



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Mônica Dias Corrêa da Silva

Gestão Ambiental na Zona Costeira Fluminense: avaliação do potencial de resiliência ambiental e da potencialidade de serviços ecossistêmicos da Baía de Ilha Grande (BIG)

Rio de Janeiro

2023

Mônica Dias Corrêa da Silva

Gestão Ambiental na Zona Costeira Fluminense: avaliação do potencial de resiliência ambiental e da potencialidade de serviços ecossistêmicos da Baía de Ilha Grande (BIG)



Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Aluísio de Oliveira Mattos

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Bastos Pereira

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

S586 Silva, Mônica Dias Corrêa da.
Gestão ambiental na zona costeira fluminense: avaliação do potencial de resiliência ambiental e da potencialidade de serviços ecossistêmicos da Baía de Ilha Grande (BIG) / Mônica Dias Corrêa da Silva. – 2023.
215 f.

Orientador: Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos.
Coorientador: Marcos Bastos Pereira.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Poluição - Teses. 3. Impacto ambiental - Avaliação - Teses. 4. Resiliência (Ecologia) - Teses. 5. Grande, Ilha, Baía da (RJ) - Teses. I. Mattos, Ubirajara Aluizio de Oliveira. II. Pereira, Marcos Bastos. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia. IV. Título.

CDU 504.5

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.



Rio de Janeiro, 05 de fevereiro de 2024

Assinatura

Data

Mônica Dias Corrêa da Silva

Gestão Ambiental na Zona Costeira Fluminense: avaliação do potencial de resiliência ambiental e da potencialidade de serviços ecossistêmicos da Baía de Ilha Grande (BIG)

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovado em 10 de novembro de 2023.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br UBIRAJARA ALUÍZIO DE OLIVEIRA MATTOS
Data: 28/11/2023 20:20:01-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos (Orientador)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ



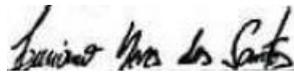
Prof. Dr. Marcos Bastos Pereira (Coorientador)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ



Prof. Dr. André Salomão
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ



Prof. Dr. Régis Pinto de Lima
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio



Professora Dr. Luciano Neves dos Santos
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)



Prof. Dr. Mauro Sergio Pavão
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
Rio de Janeiro

2023

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais por todo amor, dedicação e exemplo de vida; a minha filha por ser a luz e o propósito de tudo; ao meu marido por ser meu grande amor e parceiro nessa existência; aos meus sobrinhos por serem minha alegria; as minhas irmãs de sangue (Cátia e Marcia) e de alma (Claudia) por estarem sempre por perto; aos meus animais por me completarem; ao MAR por ser a fonte de tudo.

Resiliência

É passar por momentos difíceis e não perder a fé, é entender que tudo tem o seu tempo e nada acontece por acaso.

É tirar lições de tudo, é entender que Deus está no controle de todas as coisas.

É orar e confiar que tudo vai melhorar, porque Ele nunca falha.

Resiliência é resistir e persistir nesse caminho...

AGRADECIMENTOS

A Deus pela incrível oportunidade de estar aqui novamente, por me acolher e me orientar nesse caminho, por estar sempre presente em minha vida e nas minhas escolhas. Por me tornar como eu sou, bióloga, apaixonada e defensora de todas as formas de vida.

A Espiritualidade que me acompanha e me orienta, que me ajuda nos momentos bons e nos momentos nem tão bons. Obrigada por minha Fé, por cada abraço e cada orientação.

Ao **MAR**... por tudo. A Baía de Ilha Grande por mais de 27 anos de uma convivência cheia de amor.

Aos meus pais pela vida, pelo suporte, pelo amor e dedicação. Por me fazerem buscar sempre o melhor, por me amparar nessa caminhada, por serem os melhores para minha vida, por tudo. Meu pai obrigada por sua coragem e minha mãe obrigada por sua fé! Sempre vou levar vocês na minha alma.

As minhas irmãs, Cátia e Marcia, pela companhia e amor de toda uma vida, aos meus sobrinhos amados por cada gargalhada e abraço gostoso. Cátia de Souza obrigada por ser minha maior defesa na vida. Marcia de Souza obrigada de coração pela revisão dessa tese, obrigada por parar tudo para me ajudar. Amo vcs!!!!

A minha amiga querida, irmã de alma Claudia Rosas por seu amor e carinho incondicionais por mim.

Ao meu Amor André Luís por ser meu pilar, meu companheiro, meu amante, melhor amigo nessa vida e nas outras que já tivemos. Você é sem dúvida a melhor escolha da minha vida. Obrigada por nunca deixar eu desistir, por me mostrar a cada dia como sou especial e por aceitar cada um dos mil animais que eu resolvo salvar. Obrigada pela vida que temos. Te amo!

A minha filha Camilla Dias por me escolher como sua mãe, por ser a luz da minha existência, por me mostrar caminhos e opiniões, por cada dia juntas e por cada viagem maravilhosa. Você é a minha maior realização, minha vida. Te amo infinitamente.

Aos meus animais, todos eles, os que já partiram e os que estão comigo, por me fazerem feliz.

Ao meu orientador Prof. Ubirajara Mattos por me aceitar como orientanda, por cada ensinamento e palavra de apoio. Por me introduzir no mundo dos mapas conceituais que se tornaram uma grande ferramenta de trabalho e uma paixão.

Ao meu coorientador e amigo Marcos Bastos por me tirar da zona de conforto, pela confiança e parceria de trabalho, por contribuir tanto para o meu crescimento profissional. Por

cada ensinamento e orientação. Não foi fácil chegar até aqui. Obrigada por sua amizade, por cada oportunidade, por toda confiança e por sempre me incentivar a buscar o meu melhor.

A minha primeira orientadora Profa. Lucia Carvalheira. Obrigada de coração por me aceitar, por me acolher na Oceanografia, pelos primeiros e valiosos ensinamentos. Não teria chegado até aqui sem a sua presença em minha vida. Tenho um carinho enorme por você.

A Marcella Zicari uma das pessoas mais fiéis que eu conheço, obrigada por estar sempre pronta a me ajudar, por seu carinho enorme e parceria. Por todas nossas conversas e desabafos. Você tem um lugar especial no meu coração.

A Vanessa Magalhães por sua amizade, nossos papos, companheirismo e carinho. Quem diria que nos tornaríamos amigas...

Aos meus estagiários mais que especiais. Vitória Alcantara, Maria Eduarda Vicentin, Bárbara Rosas, Januário Campos, Letícia Costa obrigada pelo carinho de sempre, por me escutarem e entenderem minha ausência nessa fase final da tese.

A minha equipe do Programa Tartaruga Viva, Naira Tessaro, Nathalia Tye, Felipe Miguel, Renato Veloso, pela parceria imensa, pelo carinho, por estarem sempre prontos a me ouvir. Obrigada pelas nossas loucuras. Salvamos vidas e é isso que gostamos de fazer. Porque sim toda vida importa!!!

A minha equipe do Núcleo de pesca, Guilherme Carriço, Bernardo Cruz, Bruna Ribeiro, Mariana. Obrigada pelo trabalho incrível que desenvolvemos nesse projeto. Deus sempre coloca pessoas de bom coração juntas para fazerem a diferença, tenho certeza disso.

A minha equipe do Laboratório de maricultura, Juan, Anastácia, Jonas, Gabriel meu agradecimento pelo carinho, paciência e competência com que vocês tocam o nosso projeto. Juan obrigada por cada papo e por cada apoio nesse tempo de tese.

A Faculdade de Oceanografia, minha casa há 27 anos, meu profundo agradecimento por uma vida profissional construída e aprimorada nesse 4º andar em especial ao Prof. Alessandro, Gisele, D.Marly, João, Sr. Jorge e Sr. Damião.

A UNIMAR por se tornar essa casa especial que abriga tanto conhecimento e oportunidades. Ao Vagner e Thaise por sua amizade, carinho e papos tão especiais. Obrigada de coração! Sr. Nivaldo obrigada por cada bom dia cheio de carinho!

Ao Programa de pós graduação em Engenharia Ambiental pelo acolhimento, ensinamentos e evolução profissional nesses 4 anos de doutorado.

A FAPERJ pela bolsa concedida.

Por fim minha eterna gratidão a todos que, direta ou indiretamente, apoiaram o desenvolvimento desse trabalho e a minha formação profissional.

RESUMO

SILVA, Mônica Dias Corrêa da. **Gestão ambiental na zona costeira fluminense**: avaliação do potencial de resiliência ambiental e da potencialidade de serviços ecossistêmicos da Baía de Ilha Grande (BIG). 2023. 215 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A Baía de Ilha Grande é considerada oficialmente um *hotspot* de biodiversidade marinha no litoral brasileiro, sendo caracterizada pelo seu *status* de preservação de ecossistemas marinhos costeiros, com destaque para manguezais, restingas, costões rochosos e praias. A evolução das ameaças ao ecossistema da Baía da Ilha Grande é evidenciada e documentada em uma gama de publicações. Entre essas ameaças, destacam-se a presença de um terminal de transferência e armazenamento de petróleo e derivados (TEBIG), duas usinas nucleares (Angra I e Angra II) e um estaleiro, além de uma crescente ocupação humana na linha de costa. A Baía em questão, apesar dos diversos desafios ambientais, apresenta potencial resiliência ecológica frente aos desafios de manutenção ambiental existentes. O presente estudo buscou gerar um roteiro para avaliar o potencial de resiliência ecológica para zonas costeiras que permitam contribuir em processos de gestão ecossistêmica costeira e aplicá-lo na Baía de Ilha Grande, caracterizando seu estado de saúde e resistência ambiental, diante das diversas pressões ecossistêmicas que vem sofrendo ao longo de décadas de uso. A metodologia aplicada consistiu em duas abordagens principais: o desenvolvimento do roteiro para avaliar o potencial de resiliência em zonas costeiras e a sua aplicação na Baía de Ilha Grande. O roteiro consiste em seis etapas, a saber: levantamento de características históricas da região e fontes de pressão; levantamento de indicadores primários e secundários; geração de alertas ambientais; construção de cenários crescentes impactos ambientais e proposição de estratégias para enfrentamento. A caracterização de biodiversidade resultou em alertas ambientais para peixes recifais, porcentagem de impossex em gastrópodes, saúde de corais e diferença de pressão parcial de CO₂, ligado diretamente a acidificação dos oceanos, e disponibilidades de microplásticos na coluna d'água. Diante da análise da matriz de aspectos e impactos, suas relações com a qualidade ambiental da Baía de Ilha Grande e os apontamentos feitos sobre a resiliência, foram construídos 3 cenários de desenvolvimento que abordam crescimentos das fontes de pressão ecossistêmica e quebras de barreiras de proteção. O primeiro cenário ilustra a atual característica da Baía, como sistema com potencial de resiliência, que persiste em serviços ecossistêmicos e biodiversidade marinha, apesar das inúmeras forças ambientais. O segundo cenário aponta para o crescimento das Fontes de Pressão para a Baía de Ilha Grande, mas ainda com a existência das barreiras/defesas no sistema. No terceiro cenário a Baía de Ilha Grande enfrentaria uma série de desafios. A inexistência das barreiras e defesas no sistema, juntamente com o crescimento das forças de pressão ambiental, levaria à destruição de seus ecossistemas e à perda significativa de biodiversidade. Conforme as fontes de pressão levantadas, alertas ambientais gerados e cenários construídos, a região necessita de estratégias de gestão ambiental abrangentes e sustentáveis, a curto e longo prazo, que fortaleçam e acrescentem barreiras para manutenção da resiliência local.

Palavras-chave: Impactos ambientais; Zona costeira fluminense; Avaliação de resiliência; Caracterização ambiental.

ABSTRACT

SILVA, Mônica Dias Corrêa da. **Environmental management in the fluminense coastal zone**: assessment of the potential for environmental resilience and the potential for ecosystem services in Ilha Grande Bay (BIG). 2023. 215 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Ilha Grande Bay is officially considered a hotspot of marine biodiversity on the Brazilian coast, and is characterized by its status of preserving coastal marine ecosystems, with emphasis on mangroves, restingas, rocky shores and beaches. The evolution of threats to the Ilha Grande Bay ecosystem is highlighted and documented in a range of publications. Among these threats, the presence of an oil and oil derivatives transfer and storage terminal (TEBIG), two nuclear plants (Angra I and Angra II) and a shipyard stand out, in addition to a growing human occupation on the coastline. The Bay in question, despite the various environmental challenges, presents potential ecological resilience in the face of existing environmental maintenance challenges. The present study sought to generate a roadmap to evaluate the potential of ecological resilience for coastal areas that allow contributing to coastal ecosystem management processes and applying it in Ilha Grande Bay, characterizing its state of health and environmental resistance, in the face of various ecosystem pressures. which has suffered over decades of use. The methodology applied consisted of two main approaches: the development of the roadmap to assess the resilience potential in coastal areas and its application in Ilha Grande Bay. The itinerary consists of six stages, namely: survey of the region's historical characteristics and sources of pressure; survey of primary and secondary indicators; generation of environmental alerts; construction of scenarios of increasing environmental impacts and proposing strategies to combat them. The biodiversity characterization resulted in environmental alerts for reef fish, impossex percentage in gastropods, coral health and difference in CO₂ partial pressure, directly linked to ocean acidification, and availability of microplastics in the water column. Based on the analysis of the matrix of aspects and impacts, their relationships with the environmental quality of Ilha Grande Bay and the notes made on resilience, 3 development scenarios were constructed that address growth in sources of ecosystem pressure and breakdowns of protection barriers. The first scenario illustrates the current characteristics of the Bay, as a system with potential for resilience, which persists in ecosystem services and marine biodiversity, despite numerous environmental forces. The second scenario points to the growth of Pressure Sources for Ilha Grande Bay, but still with the existence of barriers/defenses in the system. In the third scenario, Ilha Grande Bay would face a series of challenges. The lack of barriers and defenses in the system, together with the growth of environmental pressure forces, would lead to the destruction of its ecosystems and the significant loss of biodiversity. Depending on the sources of pressure raised, environmental alerts generated and scenarios constructed, the region needs comprehensive and sustainable environmental management strategies, in the short and long term, that strengthen and add barriers to maintaining local resilience.

Keywords: Environmental impacts; Rio de Janeiro coastal zone; Resilience assessment; Environmental characterization.

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

BIG	Baía da Ilha Grande
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ELETRONUCLEAR	Eletronuclear
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FAPERJ	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
FEMAR	Fundação de Estudos do Mar
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FIPERJ	Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro
HPAs	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
KEPPEL	Keppel Corporation
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
MMA	Ministério do Meio Ambiente
pH	Potencial hidrogeniônico
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RIMA	Relatório de impacto ambiental
TEBIG	Terminal Aquaviário de Angra dos Reis
TRANPETRO	Petrobras Transporte S.A.
UC	Unidade de conservação
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
ZEEC	Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos impactos	43
Tabela 2. Magnitude dos impactos	44
Tabela 3. Classificação dos impactos	44
Tabela 4. Proporção total / corais não saudáveis.....	90
Tabela 5. Polígono de distribuição de cetáceos. Figura 37. Estimativa populacional na área amostrada (polígono de estudo).....	95
Tabela 6. Estimativa de abundância do boto-cinza na área de estudo.....	95
Tabela 7 – Planilha de aspectos e impactos – Estaleiro	103
Tabela 8 - Planilha de aspectos e impactos – Usinas Nucleares	107
Tabela 9 - Planilha de aspectos e impactos – Terminal de petróleo (TEBIG)	110
Tabela 10 - Planilha de aspectos e impactos – Porto de Angra dos Reis	113
Tabela 11- Planilha de aspectos e impactos – Terminal de petróleo (TEBIG)	115
Tabela 12 – Planilha de aspectos e impactos ambientais - Desenvolvimento urbano – Área costeira.....	118
Tabela 13- Planilha de aspectos e impactos ambientais – Maricultura	122
Tabela 14 - Planilha de aspectos e impactos ambientais – Atividade pesqueira.....	124
Tabela 15 – Gradiente de pontuações geradas no cruzamento dos aspectos e impactos ambientais.....	126
Tabela 16 - Matriz de impactos ambientais – Desenvolvimento urbano – Referência Atual	128
Tabela 17 - Matriz de impactos ambientais –Terminal Petrolífero de Angra dos Reis (TEBIG) – Referência Atual	135
Tabela 18– Matriz de impactos ambientais –Estaleiro Angra dos Reis – Referência Atual ..	141
Tabela 19– Matriz de impactos ambientais – Porto de Angra dos Reis – Referência Atual..	147
Tabela 20 – Matriz de impactos ambientais – Atividade Pesqueira – Referência Atual.....	152
Tabela 21– Matriz de impactos ambientais –Usinas Nucleares– Referência Atual.....	156
Tabela 22 - Matriz de impactos ambientais – Atividade Pesqueira – Referência Atual	161
Tabela 23 - Matriz de impactos ambientais – Maricultura– Referência Atual.....	165
18 - Tabela 10. Demanda bioquímica de oxigênio.....	215

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de abordagens metodológicas.....	21
Figura 2. Mapa conceitual metodológico desenvolvido.....	23
Figura 3. Localização da Baía de Ilha Grande.....	25
Figura 4. Estações de coleta de indicadores primários, ano de 2018/2019.....	28
Figura 5. Estações de coleta de indicadores primários, ano de 2021.....	29
Figura 6. Esquema representativo da geração de notas para os indicadores ambientais. Adaptado de RADAR BIG 2050.....	35
Figura 7. Roteiro resultante para avaliação de resiliência ambiental.....	37
Figura 8. Resiliência do quê? contra quê?.....	38
Figura 9. Mapa conceitual da caracterização histórica para roteiro de resiliência.....	40
Figura 10. Mapa conceitual da caracterização ambiental para roteiro de resiliência.....	41
Figura 11. Mapa conceitual – Desenvolvimento histórico de pressões ecossistêmicas na Baía de Ilha Grande.....	47
Figura 12. Serviços ecossistêmicos descritos para Baía de Ilha Grande.....	48
Figura 13. Mapa conceitual - Usos ecossistêmicos atuais na Baía de Ilha Grande.....	49
Figura 14. Localização do Estaleiro BrasFELS na Baía de Ilha Grande.....	50
Figura 15. Estaleiro BRASFELS.....	51
Figura 16. Usinas nucleares Angra I e Angra II em funcionamento e Angra III em construção.....	53
Figura 17. Localização das Usinas Nucleares de Angra dos Reis.....	53
Figura 18. Local de descarga de água de resfriamento, Piraquara de Fora, Angra dos Reis. ..	55
Figura 19. Localização do Terminal Aquaviário de Angra dos Reis – TEBIG.....	57
Figura 20. Terminal Aquaviário de Angra dos Reis. A. Área principal, área de tancagem e gerência. B. Área de serviços auxiliares. Píeres de atracação e área de tancagem de derivados.....	58
Figura 21. Óleo aderido ao substrato rochoso na Baía de Ilha Grande, em virtude do vazamento de óleo de agosto de 2000.....	59
Figura 22. Pontos com óleo aderido em substratos consolidados em virtude do vazamento de óleo de março de 2015.....	60
Figura 23. Óleo aderido ao substrato rochoso em toque duplo.....	62
Figura 24. Eficácia do método de limpeza dos substratos rochosos.....	63

Figura 25. Operações de transbordo no Terminal Aquaviário de Angra dos Reis.....	64
Figura 26 .Porto de Angra dos Reis.....	66
Figura 27. Marina Bracui – Angra dos Reis, RJ.....	67
Figura 28. Adensamento populacional em Angra dos Reis, RJ.	68
Figura 29.População residente, em n° de habitantes nos municípios da Zona Costeira da Baía da Ilha Grande (Mangaratiba, Angra dos Reis e Paraty).	69
Figura 30.Cais do Abraão, porta de entrada da Ilha Grande.	74
Figura 31.Coral sol. <i>Tubastrea</i> sp.	77
Figura 32. Fazenda marinha localizada na Praia de Jaconema, face norte da Ilha Grande, município de Angra dos Reis, RJ.	81
Figura 33. Área de proteção ambiental integral da Estação Ecológica de Tamoios.	85
Figura 34.Riqueza de espécies de macroalgas e invertebrados de substrato consolidado nas estações de amostragem. 2018 todas as estações, 2021 estações 7, 8, 9, 12, 13, 16,17 e 18. ..	89
Figura 35.Branqueamento em corais, Figuras ilustrativas	90
Figura 36.Número de táxons de macrobentos registrados no substrato inconsolidado das estações de amostragem.....	91
Tabela 5. Polígono de distribuição de cetáceos. Figura 37. Estimativa populacional na área amostrada (polígono de estudo).....	95
Figura 38.Alertas ambientais resultantes (RADAR BIG 2050)	99
Figura 39 – Representação das barreiras/defesas do sistema da Baía de Ilha Grande.	173
Figura 40 – Cenário 1 – Cenário atual da Baía de Ilha Grande.....	174
Figura 41- Cenário 2 – Crescimento de fontes de pressão – Manutenção de barreiras.....	176
Figura 42 - Cenário 3 – Crescimento de fontes de pressão –Inexistência de barreiras	179

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 – OBJETIVOS	21
2 – ABORDAGEM METODOLÓGICA	21
2.1. <i>Desenvolvimento do roteiro de resiliência para zonas costeiras</i>	23
2.2. <i>Aplicação do roteiro de resiliência na Baía de Ilha Grande</i>	24
2.2.1– <i>Área de estudo - Baía de Ilha Grande</i>	24
2.2.2 <i>Indicadores secundários</i>	27
2.2.3. <i>Indicadores primários</i>	27
2.2.2.2.1. <i>Levantamento de peixes recifais</i>	30
2.2.2.2.2. <i>Bentos de Substrato Consolidado</i>	30
2.2.2.2.3. <i>Macrofauna bentônica de substrato não-consolidado</i>	30
2.2.2.2.4. <i>Zooplâncton</i>	30
2.2.2.2.5. <i>Fitoplâncton</i>	31
2.2.2.2.6 - <i>Microplásticos</i>	31
2.2.2.2.7 - <i>Poluentes em tecido vivo– Metais e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPAs</i>	32
2.2.2.2.8. <i>Impossex</i>	32
2.2.2.2.9 – <i>Distribuição de cetáceos e quelônios</i>	33
2.2.2.2.10. <i>Diferença da pressão parcial de CO2</i>	34
2.2.2.2.11. <i>Demanda bioquímica de oxigênio – DBO</i>	34
2.2.2.2.12. <i>Descarga de sedimentos e nutrientes</i>	34
2.2.3. <i>Compilação e análise dos dados</i>	34
2.2.4. <i>Cenários de crescimento e desenvolvimento e proposição de estratégias</i>	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3.1. – DESENVOLVIMENTO DO ROTEIRO DE RESILIÊNCIA PARA ZONAS COSTEIRAS	37
3.1.1 - <i>Descrição das etapas do roteiro de resiliência construído para zonas costeiras</i> ...	39
3.1.1.1 - <i>Definição de uma questão central</i>	39
3.1.1.2 - <i>Definição dos limites a serem adotados.</i>	39
3.1.1.3. <i>Caracterizações histórica</i>	39

3.1.1.4 - <i>Caracterização Ambiental</i>	40
3.1.1.5 - <i>Criação de cenários de crescimento e desenvolvimento futuro</i>	41
3.1.1.6. <i>Proposição de estratégias</i>	44
3.2. APLICAÇÃO DO ROTEIRO DE RESILIÊNCIA NA BAÍA DE ILHA GRANDE.....	45
3.2.1. <i>Definição da questão central para Baía de Ilha Grande</i>	45
3.2.2. <i>Definição dos limites a serem adotados para Baía de Ilha Grande.</i>	45
3.2.3. <i>Caracterização histórica e fontes de pressão ambiental na Baía de Ilha Grande</i> ..	45
3.2.3.1. <i>Descrição das fontes de pressão ecossistêmica</i>	49
A. Estaleiro BrasFELS	49
B. Usinas Nucleares	52
C. Terminal de Angra dos Reis – TEBIG.....	56
D. Operação <i>Ship to Ship</i>	63
E – Porto de Angra dos Reis.....	64
F – Outras fontes potencialmente poluidoras por óleo	66
G. Desenvolvimento urbano.....	67
H. Turismo.....	73
I. Espécies exóticas	75
J. Maricultura e Pesca	78
3.2.3.2 – A contrapartida - Unidades de Conservação.....	82
3.2.4 - <i>Caracterização Ambiental na Baía de Ilha Grande</i>	86
3.2.4.1 - Parâmetros ambientais	86
3.2.4.2 - Levantamento de peixes recifais.....	87
3.2.4.3 - Bentos de Substrato Consolidado (infralitoral).....	88
3.2.4.4 - Macrofauna bentônica de substrato não-consolidado.....	91
3.2.4.5 - Zooplâncton.....	92
3.2.4.6 – Fitoplâncton.....	92
3.2.4.7 – Microplásticos.....	92
3.2.4.8 - Poluentes em tecido animal.....	93
3.2.4.9 –Impossex.....	94
3.2.4.10 - Distribuição de cetáceos equelônios.....	95
3.2.4.11. Diferença da pressão parcial de CO ₂	97
3.2.4.12. Demanda biológica de oxigênio – DBO	97

3.2.4.13. Descarga de sedimentos e nutrientes.....	98
3.2.4.14. Alertas ambientais resultantes.....	98
<i>3.2.5. Cenários - Planilhas de aspectos ambientais - Baía de Ilha Grande.</i>	<i>102</i>
3.2.5.1. Planilha de aspectos ambientais – Referência Estaleiro.....	102
3.2.5.2. Planilha de aspectos ambientais - Referência Usinas Nucleares	106
3.2.5.3. Planilha de aspectos ambientais – Referência Terminal de Angra dos Reis (TEBIG)	108
3.2.5.4. Planilha de aspectos ambientais -Referência Porto de Angra dos Reis	112
3.2.5.5 – Planilha de aspectos ambientais - Fontes secundárias de contaminação por óleo - Referencia Marinas, clubes náuticos e postos de abastecimento	115
3.2.5.6. Planilha de aspectos ambientais – Referência Desenvolvimento urbano	117
3.2.5.7 - Planilha de aspectos ambientais – Referência Maricultura	121
3.2.5.8 – Planilha de aspectos ambientais -Referência Atividade pesqueira.....	123
<i>3.2.6 – Cenários - Matriz de impacto para fontes de pressão</i>	<i>125</i>
3.2.6.1 – Matriz de impacto – Desenvolvimento urbano.....	126
3.2.6.2 – Matriz de impacto – Terminal Petrolífero de Angra dos Reis (TEBIG)	134
3.2.6.3 – Matriz de impacto – Estaleiro - Angra dos Reis.....	140
3.2.6.4 – Matriz de impacto – Porto de Angra dos Reis.....	146
3.2.6.5 – Matriz de impacto – Atividade pesqueira	151
3.2.6.6 – Matriz de impacto – Usinas Nucleares	155
3.2.6.7 – Matriz de impacto – Fontes secundárias de poluição óleo.....	160
3.2.6.8 – Matriz de impacto – Maricultura.....	164
3.2.6.9 – Matriz de impacto – relação aspectos e principais impactos	168
<i>5.2.7. Avaliação de cenários</i>	<i>171</i>
3.2.7.1- Cenário 1 – Atual	173
3.2.7.2- Cenário 2 – Crescimento de fontes de pressão – Manutenção de barreiras	175
3.2.7.3 - Cenário 3 – Crescimento de fontes de pressão –Inexistência de barreiras..	178
<i>3.2.8 - Proposição de estratégias para a Baía de Ilha Grande.....</i>	<i>181</i>
CONCLUSAO	184
REFERÊNCIAS.....	185
ANEXO A	198

INTRODUÇÃO

A zona costeira é indubitavelmente um dos principais e mais complexos sistemas a serem estudados em função de toda dinâmica que o envolve, além de sua importância pautada na interação do espaço em que acontece a atuação do ambiente terrestre e marinho. Devido a sua diversidade geológica e geomorfológica, bem como os elementos bióticos e abióticos que compõem essa zona, refletem a fragilidade natural destes ambientes (DAWKINS, 2001, SOUZA, 2022).

Se caracteriza por uma faixa de território que compreende as terras litorâneas e as águas do mar mais rasas, espaços de influência mútua, de grande importância ecológica por serem os ambientes onde se aloja a base da cadeia alimentar marinha, sendo um canal de expansão econômica ligada aos diversos usos deste ecossistema (CUNHA, 2012). No Estado do Rio de Janeiro, compreende aproximadamente 1.160 km de linha de costa (contorno litorâneo do território continental), abrangendo 33 municípios e 40,1% do território fluminense, onde vive cerca de 83% da população, constituindo uma área de expressiva relevância econômica. O litoral fluminense é caracterizado por uma significativa diversidade de ambientes, com três grandes baías – Baía da Guanabara, Baía de Sepetiba e Baía da Ilha Grande, 614 ilhas marinhas e diversas lagoas costeiras, destacando-se, em dimensão, a Lagoa de Araruama e a Lagoa Feia (INEA, 2015; FAO, 2018).

A Baía de Ilha Grande, objeto deste estudo, é considerada oficialmente um *hotspot* de biodiversidade marinha no litoral brasileiro, sendo caracterizada pelo seu status de preservação de ecossistemas naturais marinhos costeiros com destaque para manguezais, restingas, costões rochosos e praias. Uma marcante característica é o elevado número de ilhas, ilhotas e lages, totalizando 189 ambientes insulares, incluindo a Ilha Grande, a maior ilha do Estado do Rio de Janeiro e a terceira do Brasil. Esta Baía apresenta uma diversidade de espécies que se deve às condições geográficas, hidrográficas e oceanográficas da região, aliadas a fatores como diversidade e conectividade dos sistemas costeiros, aporte de matéria orgânica proveniente de rios e variação de fatores oceanográficos físicos e químicos (BRANDINI *et al.*, 1997; CORRÊA-SILVA, 2000, CORRÊA-SILVA, 2003; BASTOS & CALLADO, 2009, CORRÊA-SILVA, 2021).

A evolução das ameaças ao ecossistema da Baía da Ilha Grande é evidenciada e documentada em uma série de publicações (CORRÊA-SILVA, 2000, CORRÊA-SILVA, 2003, FAO, 2008; BASTOS & CALLADO 2009, INEA 2015, UERJ/TRANSPETRO, 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015; ROCHA *et al.*, 2016, FAO, 2018, CORRÊA-SILVA *et al.*,

2021). Entre essas ameaças, destacam-se um terminal de transferência e armazenamento de petróleo e derivados (TEBIG), duas usinas nucleares (Angra I e Angra II) e um estaleiro, um porto, além de uma crescente ocupação imobiliária da linha de costa. Nesta Baía, devido ao intenso uso ecossistêmico, programas de gestão ambiental que sejam capazes de fomentar ações de avaliação e controle da saúde ambiental, bem como avaliação de impactos gerados são ainda escassos, sendo cada vez mais necessários.

A Baía em questão, apesar dos diversos desafios ambientais, apresenta potencial resiliência ecológica frente aos desafios de manutenção ambiental existentes. Diversos estudos apontam para uma biodiversidade na região que resiste apesar dos crescentes usos desordenados do ecossistema (CREED *et al.* 2007, CORRÊA-SILVA 1999, CORRÊA-SILVA 2003, UERJ/TRANSPETRO, 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015, BASTOS *et al.*, 2018, CORRÊA-SILVA *et al.*, 2021).

A Palavra resiliência origina-se do latim, *resílio*, *re* + *salio*, que significa “ser elástico”. Em 1807, surgiu no cenário científico moderno, compondo o vocabulário da Física e da Engenharia. Nas ciências humanas, onde o termo vem sendo bastante aplicado, a resiliência representa a capacidade de um indivíduo construir-se positivamente face às adversidades. (SREMIN, 2012).

WREATHALL (2006, apud FRANKENFELD & MATTOS, 2019) define “resiliência como uma capacidade da organização (sistema) em manter ou recuperar rapidamente um estado estável, permitindo a continuação das operações na presença contínua de tensões significativas”. Já WEIK & SUTCLIFFE (2007, apud FRANKENFELD & MATTOS, 2019) afirmam que a resiliência se define pela capacidade de um sistema absorver tensões e preservar a funcionalidade apesar das adversidades; se recuperar depois de um evento e aprender e crescer com os episódios prévios. Para ambos autores, resiliência é a capacidade de se recuperar dos erros e de lidar com as surpresas do momento. Podemos definir sistemas resilientes como sistemas que possuem a capacidade de voltar para o estado inicial, após um evento que os tenha abalado, sem gerar consequências severas para o universo em que estão inseridos. Sistemas resilientes são mais seguros e produtivos porque sua capacidade de absorver os estresses os mantém operando (FRANKENFELD & MATTOS, 2019)

No âmbito da ecologia, o termo resiliência surgiu na década de 1970, como contraponto ao paradigma da estabilidade ecológica (HOLLING, 1973), desenvolvendo-se nas décadas seguintes em um corpo teórico robusto, estabelecendo-se como paradigma central da ecologia de ecossistemas (O’NEILL, 2001). A partir do trabalho de HOLLING (1973), os estudos sobre a dimensão ecológica da resiliência ganharam amplo espaço em perspectiva de duas faces

principais: resistência e recuperação. Ao resistir, os sistemas ecológicos passam por distúrbios sem que suas estruturas sejam alteradas, ao se recuperar, assumem uma velocidade de retorno à estrutura original após o choque (FOLKE *et al.*, 2005). A teoria da resiliência oferece a visão da sustentabilidade e abraça a mudança como uma característica básica da maneira como os sistemas funcionam e se desenvolvem, sendo especialmente apropriado em momentos em que as mudanças são uma característica proeminente (PRADO, *et al.*, 2015).

Atualmente a resiliência natural ou ecológica é definida como a capacidade que um ecossistema tem de absorver distúrbios, readaptar-se e persistir funcionando dentro de determinado domínio de estabilidade. (DEMANGE, 2016).

A resiliência é determinada em função do tempo que o sistema demora para recuperar os seus serviços diante de distúrbios ambientais. Quanto mais longo é o período de recuperação menor é a resiliência do ecossistema, podendo chegar, sem ações de controle e reparação, a um ambiente sem recuperação. O tempo de recuperação de um ecossistema é diretamente proporcional a estabilidade do ecossistema, quanto mais resiliente mais estável é o ecossistema (CRESPÍ *et al.*, 2001) garantindo a manutenção de diversos serviços ecossistêmicos. Definem-se como serviços ecossistêmicos o fluxo de material, energia e informação de “estoques” naturais que combinadas com atividades humanas e manufaturadas, produzem bens para o bem-estar humano (CONSTANZA *et. al.*, 1997).

Segundo MEA (2003) dentre os vinte e quatro serviços ecossistêmicos, avaliados mundialmente, quinze estão sendo degradados ou usados de forma insustentável. É vital para a manutenção econômica das localidades litorâneas, a implantação de processos de gestão integrada dos serviços ecossistêmicos, para que o uso dos mesmos aconteça com planejamento e valorização do meio ambiente, incluindo os usos tradicionais da população; o manejo adequado dos recursos naturais e o desenvolvimento econômico.

Dentro desta linha de gestão integrada de ambientes resilientes, se insere a ferramenta RADAR BIG 2050, que consiste em uma plataforma de monitoramento de indicadores a longo prazo, permitindo avaliar a saúde ambiental da Baía da Ilha Grande. O Radar é um dos mecanismos que compõem a Iniciativa BIG 2050 (www.big2050.org.br), que tem por objetivo promover a Gestão Integrada de Ecossistemas na Baía da Ilha Grande baseada em incentivo, induzindo o surgimento de soluções colaborativas, tanto para o monitoramento, quanto para a valorização ou recuperação dos bens ou serviços ecossistêmicos, visando à saúde ambiental da região. Esta é uma ferramenta de gestão ambiental baseada em indicadores de qualidade ecossistêmica na Baía de Ilha Grande no qual a presente proposta de tese está inserida.

O Radar está conceitualizado em três abordagens teóricas (RADAR BIG 2050, Documento Descritivo e Resultados do 1º Ciclo, 2016). Análise hierárquica de processos (SAATY, 1990), abordagem DPSIR - *Drivers-Pressures-State-Impact-Response*, cuja abordagem busca integrar as relações entre a sociedade e o meio ambiente em um modelo sistêmico de causa-efeito, de modo que: os desenvolvimentos (*Drivers*) sociais e econômicos exerçam pressão (*Pressure*) sobre o meio ambiente e, como consequência, o estado do ambiente (*State*) sofra alterações, levando a impactos (*Impact*), para a saúde humana e os ecossistemas, podendo requerer uma resposta (*Response*) social capaz de agir sobre os *drivers*, as pressões, o estado ou sobre os impactos diretamente, e abordagem de Serviços Ecossistêmicos baseado no Millennium Ecosystem Assessment, 2003. A partir desta base conceitual, o Radar da BIG é estruturado contendo 11 níveis de avaliação que geram notas de 0 a 1 para o estado de saúde ambiental da Baía de Ilha Grande - BIG. Saúde BIG é o nível mais elevado da estrutura, cuja nota representará o status de Saúde da BIG como um todo em termos de qualidade de Serviços Ecossistêmicos. As notas dos indicadores de estado são classificadas em classes previamente estabelecidas por especialistas em cada área de conhecimento, e explicitadas em protocolos específicos para cada indicador. Todos os aspectos sobre integração dos dados obtidos e informações do RADAR BIG 2050 estão materializados no protótipo denominado SISMO (Sistema de Monitoramento) e que serão incorporados no trabalho de pesquisa.

A tese utilizou indicadores de monitoramento ambiental na Baía de Ilha Grande, permitindo uma integração de indicadores bióticos e abióticos de grande robustez (fauna, flora marinha bem como indicadores de poluentes disponíveis na coluna d'água), até então com poucas abordagens na literatura científica, na avaliação do estado de saúde ambiental da Baía de Ilha Grande. Destacam-se os indicadores utilizados para avaliar a saúde ambiental (peixes recifais, bentos de substrato consolidado e inconsolidado, imossex em gastópodes, zooplâncton e fitoplâncton, microlixoplástico, metais pesados, poluentes orgânicos persistentes, hidrocarbonetos, pressão de CO₂, demanda biológica de oxigênio e descarga de sedimentos e nutrientes).

O presente estudo se alinha as diversas políticas públicas globais dirigidas ao fortalecimento da economia azul através de avaliações da resiliência nos diversos ecossistemas marinhos e no presente caso a Baía da Ilha Grande, buscando avaliar o potencial da resiliência ecológica da Baía de Ilha Grande, diante das diversas pressões ambientais que vem sofrendo ao longo dos anos de uso. Construir cenários de resiliência ambiental diante de crescentes impactos ambientais que sejam capazes de prospectar o futuro do ambiente em diversas realidades de uso, apontar estratégias de enfrentamento (respostas a curto prazo),—e estratégias adaptativas

(respostas a longo prazo) aos desafios ambientais, possíveis soluções aos problemas ambientais levantados e gerar um modelo de avaliação de resiliência ecológica capaz de subsidiar os processos de gestão e remediação ambiental e ser utilizado como referência para outras regiões costeiras.

De acordo com as análises dos parâmetros bióticos e abióticos, os alertas obtidos e a modelagem dos cenários de uso do ambiente, foi possível validar a hipótese de que a Baía de Ilha Grande é um ambiente com potencial resiliência ecológica apesar das diversas pressões ambientais, que vem sofrendo com o crescimento e uso econômico de seus ecossistemas, e que o modelo de avaliação é uma ferramenta aplicável para processos de gestão ambiental.

1 – Objetivos

Objetivo geral

Avaliar o potencial de resiliência ambiental e a potencialidade de serviços ecossistêmicos da Baía de Ilha Grande (BIG).

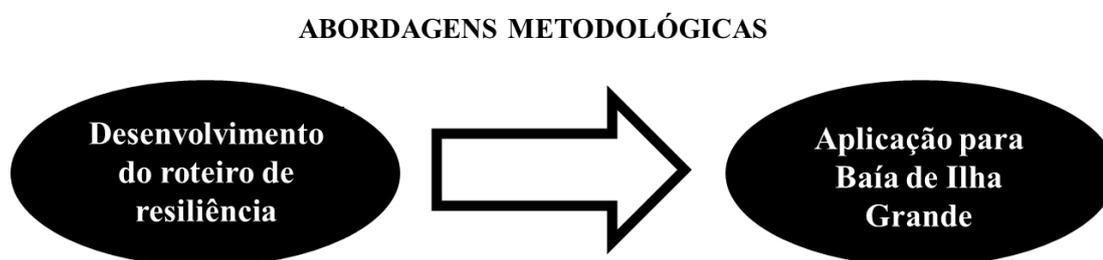
Objetivos específicos

- Desenvolver um roteiro de avaliação de resiliência para zonas costeiras;
- Aplicar o roteiro desenvolvido na Baía de Ilha Grande;
- Caracterizar o desenvolvimento histórico e de pressões ecossistêmicas da BIG;
- Caracterizar o estado de saúde ambiental da BIG, através de indicadores abióticos e bióticos;
- Gerar alertas ambientais para os ecossistemas da BIG;
- Estimar cenários de resiliência ambiental considerando estabilidade ecossistêmica até a deterioração total ecossistêmica;
- Apontar estratégias de enfrentamento aos problemas ambientais levantados.

2 – Abordagem metodológica

A metodologia aplicada consistiu em duas fases (abordagens) principais (Figura 1). O desenvolvimento do roteiro de resiliência e a aplicação do mesmo para Baía de Ilha Grande.

Figura 1. Esquema de abordagens metodológicas



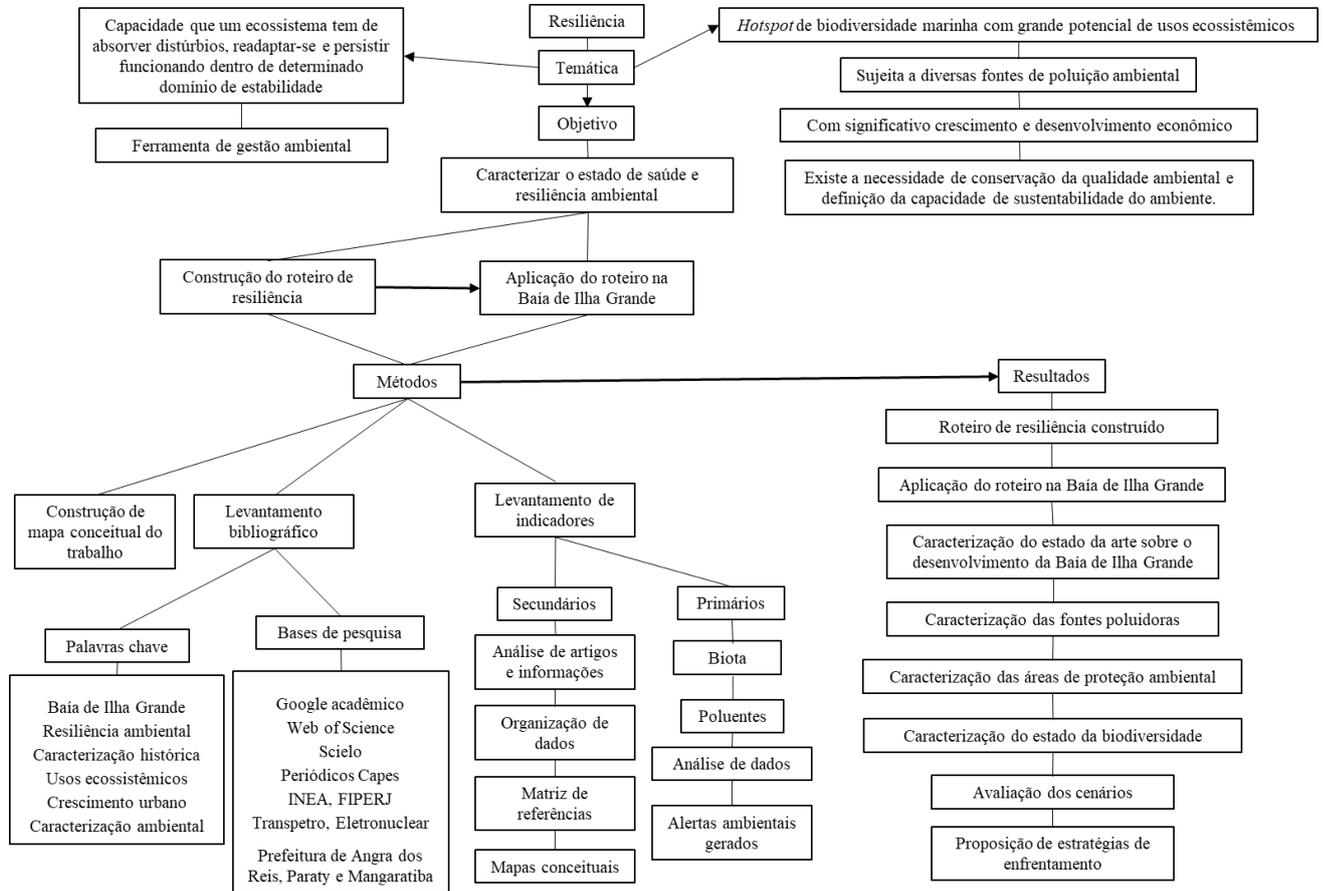
Fonte: A autora, 2023.

O roteiro de resiliência foi desenvolvido através de levantamentos bibliográficos e análises de dados de campo. A aplicação do roteiro, contou com o levantamento bibliográfico e de indicadores secundários e aquisição de indicadores primários de qualidade ambiental.

O primeiro passo para construção do roteiro de avaliação de resiliência, consistiu na confecção de um mapa conceitual, como forma de representação gráfica sobre o tema e sua aplicação, os conteúdos foram expressos de maneira sucinta e de fácil visualização. (Figura 2). Mapas conceituais vêm sendo usados como uma importante ferramenta de agrupamento de ideias e dados. Segundo TAVARES (2007) o mapa conceitual é uma estrutura esquemática para representar um conjunto de conceitos imersos numa rede de proposições. Ele pode ser entendido como uma representação visual utilizada para partilhar significados, apresentando a informação através de uma rede hierárquica. MOREIRA (1986) destaca que na organização e na análise do conteúdo, mapas conceituais podem ser traçados e aproveitados em diversas frentes. São úteis para focalizar a atenção de quem organiza o conteúdo, na abordagem de conceitos e no planejamento de atividades.

2. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Figura 2. Mapa conceitual metodológico desenvolvido



Fonte: A autora, 2023.

2.1. Desenvolvimento do roteiro de resiliência para zonas costeiras

A metodologia para construção de um roteiro de avaliação da resiliência focado em zonas costeiras foi baseada no método proposta pela Resilience Alliance, uma rede de pesquisa composta por cientistas e profissionais de diferentes disciplinas, que trabalham para desenvolver e aplicar os conceitos da resiliência (www.resalliance.org) e no trabalho de Robert Buschbacher, *et al.* 2016. Este autor desenvolveu uma metodologia de avaliação de resiliência baseada no manual anual de Avaliação da Resiliência para Profissionais (Resilience Alliance, 2007). Esta metodologia leva em consideração e adota como passos fundamentais para a abordagem de resiliência, os conceitos de questões-chave e limites do sistema, a história do sistema. Além disso, usa a história como a base para a definição dos principais causadores de mudança e interações entre diferentes escalas.

Para a construção do roteiro de resiliência, e posterior aplicação para Baía de Ilha Grande,

foram realizados levantamentos bibliográficos nas bases Google Acadêmico, Web of Science, Scielo, Periódico Capes, portais de informação das prefeituras e a base de dados do Instituto Estadual do Ambiente INEA, ELETROBRAS, TRANSPETRO, IBAMA, SISBIO.

Foram utilizados os descritores, Baía de Ilha Grande, Resiliência ambiental, Resiliência ecológica, Caracterização histórica, Uso ecossistêmico, Crescimento populacional, Fontes de poluição, Impactos ambientais, Maricultura, TEBIG, Usinas Nucleares, Estaleiro, crescimento populacional, destinação de resíduos, coleta de lixo, saneamento básico. Nesse processo, os descritores tinham combinações lógicas (*and, or, not*), com o objetivo de delimitar e precisar a bibliografia selecionada. Foram levantadas bibliografias que permitissem a construção de um panorama de desenvolvimento e usos ecossistêmicos da BIG, que relacionassem conceitos fundamentais sobre resiliência e roteiro de resiliência ecológica, dando suporte a construção de um roteiro para elaboração de um modelo de avaliação da resiliência ambiental.

As informações obtidas sobre os materiais levantados seguiu um esquema de avaliação inicial dos resumos, verificando a adequação dos mesmos ao presente estudo. Caso o enquadramento fosse verificado, o mesmo era incorporado seguindo avaliação na qual eram destacadas as informações referentes ao Título, ano e fonte de publicação e temática. Esses dados subsidiaram a construção de uma Matriz de Referência e de mapas conceituais como ferramentas de norteamento e desenvolvimento do estudo.

2.2. Aplicação do roteiro de resiliência na Baía de Ilha Grande

A partir do desenvolvimento do roteiro de resiliência, foi realizada a aplicação do mesmo para Baía de Ilha Grande.

Seguindo o protocolo definido no roteiro, foram obtidos dados de características históricas da região e fontes de pressão ecossistêmica através de levantamento bibliográficos e análises de dados obtidos. Foram obtidos também dados de indicadores secundários e primários de qualidade ambiental e parâmetros abióticos na Baía de Ilha Grande.

2.2.1–Área de estudo - Baía de Ilha Grande

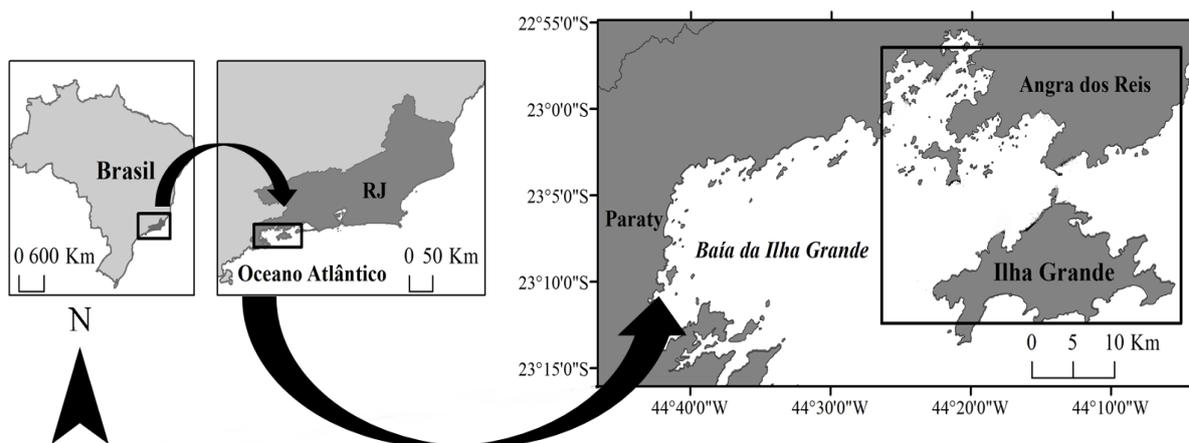
A Baía de Ilha Grande, com aproximadamente 1000 Km², está localizada ao sul do estado do Rio de Janeiro, entre as latitudes 22°50'S e 23°20'S e longitudes 44°45'W e 44°00'W. Esta baía está inserida no Zoneamento Ecológico econômico Costeiro (ZEEC), como setor costeiro RH-1, abrangendo os municípios de Paraty, Angra dos Reis e o trecho costeiro correspondente ao Distrito de Conceição de Jacareí, a oeste do Município de Mangaratiba, com

faixa marinha que engloba as doze milhas náuticas do mar territorial (INEA, 2015).

A zona costeira da Baía da Ilha Grande, é marcada por uma linha de costa bastante irregular e acidentada, com presença constante de costões e áreas abrigadas como enseadas, baías e sacos (BIZERRIL E COSTA, 2001). Em termos fisiográficos, essa baía consiste em dois corpos d'água separados por uma constricção formada entre o continente e a Ilha Grande (Figura 3), apresentando-se como um sistema estuarino parcialmente misturado com o oceano através dos extremos leste e oeste da Ilha. Uma marcante característica é o elevado número de ilhas, ilhotes e lages, totalizando 189 unidades, incluindo a Ilha Grande, a maior ilha do Estado do Rio de Janeiro e a terceira do Brasil (CORRÊA-SILVA, 2000, CORRÊA-SILVA, 2003, Bastos, 2006; Bastos & Callado, 2009;UERJ/TRANSPETRO, 2015).

A Ilha Grande constitui um dos maciços costeiros associados à vertente atlântica da Serra do Mar. Apresenta quatro segmentos topográficos caracterizados como encostas íngremes, com afloramentos rochosos frequentes formando picos, paredões e costões no litoral.

Figura 3. Localização da Baía de Ilha Grande



Fonte: A autora, 2023.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é tropical quente e úmido, sem estação seca com forte influência da maritimidade (SOARES, 2006). Apresenta temperaturas que variam de 20,2°C em julho a 26,4°C em junho. A Serra do Mar constitui um importante barreira geográfica, interpondo-se à trajetória de sistemas frontais e linhas de instabilidade (DAVIS & NAGHETTINI, 2001). A ação sinérgica destes fatores resulta em índices de pluviosidade que, eventualmente, superam a marca de 2.000 mm/ano. Ainda, de acordo com SOARES *et al.* (2014), a distribuição espacial da precipitação anual, sazonal e mensal mostra-se fortemente influenciada pela topografia e pela pequena distância do litoral.

A influência das montanhas faz com que o regime de ventos se caracterize por baixas velocidades, gerando uma alta frequência de calmarias (mais de 74%, segundo MMA/IBAMA, 2006). Os ventos nesta região sopram predominantemente de Leste. Os ventos de sul-sudoeste trazidos por frentes frias tornam o mar revolto nos locais não protegidos, com mais frequência nos períodos da tarde. (SOARES, 2006). A Baía possui uma profundidade média de cerca de 20 m. (MAHIQUES, 1987) e a salinidade no local fica em torno de 35,0 ao norte e de 35,5 na porção mais ao sul (UERJ/TRANSPETRO 2015). A reconhecida entrada de águas frias na Baía de Ilha Grande é oriunda da ressurgência costeira da Água Central do Atlântico Sul resultando no enriquecimento de nutrientes com influência sobre a riqueza, Diversidade e abundância dos organismos (CREED, *et al.* 2007, KJERFVE *et al.* 2021).

Segundo dados obtidos nos estudos realizados por SIGNORINI (1989), os principais mecanismos identificados atuando na circulação das águas foram: oscilações de maré, ventos, correntes de convecção e gradientes de densidade. Outra forte influência no local é da corrente do Brasil, que carrega águas superiores a 25 °C, bem como a ocorrência sazonal da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na camada abaixo dessa profundidade.

Quanto a profundidade média na baía, a porção Oeste tem as menores profundidades - inferiores a 10 metros, as profundidades médias são superiores a 20 metros, e as máximas ocorrem no canal em torno 40 metros. Na porção leste, as profundidades médias variam entre 10 e 25 metros. O Canal Central é a porção mais profunda da baía com profundidades alcançando 55 m em regiões isoladas (MAHIQUES, 1987; DIAS *et al.*, 1990; PEREIRA, 2006, LUSTOSA, 2021).

A porção oeste da Baía é favorecida pela entrada de água oceânicas, o que a torna mais salina (LUSTOSA, 2021). Salinidades superficiais foram registradas variando de 27 a 37, contrastando com valores entre 32 e 38, encontrados junto ao fundo. As salinidades mais baixas nas camadas superficiais se justificariam pela influência da drenagem do continente, e pelos altos índices de precipitação característicos do verão, gerando aportes significativos de água doce, principalmente nas zonas mais costeiras. As maiores salinidades nas camadas de fundo derivam da influência das águas de plataforma nas camadas de subsuperfície (CREED *et al.*, 2007) Quanto a distribuição horizontal das salinidades superficiais e de fundo, a literatura aponta para um aumento nos valores de leste a oeste, refletindo a maior drenagem de águas continentais a leste. No eixo zonal, a drenagem continental costeira gera salinidades ligeiramente menores nas porções internas da baía, quando comparadas aos setores com maior comunicação com o oceano. Há registro da formação de frentes salinas, próximo aos canais de comunicação com o oceano (MIRANDA *et al.* 1977, INEA, 2015).

