de cenário sobre a mitigação e impactos ambientais na região da Bacia de Santos: enfoque nas atividades de petróleo e gás natural do pré-sal. 2024. (Apresentação e banner).</p> <p><i>DGMK/ÖGEW SPRING CONFERENCE 2025 - SUBSURFACE INNOVATIONS AND INSIGHTS - GUARANTORS FOR A SUSTAINABLE ENERGY LANDSCAPE</i>, (Papenburg, Alemanha). <i>Strategy proposal for mitigating environmental impacts in Pre-salt deep drilling activities: a comprehensive approach focused in Brazil</i>. 07-08.05, 2025. (Apresentação e banner).</p>	