Aproximadamente 72 % dos setores terrestre e marinho da Baía da Ilha Grande são constituídos por Unidades de Conservação (UC) da natureza, incluindo UCs de uso sustentável e de proteção integral (INEA,2015). A Baía de Ilha Grande abriga onze unidades de conservação: um Parque Nacional, uma Estação Ecológica (federal), duas Reservas Biológicas (estaduais), uma Reserva Ecológica e dois Parques Estaduais, sendo um deles marinho, três Áreas de Proteção Ambiental (uma federal, uma estadual e uma municipal) e uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (BASTOS & CALLADO, 2009). O turismo, a pesca artesanal e a maricultura são atividades econômicas, desenvolvidas nesta região (BASTOS, 2005). Os ecossistemas a serem avaliados no presente trabalho, estão presentes na Região Hidrográfica I do estado do Rio de Janeiro, instituída pela Resolução Conselho Estadual de Recursos Hídricos n. 107 de 22 de maio de 2013 (ZEEC,2015), sendo subdividida nas sub-bacias: bacias contribuintes à baía de Paraty, bacia do rio Mambucaba, bacias contribuintes à enseada de Bracuí, bacia do Bracuí, bacias contribuintes à bacia da Ribeira, bacias da Ilha Grande e bacia do rio Conceição de Jacareí.

2.2.2 Indicadores secundários

Para levantamento de indicadores secundários, foram obtidos dados através de levantamentos bibliográficos já descritos.

Os dados secundários foram utilizados para caracterização histórica de desenvolvimento dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e parte do município de Mangaratiba, e fontes de pressão ecossistêmicas, priorizando dados sobre a instalação dos empreendimentos e crescimento no uso dos ecossistemas. Também foram levantados dados de indicadores biológicos para fins de comparação e avaliação dos indicadores primários obtidos.

2.2.3. Indicadores primários

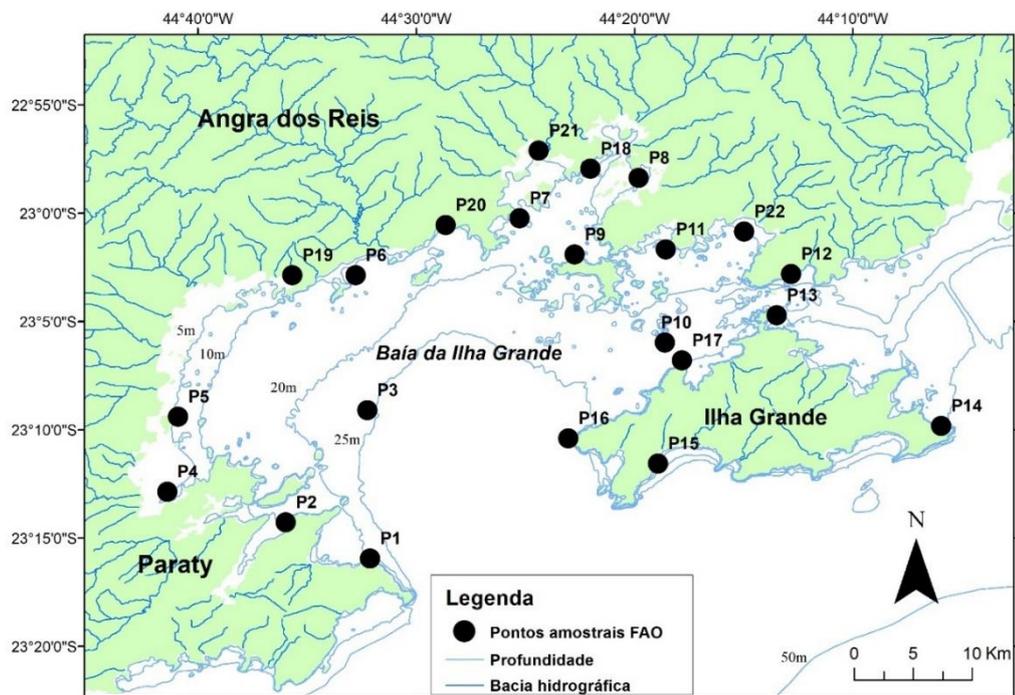
Os dados dos indicadores ambientais para caracterização do estado de saúde da Baía, foram obtidos através de coletas em campo segundo protocolos próprios para cada indicador (RADAR BIG 2050), complementados com dados secundários levantados em bibliografia científica e nos bancos de dados biológicos existentes para a região (UERJ/TRANSPETRO, 2015).

O projeto de monitoramento RADAR BIG 2050 é parte integrante da Iniciativa BIG 2050, e reúne dados de diferentes instituições (UERJ, PUC, FIOCRUZ, INEA, UNIRIO),

disponibilizando protocolos e indicadores ambientais capazes de medir as condições atuais dos serviços ecossistêmicos da Baía.

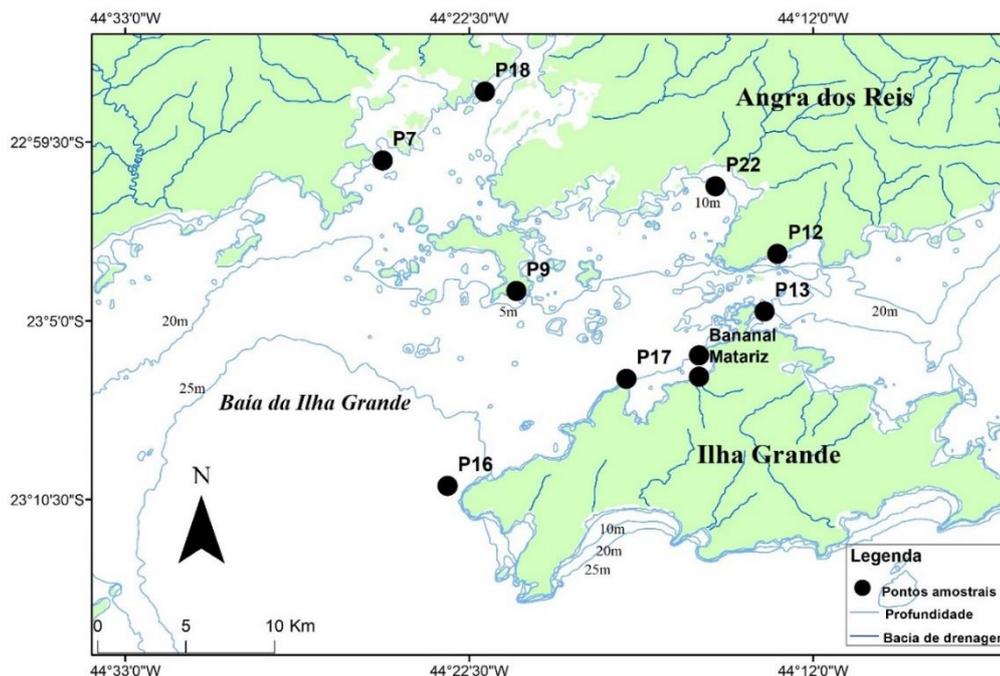
No primeiro ciclo de coleta de indicadores primários em campo, no período de 2018/2019, foram obtidos dados em 22 pontos de monitoramento (de acordo com o estabelecido nos protocolos). No segundo ciclo, em virtude de cortes orçamentários, as campanhas de campo foram realizadas em 10 pontos de coleta (Figuras 4 e 5).

Figura 4. Estações de coleta de indicadores primários, ano de 2018/2019



Fonte: RADAR BIG 2050.

Figura 5. Estações de coleta de indicadores primários, ano de 2021



Fonte: A autora, 2023.

Os parâmetros abióticos foram obtidos em todos os pontos de amostragem nas campanhas de campo. Os dados dos parâmetros abióticos são utilizados apenas como suporte de interpretação dos dados bióticos. Excetuando, os dados onde houve avaliação específica, como DBO e taxa de sedimentação.

Foram obtidas informações georreferenciadas, observações do entorno, temperatura da água (superficial, aos 5m e aos 10m de profundidade), pH, salinidade, temperatura do ar, condições do tempo e coordenadas do ponto amostral, bem como registro descrito e fotográfico de marcos da paisagem fora e dentro da água, que devem facilitar a identificação do local para amostragens futuras. Os dados foram obtidos através de sonda multiparâmetros YSI Professional Plus, devidamente calibrada segundo padrões vigentes.

No ciclo de 2018/2019, foram obtidos dados para peixes recifais, bentos de substrato consolidado e inconsolidado, imossex em gastópodes, zooplâncton e fitoplâncton, microlixoplástico, metais pesados, poluentes orgânicos persistentes, hidrocarbonetos, pressão de CO₂, demanda biológica de oxigênio e descarga de sedimentos e nutrientes. No ciclo de 2021, foram realizadas amostragens para os indicadores de Bentos de Substrato Consolidado, saúde de corais nativos, Zooplâncton, Fitoplâncton e Microplásticos.

2.2.2.2.1. Levantamento de peixes recifais

O levantamento dos indicadores foi realizado com o uso da técnica de censo visual subaquático, por meio de transectos de 20x20m segundo metodologia do Protocolo AGRRA, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (KRAMER& LANG, 2003; MORAES *et al.* 2017), sem a captura de espécimes, em mergulhos autônomos realizados nos costões rochosos na Baía da Ilha Grande, com registro de espécies de peixes (identificação da espécie, abundância e tamanho estimado-comprimento total - TL). Foram obtidos dados de diversidade e biomassa de peixes recifais. As avaliações de peixes recifais foram realizadas pelo grupo parceiro da UNIRIO no âmbito do programa RADAR BIG 2050.

2.2.2.2.2. Bentos de Substrato Consolidado

O levantamento de comunidades bentônicas de infralitoral foi realizado por meio de identificação visual (sem coleta de espécimes), em costões rochosos, através da metodologia de transectos horizontais em duas vertentes: 1^a – leitura de pontos de intersecção ao longo do transecto e a 2^a – transecção em faixa com 3 transectos de 20 metros de comprimento cada, totalizando seis transecções por ponto amostral. Foram registrados dados de porcentagem de ocorrência de espécies bentônicas, ocorrência de corais da espécie *Mussismilia hispida* e aspectos de saúde, seguindo a tabela de saúde de corais *Coral Watch*, (*Project Aware*). Foram registrados, também, dados de abundância e tamanho (incluindo recrutas) dos corais nativos, segundo metodologia do Protocolo AGRRA, *Atlanticand Gulf Rapid Reef Assessment* (KRAMER & LANG, 2003, SABINO & VILLAÇA, 1999; COUTINHO *et al.* 2009).

2.2.2.2.3. Macrofauna bentônica de substrato não-consolidado

Amostras de sedimento para obtenção da macrofauna foram coletadas em triplicata, com o uso de um *corer* de 100 mm de diâmetro e 150 mm de altura através de mergulho autônomo. A fauna associada ao sedimento foi extraída pelo método de elutriação utilizando malha de 0,5 mm para peneirar o sedimento e o material retido triado em laboratório, com identificação das espécies. Foram obtidos dados de abundância de espécies (BLOMQVIST, 1991; LAMPADARIOU *et al.*, 2005; MUNRO, 2005).

2.2.2.2.4. Zooplâncton

O zooplâncton foi coletado através de arrastos verticais da coluna d'água utilizando uma rede de plâncton, com malha de 130 micrômetros e fluxômetro acoplado à abertura da boca da

rede (SAMEOTO *et al.*, 2000). Foi realizada a fixação imediata das amostras coletadas com formol (concentração final a 4%) tamponado com borato de sódio. E utilizadas câmaras abertas de acrílico com fundo quadriculado em microscópio estereoscópico para realizar a contagem de frações de amostras que dependem da densidade dos organismos foram contadas em. Além disso, foram obtidos dados de abundância relativa de indivíduos de zooplâncton pertencentes à Classe Copépoda.

2.2.2.2.5. Fitoplâncton

As amostras de água foram coletadas com garrafa do tipo *Van Dorn* em duas profundidades (superfície e fundo). Para a análise da comunidade fitoplanctônica, amostras de 1L foram fixadas com Lugol a uma concentração final de 2% e armazenadas no escuro, em frascos de polietileno para posterior análise em laboratório. A análise quali-quantitativa da comunidade fitoplanctônica (> 5 µm) foi realizada em microscópio invertido (Nikon® Eclipse TS 100), equipado com campo claro e contraste de fase. Foram obtidos dados quali e quantitativos da comunidade fitoplanctônica EDLER & ELBRÄCHTER, 2010; HASLE, 1978; SUTHERS *et al.*, 2019).

2.2.2.2.6 -Microplásticos

São derivados de resíduos sólidos plásticos lançados no mar, formados a partir da degradação desses resíduos, induzida principalmente pela luz do sol (processos foto-oxidativos) que leva a fragmentação, em pedaços cada vez menores, em um processo lento, mas significativo. O microplástico é uma categoria ampla que inclui todos as partículas plásticas menores que 5 mm, classificados de acordo com o tipo morfológico do material, pellet, fragmento, filme, isopor, borracha, grânulo e fibras, e a cor simultaneamente.

Para coleta de microplásticos foi utilizada rede de plâncton de 30 cm de diâmetro, 70 cm de comprimento e malha de 150 µm, através de arrasto horizontal. As amostras foram mantidas em frascos com formaldeído. No laboratório o material foi lavado com água destilada para retirar o formaldeído e o sal. Posteriormente seco em estufa por 24 horas a 60 graus, e pesados em balança analítica (os microplásticos e outros materiais secos dentro da faixa de tamanho especificada malhas de 4mm, 1mm, 0,5 mm e 0,250 mm). Esse material foi posteriormente examinado para ver a presença e classificar as partículas plásticas (pellets, fragmentos, malhas). Para o procedimento da triagem foi utilizada Microscópio Óptico Nikon Eclipse TS100 (SONG *et al.* 2018; MONTOTO & GELADO -CABALLERO,2020).

2.2.2.2.7 - Poluentes em tecido vivo– Metais e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPAs

As análises de poluentes (zinco, chumbo, cádmio, mercúrio, ferro, cobre e arsênio; de poluentes orgânicos persistentes) foram realizadas pelo laboratório de mamíferos aquáticos da UERJ e de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos no laboratório de estudos marinhos ambientais – LabMAM da PUC Rio, em tecidos de botos da espécie *Sotalia guianensis*.

A determinação de mercúrio total (HgT) foi realizada em equipamento de Espectrometria de Absorção Atômica com Geração de Vapor Frio (modelo FIMS 400, *Perkin Elmer*). As concentrações dos elementos-traço foram determinadas por Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização Eletrotérmica (AAS ZEE nit 650P, *Analytic Jena*). As análises dos compostos organoclorados foram realizadas em um cromatógrafo de fase gasosa com detector de captura de elétrons (CG-ECD), com fonte radioativa de ^{63}Ni , acoplado ao injetor automático. As análises dos organobromados foram realizadas em um cromatógrafo de fase gasosa acoplado a um espectrômetro de massas com um analisador Quadrupólo, (CG-MS), com injetor automático. O espectrômetro de massas opera no modo de ionização química negativa (NCI), a amônia é o gás utilizado para a reação.

A quantificação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foi realizada por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, e segue o método EPA-8270D. O equipamento foi calibrado utilizando-se nove soluções (2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 400 e 1000 ng mL⁻¹) contendo os 16 HPAs controlados pelo método em concentração igual a 100 ng mL⁻¹.

As localizações das amostragem de tecidos de cetáceos utilizados nas análises de poluentes se encontram descritas no anexo A.

2.2.2.2.8. Impossex

Em gastrópodes, a contaminação por compostos organoestânicos provoca uma síndrome na qual as fêmeas afetadas desenvolvem estruturas sexuais secundárias masculinas, como pênis e/ou vaso deferente. O impossex, como é chamada a síndrome, é o mais bem documentado exemplo de efeito causado pelos organoestânicos e é frequentemente citado como um exemplo de desregulação endócrina (AZEVEDO, 2011).

Foram realizadas análises em 30 indivíduos adultos da espécie de gastrópoda marinho *Stramonita haemastoma* por ponto, sendo avaliadas as taxas de impossex, que é a modificação

morfofisiológica sexual (surgimento de caracteres masculinos nas fêmeas) ocasionada por poluentes organoestênicos, como TBT e TPT usados em tintas anti-incrustantes. A anatomia reprodutiva das fêmeas foi analisada mediante uma incisão no teto da cavidade palial, e observados a abertura da vulva e o desenvolvimento do vaso deferente. Com essas observações foi avaliado o percentual de incidência nas fêmeas (FERNANDEZ *et al.*, 2004).

2.2.2.2.9 – Distribuição de cetáceos e quelônios

A abordagem para cetáceos foi realizada pelo Laboratório de Mamíferos Aquáticos da UERJ – MAQUA. A Baía de Ilha Grande foi dividida em quatro quadrantes que foram vistoriados ao longo de transecções em ziguezague onde foram coletados dados de comportamento, variáveis ambientais e a posição geográfica. A técnica de fotoidentificação foi utilizada com o objetivo de identificar através de marcas naturais presentes nas nadadeiras dorsais, os indivíduos presentes nos grupos encontrados. O programa MARK foi utilizado para estimar parâmetros populacionais. O estimador *Kernel Density* foi utilizado para determinar áreas de vida áreas preferenciais em relação aos comportamentos e tamanhos e composição de grupos. No esforço amostral realizado de março a maio de 2018, foram realizadas dez saídas de campo concentradas entre 8:00 e 17:00 hs. As localizações dos grupos de boto-cinza foram determinadas por GPS.

Para quelônios foram realizadas amostragens populacionais através do Programa Tartaruga Viva realizado em parceria pela Faculdade de Oceanografia e a Eletronuclear em cumprimento às exigências previstas nas condicionantes 2.16 da ALA nº 06/2013, emitida pelo ICMBio, e 2.1.9.1 da LO nº 1.217/2014 – Retificação em 01/04/2021, emitida pelo IBAMA. A captura, coleta e o transporte de material biológico necessários à realização do Programa Tartaruga Viva são autorizados pela Abio nº 142/2022 (Processo IBAMA nº 02001.003272/2011-48).

As campanhas para amostragens populacional foram realizadas de setembro de 2018 a julho de 2023, por meio do mergulho livre (em apneia), apoiadas por embarcação motorizada para os deslocamentos marítimos nas localidades de Ilha do Pelado, Praia Vermelha e Piraquara de Fora.

A área amostral próxima dos costões rochosos foi cercada com uma rede de emalhe, feita de nylon (malha de fio 50 mm, medindo 55 mm entre nós, 120 m de comprimento e oito metros de altura), visando evitar a fuga dos animais provocada pela agitação dos mergulhadores na água (Figura 9). As tartarugas marinhas capturadas foram levadas a bordo da embarcação e/ou à terra firme para análises posteriores e realização dos procedimentos técnicos. Em indivíduos

capturados pela primeira vez foi realizado o anilhamento e identificação e, em animais recapturados, o registro da recaptura.

2.2.2.2.10. Diferença da pressão parcial de CO₂

Para determinação da diferença parcial de CO₂ foram realizadas medições da pressão parcial de dióxido de carbono no ar e na água (PCO₂-água e PCO₂-ar) em 22 pontos amostrais. As análises foram realizadas diretamente em campo com a utilização de um IRGA EGM-4 *Environmental Gas Monitor*, fabricado pela PP Systems, obtendo-se a pressão parcial de CO₂ na atmosfera. Para as pressões parciais na água foi utilizado um equilibrador de acrílico com borbulhamento fechado (*headspace*) e posterior leitura no mesmo equipamento.

2.2.2.2.11. Demanda bioquímica de oxigênio – DBO

A análise de Demanda Bioquímica de Oxigênio foi realizada através de coleta de dados in situ em mananciais de 11 rios que desembocam na Baía da Ilha Grande, através de sonda multiparâmetros YSI Professional Plus, devidamente calibrada segundo padrões vigentes.

2.2.2.2.12. Descarga de sedimentos e nutrientes

Para as medições de descarga sólida total (sedimentos em suspensão + sedimentos de fundo) e descarga de nutrientes (Nitrogênio total e Fósforo total), foram realizadas coletas em triplicata de água na foz de 11 rios da região e analisadas no Laboratório de Geoquímica Orgânica Marinha n – UERJ). A partir dos valores médios obtidos das triplicatas e do cálculo estimado da vazão, os valores da concentração de sedimentos e nutrientes foram apresentados em unidades de toneladas por dia.

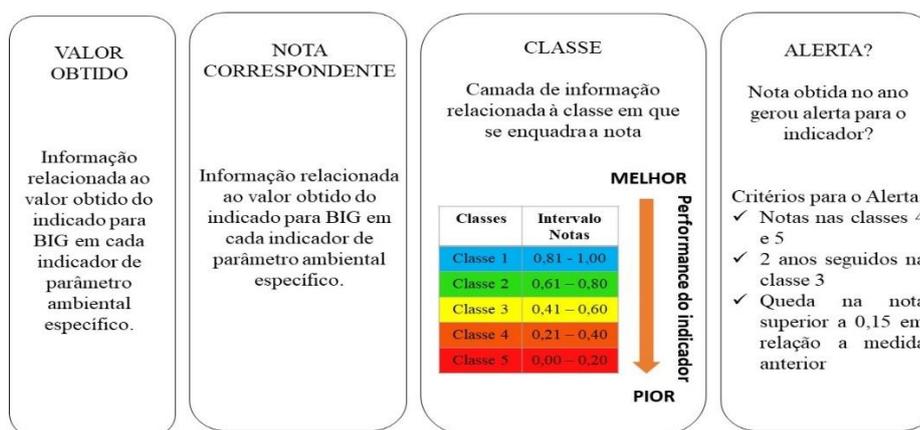
2.2.2.3. Compilação e análise dos dados

Os resultados referentes aos parâmetros abióticos e bióticos gerados, foram transferidos para planilhas excel próprias do sistema, e os resultados validados através de exercícios no sistema de inserção de dados do RADAR. Cada alerta de performance ambiental foi conferido através de análises exploratórias de dados no programa R.

A nota de saúde ambiental foi calculada segundo protocolo próprio para cada indicador, com valores de referência estabelecidos como base. Os valores de referência foram obtidos por referências bibliográficas e/ou pela técnica de opinião de especialistas (Asmuset *al.* 2015; Asmuset *al.*, 2017).

Com a aplicação das fórmulas específicas, cada indicador descrito nos protocolos uma nota foi resultante variação de 0 a 1, representando a pior e a melhor performance ambiental do indicador, respectivamente. A equação de cálculo da nota foi gerada por regressão linear a partir dos valores referenciais para a nota 0 e 1. Valores negativos resultantes da aplicação da equação foram considerados como nota 0; valores maiores que 1 foram considerados como nota 1. A nota calculada de cada indicador foi enquadrada em um sistema de 5 classes de cores. Geram alertas ambientais notas enquadradas nas classes vermelha e laranja (Figura 6). Essas classes foram determinadas no sistema, por um painel de especialistas, de acordo com a linha de base de cada indicador. Estes sistemas de classes de cores permite uma identificação rápida da performance de cada indicador (RADAR BIG 2050).

Figura 6. Esquema representativo da geração de notas para os indicadores ambientais. Adaptado de RADAR BIG 2050.



Fonte: RADAR BIG 2050.

2.2.2.4. Cenários de crescimento e desenvolvimento e proposição de estratégias

Com os alertas gerados através das notas obtidas para cada indicador os problemas ambientais, apontados pelo sistema, foram relacionados com as possíveis causas e agentes de impactos ambientais moldando e alimentando os cenários e estratégias de enfrentamento. O apontamento de cenários em relação ao crescimento e desenvolvimento das fontes de pressão ecossistêmicas abordou as questões:

- Identificação das fontes de pressão ecossistêmicas incluindo instalações industriais, urbanização, pesca, turismo desordenado, usos ecossistêmicos.
- Caracterização de aspectos e impactos ambientais;
- Construção de matriz de interação de impactos como método de quantificação de impactos.

- Seleção de cenários possíveis com combinações para um desenvolvimento sustentável com foco na conservação, a um cenário de crescimento econômico descontrolado com pouca atenção à proteção ambiental.
- Para a elaboração dos cenários, realizou-se o levantamento dos fatores de futuro e suas interrelações, que são capazes de direcionar a construção do que está por vir. Como resultado, três cenários alternativos foram construídos, sendo o primeiro com as características atuais ambientais, o segundo em um cenário otimista em relação ao possível, e o terceiro em um cenário pessimista. Independente da área de aplicação o conceito de cenário está atrelado sobretudo a conjecturas sobre o que pode acontecer ou como será o futuro, elaborado a partir de uma situação inicial e descrição das principais forças motrizes e mudanças que levarão a este futuro (ROSENBERG *et al*, 2014; MOTTA & SOUZA, 2021).
- Proposição de ações como Planejamento, regulamentações, estratégias de conservação, programas de monitoramento e educação ambiental que sejam capazes de alertar sobre a saúde dos ecossistemas.

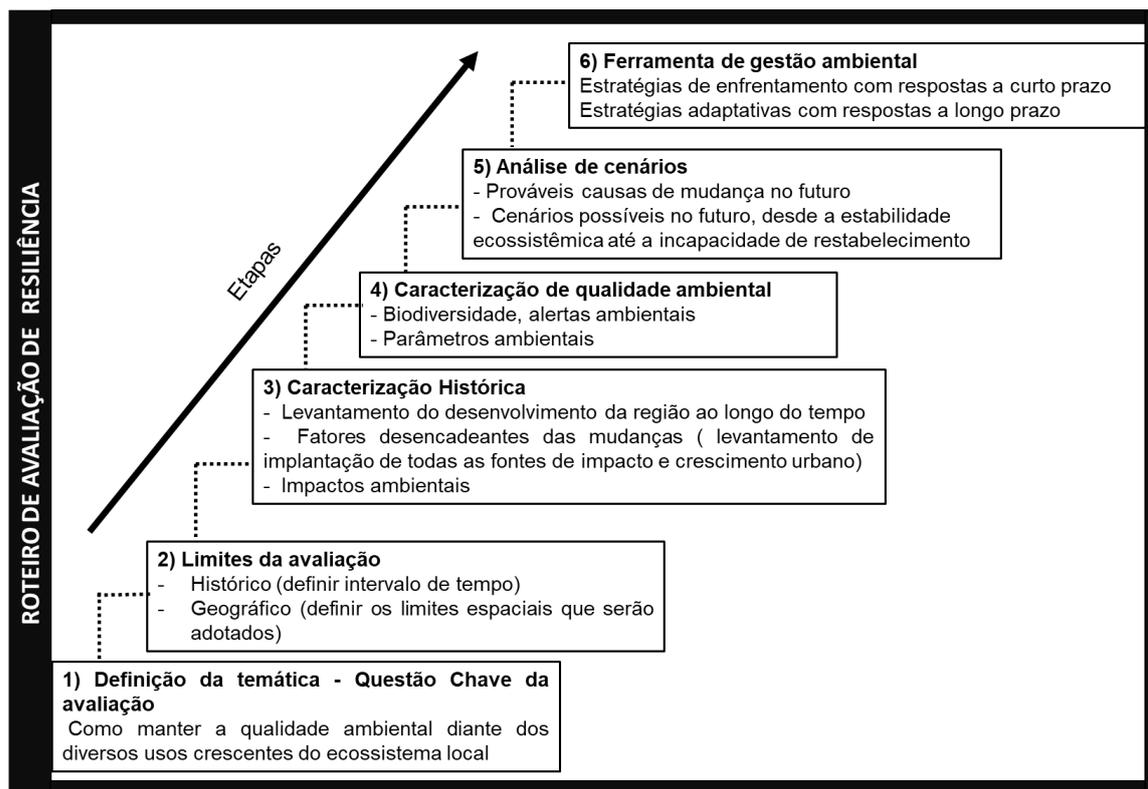
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram desenvolvidas duas abordagens que resultaram na construção do roteiro de resiliência para zonas costeiras com sequencial aplicação para Baía de Ilha Grande.

3.1. –Desenvolvimento do roteiro de resiliência para zonas costeiras

O presente estudo apontou para seis passos fundamentais na concepção do roteiro de resiliência para zonas costeiras (Figura 7), um passo a mais que o modelo apontado por BUSCHBACHER, *et al.* 2016 e RESILIENCE ALLIANCE, 2007 para estudos socioecológicos. Os passos propostos foram adequados à realidade ambiental costeira apontando o desenvolvimento histórico local, fontes de pressão ecossistêmica e a biodiversidade local como peças fundamentais.

Figura 7. Roteiro resultante para avaliação de resiliência ambiental.



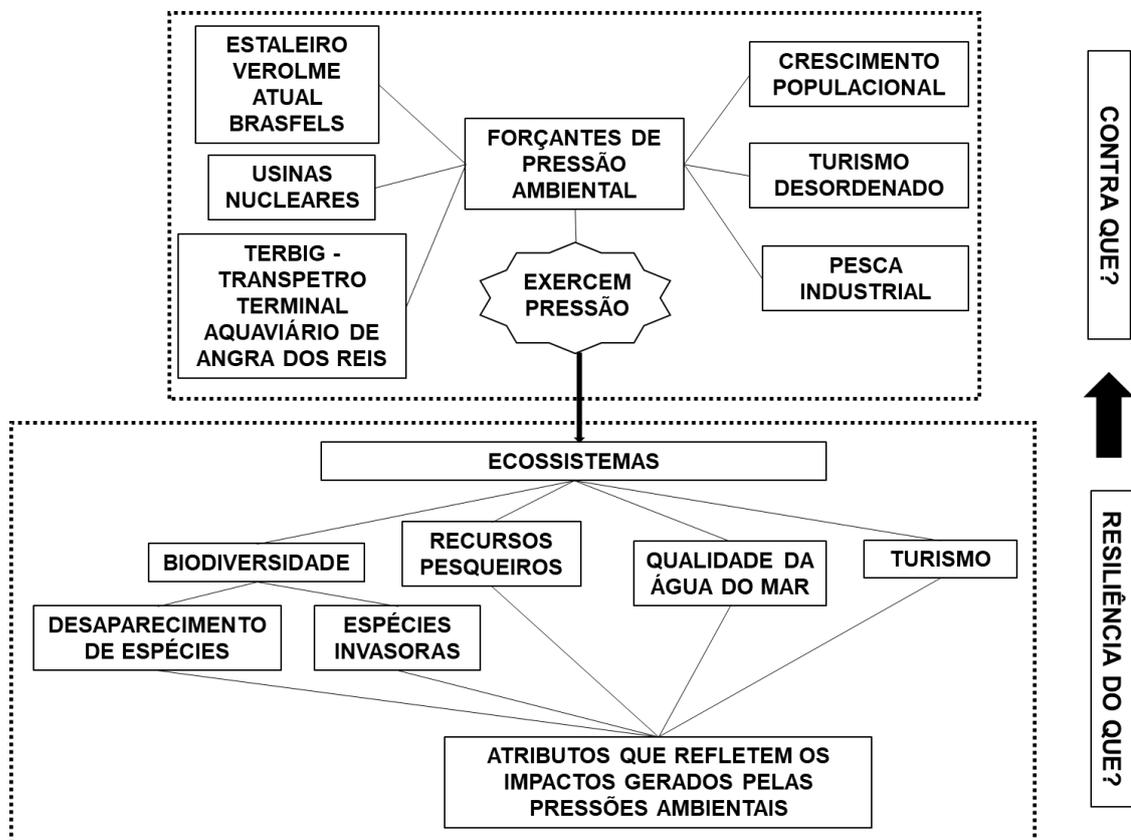
Fonte: A autora, 2023.

O roteiro proposto está de acordo com o modelo de resiliência de BUSCHBACHER, *et al.*, 2016, e CARPENTER *et al.*, 2001, onde, um conjunto de “atributos” são escolhidos para caracterizar a essência do sistema. Esses atributos podem ser usados para descrever seu estado em qualquer ponto no tempo (resiliência do quê), enquanto as causas (drivers, forçantes)

indicam as forças principais que afetam o sistema e podem causar as mudanças (resiliência contra o quê).

No presente roteiro de avaliação de resiliência ambiental, os atributos (resiliência do quê?) foram focados nas questões que caracterizam a qualidade ambiental - como a biodiversidade e os parâmetros abióticos. As questões de causas, que são as forças de pressão ambiental do sistema, foram focadas nas fontes, potencialmente poluidoras da Baía de Ilha Grande (Figura 8).

Figura 8. Resiliência do quê? contra quê?



Fonte: A autora, 2023 adaptado de BUSCHBACHER, *et al.*, 2016.

A partir da caracterização do ambiente e do levantamento dos problemas ambientais, que resultaram em questões-chave para abordagens futuras, ilustradas na Figura dos alertas ambientais, uma etapa de proposição e construção de respostas tem início com a avaliação e construção de cenários futuros de desenvolvimento.

3.1.1 - Descrição das etapas do roteiro de resiliência construído para zonas costeiras

3.1.1.1 - Definição de uma questão central

A construção da questão central foi focada em uma questão inicial que centraliza a temática, como fio condutor da pesquisa. No presente roteiro esta questão foi definida como uma base de pesquisa que consiste em formular um projeto a partir de uma questão inicial, e, através desta questão, expressar o mais precisamente possível, o que ele busca conhecer, elucidar, compreender melhor.

3.1.1.2 - Definição dos limites a serem adotados.

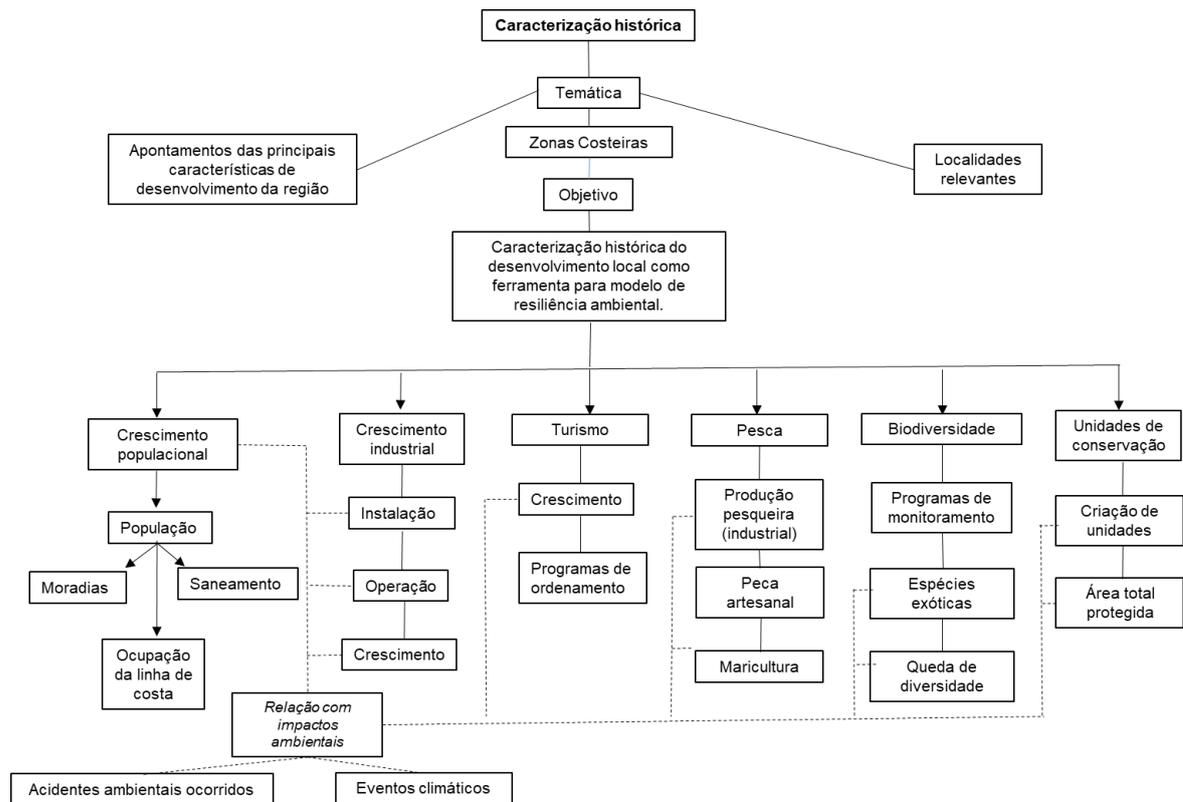
O estabelecimento de limites foi determinante para a construção e aplicação do roteiro. Os limites foram estabelecidos de maneira a definir o campo de atuação da pesquisa.

O limite histórico foi definido como o período de tempo em que a avaliação de desenvolvimento local deve estar focada. O limite geográfico, por sua vez, foi definido como a abrangência espacial na qual os levantamentos devem ser realizados.

3.1.1.3. Caracterizações histórica

Esta caracterização teve como foco o desenvolvimento local, através da criação de um mapa conceitual com destaque para os pontos principais nos usos progressivos dos ecossistemas como crescimento populacional e industrial, ocupação da linha de costa, turismo, pesca, impactos ambientais e criação de unidades de conservação. O levantamento e caracterização das fontes de depressão ambiental, bem como dos eventos que levaram ao comprometimento do ambiente foi determinante para a avaliação da resiliência. O mapa conceitual da caracterização histórica apontou os principais tópicos a serem abordados nesta fase do roteiro de resiliência (Figura 9).

Figura 9. Mapa conceitual da caracterização histórica para roteiro de resiliência

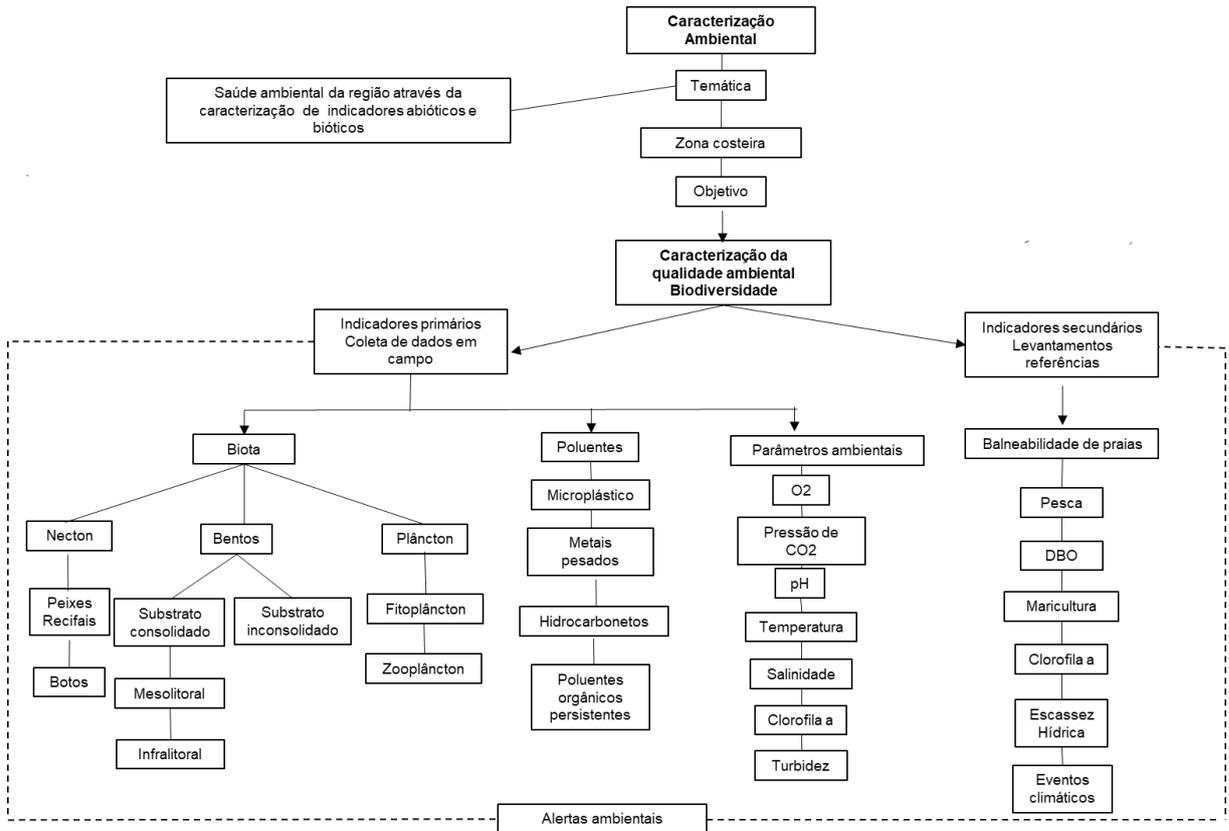


Fonte: A autora, 2023.

3.1.1.4 - Caracterização Ambiental

Esta etapa permitiu contribuir para a o conhecimento dos aspectos ambientais de forma a caracterizar a saúde ecossistêmica da região, destacando alertas ambientais para indicadores de biodiversidade marinha, prioritários nas abordagens dos passos seguintes. Os itens primordiais obtidos na avaliação da saúde ambiental de zonas costeiras foram registrados graficamente no mapa conceitual de caracterização ambiental (Figura 10) e incluíram os dados de biota, poluentes, parâmetros abióticos e dados socioeconômicos de zonas costeiras.

Figura 10. Mapa conceitual da caracterização ambiental para roteiro de resiliência



Fonte: A autora, 2023

No mapa conceitual referente a caracterização ambiental de zonas costeiras utilizado como norteador do estudo de caracterização ambiental, foram destacados os indicadores de biota dos compartimentos desse ecossistema (plâncton, bentos e necton). Também foram destacados os indicadores ambientais e os poluentes aos quais o local está sujeito. Os indicadores secundários também foram de extrema importância para caracterização, uma vez que abordaram a história do ecossistema ao longo do tempo permitindo assim, comparações.

Os alertas ambientais foram gerados após análise dos indicadores escolhidos como prioritários. Essa escolha é particular de cada pesquisa e local de aplicação do roteiro de resiliência.

3.1.1.5 - Criação de cenários de crescimento e desenvolvimento futuro.

Os resultados do presente estudo sobre a composição desta etapa (criação de cenários) no âmbito do roteiro de resiliência resultou na composição das fases descritas a seguir:

I - Definição da classificação dos aspectos e impactos:

Os resultados obtidos desta etapa foram os seguintes: fontes de pressão ecossistêmicas; os aspectos ambientais de cada uma; classificação do tipo de impacto como direto ou indireto; classificação da área de abrangência do impacto em local, regional ou global; duração ou temporalidade do impacto em temporário ou permanente e a reversibilidade do impacto

II - Classificação e importância dos impactos

Nessa planilha foram listadas as fontes de pressão ecossistêmicas; os aspectos ambientais de cada uma; classificação do tipo de Impacto como direto ou indireto; classificação da área de abrangência do impacto em local, regional ou global; duração ou temporalidade do impacto em temporário ou permanente e a reversibilidade do impacto

Classificação de magnitude dos impactos

Nesta fase, os impactos possíveis de ocorrer ou que já ocorreram na localidade, em avaliação de resiliência ambiental, foram listados e ponderados quanto à Severidade x Frequência/Probabilidade, fornecendo a categoria final no aspecto ambiental em análise.

- Quanto a severidade do impacto - classificação:

- Severidade baixa (B) - abrangência local com potencial de magnitude desprezível. Degradação ambiental sem consequências e totalmente reversível mediante ações de mitigação de impactos;
- Severidade baixa/média (BM) - abrangência local de média magnitude, capaz de alterar a qualidade ambiental. Degradação ambiental com consequências reversíveis mediante ações de mitigação de impactos;
- Severidade baixa/Alta (BA) - abrangência local de alta magnitude. Degradação ambiental com consequências irreversíveis;
- Severidade média (M) - abrangência regional de média magnitude, capaz de alterar a qualidade ambiental. Degradação ambiental com consequências reversíveis mediante ações de mitigação;
- Severidade Média/Alta (MA) - abrangência regional, Alta magnitude. Degradação ambiental com consequências irreversíveis;
- Severidade alta (A) - abrangência global com potencial de grande magnitude. Degradação ambiental com consequências graves e de imagem irreversíveis mesmo com ações de mitigação de impactos.

- Quanto a frequência/Probabilidade com que um evento ocorre - classificação:

- Baixa (B) - quando ocorre raramente e existem procedimentos e protocolos de controle adequados para os aspectos ambientais.

- Média (M) - quando ocorre mais de uma vez por mês, mesmo com procedimentos e protocolos de controles adequados para os aspectos ambientais.
- Alta (A) - quando ocorre diariamente, mesmo com a existência de procedimentos e protocolos de controle adequados para os aspectos ambientais.

O enquadramento do impacto foi feito em baixa, baixa/média, baixa/alta, média, média/alta ou alta significância do impacto, como ilustrado na tabela 2, sendo a magnitude definida através do cruzamento dos critérios de análise/severidade e frequência/probabilidade adaptado de Cavalcante & Leite (2016).

Tabela 1. Classificação dos impactos

Impacto em questão		Frequencia/Probabilidade		
		Alta	Média	Baixa
Severidade	Baixa	<i>Baixa significância</i>	<i>Baixa significância</i>	<i>Baixa significância</i>
	Baixa/média	<i>Média significância</i>	<i>Média significância</i>	<i>Média significância</i>
	Baixa/Alta	<i>Alta significância</i>	<i>Alta significância</i>	<i>Alta significância</i>
	Média	<i>Média significância</i>	<i>Média significância</i>	<i>Média significância</i>
	Média/Alta	<i>Alta significância</i>	<i>Alta significância</i>	<i>Alta significância</i>
	Alta	<i>Alta significância</i>	<i>Alta significância</i>	<i>Alta significância</i>

Fonte: Cavalcante & Leite, 2016. Adaptado

III - Quantificação dos impactos através da construção de Matrizes de interação

No presente roteiro, uma adaptação da matriz de Leopold foi gerada de forma a permitir a visualização da relevância dos impactos, quantificando a magnitude e a importância dos impactos por fonte de pressão já instaladas com potencial de crescimento (tabelas 2 e 3). Neste roteiro, a magnitude foi determinada em função da relação severidade x probabilidade com notas de 1 a 3, conforme descrito na tabela 3. Já a classificação da importância do impacto foi estabelecida a partir de notas de 0 a 5, sendo 0 a nota atribuída a nenhum impacto e 5 ao impacto irreversível. Os alertas ambientais resultantes da caracterização ambiental foram utilizados como base de ponderação para o enquadramento dos impactos por notas.

Tabela 2. Magnitude dos impactos

Classificação do impacto	Magnitude
BS – Baixa significância	1
MS – Média significância	2
AS – Alta significância	3

Fonte: Cavalcante & Leite, 2016. Adaptado

Tabela 3. Classificação dos impactos

	Nota	Categoria
	5	Impacto irreversível
	4	Alto impacto
	3	Médio impacto
	2	Baixo impacto
	1	Impacto Desprezível
	0	Nenhum impacto

Fonte: Cavalcante & Leite, 2016. Adaptado

IV - Identificação dos pontos prioritários para tomadas de ações, baseados nos impactos x alertas x fontes de pressão.

De acordo com os pontos críticos, resultantes das avaliações da matriz de interação e alertas ambientais gerados e do grau de criticidade para cada impacto avaliado, foram identificados os maiores impactos possíveis bem como as principais fontes.

Uma vez construída a matriz de interação do atual estado ambiental da localidade, o delineamento dos cenários se fez através da severidade crescente dos aspectos e impactos ligados a cada atividade potencialmente poluidora. Esta abordagem elenca as atividades mais impactantes, permitindo uma clara visão dos aspectos e impactos gerados.

A análise dos cenários, gerou abordagens de realidades futuras de uso ecossistêmico em situações crescentes de impactos ambientais, avaliando como seriam as mudanças no sistema abordado (tabela 5).

3.1.1.6. Proposição de estratégias

Com base nos resultados sobre as pressões ecossistêmicas e avaliação de cenários futuros, a última etapa dentro da abordagem de resiliência ecológica foi pautada em uma discussão entre atores pré-estabelecidos visando a promoção de um cenário ambiental desejável. Esta discussão foi capaz de realizar apontamentos de estratégias de enfrentamento dos problemas levantados, com respostas a curto prazo; além de estratégias adaptativas com

respostas a longo prazo, identificando e apontando assim os passos para mover o sistema para uma direção percebida como positiva.

3.2. Aplicação do roteiro de resiliência na Baía de Ilha Grande

Os resultados abrangendo os levantamentos apontados na metodologia sobre o estado da arte sobre os usos e da qualidade ambiental se encontram abaixo elencados.

3.2.1. Definição da questão central para Baía de Ilha Grande

No presente estudo a questão central foi pontuada em como avaliar a saúde ambiental da Baía de Ilha Grande e a sustentabilidade de seus ecossistemas diante do crescente papel das potenciais fontes de impacto presentes na região, fomentando estratégias de proteção de seus ecossistemas.

3.2.2. Definição dos limites a serem adotados para Baía de Ilha Grande.

Para aplicação do roteiro na Baía de Ilha Grande, o limite histórico (temporal) foi considerado a partir do início dos processos de desenvolvimento industrial e urbano da região, a partir da década de 50. O limite temporal foi centrado no desenvolvimento dos municípios de Mangaratiba, Angra dos Reis e Paraty, que também definem o limite geográfico de aplicação do roteiro, nos quais a caracterização histórica e de fontes de pressão ambiental foram focadas.

3.2.3. Caracterização histórica e fontes de pressão ambiental na Baía de Ilha Grande

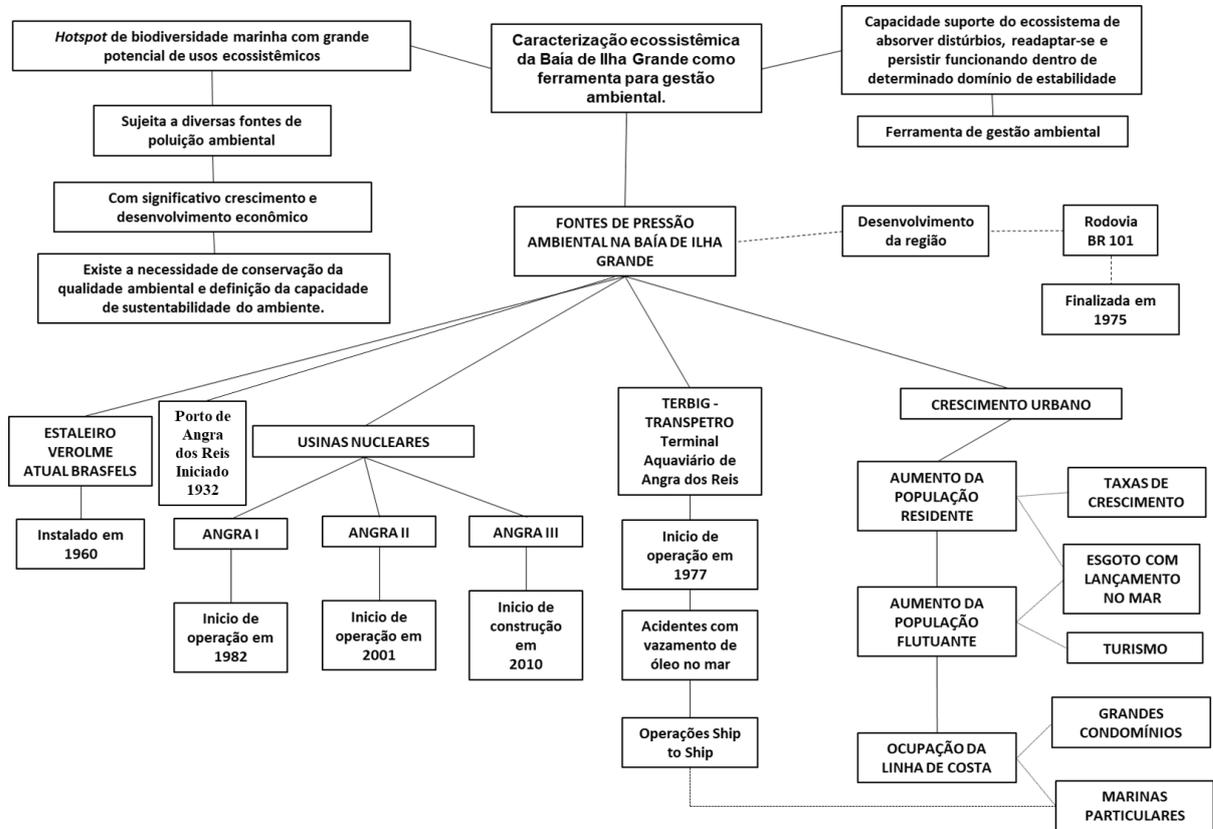
O Brasil, a partir da década de 50, começou a Figurar como uma importante nação, porém o custo ambiental tem sido alto e as exigências de manutenção desta posição aumentam exponencialmente" (BOTELHO, 2001). Também a partir desta década, a região da costa verde, localizada ao sul do Estado do Rio de Janeiro vem apresentando, elevado desenvolvimento econômico, com implantação de grandes empreendimentos e consequente crescimento populacional (SOUZA, 2003), além do aumento do turismo local.

Em 1969, Angra dos Reis se tornou área de segurança nacional, através do decreto-lei nº 672 (GUIMARÃES *apud* JESUS & SILVA, 2021) e é neste contexto que uma série de empreendimentos foram construídos nesta região, entre eles estes, um estaleiro, duas usinas nucleares, um terminal petrolífero e um intenso crescimento urbano com grande ocupação da linha de costa (SOUZA, 2003) movimentado principalmente com a criação da rodovia BR 101 (Rio-Santos – estreito entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico), finalizada em 1975. No

município de Paraty, a preservação do centro histórico como Monumento Histórico Estadual (1945) e Nacional (1966) favoreceu para um processo de urbanização e crescimento da cidade ocorresse de forma mais gradativa do que no município vizinho (INEA, 2015). A Baía de Ilha Grande, a partir deste desenvolvimento iniciado em 1969, passou a comportar diversas fontes de pressão ambiental, levando os ecossistemas a absorverem, readaptar-se aos impactos gerados pelos empreendimentos.

A instalação das grandes fontes potencialmente poluidoras seguiu uma linha de tempo, com início marcado pela instalação e início de operação do estaleiro BrasFELS em 1959/1960. Em 1977, a Petrobras finalizou as obras de construção do Terminal Aquaviário de Angra dos Reis, responsável por operações de armazenamento, importação e exportação de petróleo e derivados. Em 1982, teve início as operações da primeira usina nuclear de Angra dos Reis. A segunda usina nuclear da localidade iniciou suas operações em 2001. A terceira Usina está em construção desde 2010. Paralelamente à instalação dos grandes empreendimentos, nota-se um crescimento populacional, principalmente no município de Angra dos Reis, que acompanha o desenvolvimento da região, com o aumento das ofertas de emprego (Figura 11).

Figura 11. Mapa conceitual – Desenvolvimento histórico de pressões ecossistêmicas na Baía de Ilha Grande



Fonte: A autora, 2023.

Os ecossistemas prestam serviços a humanidade, vitais ao bem-estar do homem. Embora alguns serviços sejam facilmente reconhecidos, tais como alimentos, madeira e água potável, outros podem ser menos aparentes. A redução ou perda de alguns destes serviços e dos benefícios que eles produzem podem gerar impactos socioeconômicos que reverberam além dos danos ambientais (LANDSBERG *et al.*, 2013).

Muitos desses serviços ecossistêmicos na Baía de Ilha Grande (Figura 12) vêm sendo degradados pelos usos indevidos do homem. O declínio na produção pesqueira tem conseqüente reflexo social, com a perda de empregos associados à captura e processamento de peixes. A introdução de poluentes na água, por exemplo, afeta a grande maioria dos serviços ecossistêmicos marinhos, como disponibilidade de praias balneáveis, áreas para mergulho, biodiversidade marinha, disponibilidade de recursos naturais, entre outros. Ressalta-se que o comprometimento de um serviço, pode afetar um outro, tendo um impacto ambiental efeito cascata sobre diversos serviços ecossistêmicos.

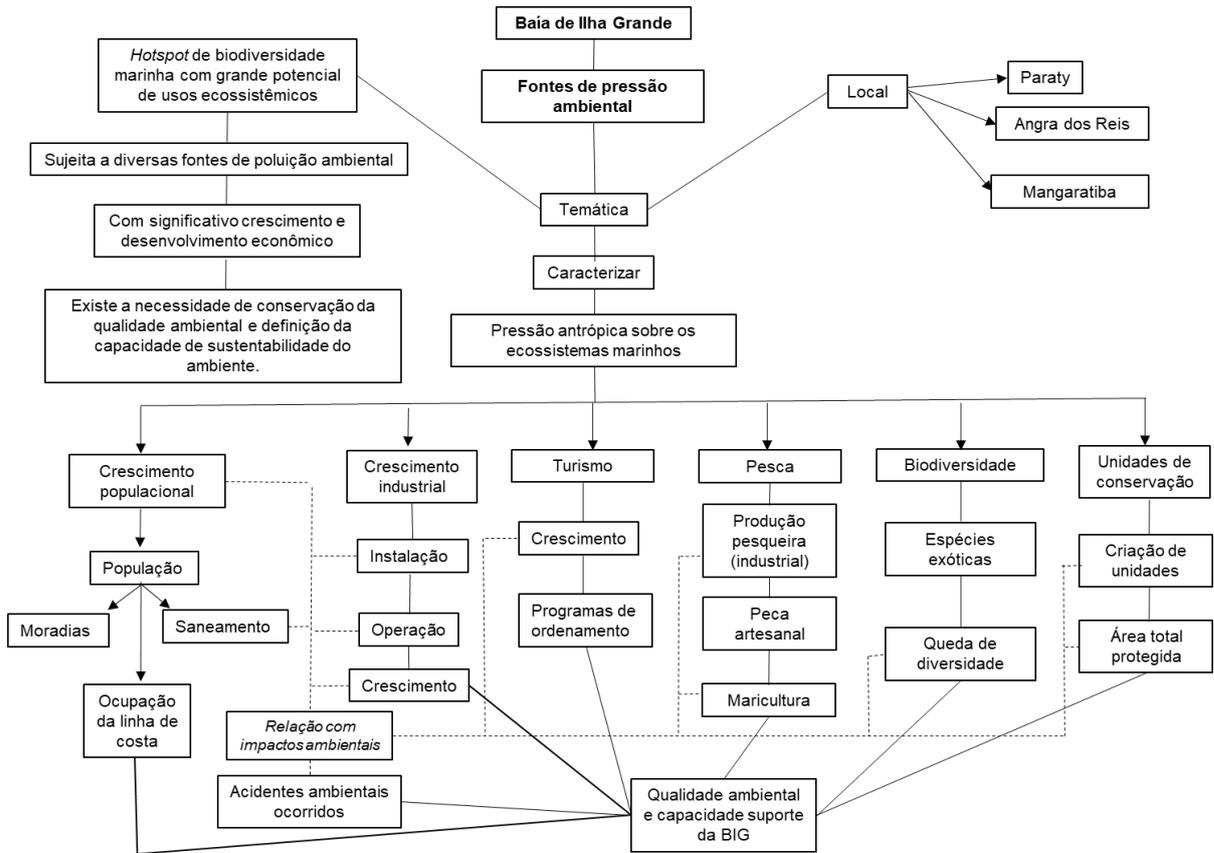
Figura 12. Serviços ecossistêmicos descritos para Baía de Ilha Grande



Fonte: RADAR BIG 2050.

Atualmente na Baía de Ilha Grande, diversas são as fontes potencialmente poluidoras que tensionam os ecossistemas (CORREA-SILVA, 2022). Além do estaleiro, das duas usinas nucleares em operação e das obras de construção da terceira, do terminal de transferência e armazenamento de petróleo e derivados da TRANSPETRO, além das operações “*ship to ship*”, que transferem petróleo de um navio para outro sem passagem pelo terminal, a região sofre com o crescimento urbano desordenado, ocupação da linha de costa e turismo, assim como das atividades de pesca predatória e introdução de espécie invasoras. Tensões essas, que interferem diretamente na disponibilidade dos serviços ecossistêmicos da região (Figura 13).

Figura 13. Mapa conceitual - Usos ecossistêmicos atuais na Baía de Ilha Grande.



Fonte: A autora, 2023.

3.2.3.1. Descrição das fontes de pressão ecossistêmica

No intuito de produzir uma caracterização ampla das pressões ecossistêmicas da BIG as fontes potencialmente impactantes sobre os ecossistemas foram descritas individualmente.

A. Estaleiro BrasFELS

Na década de 50, o município de Angra dos Reis foi escolhido para sediar uma série de investimentos estatais de grande porte entre eles, o Verolme Estaleiros Reunidos do Brasil S. que respondia à holandesa *Rhine-Shine* Verolme (SOUZA, 2003, JESUS & GITAHY, 2010), instalado em 1959/1960, no governo de Juscelino Kubitschek.

O empreendimento está localizado no Município de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro, em área adjacente à Baía de Jacuecanga, pertencente à Bacia Hidrográfica da Baía de Ilha Grande (Figura 14), na costa sudeste do Brasil (INEA, 2018).

Figura 14. Localização do Estaleiro BrasFELS na Baía de Ilha Grande.



Fonte: Google Earth, 2023.

O citado estaleiro foi uma das plantas navais mais importantes do país, com construção não somente de embarcações, mas também equipamentos de apoio marítimo *offshore*. O Verolme processava milhares de toneladas de aço por ano. Estaleiros como esse possuem um complexo processo de montagem, manutenção e construção, ao lidar com produtos de grande porte, construindo embarcações com mais de mil toneladas de porte bruto. A produção acontece por encomendas e leva até anos para ser finalizada, necessitando de grande quantidade de mão de obra especializada (JESUS & SILVA, 2021), o que levou, após sua fundação, ao crescimento populacional acentuado na localidade, em virtude da criação de novos postos de trabalho no empreendimento.

Na década de 70, um grande aumento nas atividades de produção naval foi registrado, com especial atenção para Angra dos Reis. Do total de 39,2 mil trabalhadores diretos do setor, 12 mil trabalhadores estavam lotados no Estaleiro Verolme, representando 30,6% do total de trabalhadores da indústria naval do país (JESUS, 2013). O Estaleiro chegou a empregar mais de 9 mil trabalhadores diretos. Profissionais de diversas regiões migraram para Angra dos Reis, a fim de atuarem nesta frente de trabalho, fator determinante para o processo de crescimento e dinamização da economia local e das regiões adjacentes. A instalação do Estaleiro Verolme e a chegada de novos trabalhadores, que passaram a residir na localidade, influenciaram no

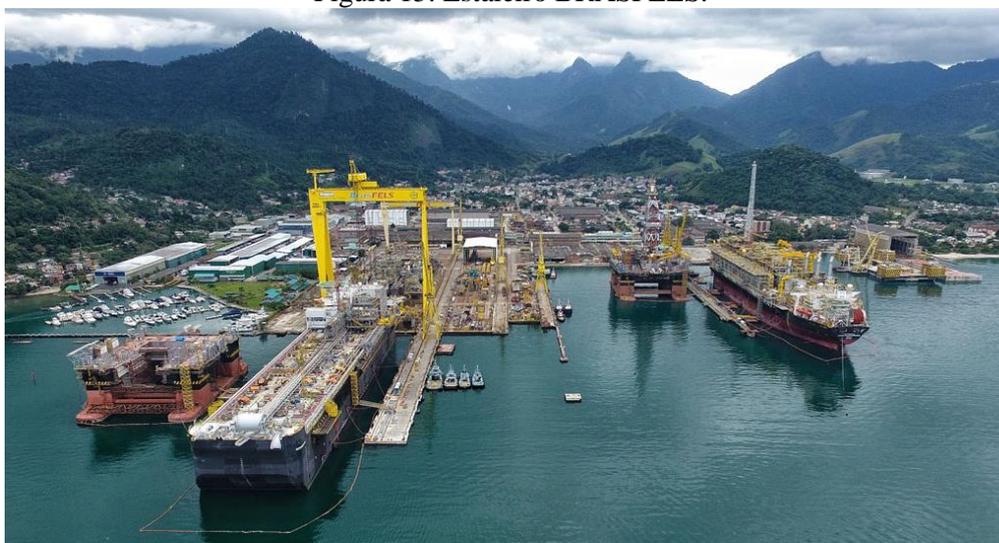
surgimento de outros bairros neste distrito, aumentando conseqüentemente os usos ecossistêmicos locais e a geração de resíduos.

O crescimento da indústria naval teve seu auge em 1979, ano no qual foram processados mais de 1300 Toneladas de peso bruto, sofrendo a primeira crise em 1980, com perda de produção e demissão de trabalhadores. O estaleiro passou por fases de altos e baixos, até que em 1995, teve seu fechamento executado por conta de uma forte crise na indústria naval do país (JESUS & SILVA, 2021).

Atualmente o antigo Estaleiro Verolme é o Keppel Fels Brasil S.A., reaberto em março de 2000 operando sob a sigla BrasFELS. Oferece uma ampla gama de serviços de construção, conversão, atualização e reparo, os projetos da BRASFELS abrangem Unidades de Produção Flutuantes, Embarcações de Armazenamento e Descarregamento de Produção Flutuante, navios sonda, sondas semissubmersíveis de perfuração, embarcações de abastecimento de plataformas e rebocadores de manuseio de âncoras / embarcações de abastecimento (KEPPEL, 2023).

O estaleiro BrasFELS, (Figura 15) na construção naval brasileira, é o estaleiro que mais emprega e que possui a maior produção em termos de TPB, além de ter sido até o ano de 2009, a maior planta produtiva do Hemisfério Sul, quando da inauguração do estaleiro do Atlântico Sul – EAS. Enquanto, o estaleiro de Angra dos Reis tem capacidade de processar 50 mil ton/ano e de construir navios de até 300 mil TPB, com uma área de 410 mil m², o EAS possui capacidade de processar 160 mil ton/ano de aço e é adequado para construções de navio de até 500 mil TPB, com uma área de 1.500 mil m² (JESUS & GITAHY, 2010).

Figura 15. Estaleiro BRASFELS.



Fonte: <https://clickpetroleoegas.com.br/>

Por se tratar de instalação onde são realizadas as atividades de construção, conversão e reparo de embarcações utilizadas na indústria naval e de petróleo e gás natural, a fonte é considerada potencialmente poluidora. Segundo auditoria ambiental realizada pelo INEA (2018), agressões ao meio ambiente, com geração de poeiras (emissões atmosféricas), lama, ruído, e geração de resíduos, utilização de produtos químicos na lavagem de chapas de aço, vazamentos de óleo, dentre outros são impactos possíveis resultantes das atividades da instalação, além do potencial meio de introdução de espécies exóticas na Baía de Ilha Grande.

B. Usinas Nucleares

Também na década de 50, teve início a procura da tecnologia nuclear no Brasil. O Almirante Álvaro Alberto foi o pioneiro nesta área. Criou o Conselho Nacional de Pesquisa, em 1951, e importou duas ultracentrifugadoras da Alemanha para o enriquecimento do urânio, em 1953. Em 1968, com o país sob regime militar, foi assinado um convênio com a Eletrobrás, por meio do qual caberia a Furnas (subsidiária da Eletrobrás) a construção de uma usina nuclear em Angra dos Reis (KURAMOTO & APPOLONI, 2002).

Em 1971, o governo decidiu implantar uma central nuclear de 750 MW no município de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro, criando, para isso, a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear, que depois teve suas atribuições ampliadas para planejar e implantar no país um programa de geração eletronuclear (CARVALHO, 2012).

Em junho de 1974, as obras civis da Usina Nuclear de Angra 1 estavam em pleno andamento quando o Governo Federal decidiu ampliar o projeto, autorizando Furnas a construir a segunda usina. A Usina Angra I teve o início de sua construção em 1972 e operação em 1982. A construção da Usina Angra II teve início em 1981 e começou a operar em 2001. Angra 3 será a terceira usina da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), localizada na praia de Itaorna, em Angra dos Reis (Figura 15). Com o início da operação do reator de Angra II, a energia nuclear passou de 0,9% a 2,1% da matriz energética brasileira (KURAMOTO & APPOLONI, 2002).

Angra 3 será a terceira usina da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), localizada na praia de Itaorna, em Angra dos Reis (RJ). Quando entrar em operação comercial, a nova unidade com potência de 1.405 megawatts, será capaz de gerar mais de 12 milhões de megawatts-hora por ano, energia suficiente para abastecer as cidades de Brasília e Belo Horizonte durante o mesmo período. Com Angra 3, a energia nuclear passará a gerar o equivalente a 50% do consumo do Estado do Rio de Janeiro. Até o momento, novembro de

2021, foram executadas cerca 67,1% das obras civis da Usina. O progresso físico global do empreendimento, é de 58,4% (ELETRONUCLEAR, 2021).

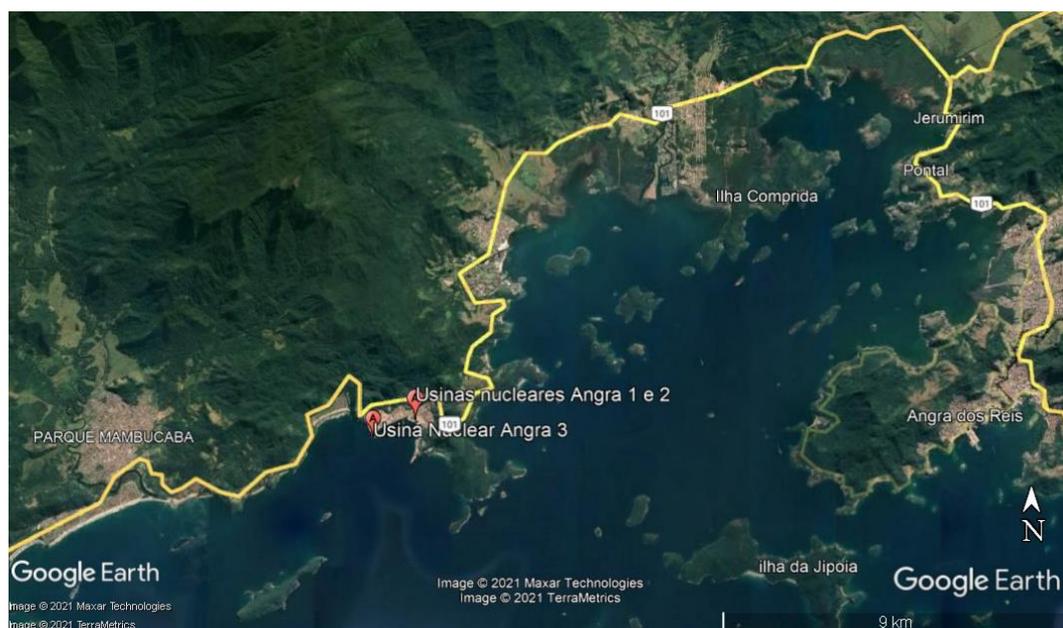
Figura 16. Usinas nucleares Angra I e Angra II em funcionamento e Angra III em construção



Fonte: <https://www.eletronuclear.gov.br/>

Este empreendimento, em razão do seu porte e sobretudo de sua magnitude, apresenta interesse estratégico e particular no diagnóstico do ZEEC (zoneamento ecológico-econômico costeiro), uma vez que sua área de influência abrange um território maior do que a escala da Baía da Ilha Grande. A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) ocupa uma área de aproximadamente 1.250 ha. Localiza-se no distrito de Cunhambebe, no Município de Angra dos Reis (Figura 17), estrategicamente próxima a três grandes metrópoles da região sudeste: Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte, principais centros consumidores de energia elétrica (INEA, 2015).

Figura 17. Localização das Usinas Nucleares de Angra dos Reis.



Fonte: Google Earth, 2023.

Segundo Diagnóstico realizado pelo INEA (2015), além das três Unidades Operacionais (Angra 1, 2 e 3), a Central Nuclear também inclui um Centro de Gerenciamento de Rejeitos (CGR), bem como uma Subestação Principal. O CGR armazena rejeitos de baixa e média radioatividade, provenientes das duas Unidades em operação. A questão do destino do lixo radioativo de Angra I e II ainda gera preocupação nos ambientalistas. Um dos dejetos com maior risco ambiental é o plutônio, que tem meia-vida de 24 mil anos, além dos materiais contaminados de menor atividade (KURAMOTO & APPOLONI, 2002). A deposição dos rejeitos de Angra 3 deverá ser transferida para um depósito definitivo de rejeitos radioativos, a entrar em operação concomitantemente ao início da operação da Unidade.

Um fator que fortalece a credibilidade da energia nuclear, é o controle, cada vez mais imprescindível, da emissão de gases como o CO₂, produzido pelas fontes de energia com queima de combustíveis fósseis, relacionados ao aquecimento global. Neste contexto, a energia nuclear se mostra uma forma de obtenção de energia mais limpa. Entretanto, a possibilidade de ocorrerem problemas com vazamento de resíduos para o ambiente, podem ser catastróficos, não só para os ecossistemas, como também para a vida humana. É fundamental destacar que, apesar do constante progresso e investimento em tecnologia de ponta para a segurança da operação das Usinas de Angra, a geração de energia utilizando reatores nucleares sempre estará associada a riscos de baixa frequência e grande magnitude. A localização confinada, a proximidade de pequenos centros urbanos, a presença de populações tradicionais, a sensibilidade ambiental da Zona Costeira da Baía da Ilha Grande e as poucas alternativas de rotas de fuga no caso de um acidente nuclear potencializam estes riscos e ampliam ainda mais a escala de espraiamento do dano, podendo resultar em consequências gravíssimas (INEA, 2015).

Segundo GERALDES (2016), em termos gerais, os riscos de contaminação ao meio ambiente das atividades que envolvem radionuclídeos, podem ser resumidos em 4 situações. A primeira atividade é representada pelas minerações de urânio, onde drenagens ácidas e contaminações de lençóis freáticos podem ocorrer. A segunda atividade compreende os procedimentos de enriquecimento do urânio para a fabricação do combustível nuclear, quando centrifugas são utilizadas para fazer o *yellowcake*. A terceira atividade de risco está centrada nas usinas nucleares, onde o consumo dos combustíveis nucleares resulta em calor aproveitado para a geração de energia elétrica. Por último, mas não menos perigoso, estão as áreas de disponibilização de rejeitos nucleares, entre eles os combustíveis utilizados, além de materiais e equipamentos contaminados utilizados durante os procedimentos de queima do combustível nuclear.

Portanto a existência de uma usina nuclear na região por si só, já representa potencial influência ao ecossistema marinho. Como todas as usinas térmicas, as usinas nucleares necessitam de grande quantidade de água para remover o calor residual dos condensadores. A água utilizada para este fim é captada e descarregada em corpos naturais. O limite legal estabelecido pela Resolução CONAMA nº 430/11, para a temperatura do corpo receptor é de temperatura inferior a 40°C. A alteração de temperatura do mar, em pequena escala, vem acontecendo na localidade de Piraquara de Fora, em virtude do efluente de refrigeração dos condensadores das usinas nucleares, que é lançado com água em temperatura mais elevada no ecossistema marinho (Figura 18).

Figura 18. Local de descarga de água de resfriamento, Piraquara de Fora, Angra dos Reis.



Fonte: Google Earth, 2023.

Já em 1979, SINGER desenvolveu um estudo sobre a distribuição de temperatura na Baía de Piraquara de Fora, resultante da liberação do calor residual da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto em Angra Dos Reis e seus possíveis efeitos ecológicos. Segundo este autor, os ecologistas da época já consideravam a temperatura como o parâmetro de controle primário da vida na terra. Os peixes, que regulam a temperatura do seu corpo com a temperatura do meio aquático imediatamente próximo, são particularmente sensíveis a variações de temperatura. Cada espécie aquática torna-se adaptável a variações sazonais da temperatura da água na qual vive, mas não pode se adaptar as mudanças bruscas de temperatura. Um grande número de

informações sobre como a temperatura pode afetar o ambiente aquático é disponível na literatura. A maioria dos efeitos reside no impacto da temperatura sobre a taxa de metabolismo que é acelerado pelo calor.

Na localidade do efluente térmico das Usinas Nucleares de Angra dos Reis, observa-se uma modificação na disponibilidade e zonação de macroalgas nos costões rochosos. Em contrapartida, também se registra uma maior ocorrência de tartarugas marinhas, em sucessivas recapturas, que parecem aproveitar as águas mais mornas para descanso (BASTOS *et al*, 2021).

A captação de bilhões de litros de água afeta diretamente a biodiversidade planctônica na localidade além de causar, sem as devidas obrigatoriedades legais, a mortalidade de espécies nectônicas como os quelônios.

Por conta de eventos de mortalidade de tartarugas marinhas na captação de água para as usinas nucleares, foi requisitado pelo Centro Nacional de Conservação e Manejo de Tartarugas Marinhas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Centro TAMAR-ICMBio) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), em cumprimento às exigências previstas nas condicionantes 2.16 da ALA nº 06/2013, emitida pelo ICMBio, e 2.1.9.1 da LO nº 1.217/2014 – Retificação em 01/04/2021, emitida pelo IBAMA, um programa de monitoramento cujo objetivo principal é monitorar as populações de quelônios marinhos na área de influência da CNAAA.

B. Terminal de Angra dos Reis – TEBIG

A Petrobras Transporte S.A. – Transpetro, é uma subsidiária da Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras, e foi constituída em 12 de junho de 1998, em atendimento ao Art. 65 da Lei nº 9.478/97. A Companhia possui dois segmentos de atuação: o segmento de Transporte Marítimo e o segmento de Dutos e Terminais. Dentre os terminais, está o Terminal Aquaviário de Angra dos Reis, antigo Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca (TEBIG). Este Terminal Petrolífero é um dos maiores da América Latina e está localizado na Rodovia BR-101 km 471, s/n Jacuecanga, Angra dos Reis (Figura 19). Foi construído na década de 70, entrando em operação em 1977. A instalação faz o transporte de petróleo e derivados, por meio da importação ou da cabotagem, para atender às refinarias de Duque de Caxias (RJ) e Gabriel Passos (MG). Atua, também, como entreposto de exportação e cabotagem para terminais de menor porte.

Além de uma importante fonte potencial de impactos por derramamento de petróleo e derivados no mar, as operações e movimentações que envolvem o terminal representam uma rota significativa de introdução de espécies invasoras, seja pelo transporte na água de lastro ou

pela bioincrustação nos navios petroleiros. A entrada de espécies exóticas em um dado corpo hídrico pode ser acidental ou intencional, mas quase sempre está vinculada a atividades de interesse sócio-econômico, tais como o transporte marítimo e fluvial e, conseqüentemente, a utilização de água como lastro para navios, a construção de canais de navegação, a bioincrustação em estruturas navais e em rejeitos sólidos flutuantes de origem antropogênica(TAVARES & MENDONÇA, 2004; CASTRO, 2008).

Figura 19.Localização do Terminal Aquaviário de Angra dos Reis – TEBIG

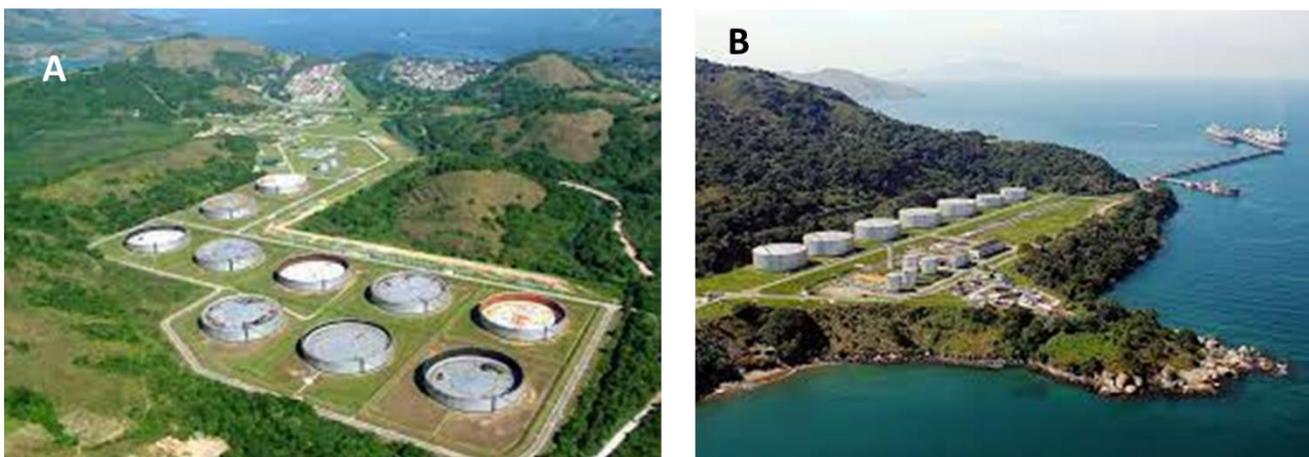


Fonte: Google Earth, 2023.

O TEBIG ocupa uma área total de 5.500.000 m², constituído de duas porções distintas: uma área de armazenagem de petróleo denominada Área Principal (AP), com capacidade de estocagem de 846.500 m³ localizada na rodovia BR-101 - Rio/Santos (Figura 20) e uma Área de Serviços Auxiliares (ASA), área de apoio ao píer, com capacidade de estocagem de 21.000 m³ de óleo diesel e de 89.000 m³ de óleo combustível com acesso terrestre pela estrada Ponta Leste e acesso marítimo pelo canal natural de acesso, a partir do ponto de fundeio - Lat. 23°09'00"S/Long. 44°23'48" (Figura 20). Essas duas áreas são interligadas por uma faixa com 3 dutos que transportam petróleo e eventualmente água de formação. O píer de atracação do TEBIG possui 1.318 m de comprimento e dois berços de atracação para navios e um píer secundário para rebocadores (OLIVEIRA, 2006, RIMA, 2009). Interliga-se ainda, por oleoduto de 123 quilômetros de distância, ao Terminal Terrestre de Campos Elíseos e à Refinaria Duque

de Caxias (REDUC), ambos situados no município de Duque de Caxias, no Estado do Rio de Janeiro.

Figura 20. Terminal Aquaviário de Angra dos Reis. A. Área principal, área de tancagem e gerência. B. Área de serviços auxiliares. Píeres de atracação e área de tancagem de derivados.



Fonte: RIMA, 2009.

A água de formação ou água produzida é um subproduto formado durante as operações de produção e exploração de petróleo. Esta formação está intimamente ligada às condições de maturação dos reservatórios geológicos, suas características petrofísicas, as características dos fluidos e até mesmo das técnicas de exploração empregadas (MANSOR *et al*, 2008).

O aumento na produção de petróleo nacional, oriundo das Bacias de Campos e do Espírito Santo, e o conseqüente incremento da quantidade de água produzida por barril de petróleo explotado, determinou a necessidade de desenvolvimento de uma solução adequada para o manuseio, tratamento e descarte da água de formação, pois essa água, quando separada do petróleo, ainda apresenta resíduo de óleo e contaminantes, não sendo possível, portanto, seu descarte direto nos corpos d'água.

É de responsabilidade do transporte marítimo, aliado ao armazenamento e transferência de petróleo a partir de terminais marítimos, a segregação final de água, seu tratamento e descarte atendendo aos critérios da legislação ambiental vigente (MANSOR *et al*, 2008). Diante desta responsabilidade e da necessidade de enquadramento deste resíduo, para descarte apropriado, foi instalado, no TEBIG, uma estação de tratamento de água de formação e uma linha de transferência, que segue o mesmo traçado das linhas de dutos já existentes, ligando a área principal à área auxiliar, onde o resíduo é lançado através de um emissário submarino a uma vazão de 150 m³ /h, localizado no cotovelo do píer de atracação. A área de influência direta foi

determinada através de um estudo de modelagem de dispersão da pluma do efluente, o qual demonstra que a totalidade da pluma de dispersão (extensão máxima de 50 m) permanecerá dentro do espaço marítimo considerado como de segurança para o terminal (RIMA, 2009).

Neste terminal acidentes com vazamento de óleo para o mar aconteceram, sendo os mais representativos em 2000, 2002 e 2015. Em agosto de 2000, o vazamento de óleo pesado durante as atividades de operação de transferência de óleo do Terminal para o navio tanque Cantagalo impactou duas praias arenosas e uma extensão de costões rochosos, localizados na Ponta do Gambelo. Operações de limpeza tanto nas praias quanto nos costões foram necessárias. O óleo ficou aderido a porção superior e mediana dos costões rochosos (Figura 21), causando grande mortalidade de cirripédios (cracas), permanecendo em forma de “piche” por mais de dez anos, impossibilitando novos recrutamentos. (UERJ/TRANSPETRO, 2001; CORREA-SILVA, 2023).

Figura 21. Óleo aderido ao substrato rochoso na Baía de Ilha Grande, em virtude do vazamento de óleo de agosto de 2000.



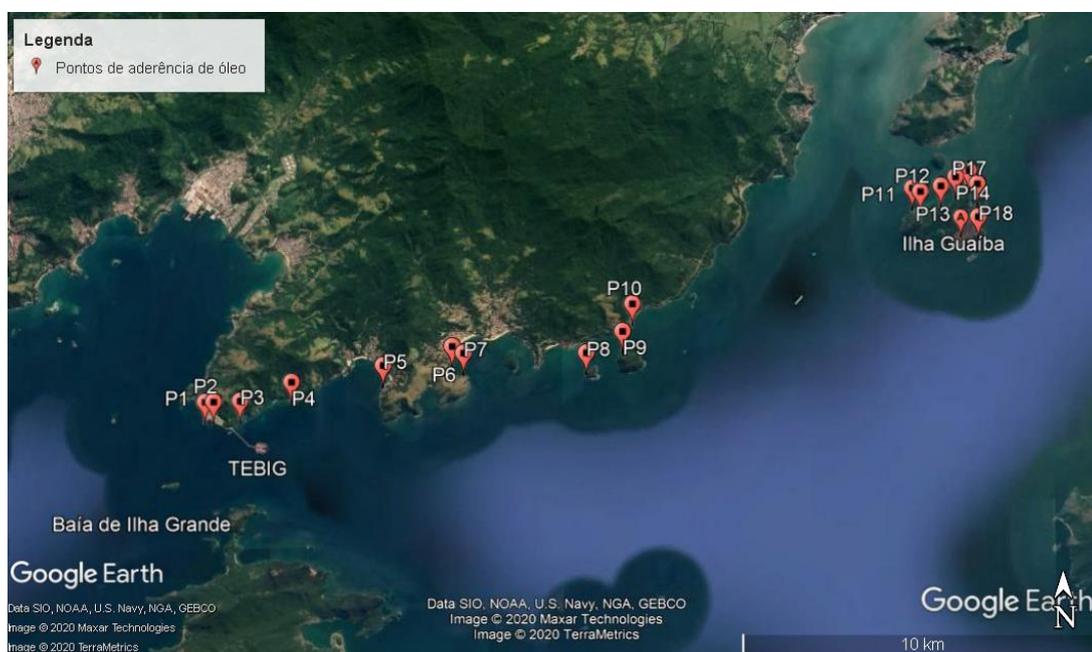
Fonte: CORREA-SILVA, 2023.

Em maio de 2002 durante as atividades de carga e descarga do navio tanque BROTAS pertencente FRONAPE, no mesmo Terminal houve novo vazamento de produto no mar, também durante as operações de transferência e ainda em setembro 2002, um novo vazamento em virtude de um incêndio no píer de atracação dos petroleiros. (UERJ/TRANSPETRO, 2002).

Em março de 2015, um novo acidente aconteceu na região, com grande quantidade de óleo derramado no mar (Figura 22). Durante operação de transferência de petróleo entre os navios ‘Navio Gotemburg’ e ‘Nave Buena Sorte’, no píer de atracação do terminal, mais de 25 mil litros de óleo foram derramados nas Baías de Ilha Grande e de Sepetiba, segundo dados do Ministério público do Estado do Rio de Janeiro (2019). Vistorias realizadas pelos órgãos ambientais demonstraram que o óleo se estendeu por uma área de 459 quilômetros, impactando uma grande extensão de faixa costeira. Além da faixa costeira, a Ilha Guaíba, localizada nas

coordenadas 23°0'13.88" S e 44°2'21.35", foi o local com maior área de substratos rochosos contaminados pelo óleo. Nessa Ilha, foram registrados 8 pontos de costão rochoso com óleo aderido ao substrato (UERJ/TRANSPETRO, 2015; CORREA-SILVA *et al.*, 2023). Pouco tempo depois, em abril de 2015, houve novo vazamento de petróleo, dessa vez envolvendo o navio MT 'Elka Leblon', no píer secundário do Terminal de Angra dos Reis. Após o rompimento da tubulação, houve um vazamento estimado, inicialmente, em cerca de 300 litros no convés, que veio a descer diretamente pelo costado do navio para o mar.

Figura 22. Pontos com óleo aderido em substratos consolidados em virtude do vazamento de óleo de março de 2015.



Fonte: CORREA-SILVA, 2023.

A rotina de vistorias diárias realizada extensivamente e intensivamente, nos 15 dias posteriores ao vazamento de petróleo na Baía de Ilha Grande, em março de 2015, mostrou-se uma importante ferramenta de monitoramento de ambientes mais sensíveis, prioritários para proteção, através da definição de locais para o posicionamento de sistemas de contenção de óleo no mar. O acompanhamento da movimentação de manchas fugitivas que se desprenderam da maior concentração de produto vazado foi vital para evitar novas contaminações de substratos rochosos. Essa atenção para a necessidade da adoção de medidas adequadas à fragilidade de cada ambiente, bem como para a identificação de ações e áreas prioritárias de proteção a eventos como vazamentos acidentais de óleo no mar e, conseqüentemente, de danos aos ecossistemas costeiros e marinhos, vem sendo destacada por diversos autores

(MILLANELLI, 1994, WIECZOREK, 2006; LIMA, 2008; BOULHOSA e SOUZA FILHO, 2009; GIL-AGUDELO *et al.*, 2015; PINHEIRO, 2018, BAPTISTA *et al.*, 2019). MULLER *et al.*, 2011, ressalta que durante a emergência, são necessárias ações de resposta rápidas para que os danos ao meio ambiente possam ser reduzidos e perdas materiais possam ser evitadas.

Dentre os tipos substratos, a maior concentração de óleo aderido foi observada em costões rochosos do tipo blocos soltos rolados e posicionados uns sobre os outros, com grandes reentrâncias que possibilitaram o confinamento do óleo. A faixa superior dos costões rochosos impactados apresentou a maior concentração de óleo aderido, levando a uma alta taxa de mortalidade de cirripédios (cracas) do gênero *Chthamalus* spp., organismos que ocorrem nessa porção dos substratos rochosos em alguns locais onde a aderência do produto se deu sobre estas populações.

As comunidades dos costões rochosos, ecossistema abundante na Baía de Ilha Grande, são especialmente vulneráveis aos derrames, principalmente em áreas protegidas, com pouca energia física de batimento de ondas, onde as moléculas de hidrocarbonetos que assentam no substrato, persistem por períodos de tempo maiores que em ambientes com alta energia de ondas (McCoy & Brown, 1998). Corroborando com os autores citados, no presente estudo foi registrado que as comunidades bentônicas dos costões rochosos, principalmente as populações de cirripédios, foram altamente impactadas no vazamento de óleo de 2015 na Baía de Ilha Grande (CORREA-SILVA *et al.*, 2023).

Assim como o hidrodinamismo, o tipo de formação da costa, o grau de heterogeneidade do substrato tem elevada importância nas ações de combate e na dimensão do impacto gerado pelos vazamentos de óleo. Costões com grande quantidade de refúgios, como costões com grande quantidade de fendas, fissuras e depressões ou formado por blocos soltos rolados e posicionados uns sobre os outros propiciam a entrada e permanência do óleo, bem como a disponibilização recorrente do produto no ambiente. Assim como em outros ecossistemas, o impacto do óleo em costões está associado ao tipo de óleo (toxicidade, viscosidade e quantidade), à sensibilidade dos organismos em contato com o produto e ao tempo em que o ecossistema esteve submetido ao contaminante (CORRÊA-SILVA, 2003; UERJ TRANSPETRO, 2015)

No evento em questão, como consequência da associação de maré muito alta de sizígia, ventos mais fortes no momento do vazamento de óleo, as populações mais atingidas nos costões rochosos foram as populações de cirripédios, *Chthamalus proteus* e *Chthamalus bisinuatus*, que ocorrem na porção mais superior dos costões - porção essa, coberta no evento, pelo óleo pesado (CORREA-SILVA *et al.*, 2023).

Uma situação combinada de marés altas de sizígia, somados a ventos fortes nos momentos de toque do óleo nos substratos, levaram a ocorrência, em diversos pontos, mas principalmente na Ilha Guaíba, de duas faixas de aderência de óleo do substrato rochoso (Figura 23).

Figura 23. Óleo aderido ao substrato rochoso em toque duplo.

Óleo aderido ao substrato na porção superior e média



Óleo aderido ao substrato em toque duplo



Fonte: CORREA-SILVA *et al*, 2023.

Ao longo da área impactada, foram registrados diversos pontos de costão com populações de cirripédios cobertos pelo óleo, que posteriormente apresentaram alta taxa de mortalidade. Segundo Corrêa-Silva, 2003, neste tipo de impacto por óleo pesado, os cirripédios são os primeiros a serem afetados. O recobrimento do óleo pesado sobre os cirripédios (cracas) causa morte imediata por asfixia, morte tardia por intoxicação ou por alteração na capacidade de alimentação do organismo.

Existem diversos métodos de limpeza para remediar a contaminação de costões rochosos atingidos por petróleo. Muitas das técnicas, entretanto, promovem um dano adicional à comunidade submetida ao processo de limpeza. É de extrema importância uma precisa avaliação da situação real em uma emergência, para determinar se existe ou não a necessidade e possibilidade de limpeza do ambiente contaminado de forma a não resultar em danos maiores às comunidades biológicas (CETESB, 2006).

Em virtude da grande extensão de ambientes contaminados pelo óleo, foi determinada como medida mitigadora, um programa de limpeza de costões rochosos impactados. As ações de lavagem de substrato foram realizadas por 90 dias ininterruptos, com equipes trabalhando na limpeza fins de semana e feriados, com máquinas *wap*, que precisaram ser substituídas quinzenalmente, devido à pane elétrica causada pelo grande tempo de uso diário, além de

processos corrosivos internos, possivelmente oriundo do uso desses equipamentos com água do mar.

As lavagens em baixa pressão, com temperatura ambiente e água do mar, se mostraram eficazes na remoção do óleo aderido ao substrato rochoso. Após a intensa lavagem, o substrato se mostrou livre do óleo aderido (Figura 24). Ao fim dos 90 dias de ação mitigadora, cerca de 90% dos costões rochosos impactados pelo óleo se encontravam sem produto aderido. Os resíduos gerados foram recolhidos por equipamentos de sucção, acondicionados em embalagens próprias para transporte deste tipo de resíduos e destinados na empresa, para separação água/óleo dentro dos padrões legais vigentes.

Figura 24. Eficácia do método de limpeza dos substratos rochosos.



Fonte: CORREA-SILVA *et al*, 2023

D. Operação *Ship to Ship*

A operação “*ship to ship*” refere-se a uma operação de transferência de petróleo de um navio para o outro sem a presença de dutos, tancagem ou bombas de terminal. Esta operação surge diante da necessidade de criação de um meio menos custoso de passagem de carga entre navios para casos de portos funcionando em seu limite de operação sem que haja a necessidade de investimento em infraestrutura (BISNETO, 2017).

Além do arranjo de portes e projetos tecnológicos das embarcações, as operações *ship to ship* podem variar na forma em que elas ocorrem. Dependendo da configuração geográfica que se pretende operar, podem variar de uma transferência em mar aberto até uma área de fundeio pré-definida em águas relativamente rasas em uma região abrigada. A combinação de

necessidades logísticas, condições meteorológicas, configuração geográfica e de segurança, determina formas distintas de operação (TEIXEIRA, 2011).

As condições meteorológicas e fisiográficas favoráveis, bem como a relevância do Terminal de Angra dos Reis para a exportação de Petróleo Nacional, favoreceram a realização das operações “*ship to ship*”, na Baía da Ilha Grande (Figura 25).

Figura 25. Operações de transbordo no Terminal Aquaviário de Angra dos Reis.



Fonte: a autora, 2021.

Realizar a operação em águas brasileiras requer que a empresa se cadastre e esteja regular junto ao Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP), ter registro da empresa no Sistema Nacional do Transporte de Produtos Perigosos (SNTPP) e além de autorização do IBAMA. Em função da proteção ao ambiente, foram delineadas áreas de restrição às operações “*ship to ship*”, como áreas costeiras a menos de 50 quilômetros do litoral; áreas de Montes Submarinos em profundidades inferiores a 500 metros da lâmina d’água e áreas a menos de 50 quilômetros de Unidades de Conservação Marinhas (BISNETO, 2017). Na Baía de Ilha Grande as operações “*ship to ship*”, tiveram início em 2009 e alcançaram a marca de 225 operações deste tipo realizadas até 2014. Em 2015, o Conselho Diretor do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) cassou a licença da Petrobras para estas operações na região, após a ocorrência de dois vazamentos de óleo. As manobras no terminal foram retomadas entre os meses de novembro e dezembro de 2017.

E – Porto de Angra dos Reis

As atividades do Porto de Angra dos Reis tiveram início em 1932. Nesta época, as movimentações de carga por via marítima consistiam basicamente em importações de carvão e

madeira. Com a criação da Companhia Siderúrgica Nacional - CSN, em 1945, o Porto de Angra dos Reis passou a receber o carvão oriundo de Imbituba -SC até 1963, quando o abastecimento do produto para a usina passou a ser efetuado via rodoviária. Em função da mudança no fluxo de produtos, a partir de 1970, o porto passou a ser basicamente um polo exportador de produtos siderúrgicos da CSN, além de importador de trigo.

Em 1976, uma nova alteração transfere a concessão de administração e exploração do porto para a Companhia Docas do Rio de Janeiro (Decreto nº 77.534). O porto de Angra está arrendado a operadores privados desde 1999, podendo voltar às mãos da União em 2024, por meio da Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ) que continua dona de toda área do terminal e das retroáreas. Uma dívida contraída pelo atual arrendatário no período da pandemia (2020/22) é um dos entraves para o fim do contrato com a União.

Atualmente, o Porto de Angra dos Reis permanece exercendo, essencialmente, as funções de exportador de produtos siderúrgicos e granito, além de importador de trigo para abastecer o Moinho Sul Fluminense, sendo responsável pela movimentação de cargas e granéis, além de oferecer suporte offshore relacionado às atividades de prospecção da Bacia de Santos, porém com baixa movimentação de carga desde o final de 2010, após avarias no ramal ferroviário entre Barra Mansa e Angra.

Suas instalações são constituídas por um cais acostável em forma de píer, com 400m de comprimento e uma bacia de evolução com 320m de largura, dispondo de dois berços de atracação com profundidade de 10m e capacidade para receber navios de até 29.000 TPB. O Porto de Angra dos Reis dispõe, também, de três armazéns para carga geral com 5.475m², uma área de 150.000m² de pátio a céu aberto, para depósito de carga geral e produtos siderúrgicos, e um silo vertical, para trigo, com 11.000t de capacidade estática (TPAR, 2023).

Figura 26 .Porto de Angra dos Reis.



Fonte: TPAR, 2023.

F – Outras fontes potencialmente poluidoras por óleo

Além das atividades da Transpetro e o estaleiro, outras instalações também representam fontes de contaminação ambiental por óleo. As marinas (Figura 27), garagens e clubes Náuticos, podem gerar impactos em suas atividades. Segundo o diagnóstico do setor costeiro da Baía de Ilha Grande, coordenado pelo INEA em 2015, 1.759 Estruturas de Apoio Náutico (píeres, rampas, trapiches, decks, cais) e 67 Instalações Náuticas (marinas, garagens e clubes náuticos) estão localizadas na costa de Angra dos Reis, Paraty e Mangaratiba. Ainda segundo este estudo, as Marinas avaliadas, demonstraram uma carência de estruturas e equipamentos de controle de poluição, mais especificamente, estruturas para tratamento de águas servidas (cobertura, piso, canaleta e Sistema Separador Água e Óleo - SAO); reparo e manutenção de embarcações; gestão de resíduos sólidos e oleosos e sistema sanitário. O equipamento de controle de poluição mais frequentemente encontrado na situação adequada foi o piso impermeável nas vagas secas.

Figura 27. Marina Bracui – Angra dos Reis, RJ.



. Fonte: <http://www.marinabracuhyangra.com.br/>

Os postos de abastecimento náutico também representam fontes de perdas ocasionais de combustíveis, levando a impactos pontuais, mas frequentes. O diagnóstico do setor costeiro da Baía de Ilha Grande (INEA, 2015) classificou as instalações como mais favorável, em termos de adequação ambiental, apresentando carências apenas em relação à estrutura e operação dos pátios e ilhas de bombas; procedimentos de abastecimento das embarcações, gestão de resíduos e efluentes e estrutura para atendimento a emergências. Uma falha operacional, verificada na maioria dos postos, foi o abastecimento pelos próprios donos das embarcações, substituindo frentistas. Esta situação foi apontada como um risco potencial de derramamento de óleo, uma vez que tais usuários não são habilitados para lidar com situações acidentais, como o travamento do bico, extravasamento do tanque e fontes de ignição.

G. Desenvolvimento urbano

Devido a fatores históricos relacionados à ocupação do território brasileiro e seguindo a tendência mundial da população em ocupar predominantemente áreas próximas ao litoral, o Brasil apresenta 26,6% da população vivendo em municípios da zona costeira (ABREU *et al*, 2017). Dos municípios presentes na Baía da Ilha Grande, Angra dos Reis é o que apresenta maior densidade demográfica e, conseqüentemente, maior impacto, proveniente de sua ocupação no ecossistema marinho. Mangaratiba e Paraty, ao contrário, têm sua população mais dispersa no espaço, ainda que a concentração em áreas urbanizadas seja equivalente à de Angra (LONGO & RODRIGUES, 2017). econômicas nacionais que corresponderam à implantação dos grandes empreendimentos industriais na cidade e, em seguida, ao desenvolvimento da atividade turística, ocasionando profundas transformações do espaço urbano. Os números são

vertiginosos: entre 1950 e 2010, a população de Angra dos Reis foi multiplicada por 8, passando de 21 mil a 170 mil habitantes, o que representa a duplicação da população a cada vinte anos (Figura 28). (CHETRY, 2018).

Figura 28. Adensamento populacional em Angra dos Reis, RJ.



Fonte: Extra.glogo.com de 23/12/19

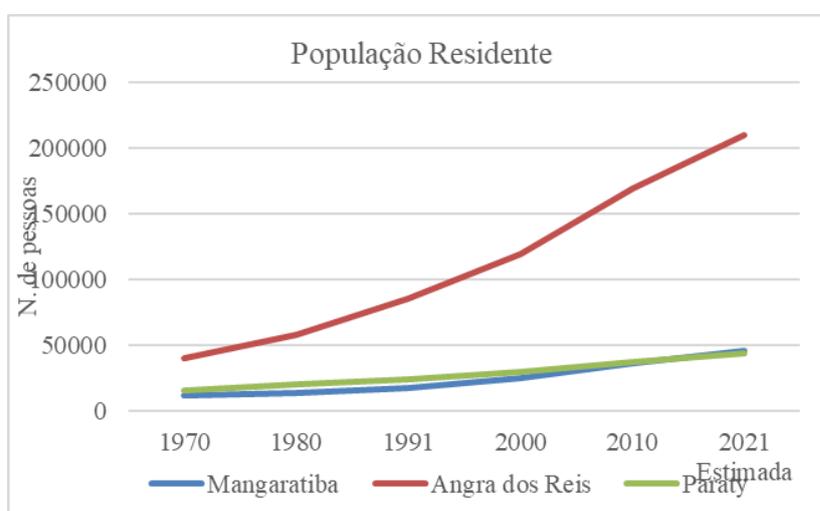
Segundo (INEA, 2015) mais de 96 % da população de Angra dos Reis concentra-se nas áreas urbanas do município. Paraty apresenta uma menor concentração urbana relativa, congregando cerca de 70% dos habitantes. Historicamente, a população urbana de Paraty se manteve concentrada no distrito sede até a década de 1960. Com a instalação das Usinas Nucleares em Itaorna, nos anos de 1970, houve atração de mão-de-obra para a região, fixando população nos distritos de Mambucaba e Cunhambebe, em Angra dos Reis. Como reflexo desta ocupação, o distrito de Tarituba também sofreu um incremento populacional localizado.

Em Angra dos Reis, o período subsequente ao início do desenvolvimento do município, foi marcado pela dinâmica de crescimento, que se deslocou para os distritos de Jacuecanga e, em seguida, de Mambucaba e Cunhambebe, onde se localizam os grandes empreendimentos industriais e turísticos implantados na cidade. Esses distritos, durante mais de 40 anos, registraram ritmos de crescimento muito intensos, compreendido entre 4% e 8% no período 1960-2000, chegando a culminar a 8%, em Jacuecanga, na década de 1960 com a abertura do estaleiro Verolme, e a 14% em Mambucaba no início da construção da usina Angra 1, na década de 1970 (CHETRY, 2018). Em relação ao uso e à ocupação do solo, um dos principais problemas refere-se à ocupação irregular de encostas, áreas sujeitas a alagamentos periódicos e de mananciais, estimulada, em grande parte, pela especulação imobiliária. Devido ao intenso e desordenado processo de uso e ocupação, podem ser encontrados, ao longo dos rios, apenas

pequenos trechos com vegetação ciliar e, geralmente, em mau estado de conservação (PMSB, 2014).

É notório que a implantação dos grandes empreendimentos estatais no litoral Sul Fluminense transformou a realidade demográfica da região. A maior oferta de empregos gerados pelos empreendimentos atraiu novos moradores, gerando um aumento significativo na densidade populacional local. Segundo INEA, 2015 no período de 1991 a 2010, houve um incremento na população residente, especialmente no Município de Angra dos Reis que cresceu aproximadamente 3,8 % ao ano no período 1991-2000, e 3,58 % ao ano entre 2001 e 2010. A população deste município praticamente dobrou no período analisado, passando de 85.571 habitantes, em 1991, a 169.511 habitantes, em 2010. Paraty apresentou medias menores de crescimento populacional em ambos os períodos, de 2,39% e 2,42%, respectivamente, sendo que sua população cresceu de 23.928 habitantes em 1991 a 37.533 habitantes em 2010 (Figura 29).

Figura 29. População residente, em n° de habitantes nos municípios da Zona Costeira da Baía da Ilha Grande (Mangaratiba, Angra dos Reis e Paraty).



Fonte: Censo IBGE, 2010 (adaptado).

Como o último censo demográfico foi realizado em 2010, o IBGE trabalha atualmente com dados populacionais estimados. As estimativas de população publicadas anualmente são calculadas aplicando-se o método matemático AiBi (desenvolvido, em 1972, por João Lira Madeira e Celso Cardoso da Silva Simões), que utiliza como insumos básicos as populações obtidas das Projeções da População para o Brasil e as Unidades da Federação mais recentes, bem como o crescimento populacional de cada Município na última década, delineado pelas

respectivas populações recenseadas nos dois últimos Censos Demográficos realizados (SIDRA IBGE, 2021).

Quadro 1. Caracterização populacional 1970-2010.

Dados IBGE 2021	Mangaratiba	Angra dos Reis	Paraty
População estimada [2021]	45.941	210.171	44.175
População estimada [2019]	44.468 pessoas	203.785 pessoas	43.165 pessoas
População no último censo [2010]	36.456 pessoas	169.511 pessoas	37.533 pessoas
Densidade demográfica [2010]	102,29 hab/km ²	205,45 hab/km ²	40,57 hab/km ²
Área da unidade territorial [2018]	358,563 km ²	813,210 km ²	924,296 km ²
Esgotamento sanitário adequado [2010]	77 %	84,9 %	56,4 %
Crescimento populacional em n° de residentes			
1970	12338	40276	15934
1980	13841	57869	20626
1991	17925	85571	23928
2000	24901	119247	29544
2010	36456	169511	37533
2021 Estimada	45941	210171	44175
1970-2021 (estimada)	33603	169895	28241
1970-2010	24118	129235	21599
1991-2010	18531	83940	13605
2000-2010	11555	50264	7989
2010 - 2021	9485	40660	6642
Fonte: IBGE CENSO https://sidra.ibge.gov.br/			

Fonte SIDRA IBGE 2021.

Com o crescimento populacional, vem as demandas associadas como aumento da rede de saneamento básico, coleta e tratamento de esgoto e resíduos sólidos gerados, importantes indicadores do desenvolvimento urbano. Outro fato a ser avaliado, neste quadro, é a existência de uma população flutuante atraída pelas belezas naturais, que se instala na região em períodos de férias escolares e feriados, e somam na produção de esgoto e lixo.

Uma característica, de grande relevância da costa verde, que diferencia de outros municípios costeiros do Estado é a distribuição da população ao longo de uma estreita e extensa faixa litorânea limitada entre o mar e as montanhas. Muitos aglomerados urbanos surgiram e se desenvolveram em lugares longe das sedes municipais ou em lugares de difícil acesso como ilhas, encostas íngremes e praias isoladas, dificultando a execução e gestão das diversas operações que envolvem as atividades de saneamento (FRANCISCO, 2004).

A instalação dos grandes empreendimentos, o crescimento da ocupação do solo de forma desordenada e o consequente aumento da concentração populacional em torno das sedes municipais, não foram acompanhados dos devidos investimentos no setor de saneamento básico e tratamento de resíduos. Atualmente, estima-se uma população da ordem de duzentos e cinquenta mil habitantes, cujos esgotos domiciliares produzidos, degradam diretamente a qualidade sanitária das águas. Os sistemas residenciais individuais de fossas sépticas e

sumidouros, quando lançados sem tratamento em valões, córregos ou rios acabam afetando a qualidade das águas, não somente destas drenagens (GERALDES, 2016).

Os dados do Censo Demográfico 2010 do IBGE e do diagnóstico do setor costeiro da Baía da Ilha Grande demonstram que o esgotamento sanitário considerado como adequado no município de Paraty engloba a rede geral de esgoto ou pluvial (1.922 domicílios), e fossas sépticas (87 domicílios). Um total de 9.398 domicílios apresentaram formas inadequadas de disposição, como fossas rudimentares e despejo direto, sem tratamento, em rios, valas, lagos ou no mar. Alguns domicílios (53) não dispunham de banheiro ou sanitário. Em Angra dos Reis, a rede coletora de esgoto sanitário chega a 48,6 % do total de domicílios do município. Os outros 30,2 % se utilizam de fossa séptica e 10,1 % se utilizam de fossa rudimentar. Cerca de 8 % estão ligados a valas e 2,1 % são lançados diretamente em um corpo receptor (rio, lagoa ou mar). O esgoto coletado pela rede coletora passa por algum tipo de tratamento, sendo lançado posteriormente na baía.

Na Ilha Grande, em relação a rede de coleta de esgotos na Vila do Abraão, COTINHO *et al* (2018) constata, que mais da metade da vila não dispõe do serviço de esgoto, corroborando a hipótese que os rejeitos destes imóveis sejam vazados diretamente nos rios que desembocam no Abraão. Além do esgoto, o lixo também é um problema visível na ilha, já que não existem condições técnicas (e aqui incluem-se as ambientais) para a construção de uma usina de beneficiamento de resíduos sólidos. A coleta na Vila do Abraão é realizada diariamente pelo sistema convencional, no qual o lixo recolhido é misturado e então transportado ao continente, demandando atenção especial nas altas temporadas, quando a geração de resíduos cresce representativamente.

O fato é que o lançamento de dejetos em fossas rudimentares e a falta de instalações sanitárias são questões problemáticas, quando se considera que a população ainda obtém água de poços ou nascentes localizados em suas propriedades. A prática de queima e/ou enterramento do lixo nas propriedades constitui outro fator de risco para doenças diversas.

Quanto ao abastecimento de água, em Angra dos Reis, a rede pública de distribuição de água atende a 86,9 % dos domicílios. Em 9,3 %, o acesso à água envolve uso de poços ou nascentes, enquanto 3,8% adotam outra forma de acesso. O total distribuído alcança uma vazão de 16.880 m³/dia, sendo que 93 % deste valor é submetido a um processo simples de desinfecção (cloração), enquanto o restante sofre tratamento convencional. Os dados do IBGE atestam a adequabilidade do abastecimento em Paraty, através da rede geral de distribuição para 8.050 domicílios. Formas inadequadas, como a utilização de poços ou nascentes, dentro ou fora da propriedade, ou o armazenamento de água da chuva são utilizadas em 3.410 domicílios. Em

Mangaratiba, a comunidade Pau Rolou 2, apresenta nível de adequabilidade de 73,8 %, contrastando com os níveis baixos de adequação observados em outras localidades como Pau Rolou 1 (25,9 %); o distrito de Conceição do Jacaré e as comunidades do Morro do Serafim – Boa Vista (49,0 %). (IBGE,2010).

Quanto à coleta de lixo regular, os dados do censo demográfico do IBGE de 2010, registram que, em Angra dos Reis, 96,4 % dos domicílios dispõem de coleta regular de lixo, sendo que um pequeno percentual de domicílios ainda usa a prática de queima do lixo (3,1 %), ou dispõe o lixo de forma inadequada (0,3 %), despejando-o em terrenos baldios e outros locais inadequados. O total de resíduos sólidos coletados somam 85 toneladas ao dia, sendo destinado a 12 aterros controlados, a uma usina de compostagem e seis usinas de reciclagem. O município de Paraty possui 11.460 domicílios permanentes. Em 8.607 habitações, a coleta de lixo é realizada diretamente por serviços de limpeza. Em outros 2.021 domicílios, a coleta envolve o uso de caçambas públicas, ao passo que em 832 domicílios, o lixo é queimado, enterrado ou jogado em terreno baldio, dentre outras destinações inadequadas. No Distrito de Conceição do Jacaré, em Mangaratiba, cerca de 30 % dos domicílios não dispõe de sistema de coleta de lixo adequado.

Os dados mais recentes descritos no Diagnóstico de saúde da região da Baía da Ilha Grande, de 2020, afirmam que, comparando-se o desempenho dos municípios da Baía da Ilha Grande entre 2010 e 2016 - levando-se em consideração que os resultados para 2010 são auto declaratórios, e os dados relativos a 2016 baseiam-se em faturamento - observa-se um notório avanço de todos os municípios quanto ao abastecimento de água pela rede geral, apesar do uso concomitante de poços ou nascentes para abastecimento, especialmente nas áreas insulares. Por outro lado, quanto à coleta direta de lixo, o que se constata é um grande retrocesso em Angra dos Reis. Já a coleta de esgoto por rede geral também sugere retrocesso em Angra dos Reis e Paraty, dado que pode ter influência da autodeclaração no Censo de 2010, que pode ter contribuído para um aumento artificial do percentual de esgotamento adequado.

Segundo a ABRELPE (2017 *apud* DSRBIG, 2020), Angra dos Reis ainda opera um aterro sanitário cuja licença estaria cancelada, além de usar seu antigo lixão. Não há referências sobre a presença de lixões em Mangaratiba, nem em Paraty, mas este último envia seus resíduos sólidos para Angra dos Reis, enquanto os resíduos sólidos de saúde são direcionados para São José dos Campos (SP). Em Mangaratiba, os resíduos sólidos seguem para Seropédica, e, assim como Angra dos Reis, envia para Barra do Pirai os resíduos sólidos de saúde. Observa-se, portanto, que a região não consegue realizar o tratamento de seus resíduos sólidos, bem como de coletar em rede geral, minimamente, seu esgoto.

Ainda se somam a esses dados, o crescente aumento da população nas épocas de veraneio e feriados prolongados. Os resíduos gerados por essa população flutuante se mostram uma importante fonte de poluição nas praias e no mar, não sendo contabilizados nas estatísticas oficiais.

H. Turismo

A região da Costa Verde do Rio de Janeiro vem atraindo atenção por sua bela paisagem e cenários de perder o fôlego. A parte sul do litoral fluminense, que leva esse nome de Costa Verde, tem encantado cada vez mais turistas, transformando o turismo em uma importante fonte de renda na região.

Dentre as fontes de pressão ambiental na Baía de Ilha Grande, o turismo também tem gerado preocupações ambientais, decorrentes do excesso de concentração de turistas em pontos específicos e excesso de visitantes, que sobrecarregam os ecossistemas.

Na década de 70, devido ao crescimento da preocupação com o meio ambiente, em paralelo à valorização da natureza como atrativo para o desenvolvimento econômico, as atividades de turismo relacionadas a locais com belezas naturais apresentaram expansão acentuada, com destaque para o turismo na Ilha Grande, cujo desenvolvimento acontece após o encerramento das atividades do Instituto Penal Cândido Mendes (1940–1994).

Diversos pontos que comprometem a melhoria das atividades turísticas na região são apontados no estudo elaborado pelo Programa Nacional de Desenvolvimento do Turismo - Rio de Janeiro (PRODETUR-RJ, 2008, INEA, 2015).

- i. A inexistência de uma política de comercialização do turismo na região;
- ii. a alta sazonalidade da atividade turística (não aplicável a Paraty);
- iii. o alto índice de informalidade das atividades de turismo;
- iv. a falta de conhecimento e dimensionamento do mercado turístico regional;
- v. a inexistência de projetos de capacitação de profissionais para o setor;
- vi. investimentos governamentais insuficientes para fortalecer o turismo sustentável;
- vii. os possíveis impactos industriais nas atividades turísticas da Baía da Ilha Grande;
- viii. os potenciais conflitos com atividades econômicas tradicionais (pesca);
- ix. a necessidade de maior atuação e fiscalização dos órgãos ambientais.

A Baía da Ilha Grande é um dos polos mais importantes da atividade náutica no Brasil e de atividades turísticas de lazer em praias, pesca desportiva, mergulho e passeios náuticos, sendo considerada a principal localidade turística da região.

O turismo na ilha Grande apresenta quantidade de visitantes, o que coloca a manutenção de seus ecossistemas em atenção. Segundo Schmidt (2016), a Ilha Grande recebeu 450 mil turistas no ano de 2015. MENDES (2014) relata o desembarque de 20 mil pessoas na Ilha Grande em um único dia (Figura 30), o que representa o dobro do número de moradores da localidade. Dados obtidos no estudo de FONSECA & LOPES JUNIOR (2016), demonstraram que, na baixa estação, há uma tendência a um turismo restrito a uma menor parte da ilha. Nessa época, predominou, por parte dos turistas, não só a utilização de pousadas, como o tipo específico de hospedagem, mas também a Vila do Abraão, como principal destino. Já na alta estação turística, houve maior pluralidade, do ponto de vista do uso turístico, do território insular. Maior diversidade de praias foram mencionadas como local de hospedagem, ampliando também a utilização de meios alternativos às pousadas.

Figura 30. Cais do Abraão, porta de entrada da Ilha Grande.



Fonte: <https://oglobo.globo.com/> de 07/05/2014

Pode-se observar que a Ilha Grande vem sofrendo visíveis mudanças ambientais e sociais a partir da crescente expansão do turismo, que se tornou a principal atividade econômica da ilha, após a queda na atividade de pesca comercial, aliada à desativação do complexo penal. Esta expansão do turismo trouxe consigo a especulação imobiliária e, economicamente, resultou na migração compulsória das caiçaras de outras partes da ilha para a Vila do Abraão. A infraestrutura urbana da Vila do Abraão não acompanhou o ritmo de adensamento populacional originado pelo turismo, o que ocasionou a precarização dos serviços públicos – abastecimento de água, esgotamento sanitário, recolhimento e destinação do lixo etc.; assim, tornou-se

evidente a necessidade de repensar o modelo de turismo explorado atualmente (COUTINHO *et al.* 2018).

Complementando o entendimento acerca da evolução da atratividade turística da ilha, COUTINHO (2018), expõe a estimativa de dados dessa população, obtidos através do censo IBGE, 2010, a partir da análise de quatro diferentes grupos de visitantes, segmentados pela estrutura de estadia escolhida. Os resultados obtidos, demonstram que a população total da ilha (somando-se população fixa e flutuante) representou 15.180 pessoas durante a alta temporada, excetuando-se deste período o réveillon e o carnaval, que representam os picos da estação. Nestes picos sazonais, a população total alcançou a marca de 18.459 pessoas no ano de 2010 (IBGE, 2010)

I. Espécies exóticas

Espécies Exóticas invasoras são organismos que, introduzidos fora da sua área de distribuição natural, ameaçam a diversidade biológica e os serviços ecossistêmicos. A ausência de predadores naturais, abundância de presas sem defesas naturais eficientes contra as espécies introduzidas e distúrbios em áreas naturais frequentemente criam vantagens para espécies exóticas invasoras sobre espécies nativas. As espécies invasoras são consideradas a segunda maior causa de extinção de espécies no planeta, afetando diretamente à biodiversidade, à economia e à saúde humana (IBAMA, 2020).

Na Baía de Ilha Grande, espécies de organismos considerados invasores (exóticos), por estarem em áreas distantes de sua região de ocorrência geograficamente conhecida estão sendo registradas. Entre estas espécies que invadiram costões rochosos e estruturas artificiais submersas em grande parte da Baía de Ilha Grande, principalmente na Ilha Grande, estão os corais exóticos coral sol (*Tubastraea coccínea*, Lesson, 1829 e *T. tagusensis* Wells, 1982), o bivalve *Isognomon bicolor* (CREED *et al.*, 2007) e uma espécie de peixe recifal (*Omobranchus punctatus*), registrada em FERREIRA *et al.* (2007). A introdução destas espécies no ambiente marinho vem sendo relacionada ao transporte por incrustações nos cascos de navios petroleiros e de cargas, trocas de água de lastro em águas interiores ou por introdução de espécies de comercialização para aquarofilia. Segundo INEA (2013), existem diversas espécies marinhas exóticas já ocorrendo na Baía de Ilha Grande (quadro II).

Quadro II. Espécies exóticas ocorrentes na BIG. Adaptado.

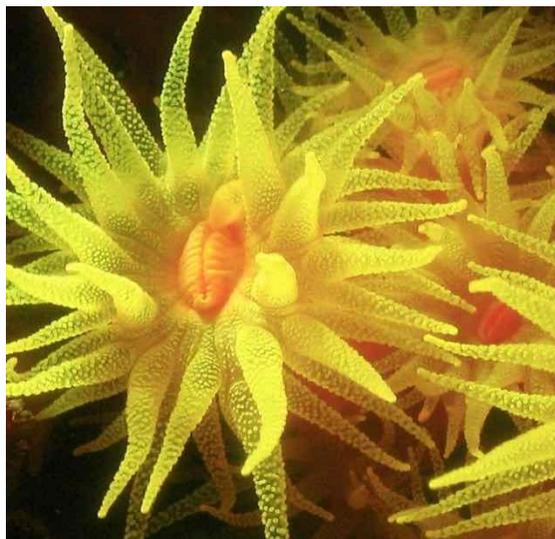
Grupo Taxonômico	Espécies
Algas	<i>Caulerpa scalpelliformis</i>
	<i>Laurencia caduciramulosa</i>
	<i>Wrangelia penicillata</i>
Corais	<i>Tubastraea coccinea</i>
	<i>Tubastraea tagusensis</i>
Briozoários	<i>Scrupocellaria diadema</i>
Moluscos (Bivalvia)	<i>Isognomon bicolor</i>
	<i>Myoforceps aristatus</i>
Crustáceos (Cirripedia)	<i>Amphibalanus reticulatus</i>
	<i>Megabalanus coccopoma</i>
Crustáceos (Decapoda)	<i>Charybdis hellerii</i>
Crustáceos (Dendrobranchiata)	<i>Penaeus monodon</i>
Ascídias (Chordata)	<i>Styela plicata</i>
Poliqueta (Annelida)	<i>Demonax microphthalmus</i>
Equinoderma (Ophiuroidea)	<i>Ophiothela Mirabilis</i>

Fonte: INEA, 2013, ICMBIO, 2019.

Segundo CREED, 2007, a presença de espécies exóticas concentra-se, preferencialmente, na face Norte da Ilha Grande, ao longo do canal de navegação, e próximo às áreas de fundeio destinadas a embarcações de grande porte a serviço da Indústria de Óleo e Gás, bem como nas enseadas destinadas ao fundeio de transatlânticos, na face leste. Também se observam espécies exóticas nas lajes da porção central do canal leste da Baía da Ilha Grande, na Baía de Jacuecanga, a norte da Baía de Paraty, em Tarituba, bem como no entorno da CNAAA, em Itaorna

O coral sol merece destaque na relação de espécies invasoras. Até hoje, duas espécies foram encontradas no litoral brasileiro, *T. coccinea* e *T. tagusensis*. As duas espécies são nativas do Oceano Pacífico e, além do Brasil, invadiram o Caribe e o Golfo do México. No Brasil, foram registradas a partir da década de 1980, incrustando plataformas de petróleo e gás na bacia de Campos, Rio de Janeiro. Uma década depois o coral sol invadiu os costões rochosos da baía de Ilha Grande, oeste no mesmo estado (OIGMAN-PSZCZOL *et al*, 2017).

Este organismo apresenta uma notável capacidade de dispersão e invasão, impactando costões e recifes de coral por competição com espécies nativas. Considerando a grande dimensão dos impactos em águas brasileiras, a invasão do coral sol (Figura 31) foi alvo do Plano Nacional de Prevenção, organizado em 2017 pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações em parceria com especialistas e o setor privado (BARRETO, 2021).

Figura 31. Coral sol. *Tubastrea* sp.

Fonte: ICMBIO ESEC Tamoios, 2021.

Ações de manejo para controle destas espécies invasoras vem sendo realizados por grupos de pesquisas em diversas instituições. Em 2006, foi criado o “Projeto coral sol” (PCS), realizado pelo Instituto Brasileiro de Biodiversidade, cuja missão é contribuir para a conservação da biodiversidade marinha brasileira, através do controle do coral sol, e enfrentar o crescente problema deste invasor na costa brasileira. O programa nacional de monitoramento do Projeto Coral Sol coleta dados desde 2000, e vem mapeando a distribuição e a expansão geográfica deste coral no litoral brasileiro. Atualmente, esse monitoramento em larga escala abrange mais de 500 quilômetros, do litoral norte do estado do Rio de Janeiro ao litoral norte do estado de São Paulo, incluindo várias unidades de conservação (OIGMAN-PSZCZO *et al.*, 2017) e apontam registros de ambas espécies nas costas sudeste e sul em costões rochosos naturais e estruturas artificiais, além de alguns registros na costa nordeste, associados a plataformas de petróleo (CREED *et al.* 2016).

Na Baía de Ilha Grande, é possível observar as espécies de *Tubastrea* sp., ocorrendo na grande maioria dos substratos consolidados, incluindo as unidades de conservação. O primeiro trabalho de monitoramento de *Tubastrea* spp. nas ilhas da Estação Ecológica de Tamoios foi publicado em 2011, com dados coletados entre os anos de 2009 e 2010. A ESEC Tamoios já empreendeu campanhas de remoção do coral sol em suas ilhas. Estas campanhas foram batizadas com os nomes ECLIPSE e ECLIPSINHA, em alusão a ação de apagar o coral sol na Unidade. Em 2015, foi realizado um novo monitoramento de ocorrência das espécies em todas as ilhas da ESEC Tamoios. O estudo mostrou registro de coral-sol em 26 locais amostrados

correspondendo a vinte Ilhas da ESEC. Apenas em nove locais não foram registradas nenhuma das duas espécies (GOMES *et al*, 2015).

Um importante passo na conservação ambiental foi realizado em 2021. A Assinatura de um acordo em que a Petrobrás se compromete a cumprir o Projeto de Prevenção e Controle de Espécies Invasoras –PPCEX, à luz do Plano Coral –Sol (aprovado 2 pela Portaria IBAMA 3.642/18) e as rés acordaram em custear medidas compensatórias no valor de cerca de 18 milhões. Nesse acordo a Petrobras compromete-se nos seus processos de licenciamento ambiental que estejam situados dentro da Baía da Ilha Grande, a cumprir o Projeto de Prevenção e Controle de Espécies Exóticas Invasoras – PPCEX, à luz do Plano Coral-Sol (aprovado pela Portaria IBAMA 3.642/18), respeitado o princípio da proporcionalidade, inclusive à vista do disposto no art. 23 do Decreto-Lei 4.657/42 (cf. redação dada pela Lei 13.655/18), ou por eventual outro instrumento que o substitua (JUSTIÇA FEDERAL, 2021)

J. Maricultura e Pesca

Na Baía de Ilha Grande, as principais modalidades de pesca praticadas consistem no arrasto de fundo (duplo ou simples), voltado a camarões e peixes bentônico-demersais, e nas pescarias de cerco, voltadas a espécies pelágicas, em especial à sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) (INEA,2015). Segundo a Capitania dos Portos de Angra dos Reis, 2018, a região possui um total de 384 embarcações categorizadas como pesqueiras, registradas no Município. É um dos principais portos de descarga de sardinha-verdadeira do estado, onde descarregam embarcações não apenas do Rio de Janeiro, mas também de estados como São Paulo e Santa Catarina. Uma das principais estruturas do município é o cais público de Santa Luzia, administrado pela Prefeitura Municipal de Angra dos Reis. O local também oferece o serviço de abastecimento de combustível com uma bomba de gasolina. O cais é utilizado na descarga das frotas de cerco, arrasto duplo e arrasto simples (FIPERJ 2013).

A produção desembarcada no município esteve na marca de 26.823 toneladas em 2011, ultrapassando 30.000 ton. em 2012. Estes valores correspondem a mais de 30 %da produção total desembarcada no Estado do Rio de Janeiro, nos dois anos citados. Em Paraty o monitoramento da atividade pesqueira é recente, sendo efetuado pela Secretaria Municipal de Pesca. A produção pesqueira local, monitorada nos meses junho a outubro de 2014, atingiu valores entre 82 e 126 toneladas mensais (INEA, 2015).

Segundo dados da FIPERJ (2022) em 2021 a atividade pesqueira monitorada no município de Angra dos Reis, foi estimada em 5.777,1 t, cujo volume é composto, em parte, pelo segmento artesanal (11,8%), embora seu destaque se dê pelas descargas da pesca industrial

(88,2%), elevando o município à terceira posição no ranking estadual em volume de pescado no período. Em Paraty o volume de pescado descarregado no segundo semestre de 2021 ultrapassou 627 t, mantendo o município na quinta posição entre os demais municípios do estado, ainda que a produção tenha apresentado queda de 27,5% em relação ao mesmo período do ano anterior. A pesca artesanal sempre representou sua maior vocação, mas este segmento apresentou uma queda brusca de 57% na produção deste semestre quando comparado ao segundo semestre de 2020, e assistiu ao incremento de mais de 125% da produção da frota industrial na comparação dos períodos, dividindo a produção em 49,8% de pescado proveniente do segmento artesanal, contra 50,2% do segmento industrial.

A destruição gradativa desses ecossistemas na baía tem causado um declínio na produção pesqueira e conseqüente reflexo social, com a perda de empregos associados à captura e processamento de peixes. O declínio dos estoques pesqueiros deve-se à sobre exploração (Anjos, 1993; BIZERRIL & COSTA, 2001, CREED, 2007).

A pesca artesanal sofre, atualmente, com a escassez de pescado na Baía. Os conflitos de interesses entre pescadores artesanais e a pesca industrial se referem, principalmente, ao uso de espaços que tradicionalmente era explorados por pescadores artesanais (INEA, *opcit*). No trabalho de JOVENTINO & JOHNSON, publicado em 2018, os principais problemas e conflitos envolvendo a pesca artesanal na Baía de Ilha Grande foram agrupados em três grandes categorias de conflito:

- i. Sobre as áreas protegidas: onde os conflitos ocorrem, principalmente, devido à sobreposição de áreas de pesca com unidades de conservação e áreas de exclusão de pesca (AEP's) criadas a partir de normas de ordenamento pesqueiro;
- ii. “Barcos de fora”: onde os conflitos acontecem envolvendo a pesca artesanal e a pesca industrial, com referências aos barcos que veem de outras regiões e realizam pesca predatória no interior da baía, não respeitam os períodos de paralisação da pesca (defeso) e utilizam tecnologias pesqueiras de detecção de cardumes (sonda e sonar). Somado a essas referências os conflitos com as atividades ligadas ao setor de petróleo, gás e de turismo também foram relatadas.
- iii. Ordenamento/regularização da atividade: problemas associados tanto ao estado de ilegalidade em que se encontram os pescadores da BIG.

Diante dessas dificuldades, os pescadores tradicionais vêm passando por mudanças em suas atuações profissionais, buscando enquadramento em trabalhos como turismo e maricultura. O estudo realizado pelo Projeto Mares da Ilha Grande (2009), aponta que, em 2009, a maioria dos pescadores artesanais entrevistados na Baía da Ilha Grande já exercia a atividade pesqueira

em tempo parcial, de modo a possibilitar a prática de outras atividades, visando complementação da renda familiar.

A sobrepesca tem sido apontada como um dos fatores que, a longo prazo, torna a atividade pesqueira insustentável (PAULY *et al.*, 2013) e, apesar dos esforços de minimizar os impactos, é improvável que se possa recompor 33% dos estoques atualmente explorados. Seriam necessários 3 vezes o tempo de vida das espécies para recompor o sistema (FAO, 2018). Nesse sentido, a aquicultura surge como uma possibilidade de sustentabilidade para o setor. Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), a aquicultura - cultivo de organismos que vivem em meio aquático - é considerada uma alternativa relevante de produção de alimentos, capaz de suprir a crise no setor pesqueiro causada pela exploração desordenada da zona costeira, contribuindo significativamente para a segurança alimentar e diminuição da pobreza no planeta.

A maricultura, cultivo e criação de organismos que vivem no mar, está presente na região da Ilha Grande há 20 anos, sendo desenvolvida de forma crescente (BASTOS e CALLADO, 2009). A maricultura, cultivo e criação de organismos que vivem no mar, está presente na região da Ilha Grande há 20 anos, sendo desenvolvida de forma crescente (BASTOS e CALLADO, 2009). Esta atividade vem se mostrando promissora devido ao considerável aumento na produção de moluscos, principalmente vieira – *Nodipecten nodosus*, e além da recente produção de peixes marinhos, como o bijupirá – *Rachycentron canadum* (Figura 32). O crescente interesse da comunidade local pela maricultura é bem animador, pois essa atividade reflete seus hábitos culturais e também auxilia em promover a sustentabilidade ambiental (ROBENSO, 2016, BASTOS, 2018, CAMPOS, *et al*, 2022), mostrando-se uma efetiva alternativa econômica na região. A produção de frutos do mar, tanto da vieira como do bijupirá, possuem um elevado valor de mercado sendo uma fonte de renda considerável.

A qualidade da água desempenha um papel fundamental na maricultura. A produção, crescimento e saúde desses organismos dependem diretamente das condições da água em que são cultivados. A temperatura, salinidade e turbidez são fatores determinantes, assim como a presença de poluentes, como produtos químicos tóxicos, metais pesados ou nutrientes em excesso (como nitrogênio e fósforo).

Figura 32. Fazenda marinha localizada na Praia de Jaconema, face norte da Ilha Grande, município de Angra dos Reis, RJ.



Fonte: a autora, 2021.

Apesar dos pontos positivos apresentados, a aquicultura marinha requer alguns cuidados, assim como qualquer atividade introduzida em um ambiente a qual não pertence originalmente (CASTELAR *et al.*, 2009; SCHLAEPFER *et al.*, 2010; LUSTOSA, 2021). A piscicultura, por exemplo, requer uma série de estudos para considerar os impactos prováveis que possa exercer sobre o ambiente (BRITTON& ORSI, 2012; MOURA *et al.*, 2014). Os cultivos de peixes em tanques-rede localizados nas proximidades da costa litorânea podem impactar o meio ambiente através do acúmulo de nutrientes dissolvidos, de sólidos em suspensão e de matéria orgânica (FOLKE e KAUTSKY, 1992; AMARAL, 2021). Uma das objeções à piscicultura é o efeito da taxa de sedimentação na coluna d'água, visto que os peixes em cativeiros irão produzir novas fontes de material particulado da ração usada na engorda e não ingeridas por esses animais e através dos processos metabólicos. (LI *et al.*, 2018; MAHMOOD *et al.*, 2017, LUSTOSA,2021), que podem alterar a composição e estrutura de comunidades bentônicas adjacentes.

Diante dos fatos supracitados, dois estudos de avaliação de impactos de fazendas marinhas sobre comunidades bentônicas foram realizados na Ilha Grande pela Faculdade de Oceanografia da UERJ, em localidade onde o cultivo de peixes bijupirá – *Rachycentron canadum*, é realizado em tanques rede. Os resultados dos estudos apontaram para a não influência das fazendas marinhas nas comunidades bentônicas tanto de sedimento inconsolidado, quanto de substrato consolidado (LUSTOSA, 2021; AMARAL,2021), fortalecendo a maricultura como uma importante atividade socioeconômica na região da Ilha Grande.

3.2.3.2 – A contrapartida - Unidades de Conservação

Em contrapartida as inúmeras fontes de pressão ambiental apontadas no presente estudo, as unidades de conservação existem como um esforço na busca da proteção dos ecossistemas. Na Baía de Ilha Grande são de vital importância para conservação dos ecossistemas.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, SNUC, define unidade de conservação (UC), como o 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 de proteção (ICMBIO, 2000).

Ainda segundo ICMBIO, as unidades de conservação estão organizadas em dois grupos:

1. Unidades de Proteção Integral - com a finalidade de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, e por isso as regras e normas são restritivas. Pertencem a esse grupo as categorias:

- Estação Ecológica
- Reserva Biológica
- Parque Nacional
- Refúgio de Vida Silvestre
- Monumento Natural

2. Unidades de Uso Sustentável - concilia a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais. Esse grupo é constituído pelas categorias:

- Área de Proteção Ambiental
- Área de Relevante Interesse Ecológico
- Floresta Nacional
- Reserva Extrativista
- Reserva de Fauna
- Reserva de Desenvolvimento Sustentável
- Reserva Particular do Patrimônio Natural

A Baía de Ilha Grande contém o maior número de Unidades de Conservação (UC's) do território fluminense. Em Angra dos Reis e Paraty, parte das ilhas distribuídas entre os dois municípios está localizada dentro de Unidades de Conservação (JOVENTINO & JOHNSON, 2018), enquadradas nas classificações, de proteção integral e uso sustentável.

Nesta Baía, existem atualmente onze unidades de conservação, sendo um Parque Nacional, uma Estação Ecológica (federal), uma Reserva Biológica e uma Reserva de

Desenvolvimento Sustentável (estaduais), dois Parques Estaduais, sendo um deles marinho, três Áreas de Proteção Ambiental (uma federal, uma estadual e uma municipal) e duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (MMA,2021). O conjunto destas áreas protegidas pode ser visualizado no quadro III.

Quadro III – Unidades de conservação ambiental na Baía de Ilha Grande.

Unidades de Conservação	Tipo	Ambito	Área (Km2)	Municípios de abrangência	Ano de criação
Parque Nacional da Serra da Bocaina	Integral	Federal	1.065.65	Angra dos Reis (RJ)	1971
				Paraty (RJ)	
				Areias (SP)	
				Cunha (SP)	
				São Jose do Barreto (SP)	
				Ubatuba (SP)	
Parque Estadual Cunhambebe	Integral	Estadual	380,76	Angra dos Reis (RJ)	2008
				Itaguaí (RJ)	
				Mangaratiba (RJ)	
				Rio Claro (RJ)	
Área de Proteção Ambiental Cairuçu	Uso Sustentável	Federal	326.11	Paraty (RJ)	1983
Área de Proteção Ambiental dos Tamoios	Uso Sustentável	Estadual	206.5	Angra dos Reis	1982
Parque Estadual da Ilha Grande	Integral	Estadual	120.92	Angra dos Reis	1971
Estação Ecológica dos Tamoios	Integral	Federal	86	Angra dos Reis e Paraty	1990
Área de Proteção Ambiental da Baía de Parati e Saco de Maranguá	Uso Sustentável	Municipal	64.61	Paraty (RJ)	1984
Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul	Integral	Estadual	32.67	Angra dos Reis	1981
Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro.	Uso Sustentável	Estadual	19	Angra dos Reis	2014
Reserva Particular do Patrimônio Natural Gleba do Saquinho do Itapirapuã	Uso Sustentável	Federal	4	Angra dos Reis	1998
Reserva particular do patrimônio natural Fazenda do Tanguá	Uso Sustentável	Estadual	1,18	Angra dos Reis	2008

Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2021

Descrição das unidades de conservação levantadas conforme ICMBIO (2021), INEA (2021), IBAMA (2021).

Parque Nacional da Serra da Bocaina, criado em 1971, tem quase 106 mil hectares, é uma das maiores áreas protegidas da Mata Atlântica em âmbito federal. Localiza-se em trecho da Serra do Mar, na divisa entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Por se estender desde altitudes superiores a 2.000m, na região serrana, até o nível do mar, no litoral, o PNSB apresenta paisagens diversificadas e grande riqueza de fauna e flora, incluindo espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Dentre seus principais atrativos turísticos, destacam-se o Caminho de Mambucaba (mais conhecido como Trilha do Ouro), as cachoeiras de Santo Isidro, das Posses e do Veado, a Pedra do Frade, Pedra da Macela e a Praia do Caixa D’Aço, em Trindade.

Parque Estadual Cunhambebe, criado através do Decreto Estadual nº 41.358, de 13 de junho de 2008. Possui 38 mil hectares e abrange partes dos municípios fluminenses de Angra dos Reis, Rio Claro, Mangaratiba e Itaguaí. Esta unidade de conservação protege uma cadeia de montanhas e importantes nascentes e bacias hidrográficas. Além de toda riqueza de fauna e flora, o Parque também possui uma área histórica que traz um pouco da arquitetura do período colonial do distrito de São Marcos, em Mangaratiba.

Área de proteção ambiental Cairuçu, é uma unidade de conservação federal de uso sustentável, ligada ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), criada em 27 de dezembro de 1983. Está localizada no município de Paraty/RJ e seu território é composto por uma área continental e 63 ilhas, que totalizam 34.690,72 ha.

Área de proteção ambiental dos Tamoios, criada pelo Decreto Estadual nº 9.452, de 5 de dezembro de 1982, é uma Área de Proteção Ambiental – categoria de UC de uso sustentável – criada e gerida pelo governo do Estado do Rio de Janeiro, por meio do Instituto Estadual do Ambiente – INEA. Está localizada no município de Angra dos Reis/RJ. Sua criação visa a proteção do ambiente natural, das paisagens de grande beleza cênica e dos sistemas geo-hidrológicos da região, que abrigam espécies biológicas raras e ameaçadas de extinção, bem como as comunidades caiçaras integradas naqueles ecossistemas.

Parque Estadual da Ilha Grande, criado por Decreto Estadual nº 15.273, de 26 de junho de 1971, com redução de 2/3 da área protegida no Decreto Estadual nº 2.062, de 28 de agosto de 1978. A ampliação e consolidação da área total do Parque ocorreram quando foram acrescentadas todas as demais terras localizadas acima da cota de 100 m, excetuando-se aquelas pertencentes à Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul: Decreto Estadual nº 40.602, de 12 de fevereiro de 2007.

Estação Ecológica de Tamoios, umas das mais importantes na região da Baía de Ilha Grande, é uma Unidade de Conservação federal de proteção integral. Foi criada pelo Decreto nº 98.864, de 23 de janeiro de 1990, para atender dispositivo legal que determina que todas as usinas nucleares deverão ser localizadas em áreas delimitadas como estações ecológicas. Tem o objetivo de preservar o riquíssimo ecossistema insular e marinho da Baía da Ilha Grande, bem como permitir o monitoramento de sua qualidade ambiental. A unidade foi criada pelo decreto

litorâneos. Aproximadamente metade da área do parque está coberta com a densa Mata Atlântica preservando muitas espécies da flora e fauna local. É uma unidade de conservação de proteção integral, sendo proibida a entrada de turistas sem autorização do órgão responsável - INEA.

Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro, criada pela Lei nº 6.793, de 28 de maio de 2014, como uma unidade de uso sustentável com a finalidade conciliar a preservação dos ecossistemas e a cultura caiçara, valorizando os modos de vida tradicionais dessa comunidade de pescadores. Esta reserva foi criada em uma área que pertencia à Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, que teve uma redução de 2,7% da área original. Apenas a pesca de caráter artesanal é permitida sob controle e gestão do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e da população beneficiária da unidade (cerca de 50 famílias). A área O Parque Marinho do Aventureiro foi recategorizada como RDS (Reserva de Desenvolvimento Sustentável). Sendo assim, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro inclui uma porção terrestre e outra marinha.

Reserva particular do patrimônio natural Gleba do saquinho do Itapirapuã, criada como uma unidade de conservação de uso sustentável, através da Portaria 81, de 09 de outubro de 1996, com a finalidade de reconhecer, mediante registro, como reserva particular do patrimônio natural, a área de 397,75 hectares, constituindo-se parte integrante do imóvel denominado gleba o saquinho de Itapirapuã, situado no município de Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro.

Reserva particular do patrimônio natural fazenda do Tanguá, foi criada também como uma unidade de conservação de uso sustentável, pela Portaria nº 72 de 09/09//2008, para proteção da biodiversidade local.

3.2.4 - Caracterização Ambiental na Baía de Ilha Grande

Todos os dados registrados se encontram escritos detalhadamente em tabelas no anexo A.

3.2.4.1 - Parâmetros ambientais

Nas campanhas de obtenção de dados primários, no ano de 2018, foi registrado o maior valor de temperatura da água na estação P7, no dia 12/04/18 (30,7°C), e o menor valor na estação P3, no dia 25/04/18 (25,5°C). Em relação a temperatura do ar, o maior valor registrado foi

34,9°C, na estação P10, no dia 20/03/18; e o menor valor foi 23,4°C, na estação P1, no dia 15/04/18. Quanto aos valores obtidos em campo para pH, foi constatado o maior valor (9,14) na estação P14, no dia 16/03/18, e o menor valor (8,07), na estação P21, no dia 23/03/18. Em relação aos resultados para oxigênio dissolvido, os maiores valores obtidos na estação P7, no dia 18/03/18 (8,46 mg/L) , e os menores valores, na estação P22, no dia 23/02/18 (5,85 mg/L). Para salinidade, foi registrado o maior valor (36,68), na estação P4, em 06/04/18, e o menor valor (30,6) , na estação P22, em 23/03/18.

Em 2021, as temperaturas da água do mar tiveram o maior valor registrado na estação 18, no dia 01/10/2021 (29,1 °C), e o menor valor, na estação 13, no dia 30/09/2021 (27,4 °C). As temperaturas do ar variaram entre 31,2 °C, na estação 13 (30/09/2021), e 28,5 °C, na estação 17, em 01/10/2021. Em relação ao pH, o maior valor - 8,63 - foi registrado na estação 17 (01/10/2021), e o menor valor, na estação 13 (30/09/2021). Quanto aos valores de oxigênio dissolvido, o maior valor - de 7,50 mg/L - foi obtido na estação 7 (29/09/2021), e o menor valor - 6,1 - na estação 22 (1/10/2021). Para salinidade, foi registrado o maior valor (34), nas estações 7 e 16, no dia 29/09/2021, e o menor valor (32) , na estação 22, no dia 01/10/2021. Estes dados se encontram descritos no apêndice A.

3.2.4.2 - Levantamento de peixes recifais

No Brasil, os peixes recifais correspondem a cerca de 400 espécies, o que equivale a um quarto do total de espécies de peixes marinhos identificados até o momento. Esses animais são elementos-chave para o equilíbrio dos ecossistemas recifais, exercendo diversas funções ecológicas, compondo diferentes níveis tróficos dentro da cadeia alimentar recifal (PAULA *et al.*, 2016). Os peixes recifais têm sofrido uma série de ameaças. Segundo o autor, são as atividades humanas que mais causam impactos negativos e podem afetar a vida dos peixes recifais. O aumento dos gases estufa, mudanças nas temperaturas atmosféricas e, conseqüentemente, o aumento da temperatura nas águas superficiais dos mares, estão entre os principais estressores da vida marinha. A pesca predatória em ambientes recifais e o despejo inadequado de esgoto doméstico e industrial, através de emissários nas zonas costeiras, são também fontes de estresses sobre as populações de peixes recifais

No ciclo de 2018/2019, foram identificadas 44 espécies de peixes recifais nas 18 estações de amostragem. A estação 16, localizada na Ponta do Acaiá, localizada na parte sul da Ilha Grande (Angra dos Reis), apresentou a maior riqueza de espécies, com quarenta e quatro (44) espécies registradas. A menor riqueza de espécies foi registrada nas estações 4, localizada na Ilha da Bexiga (Paraty) e 5, localizada na Ilha do Araújo (Paraty), com 9 e 7 espécies

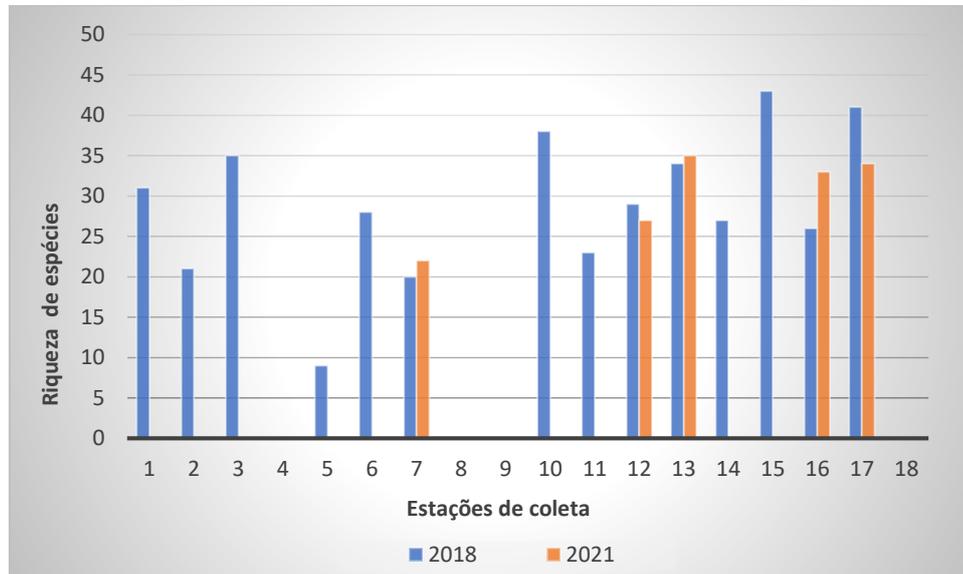
catalogadas respectivamente. As espécies *Haemulon steindachneri* (Jordan & Gilbert, 1882), *Priacanthus arenatus* (Cuvier, 1829) e *Haemulon aurolineatum* (Cuvier, 1830) apresentaram as maiores abundâncias (tabela 6).

3.2.4.3 - Bentos de Substrato Consolidado (infralitoral)

Foram identificadas 88 espécies de macroalgas e invertebrados marinhos nas 18 estações de amostragem.

Os maiores valores de riqueza de espécies em 2018 (Figura 34) foram registrados: na estação 15, localizada na Praia do Aventureiro, Ilha Grande, com 43 espécies; estação 17, Ponta Grossa do Sítio Forte, Ilha Grande, com 41 espécies; estação 10, Ilha Queimada Pequena (Angra dos Reis), com 38 espécies e estação 1, localizada próximo à Praia do Pouso Cajaíba (Paraty, RJ), com 31 espécies. As estações 8 Ilha dos Porcos, Baía da Ribeira, em frente ao aeroporto (Angra dos Reis), estação 9, Ilha da Gipóia (Angra dos Reis) e 18 Ponta da Cruz, em frente ao Condomínio Porto Mauí, na Baía da Ribeira (Angra dos Reis) não apresentaram ocorrência de invertebrados, nem de macroalgas. Em 2021, dentre as estações amostradas, os maiores valores de riqueza de espécies foram registrados nas estações 13 (Ilha dos Macacos), com 35 espécies, e estação 17 (Ponta Grossa), com 34 espécies. A estação 7 (Ilha do Pasto) apresentou o menor número de espécies (22 espécies). As estações 8 Ilha dos Porcos, Baía da Ribeira, em frente ao aeroporto (Angra dos Reis), estação 9, Ilha da Gipóia (Angra dos Reis) não apresentaram ocorrência de invertebrados, nem de macroalgas nessa segunda campanha, assim como na primeira.

Figura 34. Riqueza de espécies de macroalgas e invertebrados de substrato consolidado nas estações de amostragem. 2018 todas as estações, 2021 estações 7, 8, 9, 12, 13, 16,17 e 18.



Quanto à frequência de ocorrência das espécies, *Amphiroa fragilíssima*, *Gelidium cinale*, *Jania capilácea*, *Lithophyllum incrustans* e *Sargassum vulgare* apresentaram as maiores frequências de ocorrência entre as estações de amostragem em ambas as campanhas.

Diversas espécies e tipos de corais também utilizam as rochas do costão para se fixar e construir seus esqueletos. Devido a sua fragilidade a estressores ambientais, os corais da espécie *Mussismilia hispida*, classificado como espécie vulnerável pelo Sumário executivo do plano de ação nacional para conservação dos ambientes coralinos – PAM CORAIS (ICMBIO, 2017), conhecido popularmente como “Coral Cérebro”, ganhou uma avaliação específica dentro do sistema RADAR BIG 2050 (Figura 35). Esta espécie de coral é endêmica do litoral brasileiro e pertence à Família Mussidae (Cnidaria, Anthozoa).

Essa espécie de coral nativo da BIG desempenha um papel importante no ecossistema marinho, por formar estruturas físicas que geram complexidade de habitat, sendo utilizados por grande número dessas espécies, que permanecem nos ambientes coralíneos, ao longo de todo o seu ciclo de vida (ou pelo menos em parte dele), obtendo proteção, alimentação e/ou locais para reprodução.

Figura 35. Branqueamento em corais, Figuras ilustrativas



Fonte: FAPERJ, 2010

No presente estudo, foram realizados 568 registros do coral *Mussismilia hispida* nos pontos de amostragem de infralitoral. Em 7 estações não foi registrado nenhuma colônia do coral. Destas 568 observações, 523 colônias foram classificadas como jovens, com diâmetro maior que 4 cm; 87 colônias foram classificadas como recrutas, pois apresentavam colônias menores que 4 cm (Tabela 9). Quanto a saúde dos corais registrados, dos 568 registros, 401 foram classificados como não saudáveis (branqueamento parcial ou necrose da colônia); e 163 como saudáveis (sem branqueamento).

Em relação às estações de amostragem na campanha de 2018, as estações 1 (156 registros), 16 (88 registros), 17 (66 registros) e 10 (47 registros) apresentaram as maiores ocorrências do coral. As estações 1, 16 e 17 se localizam na entrada da Baía, estando sob influência da renovação constante de águas, bem como a estação 10, que se localiza no meio do canal central de circulação de águas. Na campanha de 2021, as estações 16 (83 registros) e 17 (64 registros) apresentaram os maiores valores de ocorrência do coral. Quanto a proporção de corais com branqueamento foi registrado um aumento no ano de 2021 (Tabela 4).

Tabela 4. Proporção total / corais não saudáveis

Ano	Nº de corais amostrados	Estações de amostragem	Nº de corais não saudáveis	Proporção não saudáveis
2018	414	18	277	66,90%
2021	154	8	124	80,51%

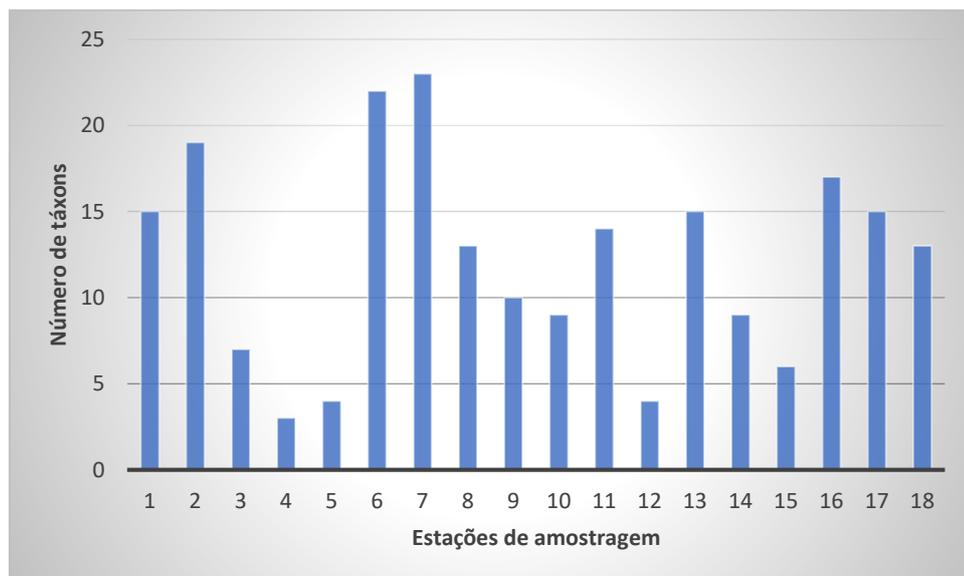
Pesquisas indicaram que estressores ambientais e antrópicos (causados pelo homem) estão fortemente relacionados ao surgimento de doenças nos corais e à mortalidade deles. Entre os principais responsáveis estão: mudanças climáticas, poluição e sobrepesca (LEITE *et al*, 2016).

Quando a temperatura ambiente fica muito elevada por muito tempo, os corais perdem as suas zooxantelas - microalgas fotossintetizantes que dão cor aos seus tecidos e são a sua principal fonte de energia, mas que produzem compostos nocivos quando a água fica quente demais - forçando os corais a expeli-las. Conseqüentemente, eles ficam brancos e incapazes de se alimentar via fotossíntese durante esse período (Figura 35). Dependendo da intensidade e do tempo que durar esse branqueamento, o coral pode voltar ao normal ou morrer. Eventos recentes de branqueamento em massa, associados ao aquecimento global, já mataram diversos recifes ao redor do mundo, incluindo grandes porções da Grande Barreira de Corais, na Austrália (USP, 2019).

3.2.4.4 - Macrofauna bentônica de substrato não-consolidado

Foram identificadas 34 espécies de macrobentos em substrato inconsolidado nas 18 estações de amostragem. Os maiores números de táxons (neste tópico está sendo usado táxon porque para alguns organismos, não foi possível chegar até nível de espécie) foram registrados na estação 7, Ilha do Pasto (Angra dos Reis), com 23 táxons, e na estação 6, Ilha Araraquarinha (Paraty), com 22 táxons. O menor número de táxons foi registrado na estação 4, Ilha da Bexiga (Paraty), com 3 táxons contabilizados (Figura 36).

Figura 36. Número de táxons de macrobentos registrados no substrato inconsolidado das estações de amostragem.



3.2.4.5 - Zooplâncton

Os copépodos representam o principal grupo, em termos de diversidade e abundância, do zooplâncton em ambientes marinhos, sendo importantes na cadeia trófica marinha, uma vez que representam o elo no fluxo de energia entre a produção primária (fitoplâncton) e organismos maiores. Além disso, por possuírem um ciclo de vida curto, os copépodos refletem rapidamente as mudanças provenientes de ação antrópica.

Em relação às estações de amostragem em 2018, foi possível verificar as maiores abundâncias de copépodos, com 80%, registrados nas estações 4, Ilha da Bexiga (Paraty) e 15 Praia do Aventureiro, Ilha Grande (Angra dos Reis), seguidos das estações 5, Ilha do Araújo (Paraty), estação 14, Ponta dos Castelhanos, Ilha Grande e estação 3, Parcel dos Meros, localizado entre Ilha Grande e Paraty, com 79%, 73% e 70% de ocorrência de copépodos, respectivamente. Em 2021, foi possível verificar as maiores abundâncias de copépodos, com 63%, registrados nas estações 12 (Ponta de Maciéis, próximo ao Terminal de Petróleo (TEBIG) e 18 (Ponta da Cruz, em frente ao Condomínio Porto Mauí, na Baía da Ribeira), seguido da estação 17 (Ponta Grossa do Sítio Forte).

3.2.4.6 – Fitoplâncton

Fazem parte desse grupo, organismos essenciais na teia trófica marinha, pois são os principais responsáveis pela produção primária e base alimentar para outros organismos planctônicos que, por sua vez, transferem e eficiência energética ao longo da teia. Além disso, abrangem diversos grupos taxonômicos que apresentam multiplicidade fisiológica e, respondem rapidamente às variações dos parâmetros ambientais de ordem natural e/ou antrópica. Foi identificado um total de 108 táxons. 29 táxons para o nanofitoplâncton e 72 para microfitoplâncton, A fração do nanofitoplâncton mostrou expressiva presença do filo Cyanophyta e microfitoplâncton, por sua vez, dos filos Dinophyta, Bacillariophyta.

3.2.4.7 – Microplásticos

A categoria mais encontrada nos pontos amostrais na Baía da Ilha Grande foi o plástico, provavelmente devido à sua difícil degradação e baixa densidade, podendo ser carregado por ventos, ondas e marés. Alguns micros resíduos presentes nas amostras não possibilitaram identificação acurada devido ao tamanho desses resíduos. Dentre os microplásticos encontrados, o prevalecente em todos os pontos amostrais foram fragmentos de nylon, em altas proporções. Tais resíduos eram encontrados, em sua maioria, unitariamente, ou em emaranhados de nylons. Em menor abundância, foram achados fragmentos de plásticos, de

materiais variados, como produtos de degradação de sacolas e garrafas pet, muitas vezes envolvidos em restos de material orgânico.

Nas amostragens realizadas em 2018 e em 2021, todas as estações apresentavam ocorrência microlixoplástico, incluindo estações sem interferência antrópica direta, como a estação 15, localizada na praia do aventureiro, Ilha Grande, e a estação 3, Parcel dos Meros, localizado no meio do canal, entre Ilha Grande e Paraty, o que revela uma ampla distribuição de microplástico na Baía de Ilha Grande. Esses dados corroboram com trabalho realizado por DOS SANTOS (2022) que registrou ocorrência de microplástico em todas as amostras coletadas em 9 pontos na Baía de Ilha Grande.

Na amostragem de 2018, as estações 1, próximo à Praia do Pouso Cajaíba (Paraty, RJ), e estação 14 Ponta dos Castelhanos, Ilha Grande, apresentaram dados de maior disponibilidade de microplástico na coluna d'água. Os registros de menores concentrações de microplástico foram registrados nas estações 6 Ilha Araraquarinha (Paraty), estação 10 Ilha Queimada Pequena e estação 15 Praia do Aventureiro, Ilha Grande (Angra dos Reis). Na campanha de 2021, dentre as estações amostradas, as estações 12, Ponta de Maciéis, próximo ao Terminal de Petróleo (TEBIG) e 18 Ponta da Cruz, em frente ao Condomínio Porto Mauí, na Baía da Ribeira (Angra dos Reis), apresentaram os maiores registros de microlixoplástico. As menores concentrações foram registradas nas estações 16, Ponta do Acaiá, e 17 Ponta Grossa do Sítio Forte, ambas na Ilha Grande.

Cabe ressaltar que em 2018 as estações com maior abundância surpreendentemente, estão localizadas a grande distância da costa (estações 1 e 14), demonstrando que os plásticos são facilmente carreados pelas correntes costeiras. Além disso, grande quantidade do microplástico encontrado está relacionado com nylon, constituído basicamente de poliamida (PA), que é um polímero termoplástico com grande capacidade de contaminar os organismos do plâncton e necton presentes na região. É importante destacar que foram encontrados números significativos de fragmentos de redes de pesca (em 7 dos 18 locais de amostragem: estações 1, 3, 4, 5, 6, 17 e 18) por causa da atividade pesqueira existente na área de estudo. Esses resíduos são uma ameaça aos ambientes costeiros e marinhos e merecem atenção e monitoramento, juntamente com a comunidade planctônica.

3.2.4.8 - Poluentes em tecido animal

3.2.4.8.1 - Metais e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPAs

Os resultados das análises se encontram registrados no apêndice A. Em relação ao cádmio não houve concentração suficiente para leitura em tecido muscular. No tecido hepático, a maior concentração registrada foi de 5,72 na amostra Bigfao1, cujo animal foi recolhido na localidade do Frade. Para o cobre, a maior concentração registrada no tecido muscular foi de 1,70 na amostra Bigfao 4, animal recolhido na localidade da Vila residencial de Mambucaba, e no tecido hepático (79,81) , na amostra Bigfao 10, cujo animal foi obtido no TEBIG (terminal de petróleo da Transpetro).

As concentrações de zinco analisadas no tecido muscular apontaram maior concentração na amostra Bigfao2, Frade (19,84), e em tecido hepático, na amostra Bigfao 10, TEBIG (164,15). Para o elemento Ferro, a maior concentração registrada foi no tecido muscular (112,35), na amostra Bigfao 4, animal recolhido na localidade da Vila residencial de Mambucaba e no tecido hepático (392,30), na amostra Bigfao 16, cujo animal foi recolhido na localidade de Mombaça. Em relação ao Estanho, não houve concentração suficiente para leitura em tecido muscular. Em tecido hepático, apenas duas concentrações foram suficientes para leitura: a primeira, na amostra oriunda do recolhimento no Frade (Bigfao 2, 0,88), e a segunda, obtida através do animal recolhido na vila residencial de Mambucaba (Bigfao3, 0,49). Para o elemento Chumbo, a única concentração suficiente para leitura foi obtida na amostra Bigfao 1, cujo animal foi recolhido na localidade do Frade (0,06).

Quando comparados os dados de somatório de HPAs (38 HPAs) em relação aos pontos de recolhimento dos animais, constata-se que os maiores valores deste somatório (620,54) foram obtidos na amostra Bigfao14, Vila Residencial de Mambucaba e o menor valor na amostra Bigfao15 (5,33), Praia do Bonfim.

3.2.4.9 –Impossex

Os dados de impossex analisados demonstraram porcentagens de 100% de ocorrência desta alteração morfológica e fisiológica, nas amostras coletadas nas estações 4 - Ilha da Bexiga Paraty, estação 5 – Ilha do Araújo Paraty, estação 19 – Ponta de São Gonçalo Paraty e estação 21 – Próximo à Praia do Frade Angra dos Reis. Foi registrado também valor de .92,30% de ocorrência de impossex na estação 8 – Ilha da Gipóia em Angra dos Reis. Na estação 7 – Ilha do pasto em Angra dos Reis, não foram registrados gastrópodes com essa alteração morfológica.

3.2.4.10 - Distribuição de cetáceos e quelônios

HETZEL & LODI (1996) consideram que a Baía da Ilha Grande concentre uma das maiores diversidades de cetáceos no Brasil. Nesta localidade são descritas ocorrências de 14 espécies das subordens Mysticeti e Odontoceti. Os Odontocetos incluem as espécies boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e franciscana (*Pontoporia blainvil - lei*), de hábitos gregários, que ocorrem no interior da baía ao longo de todo o ano (MMA/IBAMA, 2006, INEA, 2015).

O esforço amostral realizado resultou em área estimada de cerca de 188 km² e com polígono de distribuição gerado utilizando as posições onde os grupos de botos-cinza foram observados (tabela 5, Figura 37). Foram obtidos resultados de estimativa populacional de 823 animais (Tabela 7) ocorrendo na área delimitada pelo polígono.

Tabela 5. Polígono de distribuição de cetáceos. Figura 37. Estimativa populacional na área amostrada (polígono de estudo).

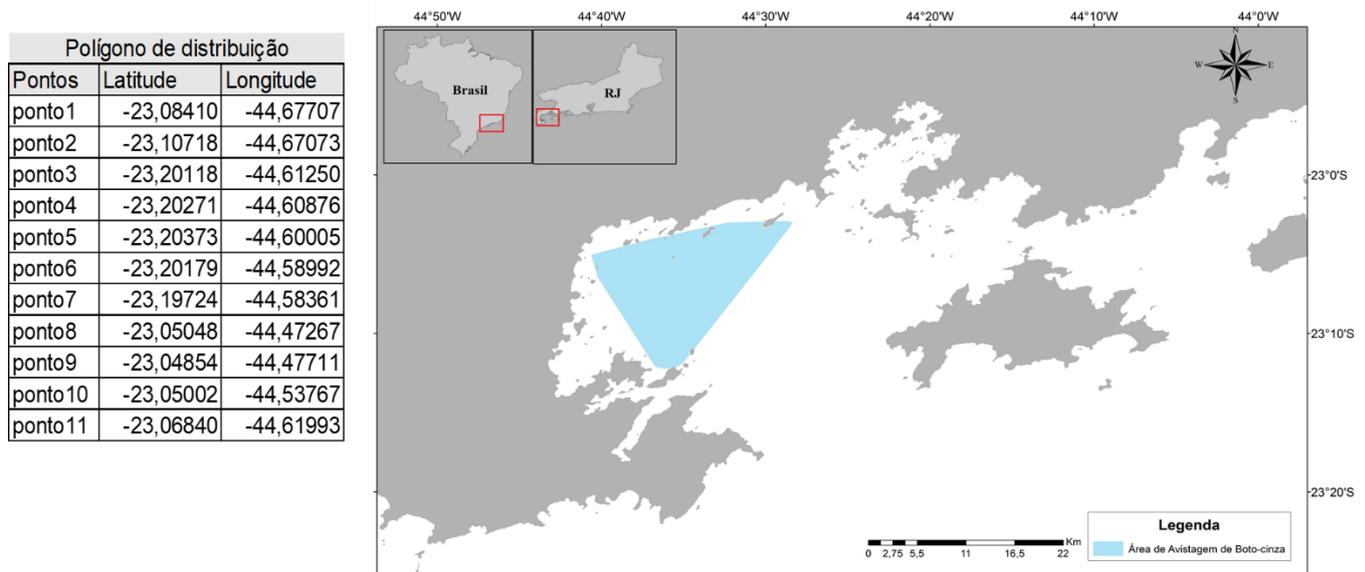


Tabela 6. Estimativa de abundância do boto-cinza na área de estudo.

Estimativa de abundância boto-cinza				
Esforço	Tempo de esforço de foto-id (min)	Nº Fotos	Tamanho de grupo	Nº de ind. FotoID
1	400	1418	100	59
2	160	937	70	27
3	75	701	20	13
4	210	109	8	6
5	130	663	16	14
6	155	878	100	38
7	435	2731	200	81
8	280	1273	150	48
9	40	16	6	3
10	120	1596	100	22
Estimativa de animais marcados (POPAN)				
524				
Estimativa de animais sem marcas (lisos)		Est. População		Invertalo de confiança
37%		832		994

O boto cinza *Sotalia guianensis* é um dos menores representantes da família, com comprimento total máximo registrado de 220 cm (FLORES, 1999) e peso total máximo de 121 kg (ROSAS et al., 2003). A maturidade sexual da espécie é atingida por volta dos seis ou sete anos de idade (RAMOS, 1997). Segundo o Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores da UERJ, as baías de Ilha Grande e Sepetiba abrigam uma população de cerca de 1.000 animais, duas das maiores concentrações reportadas para a espécie, com grande importância para a alimentação dos botos-cinza e criação de seus filhotes.

Quanto aos quelônios, de setembro de 2018 a julho de 2023 foram realizadas 25 campanhas, com 125 animais capturados, todos da espécie *Chelonia Mydas*, e dentre esses, 36 recapturados ao menos uma vez, com total de 91 capturas.

Todos apresentaram estágio de desenvolvimento juvenil, representados por indivíduos com comprimento curvilíneo da carapaça (Ccc) entre 30 e 77,4 cm e nenhuma representatividade de animais adultos acima de 96 cm de Ccc. Esta classificação segue padrões de COLMAN *et al.*, (2014). Na Piraquara de Fora, dos 64 animais capturados, 23 foram recapturados ao menos uma vez e ocorreram ao todo 60 recapturas reincidentes. Na Ilha do Pelado, foram registradas 31 capturas e 2 recapturas. E na Praia Vermelha, 30 animais foram amostrados por capturas e 11 por recapturas, ocorrendo 29 recapturas reincidentes.

Dos 125 quelônios amostrados em primeira captura, 65 (52%) foram classificados com ótimo “Score” corporal, 44 (35%) com bom “Score” corporal, 14 (11%) com “Score” corporal magro e 2 (2%) com “Score” corporal caquético.

Dentre as recapturas sucessivas, 91 recapturas, 54 animais (59%) foram classificados com ótimo “Score” corporal, 24 (26%) com bom “Score” corporal, 7 (8%) com “Score” corporal magro e 6 (7%) com “Score” corporal caquético. A recaptura dos animais permite o acompanhamento do seu crescimento e estado de saúde ao longo de sua permanência nas áreas de alimentação, sendo de vital importância no monitoramento das populações de tartarugas marinhas.

A utilização das amostragens por captura e recaptura de populações de tartarugas marinhas vêm se mostrando uma imprescindível ferramenta de monitoramento na obtenção de dados sobre taxas de crescimento, tempo de permanência dos animais nas localidades, deslocamento e sobrevivência dos indivíduos. É de extrema relevância o alinhamento dos animais capturados pela primeira vez, cujo registro fornecerá em capturas subsequentes, dados sobre a identificação e saúde dos animais, bem como informações determinantes no estudo das populações (BASTOS *et al.*, 2021; CORREA-SILVA *et al.*, 2023).

Quanto ao tempo de residência das tartarugas marinhas amostradas na área de atuação do programa, foi possível observar que os quelônios, têm tendência em permanecer nos locais favoráveis à alimentação, com maior disponibilidade de alimentos, e descanso, áreas mais protegidas, por longos períodos durante sua fase juvenil de vida. Todos os animais recapturados nas amostragens populacionais do programa estavam nas mesmas áreas onde foram originalmente marcados, capturados pela primeira vez, sendo que a maioria estava se alimentando ou descansando a menos de 50 m do ponto da primeira captura.

A grande incidência de *C. mydas* juvenis de diversos tamanhos, associada às recapturas e avistagens subaquáticas de indivíduos marcados, são fortes indícios que estes animais são residentes do local, onde descansam, se alimentam e crescem, até passarem para fase de adultos, quando irão se deslocar para áreas de reprodução.

Os dados referentes ao tempo de residência dos animais, segundo o acompanhamento das recapturas corroboram a hipótese de que haja uma permanência prolongada (residência) de indivíduos nestas localidades, uma vez que as frequências de ocorrência de recapturas se mostraram em nível elevado, e todos aqueles recapturados foram registrados exatamente nas localidades em que foram capturados pela primeira vez.

3.2.4.11. Diferença da pressão parcial de CO₂

As diferenças entre a pressão parcial de CO₂ (pCO₂) na superfície oceânica e na atmosfera é o que vai definir qual a atuação de uma determinada região oceânica quanto ao consumo de CO₂, podendo ser uma fonte, quando o oceano está supersaturado de CO₂ e o libera para a atmosfera, ou consumidor/sumidouro, quando a região está insaturada, absorvendo CO₂ da atmosfera (BRANDÃO, 2017). Na Baía de Ilha Grande, dos 22 pontos de amostragem para esse indicador, apenas 3 não registraram concentrações de CO₂ maiores na água que no ar, indicando que a BIG funciona como uma fonte de CO₂ para atmosfera.

3.2.4.12. Demanda biológica de oxigênio – DBO

Em relação a Demanda Bioquímica de oxigênio, o menor valor (1,86 mg/l) foi obtido na estação 10 – Rio do meio, ponto localizado no centro de Angra dos Reis com grande concentração de descarte de esgoto doméstico. É importante ressaltar que este valor de DBO no ponto 10 é duas vezes menor que o valor mais próximo registrado na estação 3 (4,37). O maior valor (6,76 mg/l) foi registrado na estação 11 – Rio Carapitanga (tabela 23), localizado em Paraty.

Este indicador teve por finalidade monitorar se as condições de qualidade da água dos mananciais da BIG estão sendo impactadas por atividades antrópicas, especificamente o lançamento de cargas orgânicas (esgoto), comprometendo a capacidade de abastecimento na região. A DBO corresponde ao oxigênio consumido na degradação da matéria orgânica. Dessa forma, concentrações baixas de DBO indicam corpos d'água com grandes cargas orgânicas proveniente do lançamento de efluentes domésticos. Este parâmetro segue regulamentação CONAMA n° 357/2005 que dispõe DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂ para águas doces classe I; DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂ para classe II; DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂ para classe III (CONAMA, 2005).

3.2.4.13. Descarga de sedimentos e nutrientes

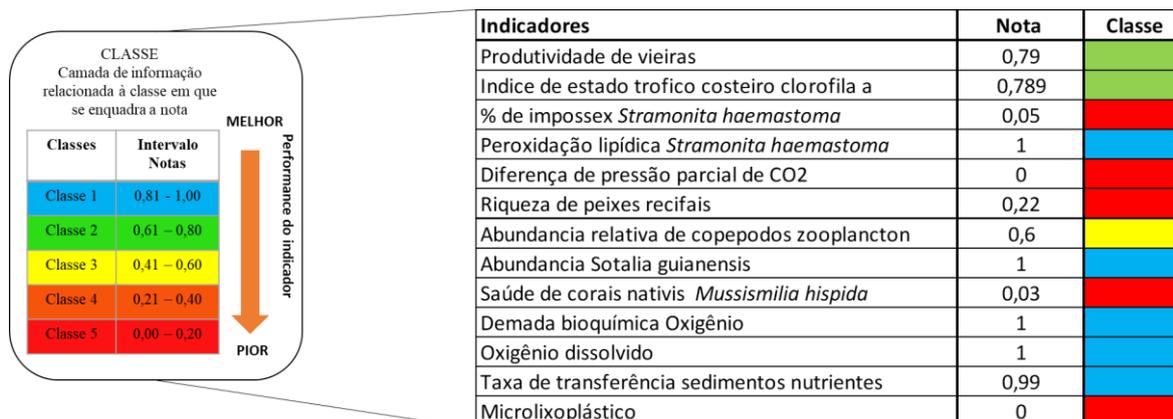
Quanto à descarga de nutrientes, foram obtidos os maiores valores de descarga de nitrogênio na estação 10 – Rio do Meio (31,12), e o menor valor na estação 1 – Rio Bracuí (10,03). Para descarga de Fósforo, o maior valor foi registrado para estação 2 – Rio Taquarí (1,82) e o menor valor para estação 11 – Rio Carapitanga (0,20).

Em relação a descarga de sedimentos, os maiores valores obtidos e ressaltados foram para as estações 4 – Perequê açú e 6 – Rio Barra Grande (121,33 e 120,23 respectivamente) e o menor valor (4,95) na estação 11 – Rio Carapitanga.

3.2.4.14. Alertas ambientais resultantes

Os resultados das avaliações dos indicadores primários resultaram nos seguintes alertas ambientais: impossex em gastrópodos marinhos, saúde de corais nativos, pressão de CO₂, riqueza de peixes recifais e microlixoplástico conforme ilustrado na figura 38. As características que resultaram em sua relevância foram discutidos abaixo.

Figura 38. Alertas ambientais resultantes (RADAR BIG 2050)



Estruturas imersas no mar por qualquer período de tempo, principalmente os cascos dos navios, estão sujeitos a incrustações por organismos marinhos como cracas, mexilhões e algas, que acabam por formar camadas de substrato adicional. Estas incrustações resultam em diminuição significativa da eficiência operacional, com consequente aumento nos custos de deslocamentos devido, principalmente, ao aumento no consumo de combustível. Para solucionar estes problemas, as operações de retirada dessas incrustações acabam sendo regulares, por raspagem do casco e aplicação de tinta anti-incrustante, como tentativa de diminuir as incrustações.

O tributilestanho (TBT) foi empregado por muitos anos, em escala global, como principal biocida ativo em tintas anti-incrustantes. O uso do TBT é descrito desde a década de 1960 e devido à sua grande eficiência no controle das bioincrustações foi utilizado insistentemente até 1990 (CASTRO&FILLMANN, 2012; FENT, 2003, GODOI *et al.*, 2003), sendo essa via apontada como a principal via de disponibilização do composto para o meio ambiente (DU *et al.*, 2014; GODOI *et al.*, 2003). O TBT é capaz de provocar efeitos nocivos em diferentes concentrações. Devido a sua lipofilicidade elevada, este composto penetra nos tecidos dos organismos, provocando com concentrações menores que 1 ng.L⁻¹, o efeito impossex em gastrópodes, que consiste na alteração morfológica das estruturas sexuais em fêmeas através de alterações endócrinas, como também efeitos negativos sobre o desenvolvimento do fito- e zooplâncton, alterações no desenvolvimento de bivalves e na reprodução de peixes, além de imunossupressão em mamíferos (ANTIZARLADISLAO, 2008; CASTRO & FILLMANN, 2012).

Na Baía de Ilha Grande, dos 22 pontos de monitoramento em 2018/2019, apenas um, localizado na Ilha do Pastos em Angra dos Reis, não apresentou ocorrência de gastrópodes com

esta alteração morfológica sexual (Impossex). Foram observadas porcentagens de 100% de ocorrência de impossex em 4 pontos de monitoramento (estações P4 - Ilha da Bexiga Paraty, P5 – Ilha do Araújo Paraty, P19 – Ponta de São Gonçalo Paraty e P21 – Próximo à Praia do Frade Angra dos Reis. (FAO/UERJ, 2018).

Outro alerta ambiental gerado para Baía da Ilha Grande foi em relação a saúde dos corais nativos. Para este indicador, foi observado branqueamento dos corais da espécie *Mussismilia hispida*. De 18 pontos de amostragem, 7 não apresentaram ocorrência desta espécie de coral e 11 pontos registraram ocorrência - todos apresentavam colônias com branqueamento. Esta avaliação foi realizada com base na tabela de saúde de corais Coral Watch, Coral Health Chart (PROJECT AWARE, 2012). O branqueamento de corais vem se mostrando uma grave consequência da ação do homem sobre os ecossistemas marinhos, resultante da perda de algas simbiotes, chamadas zooxatelas. Com essa perda, os corais sofrem despigmentação, carecem de alimentação e acabam por morrer (branqueamento).

Os estudos realizados sobre corais afirmam que estressores ambientais e antrópicos (causados pelo homem) estão fortemente relacionados ao surgimento de doenças nos corais e à mortalidade deles. Entre os principais responsáveis estão a poluição, e as mudanças climáticas. A poluição levando a superabundância de nutrientes (p.ex.: fosfato, nitrato, amônia e carbono orgânico dissolvido) relacionada ao surgimento de doenças em corais e ao declínio dos recifes e as mudanças climáticas favorecendo a disseminação de doenças e a acidificação dos oceanos, ambos desdobramentos, levando a mortalidade dos bancos de corais (LEITE *et al*, 2016).

A principal causa apontada na atualidade para o branqueamento de corais é o aquecimento global devido ao aumento significativo de gases lançados na atmosfera, principalmente gás carbônico (CO₂) resultado da queima de combustíveis fósseis, que a partir século XVIII, na revolução industrial teve um aumento significativo na atmosfera (HORTA *et al.*, 2016; CASTRO, 2016). Grande parte dos estudos realizados sobre o branqueamento de corais relatam a relação com anomalias térmicas em águas oceânicas. Segundo LEITE, *opcit*, estima-se que o pH dos oceanos seja reduzido em 0,3 unidades até o final deste século. A mudança na composição química da água do mar já está levando muito corais à morte e impactando taxas de crescimento e calcificação em algumas espécies, tornando-as cada vez mais suscetíveis a doenças.

Outro evento causador de impactos sobre os corais é a acidificação dos oceanos. Este fenômeno pode causar mudanças na composição física dos recifes, afetando também seu desenvolvimento e processos reprodutivos, o que resulta numa degradação nesse ecossistema e

impactos para todos os organismos dependentes dele. Acredita-se que uma redução de 0,01 do pH médio dos oceanos já tenha ocasionado uma redução de 20% na produção de esqueletos comumente feitos pelos corais criadores de recife (MARANGONI *et al.*, 2016).

A acidificação dos oceanos, processo iniciado desde a primeira revolução industrial devido a instalações acelerada das indústrias por todo o continente Europeu, resultou na elevação da emissão de CO₂. Segundo SODRÉ *et al* (2016), quanto maior a quantidade de CO₂ liberado, maior será absorção pelo oceano, provocando uma reação entre CO₂ e água, resultando na produção de ácido carbônico e consequente acidificação dos oceanos.

As diferenças entre a pressão parcial de CO₂ (pCO₂) na superfície oceânica e na atmosfera é o que vai definir qual a atuação de uma determinada região oceânica quanto ao consumo de CO₂, podendo ser uma fonte, quando o oceano está supersaturado de CO₂ e o libera para a atmosfera, ou consumidor/sumidouro, quando a região está insaturada, absorvendo CO₂ da atmosfera (BRANDÃO, 2017). Na Baía de Ilha Grande, dos 22 pontos de monitoramento, apenas 3 pontos não registraram concentrações de CO₂ maiores na água que no ar, indicando que a BIG está funcionando como uma fonte de CO₂ para atmosfera.

Outro alerta gerado foi em relação à concentração de microplástico disperso na coluna d'água. Esses materiais têm sido relatados por diversos estudos, em diferentes matrizes ambientais, a nível global e apresentam riscos físicos e químicos para os organismos na base da cadeia alimentar (OLIVATTO *et al*, 2018). Os seres-vivos têm se mostrado suscetíveis à absorção destes materiais, levando ao acúmulo destas partículas plásticas ao longo da cadeia alimentar podendo gerar consequências no ambiente (LUCIO *et al*, 2019) e na saúde humana.

No Sudeste do Brasil, os microplásticos já foram relatados na região costeira do Estado de São Paulo e na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (TURRA, *et al*, 2014). Na Baía de Guanabara, os microplásticos foram relatados em amostras de sedimento arenoso coletadas em diferentes praias e em águas superficiais, coletadas com rede de plâncton, em Niterói e Rio de Janeiro (CASTRO *et al*, 2016, SOUZA *et al*, 2016).

A distribuição do microplástico registrado ao longo das estações amostrais do presente estudo, revela uma ampla distribuição dos materiais, estando ausente somente em uma estação de coleta. As estações com maior abundância, surpreendentemente, estavam localizadas nas maiores distâncias da costa, demonstrando que os plásticos são facilmente carreados pelas correntes costeiras. Foi constatado também que grande quantidade do microplástico encontrado estava relacionado ao nylon presente em redes e apetrechos de pesca. Desta maneira é importante

destacar que foram encontrados números significativos de fragmentos de redes de pesca provenientes das atividades pesqueiras existentes na área de estudo.

Segundo DOS SANTOS (2023) os esgotos domésticos não tratados são lançados nos rios e chegam à baía, constituindo uma fonte importante de plásticos, proveniente por exemplo da lavagem de roupas, produtos de higiene e cosméticos. Porém, fontes provenientes de atividades realizadas no próprio ambiente aquático como o turismo, pesca e maricultura, se apresentam como fatores de suma importância para a quantidade de microplásticos existentes nesse ambiente.

3.2.5. Cenários - Planilhas de aspectos ambientais - Baía de Ilha Grande.

Para melhor visualização, as planilhas de aspectos ambientais que subsidiam a matriz de impacto utilizada como ferramenta de avaliação e entendimento sobre as diferentes fontes de pressão ambiental e os cenários que estão afetando a Baía de Ilha Grande, foi dividida por fontes de pressão, de forma individualizada.

3.2.5.1. Planilha de aspectos ambientais – Referência Estaleiro

O estaleiro (Tabela 7) registrou 8 aspectos destacados, sendo eles:

- Emissões atmosféricas de gases através da queima de combustíveis fósseis provenientes de equipamentos e motores, soldagem, pinturas; tratamento de superfícies e outros processos industriais e partículas sólidas (poeira). Segundo Relatório de auditoria ambiental e acompanhamento (INEA, 2018), os principais poluentes atmosféricos emitidos em trânsitos no estaleiro são os óxidos de nitrogênio (NOx), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e material particulado (MP), que contribuem para as emissões atmosféricas de partículas sólidas. Incluem-se aqui as emissões fugitivas decorrentes do funcionamento dos motores de combustão a óleo Diesel;
- Geração de resíduos lamosos provenientes das atividades de operação e manutenção do estaleiro, operações de pintura, Limpeza e lavagem de Superfícies, Drenagem de Áreas de Armazenamento, descarte de Resíduos de Construção e Demolição e das unidades em construção e/ou manutenção;
- Geração de resíduos sólidos provenientes de sobras de materiais de construção e manutenção, embalagens, resíduos de pinturas, e detritos;

- Geração de resíduos químicos provenientes dos processos de tratamento de superfície e solventes em atividades de manutenção como tintas e solventes, óleos e lubrificantes, resíduos de produtos de limpeza, e produtos químicos específicos.
- Geração de resíduos oleosos oriundos da manutenção de equipamentos e máquinas, reparo de embarcações, armazenamento como óleos, graxas, lubrificantes oriundos de motores e máquinas, vazamentos acidentais e/ou limpeza de superfícies contaminadas;
- Ocorrência de ruídos submarinos gerados pelas atividades de construção reparo e manutenção, bem como vibrações geradas por operações de maquinário pesado.
- Trânsito de embarcações e plataformas.

Os impactos gerados por essas atividades vão desde a emissão de gases de efeito estufa, com consequências no aumento de temperatura e acidificação do oceano, até impactos diretos e indiretos na biota provocados, por exemplo, pela geração de resíduos químicos, oleosos e sólidos oriundos das atividades e operações de construção e manutenção no estaleiro, que resultam na mortalidade e desaparecimento de espécies, impactando a diversidade local.

Os ruídos e vibrações geradas pelas atividades e operações do estaleiro, bem como pelo trânsito de embarcações, impactam diversas espécies nectônicas e bentônicas, comprometendo sua capacidade de orientação e comunicação, além de interferir nos processos de migração e reprodução.

Tabela 7 – Planilha de aspectos e impactos – Estaleiro

Estaleiro								
Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Direto (D) / Indireto (I)	Área de abrangência: Local (L), Regional (R), Global (G)	Duração Permanente (P) / Temporário (T) / Cíclico (C)	Reversibilidade: Sim (S) / Não (N)
Emissões atmosféricas Gases (Queima de combustíveis fósseis, soldagem, pinturas)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	P	S
	Aumento da temperatura do oceano	BA	M	3	I	L	C	N
	Acidificação do oceano	BA	M	3	I	L	C	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	D/I	L	C	N
	Contaminação de espécies	BM	M	2	D/I	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	D/I	L	C	S

	Mortalidades de espécies	BA	M	2	D/I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	D/I	L	C	S
	Alteração da diversidade	BA	M	2	D/I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	M	2	D/I	L	C	S
Emissões atmosféricas Partículas sólidas (poeira)	Carreamento de poluentes para o mar	BM	A	2	D	L	C	S
	Sedimentação dos corpos d'água	BM	M	2	I	L	C	S
	Aumento de turbidez	BM	A	2	I	L	C	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	A	2	I	L	C	S
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	I	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	A	2	D/I	L	C	N
	Contaminação de espécies	BM	A	2	D/I	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BM	A	2	D/I	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	A	2	D/I	L	P	S
	Desaparecimento de espécies	BA	A	2	D/I	L	C	S
	Alteração da diversidade	BA	A	2	D/I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	D/I	L	C	S
Geração de resíduos lamosos	Carreamento de poluentes para o mar	BM	A	2	D	L	C	S
	Sedimentação dos corpos d'água	BM	A	2	D	L	C	S
	Aumento de turbidez	BM	A	2	D	L	C	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	A	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	A	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos na água	BM	A	2	D	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	A	2	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	A	2	D	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BM	A	2	D	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	A	2	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	A	2	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	A	2	D	L	P	N
Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	A	2	D	L	C	S	
Geração de resíduos sólidos (sobras de materiais, embalagens e detritos)	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	2	D	L	C	S
	Sedimentação dos corpos d'água	BM	B	2	I	L	C	S
	Aumento de turbidez	BM	B	2	I	L	C	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	2	I	L	C	S
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	B	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos na água	BM	B	2	D	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BM	B	2	D	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	B	2	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	2	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	2	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	B	2	D	L	C	S
Geração de resíduos químicos (processos de	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	S
	Aumento de turbidez	BM	M	2	I	L	T	S

tratamento de superfície e solventes em atividades de manutenção)	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	I	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	D	L	C	S
	Contaminação de espécies	BA	M	3	D	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	I	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	M	3	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	3	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	M	3	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	D	L	C	S
Geração de resíduos oleosos (manutenção de equipamentos e máquinas, reparo de embarcações, armazenamento)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	I	L	P	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	S
	Aumento de turbidez	BM	M	2	D	L	T	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BA	M	2	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	2	I	L	C	S
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	I	L	C	S
	Contaminação de espécies	BA	M	2	D	L	C	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	2	D	L	C	N
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	M	2	D	L	P	N
Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	D	L	C	S	
Geração de ruídos submarinos (atividades de construção e operação de equipamentos)	Alterações comportamentais em animais marinhos	BM	A	2	D	R	C	S
	Interferência em processos reprodutivos	BA	A	3	I	R	C	S
	Interferência nas geolocalizações	BA	A	3	D	R	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	I	R	C	S
	Mortalidades de espécies	BM	A	2	D	R	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	A	3	D	R	P	N
	Alteração da diversidade	BA	A	3	D	R	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	A	2	D	R	P	N
Trânsito de embarcações e plataformas	Colisão com organismos marinhos	BA	B	3	D	L	P	N
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	B	3	D	R	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BM	B	2	I	L	T	S
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	D	L	P	N
	Introdução de espécies exóticas	BA	B	3	D	L	P	N
	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	2	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	3	I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	I	L	T	S
	Interferência na paisagem natural	BM	A	2	D	L	P	S

3.2.5.2. Planilha de aspectos ambientais - Referência Usinas Nucleares

Para as Usinas Nucleares, a planilha de aspectos e impactos registrou 6 aspectos ambientais relevantes, listados com os respectivos impactos ambientais na tabela 8.

- Captação de água com uso de recurso natural para resfriamento de reatores e turbinas, evitando o superaquecimento dos reatores e mantendo a temperatura em níveis seguros para operação. A água utilizada para resfriar os reatores não entra em contato direto com o material nuclear. Ela circula em circuitos fechados que são separados do combustível nuclear por sistemas de barreiras de contenção, para evitar a contaminação radioativa da água. Entretanto, a captação gera impactos relevantes sobre as comunidades planctônicas e nectônicas locais.
- Emissões atmosféricas de gases radioativos ocasionais e vapor d'água que podem ocorrer como resultado de atividades de operações rotineiras e, ocasionalmente, de situações específicas, como na ventilação de Contenção para evitar pressões excessivas no interior da contenção e liberações controladas dentro dos limites regulamentares.
- Geração de resíduos radioativos no mar através da liberação controlada de água de resfriamento. Essa prática é comumente referida como "descarga de água de resfriamento". Durante o processo de resfriamento, a água entra em contato com os sistemas nucleares, podendo ser contaminada com materiais radioativos. Isso ocorre devido à possibilidade de liberação de pequenas quantidades de produtos radioativos dos sistemas nucleares, em decorrência de sua operação.
- Geração de resíduos sólidos através de materiais utilizados na manutenção e desativação das instalações. Esses resíduos podem ser provenientes de diversas fontes, incluindo materiais utilizados na manutenção das instalações nucleares e/ou provenientes da desativação de instalações nucleares;
- Geração de resíduos líquidos devido ao processo de resfriamento dos reatores nucleares e dos sistemas auxiliares da usina, como o efluente térmico constante, que consiste na água aquecida que é liberada de volta ao ambiente após ser usada no processo de resfriamento;

- Geração de resíduos líquidos químicos oriundos de processamento e descontaminação de equipamentos e instalações que podem conter contaminantes, incluindo materiais radioativos e não radioativos.

Dentre os impactos gerados foram destacados os impactos relativos à captação de água para resfriamento de turbinas e reatores, resultando em mortalidade de espécies planctônicas e nectônicas, além da geração de efluente térmico lançado na localidade de Piraquara de Fora, Angra dos Reis, resultando em alterações marcantes na biodiversidade local, como desaparecimento de espécies sensíveis a temperaturas mais altas, interferências reprodutivas e alteração na diversidade local.

É importante destacar que, embora sejam raros, os acidentes nucleares podem ter efeitos catastróficos sobre a vida e o meio ambiente em grande escala. Liberações não controladas de material radioativo podem contaminar ecossistemas inteiros e causar danos duradouros à fauna e flora em escala locais, regional e global.

Tabela 8 - Planilha de aspectos e impactos – Usinas Nucleares

Usinas Nucleares								
Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Direto (D) / Indireto (I)	Área de abrangência: Local (L), Regional (R), Global (G)	Duração Permanente (P) / Temporário (T) / Cíclico (C)	Reversibilidade: Sim (S) / Não (N)
Captação de água	Uso de recurso natural	BM	A	2	D	L	C	S
	Mortalidade de espécies planctônicas	BM	A	2	D	L	C	N
	Mortalidade de espécies nectônicas	BM	M	2	D	L	C	N
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	I	L	C	S
	Desaparecimento de espécies planctônicas	BM	B	2	D	L	C	N
	Desaparecimento de espécies nectônicas	BM	B	2	D	L	C	N
	Alteração da diversidade	BM	B	2	D	L	C	N
Emissões atmosféricas (gases radioativos e vapor d'água)	Carreamento de poluentes para o mar	A	B	3	I	R	T	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	A	B	3	I	R	T	N
	Acúmulo de resíduos na água	A	B	3	I	R	T	N
	Degradação e alteração de habitats	A	B	3	I	R	P	N
	Contaminação de espécies	A	B	3	i	R	P	N
	Interferência na cadeia trófica	A	B	3	I	R	P	N
	Mortalidades de espécies	A	B	3	I	R	P	N
	Desaparecimento de espécies	A	B	3	I	R	P	N
	Alteração da diversidade	A	B	3	I	R	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	A	B	3	I	R	P	N

Geração de resíduos radioativos no mar (liberação controlada de água de resfriamento)	Vazamento de resíduos radioativos - perdas ocasionais	A	B	3	D	R	P	N
	Contaminação radioativa	A	B	3	D	R	P	N
	Carreamento de poluentes para o mar	A	B	3	D	R	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	A	B	3	D	R	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	A	B	3	D	R	P	N
	Degradação e alteração de habitats	A	B	3	D	R	P	N
	Interferência na cadeia trófica	A	B	3	D	R	P	N
	Mortalidade de espécies	A	B	3	D	R	P	N
	Desaparecimento de espécies	A	B	3	D	R	P	N
	Alteração da diversidade	A	B	3	D	R	P	N
	Alterações morfológicas e fisiológicas nas espécies	A	B	3	D	R	P	N
	Interferência nos processos reprodutivos	A	B	3	D	R	P	N
Geração de resíduos sólidos (materiais utilizados na manutenção e desativação das instalações)	Carreamento de poluentes para o mar	B	B	1	I	R	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	B	B	1	D	R	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	B	B	1	D	R	P	N
	Degradação e alteração de habitats	B	B	1	D	R	P	N
	Contaminação de espécies	B	B	1	D	R	P	N
	Interferência na cadeia trófica	B	B	1	D	R	P	N
	Mortalidades de espécies	B	B	1	D	R	P	N
	Desaparecimento de espécies	B	B	1	D	R	P	N
	Alteração da diversidade	B	B	1	D	R	P	N
Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	D	R	P	N	
Geração de resíduos líquidos Efluente térmico constante	Aumento da temperatura do oceano local	BA	A	3	D	L	C	N
	Degradação e alteração de habitats	BA	A	3	D	L	C	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	D	L	C	N
	Mortalidades de espécies	BA	A	3	D	L	C	N
	Desaparecimento de espécies sensíveis a temperatura	BA	A	3	D	L	C	N
	Interferência nos processos reprodutivos	BA	A	3	D	L	C	N
	Alteração da diversidade	BA	A	3	D	L	C	N
Geração de resíduos líquidos Químicos (de processamento e descontaminação)	Carreamento de poluentes para o mar	BA	B	3	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	3	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	B	3	D	L	T	N
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	3	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	3	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	3	D	L	P	N

3.2.5.3. Planilha de aspectos ambientais – Referência Terminal de Angra dos Reis (TEBIG)

A planilha de aspectos e impactos ambientais resultante para o terminal de petróleo denominado Terminal de Angra dos Reis (TEBIG) registrou 9 aspectos destacados a seguir na tabela 9.

- Emissões atmosféricas de gases pela queima de combustíveis fósseis devido aos processos de geração de energia, produção, transporte e manuseio de petróleo e seus derivados. Dentre as fontes de emissão estão a queima de combustíveis fósseis, escape de gases e vapores, processamento e refino de petróleo, a queima de gases de resíduos, a movimentação de embarcações e as operações de armazenamento de petróleo e seus derivados, que também podem liberar gases e vapores à medida que os tanques são encheidos ou esvaziados.
- Geração de resíduos líquidos - Efluente térmico oriundo do tratamento de água de formação. Este efluente é gerado durante o processo de tratamento da água de formação, que é água produzida juntamente com o petróleo e o gás natural durante a exploração e produção de petróleo. Neste processo um efluente é produzido e descartado no mar através de um duto de dispersão posicionado 10 metros acima do leito marinho, com parâmetros físico-químicos dentro dos valores máximos de lançamento permitidos pelas resoluções CONAMA 357/2005 e 397/2008 (RIMA, 2009);
- Geração de resíduos oleosos em vazamentos indiretos de óleo por perdas operacionais durante as manobras de atracação, conexão de mangueiras e tubulações e desatracação dos navios;
- Geração de resíduos oleosos provenientes de vazamentos diretos de óleo por acidentes também nos processos de atracação, conexão de mangueiras e tubulações e desatracação dos navios.
- Geração de resíduos químicos por água de formação, solventes, surfactantes e aditivos através de drenagem ou lavagem de equipamentos;
- Trânsito de embarcações na baía que podem gerar derrames acidentais de óleo por acidentes, colisões, encalhes e vazamentos nos tanques de carga de embarcações, nas operações de abastecimento de combustível e nas atividades de manutenção e limpeza de embarcações.
- Geração de ruídos devido as atividades e fontes associadas às operações de manuseio, armazenamento e transporte de petróleo e seus derivados;
- Operações de lastro e deslastro de navios devido à água que é bombeada para dentro ou para fora de um navio, com o objetivo de estabilizá-lo durante a navegação, ajustando

seu peso e equilíbrio. Ao abastecer de água no seu local de origem, o tanque leva junto espécies planctônicas e fases jovens de espécies bentônicas que serão descartadas no local de chegada da embarcação. Esta transferência de biota ~~outro~~ pode ter impactos significativos no meio ambiente marinho.

- Operações *ship to ship* - operações de transbordo ou transferência de carga entre dois navios em mar aberto ou em áreas designadas para esse fim, e que deveriam ocorrer em portos ou terminais, de modo a minimizar a possibilidade de vazamentos de petróleo e derivados.

Dentre os impactos relacionados aos aspectos ambientais descritos destacam-se o carregamento de petróleo e derivados para o mar, gerando mortalidade de espécies, interferência nos processos de reprodução, introdução de espécies exóticas e alteração na biodiversidade.

Tabela 9 - Planilha de aspectos e impactos – Terminal de petróleo (TEBIG)

Terminal de petróleo (TEBIG)								
Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Direto (D) / Indireto (I)	Área de abrangência: Local (L), Regional (R), Global (G)	Duração Permanente (P) / Temporário (T) / Cíclico (C)	Reversibilidade: Sim (S) / Não (N)
Aumento da temperatura do oceano	BA	M	3	I	L	C	N	
Acidificação do oceano	BA	M	3	I	L	C	S	
Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	S	
Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	D/I	L	C	N	
Contaminação de espécies	BM	M	2	D/I	L	C	S	
Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	D/I	L	C	S	
Mortalidades de espécies	BA	M	2	D/I	L	P	N	
Desaparecimento de espécies	BA	M	2	D/I	L	C	S	
Alteração da diversidade	BA	M	2	D/I	L	P	N	
Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	M	2	D/I	L	C	S	
Geração de resíduos líquidos efluente térmico	Aumento da temperatura local	BA	A	3	D	L	C	N
	Degradação e alteração de habitats	BA	A	3	D	L	C	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	D	L	C	N
	Mortalidade de espécies	BA	A	3	D	L	C	N
	Desaparecimento de espécies sensíveis a temperatura	BA	A	3	D	L	C	N
	Interferência nos processos reprodutivos	BA	A	3	D	L	C	N
	Alteração na diversidade	BA	A	3	D	L	C	N

Geração de resíduos oleosos vazamentos indiretos de óleo (perdas operacionais)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	C	N
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	N
	Aumento de turbidez	BM	M	2	I	L	C	N
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	I	L	C	N
	Degradação e alteração de habitats	BA	M	2	I	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	2	I	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	I	L	C	S
	Contaminação de espécies	BA	M	2	I	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	2	I	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	M	2	I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	I	L	P	S
Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	T	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	D	L	T	S
	Aumento de turbidez	BM	B	4	D	L	T	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	D	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	4	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	D	L	P	S
Geração de ruídos submarinos (atividades com embarcações e equipamentos)	Liberação de gases efeito estufa	BA	M	3	I	L	T	S
	Acidificação do oceano	BA	M	3	I	L	T	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	M	3	D	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BM	M	2	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	3	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	M	3	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	3	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	D	L	P	S
Geração de ruídos submarinos (atividades de construção e operação de equipamentos)	Alterações comportamentais em animais marinhos	BM	A	2	D	R	C	S
	Interferência em processos reprodutivos	BA	A	3	I	R	C	S
	Interferência nas geolocalizações	BA	A	3	D	R	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	I	R	C	S
	Mortalidades de espécies	BM	A	2	D	R	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	A	3	D	R	P	N
	Alteração da diversidade	BA	A	3	D	R	P	N

	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	A	2	D	R	P	N
Trânsito de embarcações	Colisão com organismos marinhos	BA	M	3	D	L	P	N
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	M	3	D	R	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	I	L	T	S
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	D	L	P	N
	Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	D	L	P	N
	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	2	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	3	I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	I	L	T	S
	Interferência na paisagem natural	BM	A	2	D	L	P	S
Operações <i>ship to ship</i>	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	T	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	D	L	T	S
	Aumento de turbidez	BM	B	4	D	L	T	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	D	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	4	D	L	P	N
Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	D	L	P	S	
Operações de lastro e deslastro	Introdução de espécies exóticas	MA	A	3	D	L	P	N
	Introdução de organismos patogênicos	MA	A	3	D	L	P	N
	Mortalidade de espécies	MA	A	3	I	L	C	N
	Alteração na composição de espécies	MA	A	3	I	L	C	N
	Alteração na diversidade de espécies	MA	A	3	I	L	C	N
	Desaparecimento de espécies sensíveis	MA	A	3	I	L	C	N
	Interferência na cadeia trófica	MA	A	3	I	L	C	N

3.2.5.4. Planilha de aspectos ambientais -Referência Porto de Angra dos Reis

Os dados avaliados para o porto de Angra dos Reis, também uma importante fonte de pressão ambiental, resultou em uma planilha de aspectos e impactos, destacando 6 aspectos relevantes (Tabela 10).

- Emissões atmosféricas pela queima de combustíveis fósseis devido às operações e atividades portuárias, bem como ao tráfego de embarcações na região,

principalmente através das emissões de motores de embarcações, das operações portuárias, das emissões de instalações de armazenamento e processamento;

- Geração de resíduos oleosos por perdas pontuais de combustíveis durante as operações de abastecimento e manutenção. Essas perdas pontuais podem ser resultado de vazamentos, derramamentos ou descargas acidentais de óleo e derivados de petróleo através de operações de abastecimento de combustível, descarga acidental de combustível, atividades de manutenção e reparo, operações de limpeza e descontaminação, estocagem e armazenamento, atividades de transferência de carga;
- Geração de resíduos oleosos por vazamentos diretos de óleo devido a derramamentos de carga de navios, acidentes de navegação, falhas de equipamentos portuários, operações de manutenção e abastecimento, além de descargas ilegais;
- Geração de resíduos químicos oriundos de atividades e processos que envolvem manuseio, armazenamento e transporte de produtos químicos como solventes, surfactantes e aditivos através de drenagem ou lavagem de equipamentos;
- Geração de ruídos submarinos nas atividades de operação de embarcações e equipamentos devido à alta movimentação de embarcações, equipamentos e cargas;
- Trânsito de embarcações.

Tabela 10 - Planilha de aspectos e impactos – Porto de Angra dos Reis

Porto de Angra dos Reis								
Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Direto (D) / Indireto (I)	Área de abrangência: Local (L), Regional (R), Global (G)	Duração Permanente (P) / Temporário (T) / Cíclico (C)	Reversibilidade: Sim (S) / Não (N)
Emissões atmosféricas Gases (Queima de combustíveis fósseis)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	P	S
	Aumento da temperatura do oceano	BA	M	3	I	L	C	N
	Acidificação do oceano	BA	M	3	I	L	C	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	D/I	L	C	N

	Contaminação de espécies	BM	M	2	D/I	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	D/I	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	D/I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	D/I	L	C	S
	Alteração da diversidade	BA	M	2	D/I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	M	2	D/I	L	C	S
Geração de resíduos oleosos Perdas pontuais de combustíveis Operações de abastecimento e manutenção	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	C	N
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	N
	Aumento de turbidez	BM	M	2	I	L	C	N
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	I	L	C	N
	Degradação e alteração de habitats	BA	M	2	I	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	2	I	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	I	L	C	S
	Contaminação de espécies	BA	M	2	I	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	2	I	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	M	2	I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	I	L	P	S
Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	T	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	D	L	T	S
	Aumento de turbidez	BM	B	4	D	L	T	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	D	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	4	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	D	L	P	S
Geração de resíduos químicos (solventes, surfactantes e aditivos através de drenagem ou lavagem de equipamentos.)	Liberação de gases efeito estufa	BA	M	3	D	L	C	S
	Acidificação do oceano	BA	M	3	I	L	T	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	I	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	D	L	C	S
	Contaminação de espécies	BA	M	3	D	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BM	M	2	I	L	C	S
	Desaparecimento de espécies	BA	M	3	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	M	3	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	3	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	D	L	C	S
Geração de ruídos submarinos (atividades)	Alterações comportamentais em animais marinhos	BM	A	2	D	R	C	S
	Interferência em processos reprodutivos	BA	A	3	I	R	C	S

Emissões atmosféricas Gases (Queima de combustíveis fósseis)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	P	S
	Aumento da temperatura do oceano	BA	M	3	I	L	C	N
	Acidificação do oceano	BA	M	3	I	L	C	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	D/I	L	C	N
	Contaminação de espécies	BM	M	2	D/I	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	D/I	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	D/I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	D/I	L	C	S
	Alteração da diversidade	BA	M	2	D/I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	M	2	D/I	L	C	S
Geração de resíduos oleosos Perdas pontuais de combustíveis Operações de abastecimento e manutenção	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	C	N
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	N
	Aumento de turbidez	BM	M	2	I	L	C	N
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	I	L	C	N
	Degradação e alteração de habitats	BA	M	2	I	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	2	I	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	I	L	C	S
	Contaminação de espécies	BA	M	2	I	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	2	I	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	M	2	I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	I	L	P	S
Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	T	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	D	L	T	S
	Aumento de turbidez	BM	B	4	D	L	T	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	D	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	4	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	D	L	P	S
Trânsito de embarcações	Colisão com organismos marinhos	BA	M	3	D	L	P	N
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	M	3	D	R	P	N

Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	I	L	T	S
Mortalidades de espécies	BA	B	3	D	L	P	N
Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	D	L	P	N
Introdução de organismos patogênicos	BM	B	2	D	L	P	N
Desaparecimento de espécies	BA	B	3	I	L	P	N
Alteração da diversidade	BA	B	3	I	L	P	N
Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	I	L	T	S
Interferência na paisagem natural	BM	A	2	D	L	P	S

3.2.5.6. Planilha de aspectos ambientais – Referência Desenvolvimento urbano

A planilha de aspectos e impactos gerada para o desenvolvimento urbano da área costeira em questão (Tabela 12) resultou em 9 aspectos ambientais relevantes.

- Ocupação da linha de costa pelo crescimento desordenado da população permanente e temporária, proveniente da expansão de suas atividades e infraestrutura em áreas costeiras, sem considerar adequadamente os impactos ambientais, sociais e econômicos dessa expansão como o aumento da erosão costeira e subsequente sedimentação dos corpos d'água, o aumento dos riscos de inundações e tempestades, os impactos na biodiversidade e nas atividades econômicas.
- O uso dos recursos naturais como água doce, areia e agregados, energia, petróleo e gás, minerais e recursos marinhos de forma desordenada e sem sustentabilidade, levando a impactos expressivos como escassez hídrica, erosão costeira, assoreamento dos corpos d'água, aumento das emissões de poluentes atmosféricos, poluição da água, degradação de habitats naturais e diminuição da biodiversidade;
- Emissões atmosféricas principalmente de gases que contribuem para o aumento de temperaturas atmosféricas e do mar e acidificação;
- Geração de resíduos químicos, contaminando a água, sedimento e espécies, levando a mortalidade e alterações na biodiversidade, bem como interferências na cadeia alimentar;
- Geração de resíduos sólidos, principalmente lixo urbano, como resíduos plásticos que, segundo artigo publicado na Forbes (2021), representa 80% do lixo oceânico, sendo extremamente prejudicial a vida marinha.
- Geração de efluentes líquidos, principalmente esgoto não tratado ou com tratamento ineficiente, gerando grande aporte de matéria orgânica, que leva à eutrofização do mar;

- Trânsito de embarcações, que aumenta com o crescimento urbano, podendo levar a um maior descarte direto ou indireto de resíduos oleosos, emissões atmosféricas e impactos sobre a biota, como atropelamentos de espécies neotônicas.
- Turismo desordenado, levando ao aumento da população flutuante, aumento na geração de resíduos principalmente sólidos (lixo), do consumo energético e dos usos ecossistêmicos;
- Geração de resíduos oleosos, provenientes de vazamentos diretos e indiretos de óleo, decorrentes do aumento no trânsito de embarcações, consumo e abastecimento, desenvolvimento portuário e industrial, além de descargas de contaminantes nas águas pluviais e esgoto.

Tabela 12 – Planilha de aspectos e impactos ambientais - Desenvolvimento urbano – Área costeira

Desenvolvimento urbano - Área costeira								
Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Direto (D) / Indireto (I)	Área de abrangência: Local (L), Regional (R), Global (G)	Duração Permanente (P) / Temporário (T) / Cíclico (C)	Reversibilidade: Sim (S) / Não (N)
Ocupação da linha de costa / crescimento desordenado	Liberação de gases efeito estufa	MA	A	3	I	R	P	N
	Aumento da temperatura do oceano	MA	A	3	I	R	P	N
	Acidificação do oceano	MA	A	3	I	R	P	N
	Alteração da paisagem natural	MA	A	3	D	L	P	N
	Aumento de erosão das encostas	MA	A	3	D	L	P	N
	Aumento do aporte de sedimentos	MA	A	3	D	L	P	N
	Sedimentação dos corpos d'água	MA	A	3	D	L	P	N
	Aumento do aporte de nutrientes	MA	A	3	D	L	C	S
	Aumento da concentração de matéria orgânica	MA	A	3	D	L	C	S
	Eutrofização do ambiente	BM	M	2	I	L	C	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	S
	Aumento dos resíduos sólidos gerados	BM	M	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	D	L	C	S
	Aumento de turbidez	BM	M	2	I	L	C	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	I	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	BA	M	3	I	L	P	N
	Contaminação de espécies	BM	M	2	I	L	P	N

	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	I	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	M	3	I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	3	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	MA	M	3	I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	M	M	2	I	L	C	N
	Deslocamento de comunidades tradicionais	BA	A	3	D	L	P	N
Uso de recursos naturais	Escassez do recurso	MA	M	3	D	L	P	N
	Degradação e alteração de habitats	MA	M	3	I	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	MA	M	3	I	L	C	S
	Desaparecimento de espécies	MA	M	3	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	MA	M	3	I	L	P	S
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	MA	M	3	I	L	C	S
Emissões atmosféricas	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	P	S
	Aumento da temperatura do oceano	BA	M	3	I	L	C	N
	Acidificação do oceano	BA	M	3	I	L	C	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	D/I	L	C	N
	Contaminação de espécies	BM	M	2	D/I	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	D/I	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	D/I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	D/I	L	C	S
	Alteração da diversidade	BA	M	2	D/I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	M	2	D/I	L	C	S
Geração de resíduos químicos	Liberação de gases efeito estufa	BA	M	3	I	L	T	S
	Acidificação do oceano	BA	M	3	I	L	T	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	M	3	D	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BM	M	2	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	M	3	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	M	3	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	3	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	D	L	P	S
Geração de resíduos sólidos	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	2	D	L	C	S
	Sedimentação dos corpos d'água	BM	B	2	D	L	P	S
	Aumento de turbidez	BM	B	2	I	L	C	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	2	I	L	C	S
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	B	2	D	L	C	S

	Acúmulo de resíduos na água	BM	B	2	D	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BM	B	2	I	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	2	I	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	B	2	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	2	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BM	B	2	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	B	2	D	L	C	S
Geração de efluentes líquidos (esgoto)	Aumento do aporte de nutrientes	MA	A	3	D	L	C	S
	Aumento da concentração de matéria orgânica	MA	A	3	D	L	C	S
	Eutrofização do ambiente	MA	A	3	D	L	C	S
	Carreamento de poluentes para o mar	MA	A	3	D	L	C	S
	Aumento dos resíduos sólidos gerados	MA	A	3	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	MA	A	3	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos na água	MA	A	3	D	L	C	S
	Aumento de turbidez	MA	A	3	D	L	C	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	MA	A	3	D	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	MA	A	3	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	MA	A	3	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	MA	A	3	D	L	C	S
	Mortalidades de espécies	MA	A	3	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	MA	A	3	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	MA	A	3	D	L	P	N
Diminuição da disponibilidade pesqueira	MA	A	3	D	L	C	S	
Trânsito de embarcações	Colisão com organismos marinhos	BA	M	3	D	L	P	N
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	M	3	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	I	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	D	L	P	N
	Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	D	L	P	N
	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	3	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	3	I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	I	L	P	S
	Interferência na paisagem natural	BM	A	2	D	L	P	S
Turismo desordenado	Aumento do aporte de nutrientes	MA	M	3	I	L	C	S
	Aumento da concentração de matéria orgânica	MA	M	3	I	L	C	S
	Eutrofização do ambiente	MA	M	3	I	L	C	S
	Carreamento de poluentes para o mar	MA	M	3	I	L	C	S
	Aumento dos resíduos sólidos gerados	MA	M	3	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	MA	M	3	I	L	C	S

	Acúmulo de resíduos na água	MA	M	3	I	L	C	S
	Aumento de turbidez	BM	M	2	I	L	C	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	I	L	C	S
	Degradação e alteração de habitats	MA	M	3	I	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	MA	M	3	I	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BM	M	2	I	L	C	S
	Desaparecimento de espécies	BM	M	2	I	L	C	S
	Alteração da diversidade	MA	M	3	I	L	C	S
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	MA	M	3	I	L	C	S
Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos e indiretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	T	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	D	L	T	S
	Aumento de turbidez	BM	B	4	D	L	T	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	D	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	4	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	D	L	P	S

3.2.5.7 - Planilha de aspectos ambientais – Referência Maricultura

Em relação à maricultura, a planilha de aspectos e impactos resultou em 4 aspectos relacionados (Tabela 13).

- Instalação de estruturas de cultivo pode alterar a paisagem costeira e competir com outros usos, como a recreação e a conservação, bem como alterar habitats de ocorrência de espécies locais;
- Geração de resíduos sólidos como restos de ração não consumida – decorrentes de alimentação excessiva, baixa taxa de consumo ou má qualidade da ração - além de outros materiais relacionados à operação da maricultura, podem ter impactos tanto no ambiente marinho, quanto na eficiência da produção de alimentos
- Geração de resíduos orgânicos como excrementos de animais cultivados e partes de organismos descartados que podem causar impactos na qualidade da água, com alterações nos parâmetros físico-químicos; dos organismos cultivados e na biota local;
- Introdução de espécies para cultivo que pode ter consequências significativas para a biodiversidade e a saúde dos ecossistemas locais. A competição com Espécies Nativas,

o aumento da predação e parasitismo podem levar à hibridização com espécies nativas, afetar a diversidade genética das populações e levar à introdução acidental de espécies não nativas em ecossistemas locais.

- Uso de antibióticos, químicos ou probióticos que pode levar ao desenvolvimento de resistência antimicrobiana em bactérias patogênicas, e seleção de bactérias resistentes aos antibióticos convencionais na atividade. Os produtos químicos podem ser tóxicos para espécies não cultivadas, além de poderem persistir por longos períodos de tempo, causando impactos contínuos. Os probióticos por sua vez podem afetar a ecologia microbiana nos sistemas de cultivo, com potenciais impactos na cadeia alimentar e na saúde dos organismos cultivados.

Tabela 13- Planilha de aspectos e impactos ambientais – Maricultura

Maricultura								
Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Direto (D) / Indireto (I)	Área de abrangência: Local (L), Regional (R), Global (G)	Duração Permanente (P) / Temporário (T) / Cíclico (C)	Reversibilidade: Sim (S) / Não (N)
		Instalação de estruturas de cultivo	Alteração da paisagem natural	BM	M	2	D	L
Degradação ou alteração de habitats naturais	BM		B	2	D	L	P	S
Mortalidades de espécies	BM		M	2	I	L	C	S
Acúmulo de Nutrientes e Poluentes	BM		B	2	D	L	T	S
Interações com Espécies Nativas	BM		M	3	D	L	P	N
Introdução de espécies exóticas	BM		M	3	D	L	P	N
Introdução de espécies patogênicas	BM		M	3	D	L	C	N
Desaparecimento de espécies	BM		B	2	I	L	P	N
Alteração da diversidade	BM		B	2	I	L	P	N
Geração de resíduos sólidos (restos de ração não consumida, e outros materiais relacionados à operação da maricultura)	Acúmulo de resíduos no mar	BM	M	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	M	M	2	D	L	C	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	I	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BM	M	2	I	L	C	N
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	I	L	C	N
	Mortalidades de espécies	BM	B	2	I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BM	B	2	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BM	B	2	I	L	P	N
	Aumento da Predação	BM	B	2	I	L	C	S
Acúmulo de resíduos no mar	BM	M	2	D	L	C	S	

Geração de resíduos orgânicos (excrementos de animais cultivados, partes de organismos descartados)	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	M	M	2	D	L	C	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	3	I	L	C	S
	Eutrofização do ambiente	BA	M	3	I	L	C	N
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BM	M	2	I	L	C	N
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	I	L	C	N
	Mortalidades de espécies	BM	B	2	I	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BM	B	2	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BM	B	2	I	L	P	N
	Aumento da Predação	BM	B	2	I	L	C	S
Introdução de espécies para cultivo	Alteração da paisagem natural	BM	M	2	D	L	P	S
	Degradação ou alteração de habitats naturais	BM	B	2	D	L	P	S
	Mortalidades de espécies	BM	M	2	I	L	C	S
	Acúmulo de Nutrientes e Poluentes	BM	B	2	D	L	T	S
	Interações com Espécies Nativas	BM	M	3	D	L	P	N
	Introdução de espécies exóticas	BM	M	3	D	L	P	N
	Introdução de espécies patogênicas	BM	M	3	D	L	C	N
	Desaparecimento de espécies	BM	B	2	I	L	P	N
Alteração da diversidade	BM	B	2	I	L	P	N	
Uso de antibióticos, químicos ou probióticos	Contaminação de espécies	BM	B	1	D	L	P	S
	Interferência na cadeia trófica	BM	B	1	I	L	T	S
	Mortalidades de espécies	BA	B	1	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	1	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	1	I	L	T	S

3.2.5.8 – Planilha de aspectos ambientais -Referência Atividade pesqueira

Para a atividade pesqueira, a planilha de aspectos e impactos resultou em 5 aspectos relacionados (Tabela 14). Sendo estes:

- Geração de resíduos sólidos como apetrechos, redes fantasmas, anzóis e linhas de nylon que, por vezes, são descartados erroneamente e abandonados no mar, podendo resultar em capturas não intencionais com mortalidade de espécies, danos aos substratos e contaminação ambiental;
- Arrasto de fundo com destruição ou comprometimento de habitats, prática que pode causar danos aos habitats marinhos, como captura incidental de espécies, além de danos a recifes de coral e substratos de fundo, comprometendo locais de vital importância para a ocorrência, reprodução e abrigo de espécies;
- Sobrepesca corre com captura de estoques de peixes em quantidades e frequência que excedem a capacidade de reprodução, levando à redução drástica das populações de

peixes, com riscos reais de extinção de espécies, comprometendo a disponibilidade do recurso;

- Captura incidental de espécies (*bycatch*) de espécies não-alvo ou espécies alvo em estágios juvenis ou reprodutivos;
- Trânsito de embarcações;
- Geração de resíduos oleosos como consequência dos vazamentos diretos e indiretos de óleo

Tabela 14 - Planilha de aspectos e impactos ambientais – Atividade pesqueira

Atividade Pesqueira								
Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Direto (D) / Indireto (I)	Área de abrangência: Local (L), Regional (R), Global (G)	Duração Permanente (P) / Temporário (T) / Cíclico (C)	Reversibilidade: Sim (S) / Não (N)
Geração de resíduos sólidos (resíduos da atividade e artefatos)	Acúmulo de resíduos no mar	BM	M	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	M	M	2	D	L	C	S
	Acúmulo de resíduos na água	BM	B	2	D	L	C	S
	Aumento de turbidez	BM	B	2	I	L	T	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	I	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BM	B	2	I	L	C	S
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	2	I	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	B	2	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	2	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BM	B	2	D	L	P	N
Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	B	2	D	L	C	S	
Arrasto	Degradação e alteração de habitats	BA	A	3	D	R	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	D	R	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	A	3	D	R	P	N
	Alteração da diversidade	BA	A	3	D	R	C	N
	Interferência nos processos reprodutivos	BM	A	3	I	R	C	S
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	A	3	D	R	C	S
	Esgotamento do recurso pesqueiro	BA	A	3	I	R	P	N
Sobrepesca	Degradação e alteração de habitats	BA	A	3	D	R	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	D	R	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	A	3	D	R	P	N
	Alteração da diversidade	BA	A	3	D	R	P	N

	Interferência nos processos reprodutivos	BM	A	3	I	R	C	S
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	A	3	D	R	P	N
	Esgotamento do recurso pesqueiro	BA	A	3	I	R	P	N
Captura incidental (<i>bycatch</i>)	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	I	R	C	S
	Interferência nos processos reprodutivos	BA	A	3	I	R	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	A	3	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	A	3	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	A	3	I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	A	3	D	R	T	S
Trânsito de embarcações	Colisão com organismos marinhos	BA	M	3	D	L	P	N
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	M	3	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	I	L	C	S
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	D	L	P	N
	Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	D	L	P	N
	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	3	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	I	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	3	I	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	I	L	P	S
	Interferência na paisagem natural	BM	A	2	D	L	P	S
Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos e indiretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	D	L	T	S
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	D	L	T	S
	Aumento de turbidez	BM	B	4	D	L	T	S
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	D	L	T	S
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	4	D	L	P	N
	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	D	L	P	N
	Contaminação de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	D	L	P	N
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	D	L	P	N
	Alteração da diversidade	BA	B	4	D	L	P	N
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	D	L	P	S

3.2.6 – Cenários - Matriz de impacto para fontes de pressão

Na construção dos cenários, as matrizes de impacto apresentaram formações crescentes de usos ecossistêmicos de desenvolvimento da Baía de Ilha Grande. O primeiro cenário formulado abrange a situação atual das fontes de pressão ecossistêmicas representado na matriz de impactos. As pontuações geradas no cruzamento dos aspectos e impactos sobre os compartimentos ambientais resultaram no gradiente de pressão detalhado. Neste cenário, a principal fonte de pressão ambiental relacionada é o desenvolvimento urbano costeiro, seguido do Terminal petrolífero e do Estaleiro. Na sequência, por ordem decrescente de impacto foram o Porto de Angra dos Reis, da atividade pesqueira, das Usinas Nucleares, fontes secundárias de poluição por óleo e Maricultura conforme apontaram os resultados (tabela 15).

Tabela 15 – Gradiente de pontuações geradas no cruzamento dos aspectos e impactos ambientais

Gradiente de pressão ecossistêmica BIG - Cenário 1 - Atual		
Fonte de pressão	Pontuação na matriz de impacto	Gradiente
Desenvolvimento urbano costeiro	7199	1
Terminal Petrolífero (TEBIG)	5424	2
Estaleiro	4846	3
Porto de Angra dos Reis	3673	4
Atividade pesqueira	3201	5
Usinas Nucleares	2822	6
Fontes secundárias de poluição por óleo	2678	7
Maricultura	2399	8

As avaliações das fontes de pressão que resultaram no gradiente serão descritas a seguir.

3.2.6.1 – Matriz de impacto – Desenvolvimento urbano

O desenvolvimento urbano costeiro foi o que mais se destacou, a matriz de impacto (Tabela 16) resultou nas pontuações abaixo relacionadas sobre este item, sendo observado que os aspectos ambientais foram os mais significativos. A ocupação da linha de costa induzida pelo crescimento urbano desordenado resultou em 1490 pontos, seguido da geração e aporte de esgoto para os corpos d'água, com 1027 pontos. O turismo, com 949 pontos, também foi apontado como importante fonte de impactos ambientais, pelo aumento da população flutuante, com conseqüente aumento do uso dos recursos naturais e produção de resíduos sólidos (lixo), com 707 pontos. O aumento no trânsito de embarcações, com 389 pontos, também se mostrou um importante fator de impacto ambiental, uma vez que pode resultar em vazamentos diretos e indiretos de combustível no mar, além de representar uma importante fonte de colisões com

animais marinhos, como os quelônios. O crescente uso de recursos naturais, por sua vez, pode ter impactos significativos quanto ao consumo e disponibilidade de recursos hídricos e de energia, além de potencializar a desigualdade de acesso a esses recursos e resultou em 387 pontos. Abaixo se descreve as pontuações para os aspectos ambientais.

Gradiente de pontuações resultantes da matriz de impacto para o desenvolvimento urbano.

1. Ocupação da linha de costa / crescimento desordenado - 1490 pontos
2. Geração de efluentes líquidos (esgoto) – 1027 pontos
3. Turismo desordenado - 949 pontos
4. Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos de óleo - 901 pontos
5. Geração de resíduos sólidos - 707 pontos
6. Emissões atmosféricas – 680 pontos
7. Geração de resíduos químicos – 669 pontos
8. Trânsito de embarcações – 389 pontos
9. Uso de recursos naturais – 387 pontos

Tabela 16 - Matriz de impactos ambientais – Desenvolvimento urbano – Referência Atual

Fonte de pressão	Desenvolvimento urbano - Área costeira																									
	Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Importância do impacto sobre os compartimentos dos ecossistemas																Total do impacto	Total de impacto por aspecto ambiental	Total da fonte		
						Característica físico-química da água							Biota					Serviços ecossistêmicos								
													Fauna		Flora											
pH						Sólidos totais	DBO	PCO2	Metais	Contaminantes orgânicos	Salinidade	Temperatura	Plâncton	Bentos	Necton	Plâncton	Bentos	Produção de alimentos	Provisão de habitat	Lazer e turismo	Regulação climática				Fornecimento de Recursos Naturais	
Ocupação da linha de costa / crescimento desordenado	Liberação de gases efeito estufa	MA	A	3	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	66	1490	7199	
	Aumento da temperatura do oceano	MA	A	3	4	1	0	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	70			
	Acidificação do oceano	MA	A	3	4	1	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	73			
	Alteração da paisagem natural	MA	A	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	57			
	Aumento de erosão das encostas	MA	A	3	3	4	3	3	4	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	65			
	Aumento do aporte de sedimentos	MA	A	3	3	4	3	3	4	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	65			
	Sedimentação dos corpos d'água	MA	A	3	3	3	3	3	4	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	64			
	Aumento do aporte de nutrientes	MA	A	3	4	4	4	3	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4			65
	Aumento da concentração de matéria orgânica	MA	A	3	4	4	4	3	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4			65
	Eutrofização do ambiente	BM	M	2	4	4	4	3	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4			64
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			69

	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	B	2	2	3	4	2	3	3	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	1	2	48
	Acúmulo de resíduos na água	BM	B	2	2	4	2	2	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	1	3	57
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	2	4	2	2	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	1	3	54
	Contaminação de espécies	BM	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	53
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	53
	Mortalidades de espécies	BA	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	53
	Desaparecimento de espécies	BA	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	53
	Alteração da diversidade	BM	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54
Geração de efluentes líquidos (esgoto)	Aumento do aporte de nutrientes	MA	A	3	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	70
	Aumento da concentração de matéria orgânica	MA	A	3	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	70
	Eutrofização do ambiente	MA	A	3	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	70
	Carreamento de poluentes para o mar	MA	A	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	71
	Aumento dos resíduos sólidos gerados	MA	A	3	2	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	68
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	MA	A	3	2	3	4	2	3	3	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	2	2	50
	Acúmulo de resíduos na água	MA	A	3	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	2	2	57
	Aumento de turbidez	MA	A	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	59
	Diminuição ou perda da camada fótica	MA	A	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	59
	Degradação e alteração de habitats	MA	A	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	59
	Contaminação de espécies	MA	A	3	4	4	4	4	4	4	1	1	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4	74
	Interferência na cadeia trófica	MA	A	3	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	69
	Mortalidades de espécies	MA	A	3	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	69
Desaparecimento de espécies	MA	A	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	71	

	Alteração da diversidade	MA	A	3	2	2	3	3	1	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	55
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	MA	A	3	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	3	2	3	4	56
Trânsito de embarcações	Colisão com organismos marinhos	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	2	1	3	29
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	37
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	48
	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	48
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Alteração da diversidade	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	36
	Interferência na paisagem natural	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	1	3	39
	Turismo desordenado	Aumento do aporte de nutrientes	MA	M	3	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Aumento da concentração de matéria orgânica		MA	M	3	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	70
Eutrofização do ambiente		MA	M	3	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	70
Carreamento de poluentes para o mar		MA	M	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	71
Aumento dos resíduos sólidos gerados		MA	M	3	2	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	68
Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo		MA	M	3	2	3	4	2	3	3	3	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	2	50
Acúmulo de resíduos na água		MA	M	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	2	57
Aumento de turbidez		BM	M	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58
Diminuição ou perda da camada fótica		BM	M	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58
389																							
949																							

3.2.6.2 – Matriz de impacto – Terminal Petrolífero de Angra dos Reis (TEBIG)

Na avaliação da matriz de impacto do Terminal Petrolífero de Angra dos Reis (TEBIG) foram registradas as seguintes pontuações (Tabela 17) para os aspectos ambientais relacionados:

1. Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos de óleo – 905 pontos
2. Operações *ship to ship* – 902 pontos
3. Geração de resíduos oleosos vazamentos indiretos de óleo - 713 pontos
4. Emissões atmosféricas de gases por queima de combustíveis fósseis – 680 pontos
5. Geração de resíduos químicos como solventes, surfactantes e aditivos através de drenagem ou lavagem de equipamentos – 669 pontos
6. Operações de lastro e deslastro – 442 pontos
7. Geração de resíduos líquidos - Efluente térmico - 416 pontos
8. Trânsito de embarcações – 384 pontos
9. Geração de ruídos submarinos por atividades de operação com embarcações e equipamentos - 326 pontos

A geração de resíduos oleosos diretos e as operações *ship to ship* apresentaram as maiores pontuações, 905 e 902 pontos respectivamente, para os impactos relacionados, seguidos da geração de resíduos oleosos indiretos por perdas nas operações rotineiras de carga e descarga de navios, bem como na movimentação de embarcações de apoio, com 712 pontos. A geração de resíduos químicos também é registrada através de possíveis contaminações por solventes, surfactantes e aditivos, decorrentes das operações rotineiras ou das manutenções de equipamentos, resultando em 669 pontos.

A geração do efluente térmico, oriundo do tratamento da água de formação, também foi relacionada como um aspecto de importância ambiental local, com 416 pontos. A água de formação, além de temperatura elevada, também é composta por resíduos do processamento do petróleo sendo descartada através de duto, instalado o cotovelo do píer de atracação de rebocadores e embarcações de apoio. Este efluente é considerado térmico devido ao enquadramento de seus demais parâmetros químicos serem descartados dentro do estabelecido pelas normativas regulatórias.

O trânsito de embarcações e a geração de ruídos submarinos, com 384 e 326 pontos, foram os aspectos com menor pontuação dessa fonte.

Tabela 17 - Matriz de impactos ambientais –Terminal Petrolífero de Angra dos Reis (TEBIG) – Referência Atual

Fonte de pressão	Terminal Petrolífero de Angra dos Reis (TEBIG)																									
	Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de	Magnitude (severidade x probabilidade)	Importância do impacto sobre os compartimentos dos ecossistemas																		Total do impacto	Total de impacto por aspecto ambiental	Total da fonte
						Característica físico-química da água							Biota					Serviços ecossistêmicos								
						pH	Sólidos totais	DBO	PCO2	Metais	Contaminantes orgânicos	Salinidade	Temperatura	Fauna			Flora		Produção de alimentos	Provisão de habitat	Lazer e turismo	Regulação climática	Fornecimento de Recursos			
Plâncton	Bentos	Necton	Plâncton	Bentos																						
Emissões atmosféricas Gases (Queima de combustíveis fósseis)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	4	1	0	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	66	680	5437	
	Aumento da temperatura do oceano	BA	M	3	4	1	0	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	70			
	Acidificação do oceano	BA	M	3	4	1	0	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	67			
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			69
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3			67
	Contaminação de espécies	BM	M	2	2	2	2	2	2	2	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4			59
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			62
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			60
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			56
	Alteração da diversidade	BA	M	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	53			
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	M	2	0	0	3	4	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	3	2	3	4			51
Geração de resíduos líquidos efluente térmico	Aumento da temperatura local	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2	1	4	60	416	5437
	Degradação e alteração de habitats	BA	A	3	2	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	66		
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58		

	Mortalidade de espécies	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58	
	Desaparecimento de espécies sensíveis a temperatura	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58	
	Interferência nos processos reprodutivos	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58	
	Alteração na diversidade	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58	
Geração de resíduos oleosos vazamentos indiretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	4	61	
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59	
	Aumento de turbidez	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59	
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59	
	Degradação e alteração de habitats	BA	M	2	2	4	2	2	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	1	3	54	
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2	4	2	2	4	2	3	2	1	3	42
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	57
	Contaminação de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4	4	4	4	4	1	2	51	
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	58	
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	56	
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	52	
	Alteração da diversidade	BA	M	2	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	1	3	51
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54
Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	4	61	
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Aumento de turbidez	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
																						713	
																						905	

	Degradação e alteração de habitats	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72	
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72
	Contaminação de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Alteração da diversidade	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
Geração de resíduos químicos (solventes, surfactantes e aditivos através de drenagem ou lavagem de equipamentos)	Liberação de gases efeito estufa	BA	M	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	3	57		
	Acidificação do oceano	BA	M	3	4	4	4	2	3	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	1	4	64		
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	4	4	4	2	3	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	1	4	63		
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	2	4	2	2	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	1	3	54		
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	2	3	4	2	3	3	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	1	2	48	
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	57	
	Contaminação de espécies	BA	M	3	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4	4	4	4	4	1	2	52		
	Mortalidades de espécies	BM	M	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	58		
	Desaparecimento de espécies	BA	M	3	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	57		
	Alteração da diversidade	BA	M	3	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	53		
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	3	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	1	3	52	
Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54		
Geração de ruídos	Alterações comportamentais em animais marinhos	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	4	4	2	1	3	38	
																						669		
																						326		

submarinos (atividades com embarcações e equipamentos)	Interferência em processos reprodutivos	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	4	4	2	1	3	39
	Interferência nas geolocalizações	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	3	41
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	1	3	45
	Mortalidades de espécies	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	4	41
	Desaparecimento de espécies	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	4	42
	Alteração da diversidade	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	4	42
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	4	3	2	1	4	38
Trânsito de embarcações	Colisão com organismos marinhos	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	2	1	3	29
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	37
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	3	4	4	4	1	4	46
	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	3	4	4	4	1	4	45
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Alteração da diversidade	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	36
Interferência na paisagem natural	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	1	3	39	
Operações <i>ship to ship</i>	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	62
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Aumento de turbidez	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
																						384		
																						902		

3.2.6.3 – Matriz de impacto – Estaleiro - Angra dos Reis

Em relação ao Estaleiro como fonte de pressão ecossistêmica a matriz de impacto (Tabela 18) resultou nas pontuações abaixo relacionadas, apontando a geração de resíduos lamosos e resíduos oleosos como principais aspectos ambientais com 738 e 713 pontos respectivamente, seguidos das emissões atmosféricas pela queima de combustíveis fósseis com 688 pontos e emissões de partículas sólidas em forma de poeira com 685 pontos.

A geração de resíduos sólidos com 713 pontos e de resíduos químicos com 667 pontos foram registradas em 5º e 6º lugares nas interações dos aspectos com os impactos ambientais, seguidos do trânsito de embarcações (de grande, médio e pequeno porte) e da geração de ruídos submarinos pelas operações de construção, manutenção e deslocamentos de embarcações, maquinário e equipamentos (384 e 326 pontos respectivamente)

1. Geração de resíduos lamosos - 738 pontos
2. Geração de resíduos oleosos - 713 pontos
3. Emissões atmosféricas por queima de combustíveis fósseis - 688 pontos
4. Emissões de partículas sólidas (poeira) - 685 pontos
5. Geração de resíduos sólidos - 713 pontos
6. Geração de resíduos químicos - 667 pontos
7. Trânsito de embarcações - 384 pontos
8. Geração de ruídos submarinos - 326 pontos

Tabela 18– Matriz de impactos ambientais –Estaleiro Angra dos Reis – Referência Atual

Fonte de pressão	Estaleiro																								
	Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Importância do impacto sobre os compartimentos dos ecossistemas																	Total do impacto	Total de impacto por aspecto ambiental	Total da fonte
						Característica físico química da água							Biota					Serviços ecossistêmicos							
													Fauna			Flora									
pH						Sólidos totais	DBO	PCO2	Metais	Contaminantes orgânicos	Salinidade	Temperatura	Plâncton	Bentos	Necton	Plâncton	Bentos	Produção de alimentos	Provisão de habitat	Lazer e turismo	Regulação climática	Fornecimento de Recursos Naturais			
Emissões atmosféricas Gases (Queima de combustíveis fósseis, soldagem, pinturas)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	4	1	0	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	66	688	4854
	Aumento da temperatura do oceano	BA	M	3	4	1	0	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	70		
	Acidificação do oceano	BA	M	3	4	1	0	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	67		
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	70		
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	68		
	Contaminação de espécies	BM	M	2	2	2	2	2	2	2	0	0	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4	59		
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	62		
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62		
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	56		
	Alteração da diversidade	BA	M	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	53		
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	M	2	0	0	3	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	55		
Emissões atmosféricas Partículas sólidas (poeira)	Carreamento de poluentes para o mar	BM	A	2	4	4	1	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	61	685	4854
	Sedimentação dos corpos d'água	BM	M	2	4	4	2	2	3	3	2	1	2	4	2	2	4	2	4	2	2	4	51		
	Aumento de turbidez	BM	A	2	4	4	4	2	2	2	1	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	62		
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	A	2	3	3	3	3	2	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	61		

	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	2	3	4	2	3	3	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	2	2	49
	Degradação e alteração de habitats	BM	A	2	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	67
	Contaminação de espécies	BM	A	2	2	2	2	2	2	2	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	52
	Interferência na cadeia trófica	BM	A	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	62
	Mortalidades de espécies	BA	A	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	60
	Desaparecimento de espécies	BA	A	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	56
	Alteração da diversidade	BA	A	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	53
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	0	0	3	4	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	3	2	3	4	51
Geração de resíduos lamosos	Carreamento de poluentes para o mar	BM	A	2	3	4	2	1	3	2	3	1	4	4	4	4	4	4	3	1	3	56	
	Sedimentação dos corpos d'água	BM	A	2	4	4	4	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	1	3	63	
	Aumento de turbidez	BM	A	2	4	4	4	2	3	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	1	4	63	
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	A	2	3	4	4	2	3	3	1	3	4	4	4	4	4	4	3	1	4	61	
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	A	2	2	3	4	2	3	3	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	1	2	48
	Acúmulo de resíduos na água	BM	A	2	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	1	3	65	
	Degradação e alteração de habitats	BM	A	2	2	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	1	3	65	
	Contaminação de espécies	BA	A	2	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4	4	4	4	4	1	2	51	
	Interferência na cadeia trófica	BM	A	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	58	
	Mortalidades de espécies	BA	A	2	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	56	
	Desaparecimento de espécies	BA	A	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	52	
	Alteração da diversidade	BA	A	2	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	1	3	51
Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	A	2	0	0	3	4	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	49	
Geração de resíduos sólidos (sobras de materiais, embalagens e detritos)	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	3	3	3	1	3	55
	Sedimentação dos corpos d'água	BM	B	2	3	3	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	1	3	56	
	Aumento de turbidez	BM	B	2	2	4	3	3	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	1	3	56	
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	2	3	4	4	2	3	3	1	3	4	4	4	4	4	4	3	1	4	61	
																						738	
																						653	

	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	B	2	2	3	4	2	3	3	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	1	2	48
	Acúmulo de resíduos na água	BM	B	2	2	4	2	2	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	1	3	57
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	2	4	2	2	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	1	3	54
	Interferência na cadeia trófica	BM	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	53
	Mortalidades de espécies	BA	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	53
	Desaparecimento de espécies	BA	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	53
	Alteração da diversidade	BA	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	53
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	B	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54
Geração de resíduos químicos (processos de tratamento de superfície e solventes em atividades de manutenção)	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	3	56
	Aumento de turbidez	BM	M	2	4	4	4	2	3	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	63
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	4	4	4	2	3	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	63
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	2	4	2	2	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	1	3	54
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	2	3	4	2	3	3	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	1	2	48
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	57
	Contaminação de espécies	BA	M	3	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	52
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58
	Mortalidades de espécies	BA	M	3	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	57
	Desaparecimento de espécies	BA	M	3	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	53
	Alteração da diversidade	BA	M	3	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	1	3	52
Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54	
Geração de resíduos oleosos (manutenção de equipamentos e máquinas, reparo de embarcações, armazenamento)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	4	61	
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59
	Aumento de turbidez	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59
	Degradação e alteração de habitats	BA	M	2	2	4	2	2	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	1	3	54
																						667	
																						713	

	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2	4	2	2	4	2	3	2	1	3	42
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	57
	Contaminação de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	51
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	56
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	52
	Alteração da diversidade	BA	M	2	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	1	3	51
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54
Geração de ruídos submarinos (atividades de construção e operação de equipamentos)	Alterações comportamentais em animais marinhos	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	4	4	2	1	3	38
	Interferência em processos reprodutivos	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	4	4	2	1	3	39
	Interferência nas geolocalizações	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	3	41
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	1	3	45
	Mortalidades de espécies	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	4	41
	Desaparecimento de espécies	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	4	42
	Alteração da diversidade	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	4	42
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	4	3	2	1	4	38
Trânsito de embarcações e plataformas	Colisão com organismos marinhos	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	2	1	3	29
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Interferência na cadeia trófica	BM	B	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	37
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Introdução de espécies exóticas	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	3	4	4	4	1	4	46
	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	3	4	4	4	1	4	45
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Alteração da diversidade	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	36	
																							326
																							384

	Interferência na paisagem natural	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	1	3	39		
--	-----------------------------------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--	--

3.2.6.4 – Matriz de impacto – Porto de Angra dos Reis

A avaliação na matriz de impacto do Porto de Angra dos Reis, instalação e grande relevância para a economia na movimentação de cargas e granéis além de importante papel no apoio offshore relacionado às atividades de prospecção da Bacia de Santos, resultou nas pontuações abaixo relacionadas.

1. Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos de óleo – 901 pontos
2. Geração de resíduos oleosos por perdas pontuais de combustíveis nas operações de abastecimento e manutenção – 713 pontos
3. Emissões atmosféricas de gases pela queima de combustíveis fósseis -680 pontos
4. Geração de resíduos químicos como solventes, surfactantes e aditivos através de drenagem ou lavagem de equipamentos – 669 pontos
5. Trânsito de embarcações de grande, médio e pequeno porte – 384 pontos
6. Geração de ruídos submarinos pelas atividades de construção e operação de equipamentos – 326 pontos.

A geração de resíduos oleosos através de vazamentos diretos de óleo no mar resultou em 901 pontos, colocando o aspecto como um importante fator de impactos ambientais. Na segunda posição, com 713 pontos, a geração de resíduos oleosos de forma indireta por perdas pontuais de combustíveis nas operações de abastecimento e manutenção, seguido das emissões atmosféricas de gases pela queima de combustíveis fósseis, com 680 pontos. A geração de resíduos químicos como solventes, surfactantes e aditivos através de drenagem ou lavagem de equipamentos ficou em 4ª posição, com 669 pontos. A seguir o trânsito de embarcações e a geração de ruídos com 384 e 326 pontos respectivamente (Tabela 19).

Tabela 19– Matriz de impactos ambientais – Porto de Angra dos Reis – Referência Atual

Fonte de pressão	Porto de Angra dos Reis																								
	Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Importância do impacto sobre os compartimentos dos ecossistemas																Total do impacto	Total de impacto por aspecto ambiental	Total da fonte	
						Característica físico-química da água							Biota			Serviços ecossistêmicos									
													Fauna		Flora										
pH						Sólidos totais	DBO	PCO2	Metais	Contaminantes orgânicos	Salinidade	Temperatura	Plâncton	Bentos	Necton	Plâncton	Bentos	Produção de alimentos	Provisão de habitat	Lazer e turismo	Regulação climática				Fornecimento de Recursos Naturais
Emissões atmosféricas Gases (Queima de combustíveis fósseis)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	4	1	0	4	4	1	1	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	66	680	3673	
	Aumento da temperatura do oceano	BA	M	3	4	1	0	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	70			
	Acidificação do oceano	BA	M	3	4	1	0	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5			67
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			69
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3			67
	Contaminação de espécies	BM	M	2	2	2	2	2	2	2	0	0	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4			59
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			62
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			60
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			56
	Alteração da diversidade	BA	M	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3			53
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	M	2	0	0	3	4	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	3	2	3	4			51

Geração de resíduos oleosos Perdas pontuais de combustíveis Operações de abastecimento e manutenção	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	4	61
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59
	Aumento de turbidez	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59
	Degradação e alteração de habitats	BA	M	2	2	4	2	2	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	1	3	54
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2	4	2	2	4	2	3	2	1	3	42
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	57
	Contaminação de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	51
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	56
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	52
	Alteração da diversidade	BA	M	2	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	1	3	51
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54
	Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	61
Carreamento de poluentes para o mar		BM	B	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
Aumento de turbidez		BM	B	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
Diminuição ou perda da camada fótica		BM	B	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
Degradação e alteração de habitats		BA	B	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo		BA	M	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
713																							
901																							

	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Contaminação de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Alteração da diversidade	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70	
Geração de resíduos químicos (solventes, surfactantes e aditivos através de drenagem ou lavagem de equipamentos.)	Liberação de gases efeito estufa	BA	M	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	3	57	
	Acidificação do oceano	BA	M	3	4	4	4	2	3	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	1	4	64	
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	4	4	4	2	3	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	1	4	63	
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	2	4	2	2	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	1	3	54	
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BM	M	2	2	3	4	2	3	3	1	1	3	4	2	3	4	3	3	2	1	2	48
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	57
	Contaminação de espécies	BA	M	3	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4	4	4	4	4	1	2	52	
	Mortalidades de espécies	BM	M	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	58	
	Desaparecimento de espécies	BA	M	3	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	57	
	Alteração da diversidade	BA	M	3	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	1	3	53	
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	3	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	1	3	52
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54
Geração de ruídos	Alterações comportamentais em animais marinhos	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	4	4	2	1	3	38
																						669	
																						326	

submarinos (atividades de construção e operação de equipamentos)	Interferência em processos reprodutivos	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	4	4	2	1	3	39
	Interferência nas geolocalizações	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	3	41
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	1	3	45
	Mortalidades de espécies	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	4	41
	Desaparecimento de espécies	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	4	42
	Alteração da diversidade	BA	A	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	4	1	4	4	2	1	4	42
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	4	3	2	1	4	38
Trânsito de embarcações	Colisão com organismos marinhos	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	2	1	3	29
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	37
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	3	4	4	4	1	4	46
	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	3	4	4	4	1	4	45
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Alteração da diversidade	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	36
	Interferência na paisagem natural	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	1	3	39
384																							

3.2.6.5 – Matriz de impacto – Atividade pesqueira

Quanto à avaliação da matriz de impacto referente a fonte de pressão ecossistêmica de atividade pesqueira na Baía de Ilha Grande (Tabela 20), os resultados das interações registraram a geração de resíduos oleosos por vazamentos diretos e indiretos de óleo no mar, seja pelo descarte inadequado de produto ou pelas perdas operacionais devido a pouca ou nenhuma manutenção de equipamentos, como o maior aspecto de impacto ambiental da atividade, com 901 pontos. Nesta avaliação a geração de resíduos sólidos resultantes dos descartes de apetrechos de pesca, como redes, linhas de nylon, anzóis, restos de embarcações e outros, se caracterizou como segundo aspecto em relevância, com 611 pontos.

As atividades de arrasto de fundo e sobrepesca representou o 3º lugar de relevância, com 455 pontos cada. Apesar da ação direta desses dois aspectos ambientais da atividade pesqueira sobre a biodiversidade local, a não introdução de resíduos antropogênicos no mar levou a menor quantificação de impactos. A captura incidental de espécies não aproveitáveis, formas juvenis ou ainda fêmeas em período reprodutivo, conhecida como *bycatch*, registrou 390 pontos, seguida do trânsito de embarcações, com 389 pontos.

1. Geração de resíduos oleosos por vazamentos diretos e indiretos de óleo – 901 pontos
2. Geração de resíduos sólidos – 611 pontos
3. Arrasto de fundo – 455 pontos
4. Sobrepesca – 455 pontos
5. Captura incidental (bycatch) - 390 pontos
6. Trânsito de embarcações - 389 pontos

Tabela 20 – Matriz de impactos ambientais – Atividade Pesqueira – Referência Atual

Fonte de pressão	Atividade Pesqueira																							
	Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de	Magnitude (severidade x probabilidade)	Importância do impacto sobre os compartimentos dos ecossistemas																Total do impacto	Total de impacto por aspecto ambiental	Total da fonte
						Característica físico-química da água							Biota			Serviços ecossistêmicos								
													Fauna		Flora									
pH						Sólidos totais	DBO	PCO2	Metais	Contaminantes orgânicos	Salinidade	Temperatura	Plâncton	Bentos	Necton	Plâncton	Bentos	Produção de alimentos	Provisão de habitat	Lazer e turismo	Regulação climática			
Geração de resíduos sólidos	Acúmulo de resíduos no mar	BM	M	2	3	4	3	3	2	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	4	61		
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	M	M	2	3	3	3	2	2	3	1	1	2	4	3	3	4	3	4	2	1	3	49	
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64	
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64	
	Contaminação de espécies	BM	M	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64	
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64	
	Mortalidades de espécies	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64	
	Desaparecimento de espécies	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64	
	Alteração da diversidade	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64	
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	2	2	3	4	3	2	3	1	1	3	3	4	3	3	4	3	3	2	4	53	
Arrasto	Degradação e alteração de habitats	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65	
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65	
	Mortalidades de espécies	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65	
	Alteração da diversidade	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65	
																					611		3201	
																					455			

	Interferência nos processos reprodutivos	BM	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65	
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Esgotamento do recurso pesqueiro	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
Sobrepesca	Degradação e alteração de habitats	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Mortalidades de espécies	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Alteração da diversidade	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Interferência nos processos reprodutivos	BM	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Esgotamento do recurso pesqueiro	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
Captura incidental (bycatch)	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Interferência nos processos reprodutivos	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Mortalidades de espécies	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Desaparecimento de espécies	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Alteração da diversidade	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	A	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
Trânsito de embarcações	Colisão com organismos marinhos	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	2	1	3	29	
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38	
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	37	
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38	
	Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	48
																						455		
																						390		
																						389		

	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4	48
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Alteração da diversidade	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	36
	Interferência na paisagem natural	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	1	3	39
Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos e indiretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	61
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Aumento de turbidez	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Contaminação de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Alteração da diversidade	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	901																						

3.2.6.6 – Matriz de impacto – Usinas Nucleares

A avaliação da matriz de impacto (Tabela 21) referente às Usinas Nucleares de Angra dos Reis, resultou nas pontuações descritas abaixo para os aspectos ambientais registrados. Dentre as pontuações, a geração de resíduos radioativos para o mar, através da liberação controlada na água de resfriamento, registrou a maior pontuação, com 695 pontos, demonstrando seu potencial de impacto sobre a biodiversidade. A geração de resíduos líquidos químicos provenientes de processamento e descontaminação apresentou a segunda maior pontuação, com 480 pontos, seguido da geração de efluente térmico constante, com 416 pontos, das emissões atmosféricas de gases radioativos e vapor d'água, com 385 pontos, da captação de água para resfriamento de equipamentos e processos, com 347 pontos, e por último, com 340 pontos, da geração de resíduos sólidos oriundos de materiais utilizados na manutenção e desativação das instalações.

Apesar de não estarem nas primeiras colocações, a descarga de efluente térmico e a captação de água se mostraram dois importantes aspectos causadores de impactos ambientais, visíveis e já documentados. O primeiro, na alteração da temperatura do mar no local de descarga do efluente térmico, com alterações visíveis na biodiversidade. E o segundo, na captação de água com mortalidade de organismos planctônico e nectônicos que resultou na condicionante 2.16 da ALA nº 06/2013, emitida pelo ICMBio, e 2.1.9.1 da LO no 1.217/2014 – Retificação em 01/04/2021, emitida pelo IBAMA, de monitoramento de tartarugas marinhas na área de influência (ELETROBRAS/UERJ, 2021).

Geração de resíduos radioativos no mar por liberação controlada de água de resfriamento – 695 pontos

Geração de resíduos líquidos químicos por processamento e descontaminação – 480 pontos

Geração de resíduos líquidos – descarte de efluente térmico constante – 416 pontos

Emissões atmosféricas de gases radioativos e vapor d'água – 385 pontos

Captação de água para resfriamento de equipamentos e processos - 347 pontos

Geração de resíduos sólidos oriundos de materiais utilizados na manutenção e desativação das instalações – 340 pontos

Tabela 21– Matriz de impactos ambientais –Usinas Nucleares– Referência Atual

Fonte de pressão	Usinas Nucleares																										
	Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Importância do impacto sobre os compartimentos dos ecossistemas																			Total do impacto	Total de impacto por aspecto ambiental	Total da fonte
						Característica físico-química da água							Biota			Serviços ecossistêmicos											
													Fauna		Flora												
pH						Sólidos totais	DBO	PCO2	Metais	Contaminantes orgânicos	Salinidade	Temperatura	Plâncton	Bentos	Necton	Plâncton	Bentos	Produção de alimentos	Provisão de habitat	Lazer e turismo	Regulação climática	Fornecimento de Recursos					
Captação de água	Uso de recurso natural	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	4	4	1	4	4	1	4	41	347	2663			
	Mortalidade de espécies planctônicas	BM	A	2	3	3	3	1	1	2	1	1	4	3	3	4	4	4	3	3	1	3			49		
	Mortalidade de espécies nectônicas	BM	M	2	3	3	3	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4			53		
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	3	3	3	2	2	1	1	1	4	4	4	4	4	4	3	4	1	4			54		
	Desaparecimento de espécies planctônicas	BM	B	2	2	2	2	2	2	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	2	1	4			50		
	Desaparecimento de espécies nectônicas	BM	B	2	2	2	2	2	2	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	2	1	4			50		
	Alteração da diversidade	BM	B	2	2	2	2	2	2	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	2	1	4			50		
Emissões atmosféricas (gases radioativos e vapor d'água)	Carreamento de poluentes para o mar	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	42	385	2663		
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	36				
	Acúmulo de resíduos na água	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	38				

	Degradação e alteração de habitats	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	36	
	Contaminação de espécies	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	38
	Interferência na cadeia trófica	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	38
	Mortalidades de espécies	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	39
	Desaparecimento de espécies	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	39
	Alteração da diversidade	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	39
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	A	B	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	4	40	
Geração de resíduos radioativos no mar (liberação controlada de água de resfriamento)	Vazamento de resíduos radioativos - perdas ocasionais	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	59	
	Contaminação radioativa	A	B	3	4	2	4	2	4	4	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75	
	Carreamento de poluentes para o mar	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	58	
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	3	4	3	3	4	3	3	2	1	4	50	
	Acúmulo de resíduos na água	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	4	1	4	56	
	Degradação e alteração de habitats	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	57	
	Interferência na cadeia trófica	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	57	
	Mortalidade de espécies	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	57	
	Desaparecimento de espécies	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	57	
	Alteração da diversidade	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	57	
	Alterações morfológicas e fisiológicas nas espécies	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	1	4	56	
	Interferência nos processos reprodutivos	A	B	3	3	1	3	2	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	1	4	56	
695																								

Geração de resíduos sólidos (materiais utilizados na manutenção e desativação das instalações)	Carreamento de poluentes para o mar	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	34	340	
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		34
	Acúmulo de resíduos na água	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		34
	Degradação e alteração de habitats	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		34
	Contaminação de espécies	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		34
	Interferência na cadeia trófica	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		34
	Mortalidades de espécies	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		34
	Desaparecimento de espécies	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		34
	Alteração da diversidade	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		34
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		34
Geração de resíduos líquidos efluente térmico constante	Aumento da temperatura do oceano local	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2	1	4	60	416	
	Degradação e alteração de habitats	BA	A	3	2	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3		66
	Interferência na cadeia trófica	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3		58
	Mortalidades de espécies	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3		58
	Desaparecimento de espécies sensíveis a temperatura	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3		58
	Interferência nos processos reprodutivos	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3		58
	Alteração da diversidade	BA	A	3	3	3	3	2	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3		58
Geração de resíduos líquidos Químicos (de	Carreamento de poluentes para o mar	BA	B	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3	61	480	
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	60		

processamento e descontaminação)	Contaminação de espécies	BA	B	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	60	
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	60
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	60
	Alteração da diversidade	BA	B	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	60
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	60
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	3	3	4	3	4	1	4	59	

3.2.6.7 – Matriz de impacto – Fontes secundárias de poluição óleo

As fontes secundárias de poluição por óleo, como postos, marinas e clubes náuticos, desempenham um papel significativo na contaminação dos ecossistemas aquáticos, especialmente em áreas costeiras.

Na avaliação da matriz de impacto resultante da interação de aspectos e impactos das fontes secundárias de poluição por óleo (Tabela 22), foi possível registrar as maiores pontuações para os dois aspectos ligados a vazamentos de óleo para o mar. Com a pontuação de 901 pontos, o aspecto de geração de resíduos oleosos por vazamentos diretos de óleo no mar, e com 713 pontos, a geração de resíduos oleosos indiretos por perdas pontuais de combustíveis durante as operações de abastecimento e manutenção de embarcações e equipamentos. Com 680 pontos, a emissão de gases pela queima de combustíveis fósseis ocupou terceira posição, seguida do trânsito de embarcações, com 384 pontos.

Geração de resíduos oleosos por vazamentos diretos de óleo no mar – 901 pontos

Geração de resíduos oleosos por perdas pontuais de combustíveis nas operações de abastecimento e manutenção de embarcações e equipamentos – 713 pontos

Emissões atmosféricas de gases pela queima de combustíveis fósseis – 680 pontos

Trânsito de embarcações – 384 pontos

Tabela 22 - Matriz de impactos ambientais – Atividade Pesqueira – Referência Atual

Fonte de pressão	Fontes secundárias de poluição por óleo. Marinas, clubes náuticos e postos de abastecimento																									
	Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de ocorrência	Magnitude (severidade x probabilidade)	Importância do impacto sobre os compartimentos dos ecossistemas																	Total do impacto	Total de impacto por aspecto ambiental	Total da fonte	
						Característica físico-química da água							Biota			Serviços ecossistêmicos										
													Fauna		Flora											
pH						Sólidos totais	DBO	PCO2	Metais	Contaminantes orgânicos	Salinidade	Temperatura	Plâncton	Bentos	Necton	Plâncton	Bentos	Produção de alimentos	Provisão de habitat	Lazer e turismo	Regulação climática	Fornecimento de Recursos Naturais				
Emissões atmosféricas Gases (Queima de combustíveis fósseis)	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	4	1	0	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	66	680	2678	
	Aumento da temperatura do oceano	BA	M	3	4	1	0	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	70			
	Acidificação do oceano	BA	M	3	4	1	0	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	67			
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			69
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	2	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3			67
	Contaminação de espécies	BM	M	2	2	2	2	2	2	2	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4			59
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			62
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			60
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4			56
	Alteração da diversidade	BA	M	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	53			
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	M	2	0	0	3	4	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	3	2	3	4	51			
Geração de resíduos oleosos Perdas pontuais de	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	61	713		
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59			
	Aumento de turbidez	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59			

combustíveis Operações de abastecimento e manutenção	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	59
	Degradação e alteração de habitats	BA	M	2	2	4	2	2	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	1	3	54
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2	4	2	2	4	2	3	2	1	3	42
	Acúmulo de resíduos na água	BM	M	2	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	57
	Contaminação de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	2	2	2	0	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	51
	Interferência na cadeia trófica	BA	M	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	58
	Mortalidades de espécies	BA	M	2	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	56
	Desaparecimento de espécies	BA	M	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	1	3	52
	Alteração da diversidade	BA	M	2	2	2	2	3	3	0	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	1	3	51
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	M	2	2	2	4	4	2	4	1	1	3	3	4	4	4	4	3	2	1	4	54
Geração de resíduos oleosos vazamentos diretos de óleo	Liberação de gases efeito estufa	BA	A	3	3	3	3	3	3	3	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	4	61	
	Carreamento de poluentes para o mar	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Aumento de turbidez	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Degradação e alteração de habitats	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	BA	M	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Acúmulo de resíduos na água	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Contaminação de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Interferência na cadeia trófica	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Mortalidades de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Desaparecimento de espécies	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Alteração da diversidade	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BA	B	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	70
901																							

Trânsito de embarcações	Colisão com organismos marinhos	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	2	1	3	29
	Mortalidade de espécies de topo de cadeia alimentar	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	37
	Mortalidades de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	3	4	4	4	1	4	46
	Introdução de organismos patogênicos	BM	B	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	3	4	3	4	4	4	1	4	45
	Desaparecimento de espécies	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Alteração da diversidade	BA	B	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	38
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	B	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	1	3	36
	Interferência na paisagem natural	BM	A	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	4	1	3	39
	384																						

3.2.6.8 – Matriz de impacto – Maricultura

A maricultura como atividade sustentável vem sendo praticada como compensação para a diminuição de oferta de pescado a nível global. Entretanto, seu desenvolvimento deve ser abordado com prudência para garantir sua participação como atividade sustentável. Dentre as pontuações geradas para matriz de impacto desta fonte, a geração de resíduos orgânicos, como excrementos de animais cultivados (caso da piscicultura) e partes de organismos descartados, registrou 677 pontos, seguido da geração de resíduos sólidos formados por restos de ração e resíduos de materiais relacionados à atividade, com 611 pontos. Em seguida, o aspecto de introdução de espécies para cultivo registrou 459 pontos, enquanto que a instalação de estruturas de cultivo, 4410 pontos. Em última posição, o uso de antibióticos, produtos químicos ou probióticos registrou 237 pontos (Tabela 23).

1. Geração de resíduos orgânicos pelos excrementos de animais cultivados, partes de organismos descartados – 677 pontos
2. Geração de resíduos sólidos oriundos de restos de ração não consumida, e outros resíduos relacionados à operação da maricultura – 611 pontos
3. Introdução de espécies para cultivo - 459 pontos
4. Instalação de estruturas de cultivo - 410 pontos
5. Uso de antibióticos, produtos químicos ou probióticos – 237 pontos

Tabela 23 - Matriz de impactos ambientais – Maricultura– Referência Atual

Fonte de pressão	Maricultura																								
	Aspecto ambiental	Impactos gerados para os ecossistemas marinhos	Severidade	Probabilidade de	Magnitude (severidade x probabilidade)	Importância do impacto sobre os compartimentos dos ecossistemas																Total do impacto	Total de impacto por aspecto ambiental	Total da fonte	
						Característica físico química da água						Biota				Serviços ecossistêmicos									
						Fauna		Flora		Produção de alimentos	Provisão de habitat	Lazer e turismo	Regulação climática	Fornecimento de Recursos Naturais											
pH						Sólidos totais	DBO	PCO2	Metais						Contaminantes orgânicos	Salinidade	Temperatura	Plâncton	Bentos	Necton	Plâncton				Bentos
Instalação de estruturas de cultivo	Alteração da paisagem natural	BM	M	2	2	3	3	3	1	3	1	1	3	4	3	3	3	1	1	1	1	40	410	2394	
	Degradação ou alteração de habitats naturais	BM	B	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	29			
	Mortalidades de espécies	BM	M	2	3	3	3	3	1	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4			57
	Acúmulo de Nutrientes e Poluentes	BM	B	2	3	3	3	3	1	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4			57
	Interações com Espécies Nativas	BM	M	3	3	2	3	3	1	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4			57
	Introdução de espécies patogênicas	BM	M	3	2	2	3	3	1	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4			56
	Desaparecimento de espécies	BM	B	2	3	3	3	3	1	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4			57
	Alteração da diversidade	BM	B	2	3	3	3	3	1	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4			57
Geração de resíduos sólidos (restos de ração não consumida, e outros materiais relacionados à	Acúmulo de resíduos no mar	BM	M	2	3	4	3	3	2	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	61	611	
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	M	M	2	3	3	3	2	2	3	1	1	2	4	3	3	4	3	4	2	1	3	49		
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64		
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64		
	Contaminação de espécies	BM	M	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64		

operação da maricultura	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
	Mortalidades de espécies	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
	Desaparecimento de espécies	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
	Alteração da diversidade	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
	Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	B	2	2	3	4	3	2	3	1	1	3	3	4	3	3	4	3	3	2	4	53
Geração de resíduos orgânicos (excrementos de animais cultivados, partes de organismos descartados)	Acúmulo de resíduos no mar	BM	M	2	3	4	3	3	2	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	61
	Acúmulo de resíduos no sedimento de fundo	M	M	2	3	3	3	2	2	3	1	1	2	4	3	3	4	3	4	2	1	3	49
	Diminuição ou perda da camada fótica	BM	M	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Eutrofização do ambiente	BA	M	3	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	65
	Degradação e alteração de habitats	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
	Contaminação de espécies	BM	M	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
	Interferência na cadeia trófica	BM	M	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
	Mortalidades de espécies	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
	Desaparecimento de espécies	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
	Alteração da diversidade	BM	B	2	3	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	64
Diminuição da disponibilidade pesqueira	BM	B	2	2	3	4	3	2	3	1	1	3	3	4	3	3	4	3	3	2	4	53	
Introdução de espécies para cultivo	Introdução de espécies exóticas	BA	M	3	2	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	51
	Introdução de organismos patogênicos	BM	M	3	2	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	51
	Aumento da competição e predação	BM	M	3	2	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	51
	Risco de interação entre espécies introduzidas e espécies nativas	BM	M	3	2	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	51
	Degradação e alteração de habitats	BM	M	3	2	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	51
677																							
459																							

	Interferência na cadeia trófica	BM	M	3	2	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	51
	Mortalidades de espécies	BM	M	3	2	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	51
	Desaparecimento de espécies	BM	M	3	2	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	51
	Alteração da diversidade	BM	M	3	2	2	2	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	51
Uso de antibióticos, químicos ou probióticos	Contaminação de espécies	BM	B	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	45
	Interferência na cadeia trófica	BM	B	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	45
	Mortalidades de espécies	BA	B	1	3	3	1	1	1	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	49
	Desaparecimento de espécies	BA	B	1	3	3	1	1	1	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	49
	Alteração da diversidade	BA	B	1	3	3	1	1	1	2	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4	49
																						237	

3.2.6.9 – Matriz de impacto – relação aspectos e principais impactos

Abaixo se discute a relação dos aspectos ambientais e os principais impactos abordados no presente estudo e que se configuram como grandes desafios globais

Devido aos problemas ambientais globais das mudanças climáticas e da depleção da camada de ozônio estratosférico, a questão das emissões atmosféricas tem atraído cada vez mais a atenção da sociedade e das autoridades governamentais em todo o mundo (OLIVEIRA & JUNGER, 2020)

O petróleo, também chamado de combustível fóssil, é atualmente uma das principais fontes de energia, além de gerar diversos subprodutos bastante usufruídos pela sociedade. Ele passou a ser explorado em meados do século XIX e foi utilizado em larga escala a partir da criação dos motores movidos a gasolina e a óleo diesel. A exploração do petróleo como forma de energia, geram diversos impactos a saúde humana e ao meio ambiente como poluição do ar atmosférico, mares e aumento do efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global (OLIVEIRA *et al*, 2021).

A queima de combustíveis fósseis relacionado diretamente as fontes de Desenvolvimento urbano costeiro, Terminal Petrolífero (TEBIG), Estaleiro, Porto de Angra dos Reis e Fontes secundárias de poluição por óleo, pode resultar em emissões atmosféricas de vários gases poluentes. Essas emissões podem variar dependendo do tipo de combustível usado, das atividades realizadas e das medidas de controle implementadas. Alguns dos principais gases emitidos durante a queima de combustíveis fósseis incluem dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono, metano, óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis. Emissões de óxidos de enxofre e sulfeto de hidrogênio (gás sulfídrico –H₂S) podem ocorrer, e depende da quantidade de enxofre presente no combustível queimado, particularmente o óleo diesel (OLIVEIRA & JUNGER, 2020), além de Material Particulado (PM).

Estas emissões atmosféricas podem impactar negativamente os ecossistemas marinhos de diversas formas, especialmente a acidificação e o aumento da temperatura dos oceanos.

Segundo FILIPE, (2015) e SOUZA *et al* (2020), o desequilíbrio na relação entre o CO₂ atmosférico e disponível na água do mar no decorrer dos anos será capaz de ocasionar problemas significativos a uma gama de espécies marinhas, desde os calcificadores como os corais, até as demais espécies, como de topo de cadeia alimentar.

No presente trabalho, foram identificados alertas ambientais importantes gerados na relação CO₂ água/ar e saúde de corais nativos, indicando que o impacto pelas emissões

atmosféricas já é uma realidade para Baía de Ilha Grande. Outro impacto resultante desse aspecto é o aumento da temperatura do oceano, que também contribui significativamente para o resultado do alerta da saúde dos corais. A temperatura é apontada na literatura como grande causador do branqueamento dos recifes de corais (CORREIA & GABLER, 2023)

Os recifes são ecossistemas sensíveis a alterações climáticas. A temperatura dos oceanos, por exemplo, pode causar perda da população de algas que realizam fotossíntese e exercem uma cooperação mútua ao recife, levando à ocorrência de um processo de branqueamento. Com isso, além da diminuição da pigmentação, também existe perda de alimento orgânico e calcificação do esqueleto, diminuição da estrutura e conseqüentemente, lesões graves ao ecossistema. (LEÃO, *et al*, 2008)

Além disso, as emissões atmosféricas podem afetar a deposição de partículas no oceano, bem como desencadear efeitos cascata nos ecossistemas marinhos, contribuindo para as alterações de biodiversidade e comprometendo os usos ecossistêmicos.

Outro aspecto bastante impactante é a geração de resíduos oleosos no mar seja de forma direta ou indireta. Seja como for a introdução do produto, os efeitos do petróleo nos organismos marinhos estão relacionados à morte direta por recobrimento, asfixia e intoxicação, morte de larvas e recrutas, redução na taxa de fertilização, alteração nos recursos alimentares, incorporação e bioacumulação, incorporação de substâncias carcinogênicas e ainda efeitos indiretos como dificuldades na localização de presas, alterações na percepção química e motora, inibição da desova, deformidades nos órgãos reprodutores, alteração nas taxas de fotossíntese (EVANS & RICE, 1972; MANN & CLARK, 1978; NELSON, 1982; CAIRNS & BUIKEMA, 1984; RPI, 1984; MILLANELLI, 1994; CORRÊA-SILVA, 2003; CORRÊA-SILVA *et al*, 2023).

As alterações nas comunidades de algas podem ser percebidas através das mudanças na sua morfologia e fisiologia (fotossíntese, respiração crescimento, conteúdo de pigmentos). A exposição ao óleo pode resultar, portanto, em alterações em toda comunidade como desaparecimento de espécies, redução da tolerância às condições do ambiente, além de causar efeitos sub-letais que influenciam no comportamento, crescimento e sucesso reprodutivo dos organismos marinhos.

Cabe ressaltar que a fonte de pressão ecossistêmica “Terminal de Petróleo da Baía de Ilha Grande” que é uma infraestrutura de grande relevância para a economia brasileira e local, visto que desempenha um papel fundamental na exportação e importação de petróleo e seus derivados. No entanto, sua presença e operações têm implicações significativas para o meio ambiente da região, principalmente relacionadas aos riscos operacionais e eventos de vazamentos diretos de óleo no mar que já causaram historicamente danos a biota local (UERJ/TRANSPETRO, 2015;

CORRÊA-SILVA *et al*, 2023) e aos vazamentos indiretos por perdas operacionais durante as operações de carga e descarga, seja no píer de atracação ou nas operações *ship to ship*. Destaca-se, também, a geração de resíduos oleosos no crescente desenvolvimento urbano na Baía de Ilha Grande, relacionados ao aumento da demanda de embarcações e fontes secundárias como postos de abastecimento, marinas e clubes náuticos.

Ainda em relação às fontes de pressão abordadas no início deste item, o aspecto do trânsito de embarcações chama a atenção em quesitos que comprometem a qualidade ambiental, não só pela geração de resíduos oleosos. O intenso e crescente aumento no número de embarcações que transitam na região apontaram, também, impactos como atropelamento de espécies neotônicas, como cetáceos e quelônios, alterações morfológicas como o impossex em gastrópode, causado pelo uso de TBT em embarcações, registrado principalmente em altas taxas de ocorrência nos pontos de grande concentração urbana (CORRÊA-SILVA *et al*, 2021), conforme alerta gerado no presente estudo, e ainda a introdução de espécies exóticas, que levam à mortalidade e desaparecimento de espécies locais e são capazes de alterar toda a diversidade local (CRRED, 2007; MMA, 2009; INEA, 2015).

Operações de lastro e deslastro também foram relevantes visto a reconhecida introdução de espécies exóticas e/ou patogênicas e o carreamento de poluentes para o mar. A água de lastro é abastecida no porto de origem, sendo despejada no porto de destino, o que provoca a migração de inúmeras espécies de microrganismos não originários daquela região, ocasionando um problema de bioinvasão. Segundo Agência Marinha de Notícias (2022), estudos apontam que os navios modernos podem transportar bilhões de toneladas desta água por ano, com cerca de 3000 a 7000 espécies por navio.

Seguindo a linha de avaliação de impactos relacionados ao desenvolvimento urbano na linha de costa da baía em questão, é importante pontuar a geração de resíduos extremamente relevantes como o esgoto e o lixo. No que tange ao esgotamento sanitário dos municípios em estudo, o Diagnóstico do Setor Costeira da Baía de Ilha Grande (2015) aponta que “o crescimento rápido e desordenado da população (tanto fixa quanto flutuante) da região tem contribuído para a multiplicação de lançamentos clandestinos, tanto diretamente nos corpos hídricos quanto por meio de ligação com a rede de águas pluviais”.

De acordo com SANTANA NETO *et al.* (2016), os itens que possuem plástico em sua composição representam a categoria mais encontrada entre os resíduos sólidos presentes nos mais diversos ambientes, conforme apontado pela maioria dos estudos relacionados à quantificação e composição do lixo marinho. Uma outra classe que vem se destacando nos últimos anos, é a dos microplásticos (MPCs), conhecidos como pedaços de fragmentos de plásticos menores do que 5

mm de diâmetro. Sua origem pode ser primária, na qual as partículas largamente utilizadas na indústria de produtos pessoais e de cosméticos, ou secundária, advinda da fragmentação dos macrolásticos por meio da radiação UV, aumento de temperatura e/ou do atrito, e ainda quanto mais persistência dos MPCs no meio ambiente significa que eles se tornarão menores e mais tóxicos ao longo do tempo (ANDERSON, *et al.*, 2016; CRESSEY, 2016; CONNORS *et al.*, 2017; LUCIO, *et al.* 2019).

A ocorrência de MPs nos ambientes aquáticos é um risco ambiental crescente devido a sua lenta degradabilidade (WALKER, 2021), sua biodisponibilidade para ingestão por organismos (JIANG, 2018), e sua capacidade de absorver, transportar e transferir para organismos poluentes ambientais (CLAESSENS *et al.*, 2011). A ingestão destes poluentes por organismos aquáticos pode causar danos físicos, como abrasões e bloqueios internos nos sistemas digestivo e respiratório (AU *et al.*, 2017; WRIGHT *et al.*, 2013), resultando em alimentação reduzida, lesões e até morte (DESFORGES *et al.*, 2015). Estes resíduos acabam no organismo do ser humano através da cadeia alimentar. O efeito sobre a saúde humana ainda é desconhecido, mas os plásticos contêm aditivos, como estabilizadores ou retardadores de chama, e outras substâncias químicas possivelmente tóxicas e cancerígenas, que podem ser prejudiciais ao animal ou ao ser humano quando ingeridas (SOUZA *et al.*, 2021). Todos esses dados reforçam a importância do alerta gerado para Baía de Ilha Grande, sobre a disponibilidade de microplástico na coluna d'água.

5.2.7. Avaliação de cenários

Dentro das ciências sociais, cenários podem ser definidos como descrição de uma situação futura e de um curso de eventos que permita o movimento de uma posição original para essa situação futura (GODET & ROUBELAT, 1996). No presente estudado os cenários identificados na Baía da Ilha de Grande permitiram identificar uma série de acontecimentos passados e em curso que contribuem para os estabelecimentos de ações a serem implementadas.

Os cenários ambientais foram pensados sob medida para avaliar especificamente problemas ambientais e cujo elemento principal é a representação de mudanças graduais no desenvolvimento futuro da sociedade e da natureza, bem como a descrição de como as forças motrizes se desenvolvem e interagem, e como isso afeta o estado de um sistema ao longo do tempo (ACALMO; HENRICH, 2009). De tal modo, a cenarização reveste-se de importância para fins de planejamento ambiental, posto que a composição de cenários tem por escopo a descrição de uma situação futura, que dependerá de acontecimentos no tempo atual (GODET, 2004), constituindo um importante instrumento de apoio à gestão, na tentativa de compensar dois erros comuns no planejamento: subestimar e superestimar as mudanças (SCHOEMAKER, 1995).

A resiliência é uma realidade na Baía de Ilha Grande, comprovada pela biodiversidade e serviços ecossistêmicos que resistem, conforme resultados apresentados, apesar das forças de pressão ecossistêmica existentes.

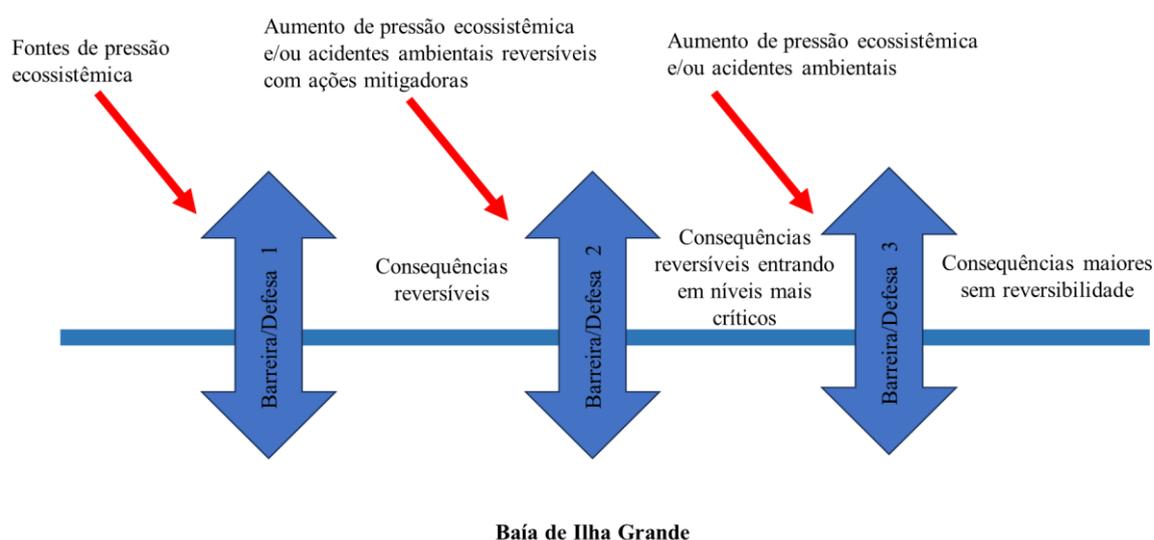
Sistemas abertos (sistema de processo-resposta) como a estudada baía tendem a se ajustar naturalmente a flutuações de energia de ordem natural promovendo manutenção e alterações temporais na estrutura do sistema, seguindo ritmos naturais conforme descrito por OLIVEIRA (2018). As intervenções antropogênicas veem como *inputs* externos de energia ao sistema, atuando sobre o funcionamento e estrutura do mesmo. OLIVEIRA (2018) destaca ainda que nos sistemas resilientes, esses *inputs* acabam por provocar o reajustamento de seus elementos, a fim de se equilibrar às novas características impostas. Entretanto, a intensa aplicação de certa força pode aproximar-se da capacidade de manutenção das características iniciais do sistema, podendo atingir e/ou ultrapassar seu limite de recuperação, ou seja, comprometendo sua capacidade de resiliência. Uma característica, indiscutível da Baía da Ilha Grande (BIG) que certamente mitiga o comprometimento de sua resiliência é sua característica fisiográfica, diferente das Baías de Guanabara e de Sepetiba, a BIG por ser uma “baía aberta” possibilitando seja em suas porções leste e oeste uma dinâmica de circulação mais efetiva.

Um aspecto importante dos sistemas resilientes são as barreiras de proteção ou defesas existentes nos sistemas. Sistemas resilientes possuem defesas que, de alguma forma, os protegem desses estresses, eliminando ou diminuindo o resultado dos impactos (FRANKENFELD & MATTOS, 2023). A falha ou a não existência de uma ou várias defesas pode ser a razão pela qual um acidente acontece (HOLLNAGEL, 2004), assim como a existência de defesas pode reduzir acidentes e suas consequências (FRANKENFELD & MATTOS, 2023). Esses autores ainda reforçam que sistemas resilientes possuem defesas para absorver os erros e evitar os acidentes, destacando que a segurança de um sistema resiliente não está relacionada a não existência de erros, mas, sim, a existência de defesas no sistema, como também afirmado por CONCKLIN (2012). Direcionando esse pensamento para a resiliência da Baía de Ilha Grande é possível reconhecer essas defesas e barreiras representadas pela presença das unidades de conservação, legislações para instalação e operação de fontes industriais, existência de programas de monitoramento e educação ambiental e das atividades de maricultura sustentável que se alinham as agendas globais direcionadas para a economia azul.

Segundo FRANKENFELD & MATTOS (2023) essas defesas podem ser de 3 tipos. Uma delas é a pró-ativa, que permite a antecipação, evitar a ocorrência do erro. As outras duas são reativas, ou seja, são implementadas para eliminar ou controlar o erro, ou ainda remediar, diminuir suas consequências. Espelhando essa classificação para Baía de Ilha Grande foi possível relacionar

a barreira 1 (pró-ativa) com a existência das unidades de conservação, a obrigatoriedade de relatórios de impacto ambientais para instalação ou crescimento de fontes industriais e legislações que determinam adequações às operações. As barreiras 2 e 3 estão relacionadas com as fiscalizações das licenças de operação das instalações e ações de mitigação ou recuperação de áreas impactadas. Ainda segundo estes autores todas as defesas são importantes em um sistema. Cada uma possui um papel. A proativa tenta minimizar a chance de erros. As duas reativas têm funções diferentes. As barreiras tentam impedir que os acidentes aconteçam e as salvaguardas tentam minimizar as consequências caso o acidente aconteça (Figura 39).

Figura 39 – Representação das barreiras/defesas do sistema da Baía de Ilha Grande.



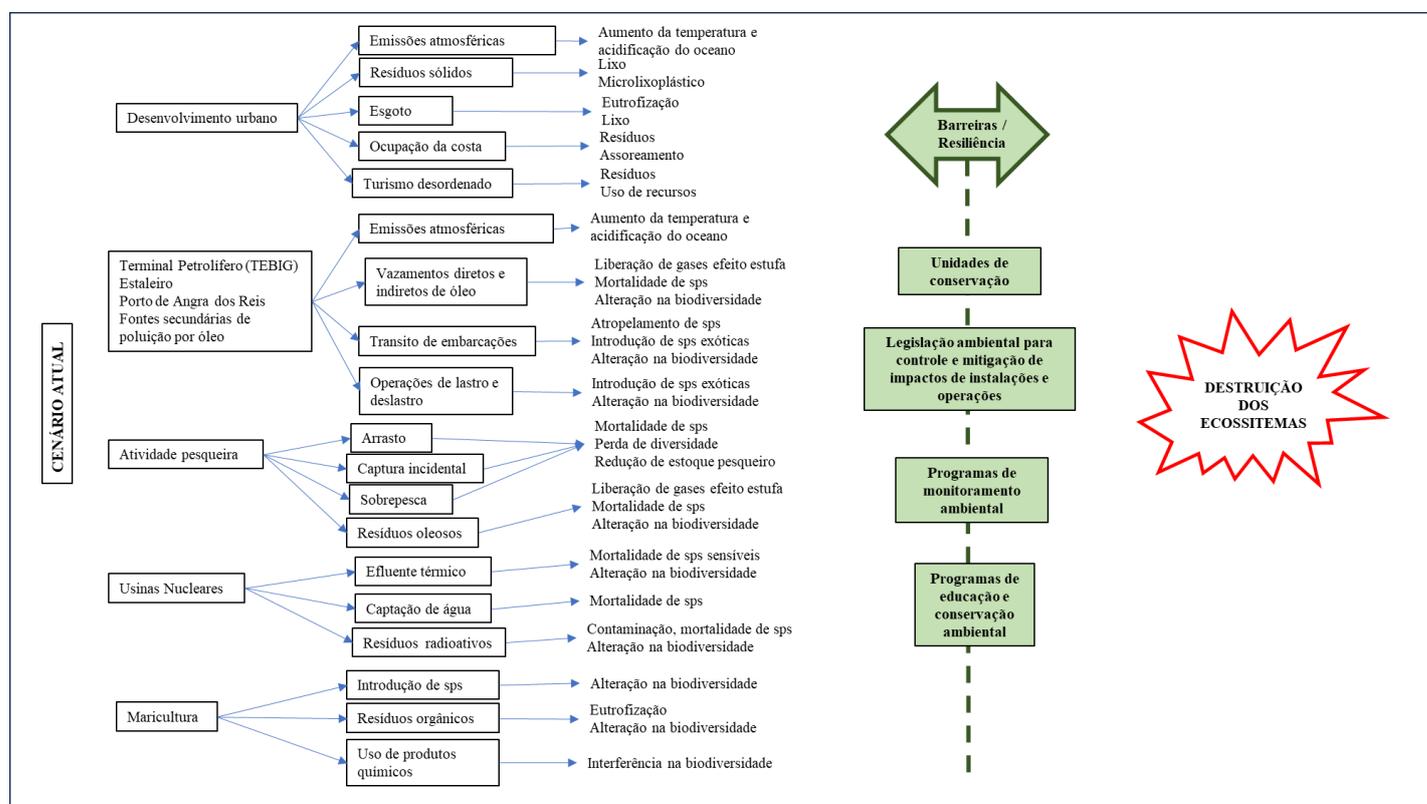
Fonte: adaptado de FRANKENFELD & MATTOS, 2023.

Diante da análise da matriz de aspectos e impactos, suas relações com a qualidade ambiental da Baía de Ilha Grande e os apontamentos feitos sobre a resiliência foram construídos cenários de desenvolvimento. Os cenários abordam crescimentos das fontes de pressão ecossistêmica e quebras de barreiras de proteção.

3.2.7.1- Cenário 1 – Atual

O primeiro cenário ilustra a atual característica da BIG, como sistema resiliente, que persiste em serviços ecossistêmicos e biodiversidade marinha, apesar dos inúmeros vetores de pressão. Neste cenário é evidenciada a existência das barreiras/defesas impostas pelas unidades de conservação e legislações, que buscam dificultar, minimizar e mitigar impactos e conter o crescimento das fontes de pressão locais (Figura 40).

Figura 40 – Cenário 1 – Cenário atual da Baía de Ilha Grande



Características relevantes do cenário 1

- Biodiversidade – Biodiversidade rica e única, com uma variedade de ecossistemas marinhos, incluindo ambientes recifais, manguezais e praias arenosas. A região abriga um coletivo de espécies marinhas com alta diversidade de espécies planctônicas, bentônicas e nectônicas (CREED, 2007; UERJ/TRANSPETRO, 2015; INEA, 2015; CORREA-SILVA *et al*, 2021; CORREA-SILVA *et al*, 2023). Entretanto, esta baía já sofre com a introdução de espécies exóticas e alterações na diversidade em pontos de maior concentração urbana.
- Conservação Ambiental: A área da Baía de Ilha Grande abriga unidades de conservação, como o Parque Estadual da Ilha Grande, a Área de Proteção Ambiental (APA) de Cairuçu e Estação ecológica de Tamoios. Se salienta a presença de Unidades de conservação de caráter municipal como Área de Proteção Ambiental do Boto Marinho no Município de Mangaratiba e Área de Proteção Ambiental da Baía de Paraty, no município de Paraty. Essas áreas são vitais para a proteção da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, e se caracterizam como barreiras de proteção à destruição dos ecossistemas.

- Turismo Sustentável de Base Local - considerada uma parte importante da economia local, os resultados do presente estudo demonstraram um contínuo esforço para promoção dessa atividade de forma sustentável na região, envolvendo, os profissionais e entidades de turismo local e autoridades municipais, estaduais e federais, na busca pela minimização do impacto ambiental, por meio do incentivo de práticas responsáveis.

Desafios para manutenção do sistema

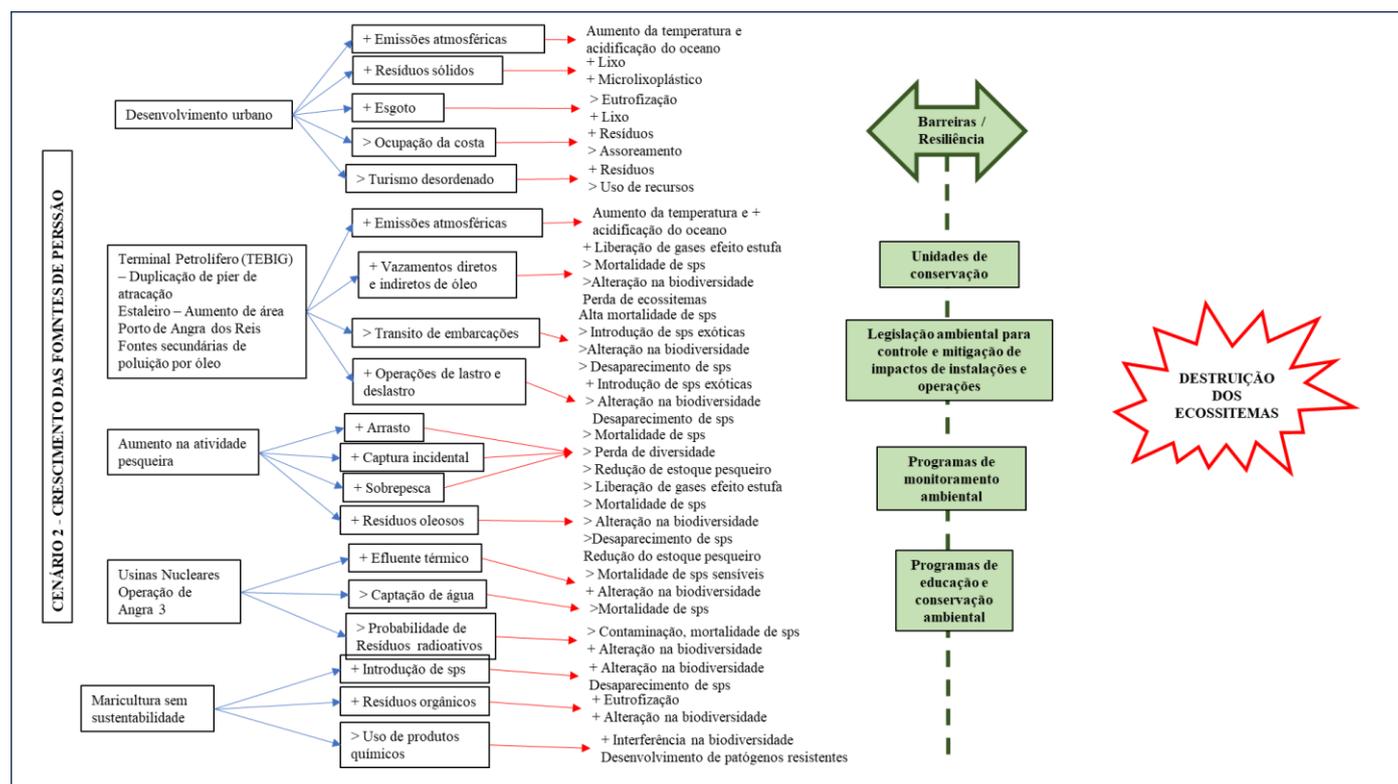
- Desafios Ambientais - apesar dos esforços, a região não está isenta de desafios. Poluição da água, desmatamento nas áreas circundantes, expansão urbana e práticas pesqueiras insustentáveis são questões preocupantes, como apontado nas matrizes de impacto e alertas ambientais gerados no presente estudo.
- Impactos das Mudanças Climáticas mudanças climáticas representam uma ameaça global a Baía de Ilha Grande não está imune a esses impactos. O aumento na temperatura e acidificação do oceano podem ter consequências para região. De acordo com ULLAH *et al* (2018), a constante elevação tanto da temperatura, quanto da acidificação das águas oceânicas, acarreta danos à fisiologia, fenologia, demografia, abundância e distribuição, bem como ao comportamento de muitas espécies marinhas.
- Existência de fontes de pressão – a baía em questão comporta uma série de importantes fontes industriais de pressão, como o Terminal de petróleo (TEBIG), o estaleiro, as usinas nucleares e o crescimento urbano desordenado, gerando passivos ambientais importantes. As ações destes aspectos que exercem pressão sobre o ambientais podem ser visualizadas através dos impactos já ocorridos com derramamentos de óleo (COREEA-SILVA, 2023); alerta ambiental para disponibilidade de microlixoplástico na coluna d'água (CORREA-SILVA, 2021; DOS SANTOS, 2023), alterações morfológicas em gastrópodes marinhos relacionados ao TBT, diminuição da disponibilidade pesqueira.

3.2.7.2- Cenário 2 – Crescimento de fontes de pressão – Manutenção de barreiras

Cenário de Crescimento das Fontes de Pressão para a Baía de Ilha Grande com a existência das barreiras/defesas no sistema

Neste cenário, de acordo com o presente estudo, a Baía de Ilha Grande enfrentaria, nos próximos anos, um aumento significativo nas fontes de pressão ambiental, ameaçando seus ecossistemas e biodiversidade mantendo a existência das barreiras de proteção (Figura 41).

Figura 41- Cenário 2 – Crescimento de fontes de pressão – Manutenção de barreiras



O desenvolvimento urbano, com crescimento desenfreado, ocasionaria em uma maior emissão de gases de efeito estufa e na além de aumento na quantidade de resíduos gerados, levando à eutrofização de corpos d'água, contaminação de espécies e maior quantidade de lixo gerado, além do uso de recursos naturais exacerbado. O aumento da ocupação da linha de costa ampliaria a erosão de solos, trazendo consequências para os índices de assoreamento e comprometimento ambiental.

A potencial duplicação do píer de atracação de petroleiros no TEBIG, acarretando o aumento significativo no fluxo de embarcações de grande porte, além do risco das operações, estas indubitavelmente aumentariam as emissões atmosféricas pela queima de combustíveis fósseis, do número de vazamentos acidentais diretos, e perdas indiretas de petróleo e derivados no mar. O aumento das atividades contribui com o já reconhecido problema oriundo de espécies invasoras seja através da água de lastro e/ou aderidas aos navios e não menos importante as plataformas. Este cenário envolveria a ampliação da área e de operações do estaleiro, estando também relacionado com os aspectos acima descritos.

O aumento na atividade pesqueira predatória, mesmo proibida na região, resultaria em maiores ocorrências de sobrepesca, capturas incidentais e destruição de habitas de fundo, levando

à diminuição e escassez de estoque pesqueiro e impactos negativos sobre a biodiversidade marinha.

O início de operação da Usina Nuclear de Angra 3, cujas obras encontram-se em estágio avançado, tem como possíveis consequências um potencial risco em suas operações, em especial, maior volume de captação de água, ocasionando um maior uso e conseqüente mortalidade das espécies planctônicas.

Características relevantes do cenário 2

- Crescimento urbano expressivo - Os resultados obtidos demonstraram que a demanda crescente por uso do espaço costeiro e o desenvolvimento imobiliário apresentasse aumento um massivo, a região experimentaria uma urbanização desenfreada. Áreas costeiras, sofreriam grande pressão em função da demanda por resorts, condomínios e instalações turísticas
- Expansão do Turismo sem base sustentável - a popularidade da Baía de Ilha Grande como destino turístico cresceria exponencialmente. O turismo de massa resultaria em um grande aumento no número de visitantes, causando pressão sobre os ecossistemas da região, com aumento nos usos de recursos naturais e na geração de resíduos como esgoto e lixo.
- Poluição Marinha crescente - o rápido crescimento das atividades humanas traria um aumento na poluição costeira e marinha. As atividades industriais e urbanas cresceriam proporcionalmente à geração de resíduos. O aumento na geração de resíduos sólidos (lixo) e a falta de destinação adequada para esses resíduos, o descarte inadequado do lixo produzido, o esgoto não tratado destinado ao mar e resíduos químicos industriais afetariam gravemente a qualidade da água, alterando a biodiversidade local.
- Atividade pesqueira intensificada – nesse cenário a sobrepesca, salvo a pesca artesanal, seria uma prática preocupante, excedendo a capacidade natural de reprodução e regeneração das populações, levando a uma diminuição significativa das populações de espécies marinhas. O arrasto e a captura incidental ocorreriam em altos níveis resultando na pesca de formas jovens ou em fase reprodutiva, espécies não aproveitáveis para consumo e comercialização.
- Mudanças Climáticas Aceleradas: os impactos das mudanças climáticas, como o aumento do nível do mar, eventos extremos como tempestades mais frequentes e acidificação dos oceanos, são exacerbados. Isso prejudica ainda mais os ecossistemas costeiros e a biodiversidade marinha.

Este cenário hipotético, é preocupante e destaca as ameaças que podem aumentar a pressão sobre a Baía de Ilha Grande e seus ecossistemas. É importante enfatizar que, neste cenário, as barreiras/defesas do sistema resiliente ainda persistem, evitando a destruição total dos ecossistemas. Dentre essas barreiras, as unidades de conservação desempenham um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas da Baía de Ilha Grande, contribuindo para a preservação da biodiversidade, a saúde dos ambientes marinhos e costeiros, manutenção dos serviços ecossistêmicos e o bem-estar das comunidades locais.

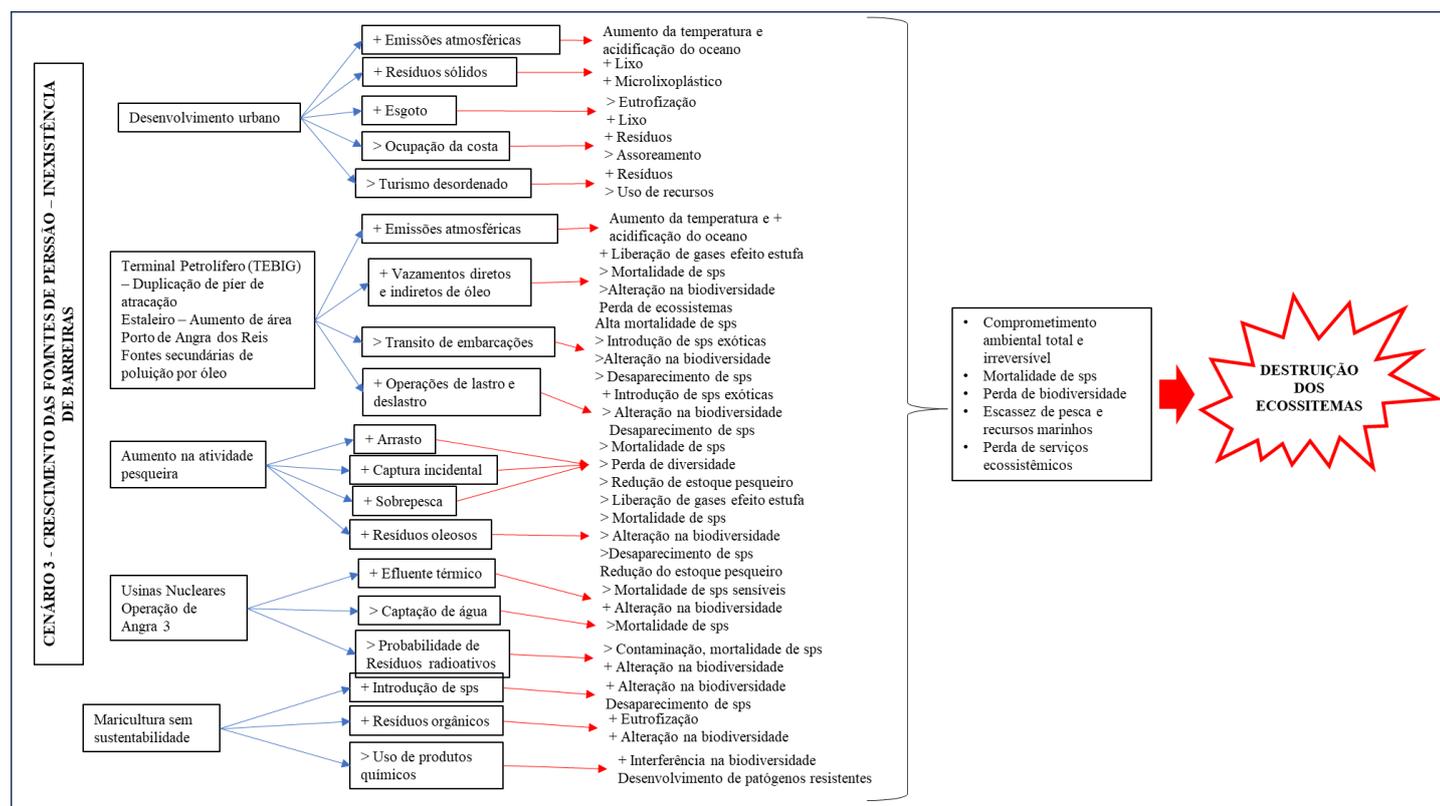
Os instrumentos legais vigentes que regulam e disciplinam a proteção ambiental, garantem a obrigatoriedade de estudos de impacto ambientais com Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) e Licenças de Instalação e Operação (LIOS). Essas obrigatoriedades estão contidas na Lei Federal nº 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Além disso, diversas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelecem diretrizes específicas para a elaboração e aprovação de Relatórios de Impacto Ambiental e a concessão de Licenças de instalação e operação como a Resolução CONAMA nº 1/1986, a Resolução CONAMA nº 237/1997 e Lei Complementar nº 140/2011. Cabe ressaltar que O CONAMA emitiu várias resoluções específicas relacionadas ao licenciamento ambiental de setores como energia, mineração, saneamento, transporte, entre outros. Cada uma dessas resoluções estabelece diretrizes detalhadas para a elaboração de Relatórios de Impacto ambiental s e a obtenção de Licenças de instalação e operação em suas respectivas áreas de atuação.

3.2.7.3 - Cenário 3 – Crescimento de fontes de pressão –Inexistência de barreiras

Os resultados obtidos demonstraram que neste cenário a Baía de Ilha Grande enfrentaria uma série de desafios. A inexistência das barreiras e defesas no sistema, juntamente com o crescimento das forças de pressão ambiental, levaria à destruição de seus ecossistemas e à perda significativa de biodiversidade (Figura 42).

A capacidade de resiliência do sistema seria comprometida à medida em que os *inputs*, relacionados no roteiro apresentado no presente trabalho, em função do aumento das forças sobre os ecossistemas, forem maiores que a capacidade de manutenção das características iniciais do sistema e de seu reajustamento, atingindo seu limite de recuperação segundo apontado por OLIVEIRA (2018) e não houver mais barreiras/defesas do sistema.

Figura 42 - Cenário 3 – Crescimento de fontes de pressão –Inexistência de barreiras



Características relevantes do cenário 3

Neste cenário a Baía de Ilha Grande enfrentaria uma série de desafios. A inexistência das barreiras e defesas no sistema, juntamente com o crescimento das forças de pressão ambiental, levaria à depleção de seus ecossistemas e à perda significativa de biodiversidade.

A capacidade de resiliência do sistema seria comprometida à medida em que os *inputs*, relacionados neste estudo através do aumento das forças, forem maiores que a capacidade de manutenção das características iniciais do sistema e de seu reajustamento, atingindo seu limite de recuperação segundo apontado por OLIVEIRA (2018) e não houver mais barreiras/defesas do sistema.

Características relevantes do cenário 3

- **Urbanização Descontrolada:** Neste cenário, a região da Baía de Ilha Grande enfrentaria um rápido crescimento populacional e urbanização descontrolada. Áreas anteriormente preservadas seriam ocupadas por construções, estradas e empreendimentos imobiliários, resultando na perda de habitats naturais. O consumo de recursos naturais, bens e serviços seria proporcional ao crescimento exponencial urbano, comprometendo os ecossistemas. A relação entre o crescimento da população e o consumo é claro: quanto maior a população,

maior será o seu consumo e, conseqüentemente, maior seria a extração de recursos naturais (MALTHUS, 1950; MATOS, 2012; VARGAS, 1998; MARTINE, 2007). Com o avanço da ocupação urbana desordenada haveria o agravamento de problemas e impactos diversos como o lançamento de efluentes domésticos e industriais e a ocupação de áreas de preservação (INEA, 2015). A ocupação massiva das regiões costeiras levaria, nesse cenário, ao comprometimento total da qualidade ambiental

- Poluição e despejo de resíduos - o aumento da urbanização contribuiria para o aumento da poluição atmosférica, pela emissão de gases de efeito estufa e dos resíduos sólidos (lixo) e resíduos industriais e domésticos, bem como esgoto não tratado, o que afetaria a qualidade da água, levando a altas taxas de mortalidade de organismos marinhos.
- Instalação de novas fontes de pressão – o aumento da capacidade de transferência e armazenamento do terminal de petróleo, juntamente com as operações de transbordo entre navios sem atracação, novas áreas para atividades do estaleiro e Porto de Angra dos Reis, acarretaria em maiores ocorrências de vazamentos diretos e indiretos de óleo no mar. A instalação de novas usinas nucleares também comprometeria ambientalmente a baía na captação de água ou no despejo de efluentes.
- Pesca Predatória – o aumento na urbanização, somado com o crescimento industrial na região, exerceria grande pressão sobre a pesca artesanal e disponibilidade pesqueira. A pesca predatória levaria ao esgotamento das populações de peixes e outras espécies marinhas, prejudicando a sustentabilidade das atividades pesqueiras e causando desequilíbrios nos ecossistemas marinhos.
- Desmatamento nas encostas - a expansão urbana e a agricultura desenfreada levarão ao desmatamento de áreas adjacentes à baía, resultando em erosão do solo, assoreamento dos corpos d'água e na degradação dos manguezais, afetando negativamente a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas costeiros.
- Emissões atmosféricas - as emissões se intensificariam, resultando em mudanças climáticas severas. A acidificação do oceano seria intensa e irreversível, comprometendo a vida marinha.
- Ausência de barreiras e defesas - a falta de legislações, regulamentações e áreas protegidas classificadas como barreiras no sistema resiliente, permitiria que a degradação ambiental continuasse e sem controle, com nenhuma gestão e atenção aos impactos a longo prazo.

3.2.8 - Proposição de estratégias para a Baía de Ilha Grande

De acordo os resultados obtidos no presente estudo, abarcando as fontes de pressão levantadas, os alertas ambientais gerados e cenários construídos, a região da BIG necessita de estratégias de gestão ambiental abrangentes e sustentáveis, a curto e longo prazo, que fortaleçam e acrescentem barreiras para manutenção da resiliência local.

As estratégias a curto prazo são planos e possíveis ações que devem inserir os diversos atores locais e concentrem as metas que podem ser alcançadas em um período de tempo relativamente curto, (em torno de um ano). Estas, devem ser pensadas e executadas para resolver problemas imediatos, aproveitar oportunidades ou lidar com desafios urgentes. As estratégias a curto prazo podem e devem ser revisadas e adaptadas com mais frequência do que as estratégias a longo prazo, devido à sua natureza dinâmica.

Como estratégias de curto prazo para Baía de Ilha Grande destacam-se:

- Criação de um banco de dados ambientais para Baía de Ilha Grande, com informações centralizadas e de fácil acesso, com o objetivo de dar apoio para uma gestão sustentável da Baía de Ilha Grande. Nesse banco, seriam incluídos dados referentes a monitoramentos realizados por empresas e universidades, facilitando a busca de informações, que poderiam ser usados para um melhor entendimento dos ecossistemas marinhos, das mudanças climáticas, da biodiversidade e de outros aspectos ambientais.
- Desenvolvimento de programas de monitoramento contínuos, como a reativação o RADAR BIG 2050 entre outros, que permite comparar o estado de saúde ambiental da Baía de Ilha Grande, com ela mesma, ao longo das rodadas de realização, e ainda admite a geração de alertas ambientais bem como a identificação de problemas emergentes e já instalados, vitais para tomada de decisão e gestão ambiental.
- Mapeamento de áreas de maricultura ativa visando a obtenção de informações precisas da localização e atividade, bem como produção e práticas sustentáveis.
- Realização de projetos educacionais, visando a sensibilização tanto da comunidade local, como de visitantes, sobre a importância da conservação da Baía de Ilha Grande, incentivando práticas sustentáveis.
- Realização de fóruns públicos com a comunidade dos municípios costeiros da Baía visando a interação e divulgação de dados importantes sobre a saúde ambiental local e promoção do entendimento a respeito da relação entre a qualidade ambiental e vida humana.

Estratégias a longo prazo envolvem um planejamento mais abrangente, e se estendem por um período significativo, geralmente além de um ano. É um tipo de estratégia dirigida para atingir metas e objetivos de longo prazo e envolve a alocação de recursos materiais e financeiros, a definição de diretrizes e a implementação de ações consistentes ao longo de vários anos. No caso da Baía de Ilha Grande, deve ser planejada como uma estratégia de sustentabilidade direcionada à promoção da conservação ambiental, do desenvolvimento econômico sustentável e da melhoria da qualidade de vida das comunidades locais, no decorrer da próxima década.

Como estratégias de longo prazo são apontadas:

- Apoio a gestão e fortalecimento do protagonismo das unidades de conservação como importantes barreiras para manutenção da resiliência da Baía. Uma adequada gestão e proteção das unidades de conservação existentes na região garante sua atuação como refúgios para a biodiversidade, permitindo que populações de espécies de diferentes níveis biológicos vivam, se mantenham e se recuperem de desequilíbrios nesses ambientes.
- Revisão e manutenção dos instrumentos legais com ênfase ao suporte fiscalização ambiental. Este é um aspecto fundamental para orientar, reprimir e prevenir contra a ocorrência de condutas lesivas ao meio ambiente. A exigência cada vez maior de cumprimento a regulamentações e ajustamentos de conduta, podem ser importantes ferramentas, de controle de investidas de ampliação, ou novas instalações industriais e urbanas.
- Fiscalização efetiva da legislação. Órgãos ambientais fiscalizadores dotados de infraestrutura para uma atuação mais efetiva e rotineira no combate aos usos irregulares dos ecossistemas.
- Realização de programas de monitoramento a longo prazo, capazes de fornecer informações contínuas sobre a saúde dos ecossistemas e as tendências populacionais de espécies. Esses dados podem ser utilizados como orientador na tomada de decisões, bem como na emissão de alertas sobre problemas ambientais importantes.
- Implementação de práticas sustentáveis de pesca e maricultura, com quotas de pesca, tamanhos mínimos de captura e períodos de defeso, pode ajudar na preservação dos estoques locais e que frequentam a BIG, turismo de base local e ações de incentivo para a manutenção da saúde dos ecossistemas marinhos. Além disso, a adoção de práticas de sustentabilidade na maricultura, tornando a atividade uma fonte adicional de obtenção de

proteínas para contribuir contra a insegurança alimentar, fomentar novos nichos de mercado como os fármacos e cosméticos e por contribui para a redução da pressão sobre os estoques pesqueiros naturais.

- Desenvolvimento de programas de educação e conscientização ambiental como importantes ferramentas de envolvimento da sociedade na preservação dos ecossistemas, desempenhando um papel fundamental na mudança de atitudes e comportamentos em relação ao meio ambiente.
- Cooperação entre Partes Interessadas - governos, comunidades locais, ONGs, pesquisadores e outros atores- é essencial para o enfrentamento dos desafios ambientais, uma vez que a colaboração desses grupos pode levar a soluções mais eficazes e à implementação de práticas de conservação sustentáveis.

É importante destacar que a gestão ambiental e a conservação são desafios contínuos para a manutenção da resiliência da Baía de Ilha Grande, este ambiente estuarino continuará a enfrentar questões ambientais e irá se adaptar às mudanças ao longo do tempo. A conscientização, a cooperação entre partes interessadas e o monitoramento com alertas ambientais são fundamentais para proteger e preservar esse ecossistema único.

CONCLUSÃO

O presente estudo sobre a resiliência ecológica da Baía da Ilha Grande reforça a importância crítica de entender e preservar os ecossistemas costeiros deste ambiente único. Ao longo da pesquisa, foi possível registrar os desafios enfrentados pela região, como fontes de pressão instaladas, impactos ambientais já ocorridos, efeitos das mudanças climáticas (eventos extremos), bioinvasão de espécies exóticas, poluição marinha, com destaque para a ocorrência de microlixoplástico em todas as localidades de amostragem. No entanto, os resultados registraram diversas características que demonstram a capacidade de recuperação, adaptabilidade da baía e a presença relevante de barreiras de proteção.

A pesquisa permitiu identificar alertas ambientais importantes como a relação CO₂ água/ar indicando que o impacto pelas emissões atmosféricas já é uma realidade para Baía de Ilha Grande.

A presença de fontes potencialmente poluidoras Baía da Ilha Grande como o terminal de petróleo, estaleiro, porto de Angra dos Reis, marinas e clubes náuticos têm implicações significativas para o meio ambiente da região, principalmente relacionadas aos riscos de eventos de vazamentos associados as operações e que já causaram danos a biota local.

O alto fluxo de embarcações na baía foi apontado como fonte de impacto ambiental na introdução de espécies exóticas e/ou patogênicas transportadas embarcações e/ou plataformas. As alterações morfológicas e fisiológicas em gastrópodes marinhos, resultantes dos usos de tinta anti-incrustante, a base de TBT, pelas embarcações também teve destaque no presente estudo.

Apesar dos vetores de pressão, alguns mais significativos a capacidade de resiliência é uma realidade na Baía de Ilha Grande. O presente estudo comprova através de vários indicadores de saúde ambiental como a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

As defesas e barreiras de proteção representadas pela presença das unidades de conservação, dos instrumentos legais que disciplinam e controlam a instalação e operação de fontes industriais, a existência de programas de monitoramento e educação ambiental e das atividades de maricultura sustentável são indicadores relevantes de ações que visam proteger este ambiente e que se alinham as agendas globais direcionadas para a economia azul.

Por fim, para a manutenção da resiliência ecológica da Baía de Ilha Grande que garantam a perpetuação de seus serviços ecossistêmicos, é essencial que medidas de conservação, gestão e proteção estejam inseridas em políticas públicas. Diante do exposto espera-se que as conclusões obtidas no presente estudo possam contribuir para as ações que visem a preservação a longo prazo dos ecossistemas da Baía da Ilha Grande.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA MARINHA DE NOTÍCIAS. Brasil segue diretrizes internacionais para o controle de água de lastro. 2022. <https://www.marinha.mil.br/agenciadenoticias/> Acesso em 10 de setembro de 2023.
- AMARAL, M.Z. Avaliação da interação da fazenda marinha do peixe bijupirá (*Rachycentron canadum*) com a comunidade macrobentônica do infralitoral de substrato consolidado. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 86p. 2021.
- ANDERSON, A. G.; GROSE, J.; PAHL, S.; THOMPSON, R. C.; WYLES, K. J. Microplastics in personal care products: Exploring perceptions of environmentalists, beauticians and students. *Marine Pollution Bulletin*, v. 113, n. 1–2, p. 454–460, 2016.
- ATHAYDE, S., BERNASCONI, P., SELUCHINESK, R.D.R. Avaliação da resiliência socioecológica como ferramenta para a gestão da fronteira amazônica: experiências e reflexões. *Sustentabilidade em Debate* 7(2):14-19. 2016.
- AZEVEDO, D.B. imposex em *Stramonita haemastoma* (mollusca: gastropoda): reavaliação na zona metropolitana de Fortaleza e indução em condições de laboratório. Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal Do Ceará. Instituto de Ciências do Mar. 87p. 2011
- BAPTISTA, E. C. S.; SILVA, A. L. C.; ABUCHACRA, R. C.; PINHEIRO, A. B. Sensibilidade ambiental do litoral da Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ) apotenciais desastres causados por derramamento de óleo. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.12, n.07; 2470-2488. 2019.
- BASTOS, M. P. Avaliação do efeito da biodeposição da malacocultura sobre a comunidade bentônica na Baía da Ilha Grande: subsídio à sustentabilidade ambiental da maricultura no Estado do Rio de Janeiro. 2005. 156 p. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- BASTOS, M. P.; CORRÊA-SILVA, M. D.; VELLOSO, R. ; TESSARO, N. ; LUSTOSA, A. C. ; MIGUEL, F. F. ; MATTOS, U. O. . Programa Tartaruga Viva na área das usinas nucleares na Baía de Ilha Grande. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, p. 52320-52336, 2021.
- BASTOS, M.P. & CALLADO, C.H. (Eds.). Estudos para o Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha Grande. Relatório de Pesquisas. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Vol 1-9. 2009
- BASTOS, M.P. Levantamento da Biota do substrato consolidado da Ilha do Pingo D'água, Baía da Ribeira, RJ. Projeto de Desenvolvimento e Implantação de Projeto de Pesquisa e Educação Ambiental: Subsídios à preservação e o ordenamento de atividades na faixa continental-costeira

da Estação Ecológica de Tamoios- TAC – Ministério Público Federal, ICMBio, INEA – 2016-2018. Relatório técnico final. 230 p. 2018.

BELO, W.C.; DIAS, G.T.M.; DIAS, M.S. O fundo marinho da Baía da Ilha Grande, RJ :O relevo submarino e a sedimentação no canal central. *Revista Brasileira de Geofísica* 20(1), 5-15. 2002.

BÍCEGO, M. C., 1988. Contribuição ao Estudo de Hidrocarbonetos Biogênicos e do Petróleo no Ambiente Brasileiro. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo.156 p.

BISNETO, A.B. Operações de transferência de petróleo *ship to ship* no Brasil. Monografia de Graduação. Curso de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 47p. 2017.

BOTELHO. A.L.M. Angra dos Reis - Análise das Questões Ambientais. Monografia de especialização. Programa de Especialização em Organização Espacial do Rio de Janeiro. Universidade Federal Fluminense. 80p. 2001.

BOULHOSA, M. B. M., SOUZA FILHO, P. W. M., 2009. Reconhecimento e mapeamento dos ambientes costeiros para geração de mapas de ISA ao derramamento de óleo, Amazônia Oriental. *Revista Brasileira de Geofísica* 27,23-37. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-261X2009000500003>. Acesso: 30 out 2020.

BRANDINI, F.P., LOPES, R.M., GUTSEIT, K.S., SPACH, H.L. & SASSI, R. Planctonologia na plataforma continental do Brasil: diagnose e revisão bibliográfica. Fundação de Estudos do Mar-FEMAR. Rio de Janeiro. 255p. 1997.

BRASIL, Resolução CONAMA n°357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

BRITTON, J.R. & ORSI, M.L. Non-native fish in aquaculture and sport fishing in Brazil: economic benefits versus risks to fish diversity in the upper River Paraná Basin. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 22, p. 555-565, 2012.

BUSCHBACHER, R.; ATHAYDE, S., BARTELS, W.; MELLO, R. Avaliação da Resiliência como ferramenta para entender a fronteira amazônica como um sistema socioecológico. *Sustentabilidade em Debate - Brasília*, v. 7, n. 2, p. 36-52. 2016.

CALLADO, C.H.; BASTOS, M.P.; MANÃO, C.Y.G.; ALBARELLO, N. Ceads: Um centro de pesquisa da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e sua contribuição para a melhoria das condições humanas e ambientais. *Revista Interagir: Pensando A Extensão*, n. 26, p. 34-45, 2018.

CARLS, M.G.; HOLLAND, L.; IRVINE, G.V.; MANN, D.H.; LINDEBERG, M. Petroleum biomarkers as tracers of Exxon Valdez oil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 35, n. 11, p. 2683-2690, 2016.

CARDOSO, C.D.P. Análise das atividades humanas na Estação Ecológica de Tamoios-RJ como subsídio para uma gestão estratégica. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação interdisciplinar em meio ambiente, Universidade o Estado do Rio de Janeiro. 158p. 2019.

CARVALHO, J.F.O Espaço da energia nuclear no Brasil. Revista Estudos Avançados. v.26, n.74. 2012.

CASTELAR, B.; REIS, R.P; BASTOS. M. Contribuição ao programa de monitoramento ambiental da maricultura de *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P. C. Silva (Rhodophyta-Solieriaceae) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Acta Botanica Brasil, v. 23, p. 613-617, 2009.

CASTRO, M.C.T. O Porto do Rio de Janeiro sob o enfoque da água de lastro Dissertação de Mestrado, Programa de Pós graduação em Engenharia Ambiental - Faculdade de Engenharia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental – Controle da poluição urbana e industrial. 160p. 2008.

CAVALCANTE, L.G., LEITE, A.O.S. Aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 111-124, jun. 2016.

CLAESSENS, M. et al. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. Marine Pollution Bulletin, v. 62, n. 10, p. 2199-2204, 2011.

COITINHO. G.B. MIRANDA. M.G., REIS, F. Impactos socioambientais do turismo na Ilha Grande - RJ. Rev. FAEEBA – Ed. e Contemp., Salvador, v. 27, n. 52, p. 101-121. 2018.

COLMAN, L.P.; · PATRÍCIO, A.R.C.; · MCGOWAN, A.; SANTOS, A.J.B.; MARCOVALDI. M.A.; · BELLINI, C.; GGODLEY, B.J. Long-term growth and survival dynamics of green turtles (*Chelonia mydas*) at an isolated tropical archipelago in Brazil. Marine biology, v. 162, p. 111-122, 2014.

CONNORS, K. A.; DYER, S. D.; BELANGER, S. E. Advancing the quality of environmental microplastic research. Environmental Toxicology and Chemistry, v. 36, n. 7, p. 1697–1703, 2017.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEIL, R.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; BELT, M.V.D. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. vol. 387. May, 1997.

CORRÊA-SILVA, M.D. Caracterização das Populações de Cirripédios da Faixa Entremarés de dois Costões Rochosos Sujeitos a Diferentes Graus de Hidrodinamismo em Angra dos Reis. Monografia de Especialização. Instituto de Biologia, Programa de Pós-graduação em Biologia Marinha. Universidade Federal Fluminense. 61p. 2000.

CORRÊA-SILVA, M.D. Impacto por óleo (árabe leve) em repovoamento de costões rochosos. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia, Programa de Pós-graduação em Biologia Marinha. Universidade Federal Fluminense. 95p. 2003.

CORRÊA-SILVA, M. D. ; BASTOS, M. P. ; IKEMOTO, M. ; ROLIM, H. ; MORAES, L. E. S., MATTOS, U. O. . Iniciativa big 2050, radar big a saúde ambiental da Baía de Ilha Grande. Brazilian journal of development, v. 7, p. 52304-52319, 2021.

CORREA-SILVA, M.D., BASTOS, M., MATTOS DE OLIVEIRA, U., DE CAMPOS, A. C. L. Caracterização dos serviços ecossistêmicos da Baía de Ilha Grande, RJ. Revista Conjecturas. Vol. 22, Nº 1. p. 308-322. 2022.

CORREA-SILVA, M.D., MATTOS DE OLIVEIRA, U., BASTOS, M., AMARAL, M. Z. Resiliência ambiental: uma ferramenta de gestão ecossistêmica no litoral do Estado do Rio de Janeiro. Revista Conjecturas. Vol. 22, Nº 14. p. 933-947. 2022.

CORREA-SILVA, M.D., BASTOS, M., DE CAMPOS, A. C. L., MURAHARA, N.T., TESSARO, N., MIGUEL, F.F., MATTOS DE OLIVEIRA, U. Monitoring of marine turtles' populations in Ilha Grande Bay, RJ (2018-2022), AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL RESILIENCE. International Journal of Development Research. Vol. 13, Issue, 03, pp. 62095-62101, March, 2023.

CORREA-SILVA, M.D., BASTOS, M., MATTOS DE OLIVEIRA, U., SANT'ANNA CORTEZ, P., ZICARI AMARAL, M., & FERREIRA MAGALHÃES, V. Oil spill in Ilha Grande Bay: analysis of the impact mitigation process: Derramamento de óleo na Baía de Ilha Grande: análise do processo de mitigação dos impactos. Concilium, 23(17), 327–339. 2023.

CORREIA, A. R. L.; GABLER, B. C. RECIFES DE CORAIS E OS IMPACTOS DA AÇÃO ANTROPOGÊNICA. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, [S. l.], v. 4, n. 1, 2023. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/1000>. Acesso em: 7 set. 2023.

CREED, J. C. & OLIVEIRA, A. E. S. Uma metodologia e análise de impactos ambientais. In: CREED, J. C.; PIRES, D. O. & FIGUERIEDO, M. A. O. org. RAP Ilha Grande: um levantamento da biodiversidade. Brasília, DF: MMA/SBF v.1. p. 349-37. 2007.

CREED, J. C.; RAMOS, R. A.; CASARES, F. A.; OLIVEIRA, A. E. S. Características Ambientais: Substrato da Orla Costeira. In: CREED, J. C.; PIRES, D. O.; FIGUEIREDO, M. A. (Orgs): Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande. Brasília, DF: MMA/SBF, p.133 – 153, 2007

CREED, J.C.; PIRES, D.O.; FIGUEIREDO, M.A.O. Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande - Ministério do Meio Ambiente. 416p. 2007.

CRESSEY, D. The plastic ocean scientists know that there is a colossal amount of plastic in the oceans. But they don't know where it all is, what it looks like or what damage it does. Nature. v. 536, p. 263-265, 2016.

CRESPÍ, ANTÓNIO L., FERNANDES, CLÁUDIA P. Resistência e Resiliência Ecológica. Uma Aproximação à Caracterização Fito estrutural das Comunidades Arbustivas do Parque Natural do Alvão (Norte de Portugal). *Silva Lusitana* 9 (2): 171 – 189. 2001.

CUNHA, I.A. Mudança ambiental na zona costeira do Brasil e novos desafios para a educação. *Revista Eletrônica PESQUISEDUCA*. Santos, v. 04, n. 08, p.424-436, jul./dez. 2012.

DE CAMPOS A.C.L.G., BASTOS M.P., FERNANDES A.M., CORREA-SILVA, M.D. Assessment of the environmental sustainability of cobia fish farm (*Rachycentron Canadum*) in the Bay of Ilha Grande - Brazil and the relationship with benthic macrofauna. *J Aquac Mar Biol*. 11(1):1–7. 2022.

DEMANGE, L.H.M.L. Teoria Geral e Proteção ao Meio Ambiente, Resiliência ecológica: o papel do indivíduo, da empresa e do Estado. *Revista de Direito Ambiental*. RDA VOL.82. 2016.

DESFORGES, J. W.; GALBRAITH, M.; ROSS, P. S. Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 69, n. 3, p. 320-330, 2015.

DOS SANTOS, J.P. Resposta das microalgas marinhas à exposição microplástica na Baía da Ilha Grande: uma análise experimental. Monografia de Bacharelado – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 50p. 2023.

ELETRONUCLEAR. Estudo de impacto ambiental da unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto. Relatório Técnico Ambiental. Estudos ambientais Ltda. 2007.

ELETRONUCLEAR. Nossas atividades, Angra 3. 2021. <https://www.eletronuclear.gov.br/Nossas-Atividades/Paginas/Angra-3.aspx>

ELETRONUCLEAR/UERJ. Programa de monitoramento de tartarugas marinhas na área de influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA. Relatório técnico final. 225p. 2021.

EUZEBIO, C.S.; RANGEL, G.S.; MARQUES, R.C. Derramamento de petróleo e seus impactos no ambiente e na saúde humana. *RBCIAMB*. n.52. pag. 79-98. 2019.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Plano De Gestão Integrada do Ecossistema Marinho da Baía de Ilha Grande. Estudo de Base. Vol 2 Situação Atual. 2008.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Concepção e estabelecimento de um mecanismo sustentável de incentivo para gerenciar de maneira Integrada o Ecossistema da Baía da Ilha Grande. Relatório técnico. 2018.

FIPERJ. Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro. Diagnóstico da Pesca do Estado do Rio de Janeiro. Projeto de Monitoramento da Pesca no Estado do Rio de Janeiro – Estatística Pesqueira. Niterói, 2013.

FIPERJ. Projeto de monitoramento da atividade pesqueira no Estado do Rio de Janeiro PMAP-RJ. Relatório Técnico Semestral – RTS-03. 255 p. 2022.

FOLKE C. & KAUTSKY N. Aquaculture with its environment: prospects for sustainability. *Ocean Shoreline Management* 17: 5-24. 1992.

FOLKE, C., HAHN, T., OLSSON, P., NORBERG, J. Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. *Annual Review of Environmental Resources*. Vol. 30:441-473. 2005.

FONSECA, T. B. & LOPES JÚNIOR, W. M Estudo do perfil dos turistas que visitam a Ilha Grande a partir do cais de Santa Luzia, Angra dos Reis – Rio de Janeiro, Brasil. *Turismo & Sociedade*. Curitiba, v. 9, n. 2, p. 1-20. 2016.

FONSECA, T. B. & LOPES JÚNIOR, W. M. *Turismo & Sociedade*. Curitiba, v. 9, n. 2, p. 1-20, 2016.

FORBES. Esses quatro itens de plástico representam quase metade de todo o lixo oceânico. 2021. <https://www.forbes.com/sites/davidrvetter/2021/06/18/these-four-plastic-items-make-up-almost-half-of-all-ocean-trash/?sh=78afb0635fea>

FRANCISCO, C.N. Subsídios à gestão sustentável dos recursos hídricos no âmbito municipal: o caso de Angra dos Reis, RJ. Tese de doutorado. Universidade Federal Fluminense. 178p. 2004.

FRANKENFELD, K.P. & MATTOS, U. Engenharia de resiliência e novos paradigmas da gestão em segurança do trabalho. in: Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos; Francisco Soares Másculo. (Org.). *Higiene E Segurança do Trabalho*. 2019.

FRANKENFELD, K.P. & MATTOS, U. ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA Fundamentos, aplicações e tendências. organização Karoline Pinheiro Frankenfeld, Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos. - 1. ed. 152 p. - Rio de Janeiro: Letra Capital, 2023.

GERALDES, M.C. Caracterização Ambiental das Baías de Angra dos Reis e Paraty: Contaminação de Metais, Traçadores Isotópicos (Pb, Pu E U) e Padrões de Sedimentação. Produção científica/projetos. Departamento de Geologia Regional e Geotectônica Faculdade de Geologia-UERJ. 2016. <https://multilab-uerj.com.br/caracterizacao-ambiental-das-baias-de-angra-dos-reis-e-paraty-contaminacao-de-metais-tracadores-isotopicos-pb-pu-e-u-e-padroes-de-sedimentacao/>

GIL-AGUDELO, D. L., NIETO-BERNAL, R. A., IBARRA-MOJICA, D. M., GUEVARA-VARGAS, A. M., GUNDLACH, E. Índices de sensibilidade ambiental ante derrames de hidrocarburos em las áreas marinas y costeras de Colombia. *Journal Ciencia, tecnología y futuro*. 6, 17-22.2015

GODET, M., & ROUBELAT, F. Creating the future: the use and misuse of scenarios. *Long Range Planning*, 29(2), 164-171. 1996.

GODOI, A. F. L., FAVORETO, R., SANTIAGO-SILVA, M. Contaminação ambiental por compostos organoestânicos. *Química Nova*, Vol. 26, No. 5, 708-716, 2003.

GRAZIOZI, M.E.S.; LIEBANO, R.E.;NAHAS, F.X. Elaboração da pergunta norteadora de pesquisa. Módulo científico. Universidade Federal de São Paulo - Pró-Reitoria de Extensão p.233-242. 2011

HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 4, p. 1–23. 1973.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo, 2010. <https://censo2010.ibge.gov.br/> acesso em julho de 2021.

ICMBIO. Sumário executivo do plano de ação nacional para conservação dos ambientes coralinos – PAM CORAIS. 8pgs. 2017.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Diagnóstico do setor costeiro da Baía Da Ilha Grande. Subsídios à elaboração do zoneamento ecológico-econômico costeiro. v.1. 242p. 2015.

INEA INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Relatório de auditoria ambiental de acompanhamento. Cumprimento à Lei Estadual Nº 1.898/91 com escopo na diretriz do INEA, DZ-056-R.3. Estaleiro BRASFELS LTDA. Relatório final. 49 p. 2018.

INEA INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro do Estado do Rio de Janeiro. Boletim Águas & Território. nº3 - Dezembro 2014.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. História - Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto - usinas nucleares de Angra dos Reis mostram outro lado da matriz energética brasileira. *Revista Desafios do Desenvolvimento*. Ano 7, Edição 63. 2010.

JESUS, C.G. & GITAHY, L.M.C. Indústria da construção naval e desenvolvimento regional em Angra dos Reis no início do século XXI. XI Seminário Internacional de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Glocalización y Territorio. 2010.

JESUS, C.G. & SILVA, L.L. Trajetória e importância o Estaleiro Verolme na indústria naval brasileira. *Desafio Online* v.9, n.1, art.5 p 93-115, 2021.

JESUS, C.G. & SILVA, R.D. Trabalhadores a ver navios: reflexões sobre o mercado de trabalho na indústria naval na região metropolitana do Rio de Janeiro. *Cadernos Metrópole PUC-SP*, v.19. p 225-248. 2017.

JESUS, C.G. Retomada da indústria de construção naval brasileira: reestruturação e trabalho. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. 2013.

JIANG, J.-Q. Occurrence of microplastics and its pollution in the environment: A review. *Sustainable Production and Consumption*, v. 13, p. 16-23, 2018.

JOVENTINO, F.K.; JOHNSON, R.M.; LIANZA, S. Pesca artesanal na Baía de Ilha Grande, no Rio de Janeiro: Conflitos com unidades de conservação e novas possibilidades de gestão. *Revista Política & Sociedade*. v. 12, n.23. 2013.

KEPPEL, Keppel Offshore & Marine. 2023. <http://www.keppelom.com>. Acesso novembro de 2023.

KJERFVE, B; DIAS,G.T.M;FILIPPO,A.;GERALDES,M.C. Oceanographic and environmental characteristics of a coupled coastal bay system: Baía de Ilha Grande-Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brazil. *Regional Studies in Marine Science* (41),2021

KURAMOTO, R.Y.R.; APPOLONI, C.R. Uma breve história da política nuclear brasileira. *Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v. 19, n.3: p.379-392, 2002.

LEÃO, Z. M. A.; KIKUCHI, R. K. P.; OLIVEIRA, M. D. M. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. *Biota Neotrop.*, vol. 8, no. 3, Jul./Set. 2008.

LEITE. D.C.A., MACHADO, L.F., ROSADO, A.S., PEIXOTO, R.S. A saúde de nossos recifes: uma questão de equilíbrio. Pg. 97-110. *In: Carla Zilberberg et al. Conhecendo os Recifes Brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ. 360 pgs. 2016.

LI, H.; ZHANG, Y.; LIANG, Y.; CHEN, J.; ZHU, Y.; ZHAO.; JIAO, N. Impacts of maricultural activities on characteristics of dissolved organic Carbon and nutrients in a typical raft-culture area of the Yellow Sea, North China. *Marine Pollution Bulletin*, v.137, p. 456-464, 2018.

LIMA, M. V., BRITO, D. D., MILANELLI, J. C. C. Mapeamento da Sensibilidade Ambiental a Derrames de Óleo em Ilha Bela, São Paulo. *Revista Brasileira de Cartografia* 1, 23-30. 2008.

LUCIO, F.T., MAGNONI, D.M., VICENTINI, V. E. P., CONTE, H. Disponibilidade e influência dos microplásticos nos seres vivos e ambiente: uma revisão. *Conexão Ci. | Formiga/MG | Vol. 14 | Nº 1 | p.47-55 | 2019*.

LUSTOSA, A.C.G.C. Avaliação da sustentabilidade do cultivo do peixe Bijupirá (*Rachycentron canadum*) e sua relação com a macrofauna bentônica de substrato inconsolidado. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 86p. 2021.

MAHIQUES, M. M. D. Considerações sobre os sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

MAHMOOD, T. FANG, J. JIANG, Z. YING, W.ZHANG, J. Seasonal distribution, source sandsink of dissolved organic carbon in integrated aquaculture system in coastal waters. *Aquaculture International*, v. 25, n. 1, p. 71–85, 2017

MANSOR, L.M., BURBURAN, A., RODRIGUES, F.F., CERQUEIRA, A.C.F.P., PADILHA, C.F. Soluções de tratamento e descarte de água produzida nos terminais aquaviários da TRANSPETRO. Rio Oil & Gas Expo and Conference. 2008.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment Ecosystems and Human Well-being: a framework for assessment. 2003.

MILANELLI, J.C.C. 1994. Efeitos do Petróleo e da Limpeza por Jateamento em um Costão Rochoso da Praia de Barequeçaba, São Sebastião, SP. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. Vol 1 103p e anexo.

MIRANDA, L. B. Note on the occurrence of saline fronts in the Ilha Grande (Rio de Janeiro-Brazil). Boletim Instituto Oceanográfico, São Paulo, 26(2): 249 – 256, 1977.

MMA. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil / Ministério do Meio Ambiente; Rubens M. Lopes/IO-USP... [et al.], Editor. – Brasília: MMA/SBF. 440 p. 2009.

MMA/IBAMA. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios - Fase 1. Rio de Janeiro, 2006.

MOTA, L.S.O., MELO E SOUZA, R. Cenários ambientais prospectivos para a gestão da paisagem costeira urbana em Aracaju/SE. Sociedade e Natureza. Uberlândia, MG. v.33 p. 1 – 18. 2021.

MOURA, R.S.T.; LOPES Y.V.A.; HENRY-SILVA, G.G. Sedimentação de nutrientes e material particulado em reservatório sob influência de atividades de piscicultura no semiárido do Rio Grande do Norte. Química Nova, v.8, p.1283–1288, 2014.

MULER M., ROMERO, A.F., RIEDEL, P.S. PERINOTTO, R.R.C. Ações de Resposta para Emergência em caso de Derrames de Óleo no Mar e Proposta de Implementação de Sistema de Informação voltado à Sensibilidade Ambiental para o Litoral Sul Paulista, Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada 11(4):397-407. 2011.

NORONHA, M.G.R.C.S., CARDOSO, P.S., MORAES, T.N.P., CENTA, M.L. Resiliência: nova perspectiva na Promoção da Saúde da Família Ltd.; 1995. Ciência & Saúde Coletiva, 14(2):497-506, 2009.

OLIVEIRA, M. G. N.; CRUZ, M. A. L.; FERREIRA, T. Impactos causados pelo uso dos combustíveis fósseis e o uso do biocombustível como solução viável. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) - Escola Técnica Estadual Benedito Storani, Jundiá, 2021.

OLIVEIRA, R. C. de .; JUNGER, A. P. . Use of fossil fuels in Brazil and their environmental consequences. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 9, p. e466997537, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7537. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7537>. Acesso em: 7 sep. 2023.

O'NEILL, R. V. Is It Time to Bury the Ecosystem Concept? (With Full Military Honors, of Course!). Ecology, v. 82, n. 12, p. 3275–3284, 2001.

OIGMAN-PSZCZOL, S., CREED, J., FLEURY, B., MANTELATTO, M.C., CAPEL, K.C.C., MEIRELES, M., CABRAL, C., MAIS, B. JUNQUEIRA, A. O controle da invasão do coral sol no Brasil não é uma causa perdida. *Ciência e Cultura On-line version*. vol.69 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2017.

OLIVEIRA, C. A. de; GIACOMO, L. Território em risco: discussão acerca dos impactos da implantação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) em Angra dos Reis – RJ. *Revista Master - Ensino, Pesquisa e Extensão*, [S. l.], v. 5, n. 10, p. 63–75, 2020. DOI: 10.47224/rm.v5i10.175. Disponível em: <https://revistamaster.imepac.edu.br/RM/article/view/175>. Acesso em: 4 set. 2023

PAULA, Y.C., CALDERON, E.N., SCHIAVETTI, A. Os peixes recifais e o turismo. Pg 285-298. *In: Carla Zilberberg et al. Conhecendo os Recifes Brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ. 360 pgs. 2016.

PINHEIRO, A. B. Geomorfologia de praias e sensibilidade ambiental no litoral de Paraty (RJ) à potenciais eventos de derramamento de óleo. *Dissertação (Mestrado)*. São Gonçalo, UERJ. 2018.

PIRES, D.O., Castro, B. S., Pereira, C.M., Carmo, E.C., Silva, R.G., Calderon, E.N. Reprodução de corais de águas rasas do Brasil. Pg. 111-128. *In: Carla Zilberberg et al. Conhecendo os Recifes Brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ. 360 pgs.

PMSB. Plano Municipal de Saneamento Básico. Versão Preliminar. Município de Angra dos Reis. 814p. 2014.

PRADO, D.S; SEIXAS, C.S., BERKES, F. 2015. Looking back and looking forward: Exploring livelihood change and resilience building in a Brazilian coastal Community. *Ocean & Coastal Management* 113: 29-37. 2015.

PROJETO MARES DA ILHA GRANDE. Instituto Bio Atlântica. Relatório do Diagnóstico Socioambiental das Comunidades de Pescadores Artesanais da Baía da Ilha Grande RJ– Rio de Janeiro. Instituto Bio Atlântica. 80p. 2009.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. V. Manuel de recherche em sciences sociales. Paris: Dunod, 4e édition. 2011.

RADAR BIG 2050, Documento Descritivo e Resultados do 1º Ciclo, 2016. Carta de Acordo n.10/2016. Relatório técnico. Florianópolis, Janeiro / 2018. 67 p.

RESILIENCE ALLIANCE. Assessing and Managing Resilience in Social-ecological Systems: a Practitioners Workbook, vol. 1 version 1. [Online] Acesso em setembro de 2020. URL: http://www.resalliance.org/index.php/resilience_assessment.2007.

RESILIENCE ALLIANCE. Assessing and Managing Resilience in Social-ecological Systems: a Practitioners Workbook, vol. 1 version 2. [Online] Acesso em setembro de 2020. URL: http://www.resalliance.org/index.php/resilience_assessment.2010.

RIBEIRO, B.A.L.; WOLFF, N.M.; SILVA, E.R.; ALMEIA, J.R. Avaliação de impactos e danos ambientais em zonas costeiras do Brasil - Angra dos Reis e Paraty. *Revista Internacional de Ciências*, v.09, n. 01, p. 53 - 71, 2019.

RIMA - Relatório de impacto ambiental. Linha de Transferência de Água de Formação e Emissário para Escoamento de Efluentes Industriais Tratados do Terminal da Baía de Ilha Grande (TEBIG), Angra dos Reis, RJ. TRANSPETRO/Pir2. 76p. 2009

ROCHA, T.C.F; ROLIM, H.N, IKEMOTO, S.M. Um modelo de gestão integrada para a Zona Costeira do Estado do Rio de Janeiro: o projeto gestão integrada do ecossistema da Baía da Ilha Grande (Projeto BIG). Governança para os serviços ecossistêmicos das costas e oceanos II Congresso Ibero Americano de Gestão Integrada de Áreas Litorais. Desenvolvimento e Meio Ambiente. Vol. 38, agosto 2016.

ROMBENSO, A.N.; ARAÚJO, A.; RODRIGUES, R, V. A Promissora Maricultura da Baía da Ilha Grande. *Revista Panorama da Aquicultura*. v.25, n.152. p.33-41. 2015.

ROSENBERG, M.; SYRBE, R.; VOWINCKEL, J.; WALZ, U. Scenario Methodology for Modelling of Future Landscape Developments as Basis for Assessing Ecosystem Services. *Landscape Online*, v. 33, p. 1-20, 2014.

SANTANA NETO, S. P.; SILVA, I.R.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Distribuição do lixo marinho e sua interação com a dinâmica de ondas e deriva litorânea no litoral norte do Estado da Bahia, Brasil. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 35, n. 2, p.231-246, 2016.

SCHAFFER-NOVELLI, Y. Vulnerabilidade do Litoral Norte do Estado de São Paulo a Vazamentos de Petróleo e Derivados. II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Estrutura, Função e Manejo. Anais. ACIESP. 6 a 11 de abril, Águas de Lindóia – São Paulo. 2: 375-399. 1990.

SCHLAEPFER, M. A., D. F. SAX, AND J. D. OLDEN. The potential conservation value of non-native species. *Conservation Biology*, v. 25, p. 428–437, 2011.

SIDRA IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. <https://sidra.ibge.gov.br/> acesso em julho de 2021.

SINGER, E.M. Distribuição de temperatura na Baía de Piraquara De Fora, resultante da liberação do calor residual da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto em Angra dos Reis e seus possíveis efeitos ecológicos. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo. 298p. 1979.

SIGNORINI, Sérgio Romano. 1980. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba: part I. a survey of the circulation based on experimental field data. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, v. 29, n. 1, p. 41-55.

SHORT, J.W. Advances in understanding the fate and effects of oil from accidental spills in the United States beginning with the Exxon Valdez. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 73, n. 1, p. 5-11, 2017.

SOARES, E. P. Caracterização da precipitação na região de Angra dos Reis e a sua relação com a ocorrência de deslizamentos de encostas. 2006. 294 p. Dissertação de Mestrado. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SOUZA, P.A.V. Os impactos dos grandes empreendimentos na estrutura demográfica de Angra dos Reis (RJ) 1940-2000. *Revista geo-paisagem*. Ano 2, nº 3, 2003.

SOUZA, SAHRA FABYELLY. Nascimento de. Análise da vulnerabilidade ambiental na Zona Costeira do município de Galinhos - Rio Grande do Norte. Monografia de Graduação - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Monografia Bacharelado em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 74p. 2022.

SOUZA, J. B. D., SILVA, L. M. N. D., MERCÊS, M. T. R. D., & SILVA, E. C. D. Microplásticos: seus impactos à saúde humana. SEMOC–Semana de Mobilização Científica-Economia Circular: o novo paradigma para a sustentabilidade. 2021.

SREMIN, M., MACHADO, M.S.M., BATIZ, E.C. Engenharia da Resiliência: com foco na Saúde e Segurança do Trabalho. 2º CONEPRO SUL. Joinville Brasil. 16p. 2012.

TAVARES, M. & MENDONÇA JR. J.B. Introdução de crustáceos decápodes exóticos no Brasil: Uma roleta ecológica In: Água de Lastro e Bioinvasão. SILVA, J.S.V & SOUZA, R.C.C.L. (ORG). Rio de Janeiro (Brasil). Editora Interciência. 2004.

TEIXEIRA, V.B. Operações de transbordo de petróleo nacional na Baía de Ilha Grande. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 60p. 2011.

TRIBUNAL REGIONAL FEDERAL DA 2ª REGIÃO – TRF2 Núcleo Permanente de Métodos Consensuais de Solução de Conflitos do TRF2 Centro de Conciliação para Causas Complexas Ambientais Processos com Acordo Firmado CORAL-SOL. <https://tatic.trf2.jus.br/nas-internet/documento/ambiental/acordo-invasao-coral-sol.pdf>

WALKER, T. R. (Micro) plastics and the UN sustainable development goals. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, v. 30, p. 100497, 2021.

WHITE, I. 2000. “Oil spill response – Experience, Trends and Challenges”. 8th International Oil Spill Conference (SPILLCON 2000), Darwin, Australia, 15-17 August.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution*, v. 178, p. 483-492, 2013.

WIECZOREK, A. Mapeamento de Sensibilidade a Derramamentos de Petróleo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso –PEIC e Áreas do entorno. Dissertação (Mestrado). São Paulo, UNESP.2006.

UERJ/TRANSPETRO. Monitoramento de costões rochosos e praias arenosas na Baía de Ilha Grande. Relatório técnico. 2015.

ANEXO A

1. Matriz de referências norteadoras do estudo.

Título	Autor	Ano	Tipo de publicação
Resilience and Stability of Ecological Systems	HOLLING, C.S	1973	Revista Annual Review of Ecology and Systematics
Mapas Conceituais.	MOREIRA, M.A.	1986	Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis
Angra dos Reis - Análise das Questões Ambientais	BOTELHO. A.L.M.	2001	Monografia Especialização UFF
Resistência e Resiliência Ecológica. Uma Aproximação à Caracterização Fito estrutural das Comunidades Arbustivas do Parque Natural do Alvão (Norte de Portugal).	CRESPÍ, ANTÓNIO L., FERNANDES, CLÁUDIA P.	2001	Revista Silva Lusitana
From metaphorto measurement: resilience of what to what?	CARPENTER, S. R.	2001	Revista Ecosystems
Impacto por óleo (árabe leve) em repovoamento de costões rochosos.	CORRÊA-SILVA, M.D.	2003	Dissertação de Mestrado UFF
Os impactos dos grandes empreendimentos na estrutura demográfica de Angra dos Reis (RJ) 1940-2000	SOUZA, P.A.V.	2003	Revista geo-paisagem
Uma breve história da política nuclear brasileira	KURAMOTO, R.Y.R.; APPOLONI, C.R.	2002	Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Subsídios à gestão sustentável dos recursos hídricos no âmbito municipal: o caso de Angra dos Reis, RJ	FRANCISCO, C.N.	2004	Tese de Doutorado UFF
A resiliência como processo: uma revisão da literatura recente	INFANTE.F.	2005	Livro Resiliência: descobrindo as próprias fortalezas
Estudo de impacto ambiental da unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto	ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA	2007	Relatório Técnico Eletronuclear
Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande - Ministério do Meio Ambiente	CREED, J.C.; PIRES, D.O.; FIGUEIREDO, M.A.O. ORGANIZADORES	2007	Livro 1ª Edição
Construindo mapas conceituais	TAVARES, R.	2007	Revista Ciências & Cognição
Assessing and Managing Resilience in Social-ecological Systems: a Practitioners Workbook. Version 1.	RESILIENCE ALLIANCE	2007	Livro WorkbookPractitioner
Assessing and Managing Resilience in Social-ecological Systems: a Practitioners Workbook Version 2.	RESILIENCE ALLIANCE	2010	Livro WorkbookPractitioner
Soluções de tratamento e descarte de água produzida nos terminais aquaviários da Transpetro	MANSOR, L.M.; BURBURAN, A.; RODRIGUES, F.F.; CERQUEIRA, A.C.F.P.; PADILHA, C.F.	2008	Rio Oil & Gas Expo and Conference
Estudos para o Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha Grande	BASTOS, M.P. & CALLADO, C.H	2009	Relatório de Pesquisas. UERJ
História - Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto - usinas nucleares de Angra dos Reis mostram outro lado da matriz energética brasileira	IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada	2010	Revista Desafios do Desenvolvimento

Operações de transbordo de petróleo nacional na Baía de Ilha Grande	TEIXEIRA, V.B.	2011	Dissertação de Mestrado COPPE UFRJ
O Espaço da energia nuclear no Brasil	CARVALHO, J.F.	2012	Revista Estudos avançados
Pesca artesanal na Baía de Ilha Grande, no Rio de Janeiro: Conflitos com unidades de conservação e novas possibilidades de gestão	JOVENTINO, F.K.; JOHNSON, R.M.; LIANZA, S.	2013	Revista Política & Sociedade
Avaliação Ambiental Estratégica e as Áreas de Proteção Ambiental	Esteves, A.O. & Souza, M.P.	2014	Revista Engenharia Sanitária e Ambiental
Diagnóstico do setor costeiro da Baía Da Ilha Grande. Subsídios à elaboração do zoneamento ecológico-econômico costeiro	INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE	2015	Relatório técnico INEA
A Promissora Maricultura da Baía da Ilha Grande	Rombenso, A.N.; Araújo, A.; Rodrigues, R,V.	2015	Revista Panorama da Aquicultura
Avaliação da Resiliência como ferramenta para entender a fronteira amazônica como um sistema socioecológico	BUSCHBACHER, R.; ATHAYDE, S., BARTELS, W.; MELLO, R	2016	Sustentabilidade em Debate
Estudo do perfil dos turistas que visitam a Ilha Grande a partir do Cais De Santa Luzia, Angra Dos Reis – Rio de Janeiro, Brasil	FONSECA, T. B.; LOPES JÚNIOR, W. M	2016	Revista Turismo & Sociedade
Teoria Geral e Proteção ao Meio Ambiente, Resiliência ecológica: o papel do indivíduo, da empresa e do Estado.	DEMANGE, L.H.M.L.	2016	Revista de Direito Ambiental
Operações de transferência de petróleo <i>ship to ship</i> no Brasil	BISNETO, A.B.	2017	Monografia de Graduação UFRJ
Impactos socioambientais do turismo na Ilha Grande–RJ	Coitinho, B.C.; Miranda, M.G.; Friede, R.	2018	Revista FAEEBA
Boletim consolidado qualidade das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro	INEA - Instituto Estadual do Ambiente	2018	Relatório técnico INEA
Engenharia de resiliência e novos paradigmas da gestão em segurança do trabalho	FRANKENFELD, K.P. & MATTOS, U.	2019	Higiene E Segurança do Trabalho
Análise das atividades humanas na Estação Ecológica de Tamoios-RJ como subsídio para uma gestão estratégica	CARDOSO, C.D.P.	2019	Tese de Doutorado UERJ
Ceads: Um centro de pesquisa da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e sua contribuição para a melhoria das condições humanas e ambientais	CALLADO, C.H.; BASTOS, M.P.; MANÃO, C.Y.G.; ALBARELLO, N.	2019	Revista INTERAGIR: PENSANDO A EXTENSÃO
Avaliação de impactos e danos ambientais em zonas costeiras do Brasil - Angra dos Reis e Paraty	RIBEIRO, B.A.L.; WOLFF, N.M.; SILVA, E.R.; ALMEIA, J.R.	2019	Revista Internacional de Ciências
Engenharia de resiliência. Fundamentos, aplicações e tendências	FRANKENFELD, K.P. & MATTOS, U	2023	Livro
Consultas sites governamentais	INEA - Instituto Estadual do Ambiente	2023i	http://www.inea.rj.gov.br/
	IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2023	https://www.ibge.gov.br/
	Prefeitura de Mangaratiba	2023	http://www.mangaratiba.rj.gov.br/
	Prefeitura de Angra dos Reis	2023	http://www.angra.rj.gov.br/

2 . Parâmetros ambientais por estação de coleta de indicadores primários

Parâmetros ambientais 2018										
ID	Latitude	Longitude	Data da amostragem	Temperatura da água superficial	Temperatura da água - 5 m profundidade	pH	Salinidade	O2 (mg/L)	Temperatura do ar	Condições do tempo
1	23°15'59.88"S	44°32'24.58"W	05/04/2018	27,3	26	8,73	34,87	5,87	26	Parcialmente nublado
2	23°14'21.12"S	44°35'53.15"W	05/04/2018	27,6	26	8,69	34,66	6,29	27	Nublado
3	23°9'5.76"S	44°32'14.28"W	07/04/2018	28,6	27	8,52	34	6,23	26	Parcialmente nublado
4	23°12'57.10"S	44°41'23.03"W	06/04/2018	29,6	28,6	8,69	36,68	6,05	26	Parcialmente nublado
5	23°9'23.40"S	44°40'54.12"W	06/04/2018	30,2	30,2	8,31	33,37	6,05	26	Parcialmente nublado
6	23°3'4.12"S	44°33'36.25"W	07/04/2018	27,9	26	8,46	32,46	6,19	25	Parcialmente nublado
7	23°0'6.96"S	44°25'50.60"W	18/03/2018	28,4	27,8	8,73	33,52	8,46	35	Sol sem nuvens
8	22°58'41.86"S	44°19'45.44"W	17/03/2018	29,3	29	8,60	33,10	6,21	26	Nublado com Chuva fina
9	23°1'54.48"S	44°22'44.04"W	18/03/2018	29,3	28,9	9,05	33,20	6,18	35,0	Sol sem nuvens
10	23°5'27.21"S	44°18'31.55"W	22/03/2018	28,3	27,2	8,69	33,02	5,39	26	Parcialmente nublado
11	23°1'37.28"S	44°18'34.52"W	21/03/2018	26,8	26	8,69	33,00	8,07	28,5	Sol - Com algumas nuvens
12	23°2'59.29"S	44°13'11.92"W	20/03/2018	28,5	27,1	8,79	33,50	6,62	30,2	Nublado com chuva
13	23°4'31.79"S	44°13'56.05"W	19/03/2018	26,9	26,2	9,01	34,39	6,41	32,3	Sol - Com algumas nuvens
14	23°9'53.86"S	44°5'42.09"W	16/03/2018	28,0	26,9	9,14	34,33	6,52	31,0	Sol - Com algumas nuvens
15	23°11'33.36"S	44°18'55.08"W	02/04/2018	29,0	27,3	8,98	34,32	8,40	29,9	Nublado
16	23°10'19.01"S	44°22'38.37"W	04/04/2018	29,1	26	9,01	33,58	6,08	32,2	Parcialmente nublado
17	23°6'52.30"S	44°17'42.67"W	03/04/2018	28,8	27	8,63	33,96	X	28,5	Parcialmente nublado
18	22°58'1.36"S	44°20'1.23"W	17/03/2018	29,6	29	8,81	32,03	6,72	29,1	Sol sem nuvens
21	22°57'48.18"S	44°25'40.42"W	23/03/2018	26,5	26,1	8,07	31,2	6,28	24,0	Parcialmente nublado
22	23°0'27.76"S	44°14'18.06"W	23/03/2018	27,0	26,8	8,07	30,6	5,85	28,5	Ensolarado com poucas nuvens
Parâmetros ambientais 2021										
ID	Latitude	Longitude	Data da amostragem	Temperatura da água superficial	Temperatura da água - 5 m profundidade	pH	Salinidade	O2 (mg/L)	Temperatura do ar	Condições do tempo
7	23°0'6.96"S	44°25'50.60"W	29/09/2021	28,9	28,1	8,23	34,00	7,50	30	Sol sem nuvens
9	23°1'54.48"S	44°22'44.04"W	29/09/2022	28,4	28	8,07	33,62	6,48	30,2	Sol sem nuvens
12	23°2'59.29"S	44°13'11.92"W	30/09/2021	27,5	27,1	7,93	33,79	7,34	31,0	Sol sem nuvens
13	23°4'31.79"S	44°13'56.05"W	30/09/2021	27,4	26,9	7,80	33,81	7,32	31,2	Sol sem nuvens
16	23°10'19.01"S	44°22'38.37"W	29/09/2021	28,4	28	7,99	34,00	6,80	30,2	Sol sem nuvens
17	23°6'52.30"S	44°17'42.67"W	01/10/2021	29	28,8	8,63	33,95	6,9	28,5	Sol com nuvens
18	22°58'1.36"S	44°20'1.23"W	01/10/2021	29,1	28,7	7,96	33,84	6,96	29,8	Sol com nuvens
22	23°0'27.76"S	44°14'18.06"W	01/10/2021	29,0	28,4	8,01	32,0	6,1	29,7	Sol com nuvens

3. Locais de amostragem dos cetáceos, tecidos utilizados nas análises de poluentes.

BIGFAO	Local de coleta	Município	CT (cm)	Sexo
1	Frade	Angra dos Reis	191	F
2	Frade	Angra dos Reis	163	M
3	Vila Residencial de Mambucaba	Paraty	197	M
4	Vila Residencial de Mambucaba	Paraty	182	M
5	Vila Residencial de Mambucaba	Paraty	168	M
6	Vila Residencial de Mambucaba	Paraty	132	F
7	Em frente a Marina Verolme	Angra dos Reis	184	F
8	Vila Residencial de Mambucaba	Paraty	144	M
9	Praia de São Gonçalo, Paraty	Paraty	182	M
10	Praia do Coqueiro, Mambucaba	Paraty	118	M
11	Tebig - Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca	Angra dos Reis	180	F
12	Praia do Coqueiro, Mambucaba	Paraty	189	M
13	Vila Residencial de Mambucaba	Paraty	184	M
14	Vila Residencial de Mambucaba	Paraty	184	M
15	Praia do Bonfim	Angra dos Reis	180	M
16	Mombaça	Angra dos Reis	192	M
17	Vila Residencial de Mambucaba	Paraty	134	M
18	Tebig - Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca	Angra dos Reis	134	F
19	Próximo à Ilha dos Picos	Angra dos Reis -	163	M
20	Tebig - Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca	Angra dos Reis -	182	M
21	Tarituba	Paraty	153	M
22	Tarituba	Paraty	144	F

4. Ocorrência de peixes recifais na Baía de Ilha Grande

Espécies de peixes recifais BIG 2018/2019

Abudefduf saxatilis (Linnaeus, 1758)
Acanthurus bahianus Castelnau, 1855
Acanthurus chirurgus (Bloch, 1787)
Anisotremus surinamensis (Bloch, 1791)
Anisotremus virginicus (Linnaeus, 1758)
Balistes vetula Linnaeus, 1758
Cantherhines pullus (Ranzani, 1842)
Canthigaster figueiredoi Moura & Castro, 2002
Caranx latus Agassiz, 1831
Chaetodon sedentarius Poey, 1860
Chaetodon striatus Linnaeus, 1758
Chromis multilineata (Guichenot, 1853)
Coryphopterus glaucofraenum Gill, 1863
Cryptotomus roseus Cope, 1871
Diplectrum radiale (Quoy & Gaimard, 1824)
Diplodus argenteus (Valenciennes, 1830)
Elacatinus figaro Sazima, Moura & Rosa, 1997
Haemulon aurolineatum Cuvier, 1830
Haemulon steindachneri (Jordan & Gilbert, 1882)
Halichoeres brasiliensis (Bloch, 1791)
Halichoeres poeyi (Steidachner, 1867)
Hippocampus reidi Ginsburg, 1933
Holocentrus adscensionis (Osbeck, 1765)
Hyporthodus niveatus (Valenciennes, 1828)

Labrisomus nuchipinnis (Quoy & Gaimard, 1824)
Mycteroperca acutirostris (Valenciennes, 1828)
Nicholsina usta (Valenciennes, 1840)
Odontoscion dentex (Cuvier, 1830)
Orthopristis ruber (Cuvier, 1830)
Parablennius marmoreus (Poey, 1876)
Parablennius pilicornis (Cuvier, 1829)
Pareques acuminatus (Bloch & Schneider, 1801)
Pempheris schomburgkii Müller & Troschel, 1848
Pomacanthus paru (Bloch, 1787)
Priacanthus arenatus Cuvier, 1829
Pseudocaranx dentex (Bloch & Schneider, 1801)
Pseudupeneus maculatus (Bloch, 1793)
Scarus trispinosus Valenciennes, 1840
Sparisoma frondosum (Agassiz, 1831)
Sphoeroides spengleri (Bloch, 1785)
Stegastes fuscus (Cuvier, 1830)
Stegastes pictus (Castelnau, 1855)
Stephanolepis hispidus (Linnaeus, 1766)
Synodus intermedius (Spix & Agassiz, 1829)

5.Ocorrência de espécies bentônicas de infralitoral na Baía de Ilha Grande

Espécies de bentos infralitoral

Macroalgas

Amphiroa fragilissima
Bryopsis pennata
Caulerpa racemosa
Caulerpa taxifolia
Centroceras clavulatum
Ceramium sp.
Chondracanthus acicularis
Chondria floridana
Chondria sp.
Cladophora sp.
Codium sp.
Dasya sp.
 Diatomacea filamentosa
Dichotomaria sp.
Dictyota menstrualis
Dictyota sp.
Gelidiopsis sp.
Gelidium cinale
Gelidium pusillum
Hipnea sp.
Hypnea flexuosa

Jania capillacea
Laurencia sp.
Lithophyllum incrustans
Padina sp.
Sargassum vulgare

Invertebrados

Aplysina sp.
Balanus sp.
Balanus trigonus
Botrylloides nigrum
Botryllus sp.
Botryloides sp.
 Bryozoário
Bugula sp.
Bunodosoma Caissarum
Calispongia sp.
Carijoa riisei
Carijoa sp.
Chelonaphysilla sp.
Clathrina sp.
Clavelina oblonga
Cliona sp.
Desmapsamma anchorata
Desmapsamma sp.
Didemnum nocturnum
Didemnum sp.
Diplosoma sp.
Dysidea etheria
Dysidea sp.
Echinaster brasiliensis
Guitarra sepia
Haliclona sp.
Heterogorgia uatumani
Holoturia sp.
Hymeniacidon sp.
Leptogorgia punicea
Leptogorgia sp.
Lissoclinum sp.
Lytechinus variegatus
Megabalanus coccopoma
Megabalanus sp.
Mussismilia hispida
Mussismilia hispida
Mycale sp.
Myxilla sp.
Ophiotela sp.

Ophiotrix sp
Oriaster reticulatus
Palythoa caribaeorum
Palythoa sp.
Parazoanthus sp.
Pennaria sp.
Perna perna
Petaloconchus sp.
Petromica sp.
Phallusia nigra
Phyllangia sp.
Polyandrocarpa sp.
Polymastia janeirensis
Pseudochama radians
Pteria sp.
Schizoporella sp.
Scopalina ruetzleri
Stenorhynchus sp.
Tedaina sp.
Trachypollia nodulosa
Tubastrea spp.
Zoanthus sociatus

6. Frequência de ocorrência de macroalgas e invertebrados

Espécies mais representativas	Frequência de ocorrência
Macroalgas	
<i>Amphiroa fragilissima</i>	9,40
<i>Bryopsis pennata</i>	0,97
<i>Dictyota menstrualis</i>	3,76
<i>Dictyota sp.</i>	0,83
<i>Centroceras clavulatum</i>	5,78
<i>Codium sp.</i>	1,72
<i>Botryllus sp.</i>	0,30
<i>Botryloides sp.</i>	0,18
<i>Bugula sp.</i>	2,62
<i>Carijoa riisei</i>	0,86
<i>Dichotomaria sp.</i>	2,60
<i>Gelidium cinale</i>	7,72
<i>Gelidium pusillum</i>	1,88
<i>Jania capillacea</i>	14,81
<i>Lithophyllum incrustans</i>	7,45
<i>Padina sp.</i>	1,00
<i>Sargassum vulgare</i>	7,38
<i>Didemnum nocturnum</i>	3,41
Invertebrados	

<i>Didemnum</i> sp.	1,05
<i>Dysidea etheria</i>	0,76
<i>Mussismilia hispida</i>	1,30
<i>Palythoa caribaeorum</i>	4,97
<i>Tedaina</i> sp.	1,72
<i>Tubastrea</i> spp.	1,53
Espécies com menor ocorrência	16,00

7. Registros de ocorrência de corais *Mussismilia hispida* na Baía de Ilha Grande.

Estação	Registros		Jovens/adultos		Recrutadas (até 4 cm)		Não estavam saudáveis		Saudáveis		Observações
	2018	2021	2018	2021	2018	2021	2018	2021	2018	2021	
1	156	x	141	x	13	x	115	x	39	x	Branqueamento parcial
2	15	x	14	x	1	x	7	x	8	x	Branqueamento parcial e necrose parcial
3	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	
4	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	
5	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	
6	7	x	7	x	7	x	6	x	1	x	Branqueamento parcial
7	3	4	3	4	3	2	1	3	2	1	Branqueamento parcial
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	47	x	46	x	1	x	19	x	27	x	Branqueamento parcial
11	1	x	1	x	0	x	0	x	1	x	Branqueamento parcial
12	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	Necrose parcial
13	3	2	3	2	3	0	0	2	3	0	Branqueamento parcial
14	22	x	22	x	22	x	8	x	14	x	Branqueamento parcial
15	6	x	6	x	6	x	6	x	0	x	Branqueamento parcial
16	88	83	84	79	4	5	54	62	34	22	Branqueamento parcial e necrose parcial
17	66	64	66	45	0	19	61	59	5	6	Branqueamento parcial e necrose parcial
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	414	154	393	130	60	27	277	127	134	29	

8. Ocorrência de espécies de macrobentos na Baía de Ilha Grande

**Espécies de macrobentos substrato
inconsolidado**

Acteocina bullata
Alpheussp.
Anachis caetenata
Anachis catenata
Astyris lunata
Bittium Varium
Caecumsp.
Donax gemmula
Echinometra sp.
Elasmopus sp.
Exogone naidina
Fienalla dubia
Fossarus sp.
Gammarus sp.
Hyale média
Hyale sp.
Leucothoe sp.
Lysidice sp.
Nassarius sp.
Naticasp.
Neritina sp.
Pachygrapsus transversus
Panopeussp.
Panopeus
Perinereis sp.
Pisionidens
Pisionidens sp.
Pisionidens
Rissoina multicostata
Seila adamssi
Sphenia fragilis
Syllis gracillis
Triphora sp.
Turbonilla sp.

9. Ocorrência de copépodos nas estações de amostragem na Baía de Ilha Grande

Estação de coleta	Indivíduos zoo		Copépodos		Copépodos %	
	2018	2021	2018	2021	2018	2021
1	6.521	x	1.924	x	30	x
2	20.976	x	8.954	x	43	x
3	59.801	x	42.138	x	70	x
4	186.563	x	148.391	x	80	x
5	68.671	x	54.488	x	79	x
6	12.653	x	6.393	x	51	x
7	22.535	13.690	7.063	57.498	31	42
8	73.676	12.540	42.205	40.128	57	32
9	151.757	98.158	70.546	53.005	46	54
10	10.495	x	3.046	x	29	x
11	28.950	x	10.019	x	35	x
12	24.360	56.580	16.354	35.645	67	63
13	26.347	38.547	15.161	161.897	58	42
14	5.992	x	4.381	x	73	x
15	4.737	x	3.794	x	80	x
16	13.187	26.854	7.957	13.964	60	52
17	7.066	11.252	4.180	6.188	59	55
18	123.092	168.123	70.383	105.917	57	63

10. Ocorrência de microfitoplâncton e nanoplâncton nas estações de amostragem na Baía de Ilha Grande.

Estação de coleta	Prof.	Campos (Microfitoplâncton)		Dens. Celular (Cél.L-1) Microfitoplâncton		N Transectos (Nanofitoplâncton)	Dens. Celular (Cél.L-1) Nanofitoplâncton	
		2018	2021	2018	2021		2018/2021	2018
1	S	48	x	54958	x	4	40320	x
1	F	66	x	46073	x	4	46823	x
2	S	41	x	64341	x	4	40420	x
2	F	54	x	50295	x	4	46423	x
3	S	60	x	46999	x	4	43221	x
3	F	79	x	34873	x	4	47523	x
4	S	33	x	109473	x	4	40520	x
4	F	69	x	48213	x	4	42221	x
5	S	78	x	34154	x	4	40320	x
5	F	59	x	47134	x	4	40220	x
6	S	84	x	29239	x	4	42021	x
6	F	75	x	38985	x	4	40720	x
7	S	50	46	64715	34196	4	40420	30635
7	F	55	46	48672	33718	4	40620	32542
8	S	38	46	88229	65573	4	41820	38480
8	F	51	46	59369	94549	4	40120	56030
9	S	56	46	48963	15388	4	43221	40200

9	F	84	23	31559	38019	4	41520	39850
10	S	68	x	50642	x	4	40420	x
10	F	77	x	59068	x	4	40320	x
11	S	50	x	56138	x	4	41120	x
11	F	84	x	32178	x	4	41020	x
12	S	68	46	43954	13806	4	42521	38961
12	F	65	46	39985	53819	4	40620	56940
13	S	56	46	51516	56286	4	40020	48756
13	F	63	46	41460	43886	4	42221	47230
14	S	71	x	37887	x	4	40320	x
14	F	83	x	32253	x	4	40120	x
15	S	80	x	42234	x	4	40920	x
15	F	52	x	56728	x	4	41720	x
16	S	66	46	43120	45878	4	43321	46752
16	F	58	46	45483	73410	4	40120	39840
17	S	70	23	37871	28567	4	40020	30120
17	F	78	46	34154	95155	4	40520	32865
18	S	57	46	46052	41338	4	40320	42580
18	F	63	46	41667	54799	4	50125	56892

11. Lista de táxons ocorrentes no fitoplâncton

Nanofitoplâncton

Bacillariophyta

Amphora sp.

Cylindrotheca sp.

Cocconeis sp.

Cyclotella sp.

Diploneis spp

Leptocylindrus sp.

Navicula spp

Paralia sulcata

Phaedactylum sp.

Skeletonema costatum

Thalassionemataceae sp.

Thalassiosira sp.

Diatomácea

Chlorophyta

Dunaliella sp.

Dunaliellaceae sp.

Tetraselmis spp.

Cyanophyta

Oscillatoriales spp.

Dinophyta

Gymnodinium sp.

Gyrodinium sp.

Heterocapsa ovata

Heterocapsa spp.

Heterocapsa rotundata
Procentrum balticum
Procentrum cordatum
Prorocentrum triestinum
Prorocentrum sp.
Scrippsiella sp.
Scrippsiella trochoidea
 Dinoflagelado não-identificado

Microfitoplâncton

Bacillariophyta

Amphora spp
Bacillaria cf. paxillifer
Bacteriastrum delicatulum
Bacteriastulum sp.
Chaetoceros sp.
Cylindrotheca sp.
Cocconeis sp.
Coscinodiscus wailesii
Cyclotella sp.
Cylindrotheca sp.
Cymatosira sp.
Diploneis spp.
Fragilariopsis barronii
Gomphonema spp.
Grammatophora oceanica
Grammatophora oceanica
Grammatophora spp.
Hemiaulus sp.
Meuniera membranacea
Navicula spp.
Navicula transitans
Nitzschia cf. acicularis
Nitzschia cf. palea
Nitzschia spp.
Odontella cf. aurita
Paralia sulcata
Phaeodactylum sp.
Pleurosigma spp.
Podocystis sp.
Rhizosolenia sp.
Thalassiosira sp.
Thalassionema spp.
Thalacionemataceae sp.
Triceratium pentacrinus
 Diatomácea

Chlorophyta

Dunaliellaceae spp.
Chlorophyceae sp.

Dinophyta

cf. Alexandrium sp.
Corythodinium sp.
Dinophysis sp.
Dinophysis acuminata
Dinophysis tripos
Gymnodinium fuscum
Gyrodinium fusiforme
Gyrodinium sp.
Heterocapsa triquetra
Heterocapsa spp.
Oxytoxum sp.
Podolampas cf. palmipes
Podolampas sp.
Phalacroma rotundatum
Prorocentrum balticum
Prorocentrum cf. rathymum
Prorocentrum cf. lima
Prorocentrum compressum
Prorocentrum emarginatum
Prorocentrum gracile
Prorocentrum micans
Prorocentrum rostratum
Prorocentrum scutellum
Prorocentrum triestinum
Prorocentrum spp.
Protoberidinium divergens
Protoberidinium spp.
Protoberidinium steinii
Pyrocystis lunata
Scrippsiella spp.
Scrippsiella trochoidea
Tripos furca
Tripos fusus
Tripos hircus
Tripos muelleri

Legenda: nanoplâncton: tamanho de 2 a 20 µm; micropâncton: tamanho de 20 a 200 µm.

12. Ocorrência de microplástico nas estações de amostragem na Baía de Ilha Grande. A-2018; B-2021

Estação de coleta	Peso Total	Peso da fração 1mm	Peso da fração 0,5mm	Peso da fração 0,25mm	Peso da fração menor que 0,25 mm	Classificação tipo de material e/ou fonte*
2018						
1	2,590708	0,1664	0,8315	0,9125	0,662	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>
2	1,3973	0,2718	0,2816	0,6516	0,1598	<i>microplástico, material orgânico</i>
3	1,4682	0,0235	0,1874	0,5983	0,6438	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>
4	0,421	0,0324	0,0514	0,167	0,1344	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>
5	0,4259	0	0,0494	0,1869	0,1879	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>
6	0,339	0,0116	0,0415	0,1636	0,0997	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>
7	0,9924	0,2088	0,1116	0,3912	0,2243	<i>microplástico, material orgânico</i>
8	1,413	0,5036	0,1315	0,4425	0,3249	<i>microplástico, material orgânico</i>
9	1,3369	0,237	0,2238	0,7863	0,0729	<i>microplástico, material orgânico</i>
10	0,2971	0,0182	0,0267	0,1412	0,1012	<i>microplástico, material orgânico</i>
11	0,9099	0,1075	0,107	0,4686	0,2042	<i>microplástico, material orgânico</i>
12	1,8453	0,5262	0,4155	0,8034	0,0948	<i>microplástico, material orgânico</i>
13	1,6436	0,2909	0,2253	0,9147	0,1367	<i>microplástico, material orgânico</i>
14	2,6105	0,4729	0,4737	1,422	0,1612	<i>microplástico, material orgânico</i>
15	0,3342	0,0159	0,0363	0,0176	0,1146	<i>microplástico, material orgânico</i>
16	0,5296	0,1193	0,068	0,2248	0,1134	<i>microplástico, material orgânico</i>
17	0,5576	0,0269	0,0685	0,1967	0,2537	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>
18	1,6287	0,1566	0,2118	0,7373	0,5041	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>
2021						
7	1,6423	0,2088	0,1116	0,3912	0,2243	<i>microplástico, material orgânico</i>
8	1,7852	0,5036	0,1315	0,4425	0,3249	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>
9	1,1423	0,237	0,2238	0,7863	0,0729	<i>microplástico, material orgânico</i>
12	1,9847	0,5262	0,4155	0,8034	0,0948	<i>microplástico, material orgânico</i>
13	1,6785	0,2909	0,2253	0,9147	0,1367	<i>microplástico, material orgânico</i>
16	0,4865	0,1193	0,068	0,2248	0,1134	<i>microplástico, material orgânico</i>
17	0,6522	0,0269	0,0685	0,1967	0,2537	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>
18	1,9852	0,1566	0,2118	0,7373	0,5041	<i>microplástico, material orgânico, mat. de rede pesca</i>

* plástico, tecido, borracha, lixo orgânico, madeira, papel, isopor, vidro, espuma, metal, equipamentos de pesca e outros

13. Metais pesados por amostra, concentrações obtidas em tecido animal.

ID	Amostra	N. de inds	Concentração de Metais											
			Cádmio		Cobre		Zinco		Ferro		Estanho		Chumbo	
			Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado
1	BigFao1	1,00	<L.D.	5,72	0,87	5,17	16,26	31,27	89,31	187,65	<L.D.	<L.D.	<L.D.	0,06
2	BigFao2	1,00	<L.D.	3,11	0,47	10,27	19,84	92,55	54,17	162,10	<L.D.	0,88	<L.D.	<L.D.
3	BigFao3	1,00	<L.D.	0,27	0,74	11,38	8,39	72,24	88,43	260,90	<L.D.	0,49	<L.D.	<L.D.
4	BigFao4	1,00	<L.D.	0,33	1,70	12,35	12,52	73,67	112,35	377,55	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
5	BigFao5	1,00	<L.D.	0,39	0,72	14,54	11,55	92,19	71,51	137,70	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
6	BigFao6	1,00	<L.D.	0,04	1,07	41,19	10,65	70,93	89,44	94,43	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
7	BigFao7	1,00	<L.D.	0,68	0,80	8,73	10,19	49,69	107,00	345,60	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
8	BigFao8	1,00	<L.D.	0,15	0,64	10,26	8,64	50,85	54,48	139,05	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
9	BigFao9	1,00	<L.D.	0,30	1,02	8,53	11,35	34,48	78,97	301,05	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
10	BigFao10	1,00	<L.D.	<L.D.	1,37	79,81	9,45	164,15	58,26	261,25	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
11	BigFao11	1,00	<L.D.	0,35	0,74	13,72	12,84	56,45	83,08	349,75	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
12	BigFao12	1,00	<L.D.	0,48	0,65	9,31	17,88	47,20	73,05	324,30	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
13	BigFao13	1,00	<L.D.	0,42	0,80	21,01	11,10	77,89	93,26	304,20	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
14	BigFao14	1,00	<L.D.	0,18	0,90	8,25	10,40	41,71	85,52	167,40	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
15	BigFao15	1,00	<L.D.	0,27	1,06	10,94	10,01	33,11	103,75	156,05	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
16	BigFao16	1,00	<L.D.	0,38	0,40	11,46	10,47	61,56	105,55	392,30	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
17	BigFao17	1,00	<L.D.	0,05	0,81	43,30	10,61	146,20	92,99	223,95	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
18	BigFao18	1,00	<L.D.	0,28	1,17	30,03	8,66	58,69	77,09	92,62	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
19	BigFao19	1,00	<L.D.	0,09	0,73	11,40	7,71	59,54	65,58	210,10	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
20	BigFao20	1,00	<L.D.	0,56	0,67	10,94	9,72	42,65	69,69	169,85	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
21	BigFao21	1,00	<L.D.	0,33	1,02	13,23	13,37	89,98	100,06	145,60	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.
22	BigFao22	1,00	<L.D.	0,09	0,69	12,19	11,66	63,72	78,50	87,85	<L.D.	<L.D.	<L.D.	<L.D.

14. Poluentes orgânicos persistentes por amostra, concentrações obtidas em tecido animal.

ID	Amostra	N. de inds	Concentração de POPs				
			Σ PCB	Σ DDT	Σ HCH	HCb	Mirex
1	BigFao1	1,00	720,9722	162,3	0	4,9	66,4
2	BigFao2	1,00	11865,31	4599,3	19,10274	36,6	55,4
3	BigFao3	1,00	58318,4	11689,7	46,96691	37,0	72,6
4	BigFao4	1,00	28798,03	9174,5	214,2286	50,5	205,7
5	BigFao5	1,00	13573,53	4278,4	87,48853	36,7	96,3
6	BigFao6	1,00	18563,98	6539,5	49,77226	32,1	42,8
7	BigFao7	1,00	1558,917	508,6	0	3,9	68,2
8	BigFao8	1,00	8621,78	2645,8	15,12315	35,6	47,7
9	BigFao9	1,00	14351,42	5954,8	19,92523	32,8	99,5
10	BigFao10	1,00	3141,747	1180,1	36,306	15,6	23,4
11	BigFao11	1,00	3544,492	556,6	2,559322	2,8	43,4
12	BigFao12	1,00	49000,88	14944,1	318,7611	59,6	382,8
13	BigFao13	1,00	19139,73	5232,5	91,58462	20,0	108,2
14	BigFao14	1,00	21952,18	5431,2	130,4912	26,1	160,9
15	BigFao15	1,00	24070,85	8056,3	86,9833	39,6	113,2
16	BigFao16	1,00	8347,421	2334,4	39,42288	8,2	55,0
17	BigFao17	1,00	16632,12	5336,9	103,2745	93,7	56,8
18	BigFao18	1,00	31443,53	6789,1	50,45194	43,1	19,5
19	BigFao19	1,00	4517,608	3743,0	250,9845	9,6	278,2
20	BigFao20	1,00	18935,26	3839,6	42,79236	17,2	192,1
21	BigFao21	1,00	12468,27	2081,5	343,4388	30,4	35,1
22	BigFao22	1,00	17230,09	2761,0	22,38692	19,7	67,0

15. Resultados de HPAs por amostra, concentrações obtidas em tecido animal

ID		Ano	Número de indivíduos analisados	Concentração de HPAs ($\Sigma 16$)	Concentração de HPAs ($\Sigma 38$)
1	BigFao1	2018	1,00	44,85	77,54
2	BigFao2	2018	1,00	57,28	127,99
3	BigFao3	2018	1,00	146,23	223,50
4	BigFao4	2018	1,00	59,41	94,23
5	BigFao5	2018	1,00	142,07	211,75
6	BigFao6	2018	1,00	42,50	69,66
7	BigFao7	2018	1,00	28,92	142,08
8	BigFao8	2018	1,00	116,29	134,76
9	BigFao9	2018	1,00	57,83	71,30
10	BigFao10	2018	1,00	27,22	42,56
11	BigFao11	2018	1,00	99,88	177,58
12	BigFao12	2018	1,00	22,40	181,04
13	BigFao13	2018	1,00	86,06	118,76
14	BigFao14	2018	1,00	514,02	620,54
15	BigFao15	2018	1,00	3,78	5,33
16	BigFao16	2018	1,00	135,25	171,22
17	BigFao17	2018	1,00	5,32	85,82
18	BigFao18	2018	1,00	58,49	174,39
19	BigFao19	2018	1,00	71,25	146,46
20	BigFao20	2018	1,00	76,68	125,19
21	BigFao21	2018	1,00	51,23	107,08
22	BigFao22	2018	1,00	10,62	24,28

16. Porcentagem de ocorrência de impossex (em gastrópodes) nas estações de amostragem na Baía de Ilha Grande

ID	Ano	Número de indivíduos analisados	Número de machos	Número de fêmeas	Número de fêmeas com impossex	% de impossex
1	2018	30,00	10,00	20,00	10,00	50,00
2	2018	30,00	13,00	17,00	10,00	58,82
3	2018					
4	2018	30,00	14,00	16,00	16,00	100,00
5	2018	30,00	16,00	14,00	14,00	100,00
6	2018	30,00	15,00	15,00	11,00	73,33
7	2018	30,00	17,00	13,00	0,00	0,00
8	2018	30,00	17,00	13,00	12,00	92,30
9	2018					
10	2018	30,00	15,00	15,00	12,00	80,00
11	2018	30,00	16,00	14,00	12,00	85,71
12	2018	30,00	16,00	14,00	9,00	64,28
13	2018	30,00	17,00	13,00	10,00	76,92
14	2018	30,00	9,00	21,00	16,00	76,19
15	2018	30,00	18,00	12,00	3,00	25,00
16	2018	30,00	14,00	16,00	1,00	6,25
17	2018	30,00	16,00	14,00	10,00	71,42
18	2018	30,00	16,00	14,00	11,00	78,57
19	2018	30,00	12,00	18,00	18,00	100,00
20	2018	30,00	15,00	15,00	4,00	26,66
21	2018	30,00	18,00	12,00	12,00	100,00
22	2018	22,00	8,00	14,00	9,00	64,28

17. Diferença de pressão de CO₂ no ar e na água nas estações de coleta.

ID	Ano	Pressão CO ₂ Ar em partes por milhão (ppm CO ₂ -AR _i)		Pressão CO ₂ Água em partes por milhão (ppm CO ₂ -ÁGUA _i)		Diferença da Pressão de CO ₂ do Ar e da Água
		Média	DP	Média	DP	
1	2018	413	0,5	465	0,0	-52
2	2018	417	0,0	501	0,0	-9
3	2018	408	0,5	417	0,0	-149
4	2018	408	0,5	557	1,5	-59
5	2018	406	0,5	464	0,4	-9
6	2018	407	0,4	416	0,8	-61
7	2018	405	1,1	466	0,5	-81
8	2018	410	0,0	491	0,8	3
9	2018	420	0,8	416	0,8	-12
10	2018	404	0,0	416	0,4	-19
11	2018	410	0,5	428	0,5	-33
12	2018	406	0,5	438	0,0	-45
13	2018	420	0,0	465	0,0	-89
14	2018	402	0,0	491	0,4	-59
15	2018	420	0,7	479	0,0	8
16	2018	403	0,5	395	0,0	-22
17	2018	403	0,0	425	0,0	-65
18	2018	423	0,5	488	0,5	-76
19	2018	409	0,5	485	0,5	-130
20	2018	396	0,0	526	0,5	-115
21	2018	403	1,0	518	0,0	-104
22	2018	412	0,0	516	0,8	0

18. Localização das amostragens em rios

Estação/Rio	Identificação do ponto	Latitude	Longitude	Largura do rio(m)	Profundidade média(m)	Velocidade da corrente(m/s)	pH	Temperatura da água superficial	Temperatura do ar
1	Rio Bracuí	22°56'04.5"S	44°23'44.6"W	30,4	0,4	0,667	7,27	21,7°C	25,2°C
2	Rio Taquarí	23°03'02.2"S	44°40'26.5"W	27	0,4	0,313	6,08	23,4°C	29°C
3	Rio Ariró	22°55'19.5"S	44°19'27.7"W	16	0,4	0,909	6,21	21,2°C	25°C
4	Rio Perequê Açú	23°13'11.8"S	44°44'04.7"W	39,6	1,6	0,400	6,2	22,3°C	30°C
5	Rio Grataú	22°56'52.4"S	44°25'59.0"W	17,4	1,2	0,250	7,03	22,1°C	26°C
6	Rio Barra Grande	23°05'55.9"S	44°42'18.2"W	24,4	1,6	0,385	6,22	23,1°C	30°C
7	Rio Jacuecanga	22°59'47.7"S	44°13'44.5"W	16,3	0,3	0,667	6,14	21,5°C	22°C
8	São Gonçalo	23°02'34.0"S	44°37'05.8"W	24	0,3	0,333	6,32	22,9°C	29°C
9	Rio Mambucaba	23°01'29.0"S	44°32'14.8"W	78	1,5	0,556	6,33	21,8°C	28,5°C
10	Rio do Meio	22°58'43.10"S	44°17'46.14"W	10	0,3	0,500	6,45	23,1°C	24,1°C
11	Rio Carapitanga	23°17'41.2"S	44°41'59.3"W	17,3	0,6	0,357	7,03	22°C	30°C

19. Demanda bioquímica de oxigênio

ID	Ano	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/l) Amostra 1	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/l) Amostra 2	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/l) Média
1	2018	6,16	4,74	5,45
2	2018	6,45	4,37	5,41
3	2018	4,89	3,85	4,37
4	2018	5,16	6,88	6,02
5	2018	6,90	4,55	5,72
6	2018	6,90	5,20	6,05
7	2018	5,70	3,19	4,44
8	2018	6,38	4,48	5,43
9	2018	6,52	5,11	5,81
10*	2018	2,30	1,42	1,86
11	2018	6,40	7,13	6,76

20. Dados de descarga de nutrientes e sedimentos nos rios estudados

ID	Ano	Parâmetro*	Amostra 1 Ton/dia	Amostra 2 Ton/dia	Amostra 3 Ton/dia	Média Ton/dia
1	2018	Descarga Sólida Total	17,78	17,59	18,00	17,79
1	2018	Descarga de Nitrogênio total	11,91	9,04	9,15	10,03
1	2018	Descarga de Fósforo total	0,56	0,49	0,51	0,52
2	2018	Descarga Sólida Total	20,12	21,63	19,90	20,55
2	2018	Descarga de Nitrogênio total	18,25	18,96	19,07	18,76
2	2018	Descarga de Fósforo total	1,49	2,00	1,98	1,82
3	2018	Descarga Sólida Total	14,80	15,76	13,90	14,82
3	2018	Descarga de Nitrogênio total	20,02	18,03	19,27	19,11
3	2018	Descarga de Fósforo total	0,91	0,91	0,89	0,90
4	2018	Descarga Sólida Total	121,32	112,65	130,02	121,33
4	2018	Descarga de Nitrogênio total	16,12	16,50	14,82	15,81
4	2018	Descarga de Fósforo total	1,02	1,47	1,20	1,23
5	2018	Descarga Sólida Total	14,47	15,35	15,96	15,26
5	2018	Descarga de Nitrogênio total	12,50	10,26	13,74	12,17
5	2018	Descarga de Fósforo total	0,58	0,44	0,76	0,59
6	2018	Descarga Sólida Total	119,03	119,44	122,22	120,23
6	2018	Descarga de Nitrogênio total	20,39	18,23	18,09	18,90
6	2018	Descarga de Fósforo total	1,51	1,38	1,49	1,46
7	2018	Descarga Sólida Total	4,58	4,36	4,83	4,59
7	2018	Descarga de Nitrogênio total	16,57	14,78	16,54	15,96
7	2018	Descarga de Fósforo total	1,02	0,64	0,78	0,81
8	2018	Descarga Sólida Total	13,06	12,78	13,43	13,09
8	2018	Descarga de Nitrogênio total	14,41	14,15	21,10	16,55
8	2018	Descarga de Fósforo total	1,11	1,69	1,56	1,45
9	2018	Descarga Sólida Total	81,03	86,13	86,28	84,48
9	2018	Descarga de Nitrogênio total	16,46	17,15	18,46	17,81
9	2018	Descarga de Fósforo total	0,18	0,22	0,29	0,23
10	2018	Descarga Sólida Total	2,29	2,89	2,29	2,49
10	2018	Descarga de Nitrogênio total	34,02	25,96	33,37	31,12
10	2018	Descarga de Fósforo total	1,13	0,76	0,64	0,84
11	2018	Descarga Sólida Total	4,95	4,98	4,92	4,95
11	2018	Descarga de Nitrogênio total	12,09	18,21	17,13	15,81
11	2018	Descarga de Fósforo total	0,18	0,24	0,18	0,20