



ÍNDICE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA POPULACIONAL (IVCP): ESTUDO DE CASO EM MARICÁ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Bruna Pires dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Planejamento Energético.

Orientador: Marcos Aurélio
Vasconcelos Freitas

Rio de Janeiro
Setembro de 2024

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA POPULACIONAL (IVCP):
ESTUDO DE CASO EM MARICÁ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Bruna Pires dos Santos

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, COPPE, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Orientador: Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas

Aprovada por: Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas

Prof^a. Cleonice Puggian

Dra. Vânia Maria Lourenço Sanches

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

SETEMBRO DE 2024

Santos, Bruna Pires dos

Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional (IVCP): Estudo de Caso em Maricá no Estado do Rio De Janeiro / Bruna Pires dos Santos – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2024.

XI, 71 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas.

Dissertação (Mestrado) - UFRJ/COPPE/
Programa de Planejamento Energético, 2024.

Referências Bibliográficas: p. 57-64.

1. Vulnerabilidade Costeira. 2. Zona Costeira. 3. IVCP. 4. Maricá. I. Aurélio Vasconcelos Freitas, Marcos. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

Agradecimentos

Agradeço a todos que contribuíram para a realização desta dissertação em Planejamento Ambiental. Toda minha trajetória só teve êxito graças à ajuda e suporte que tive de todos na minha caminhada.

Destaco os agradecimentos especiais:

Ao Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais - IVIG, sou eternamente grata por todo apoio e incentivo. Ao programa PPE/COPPE e a todos os professores que me ensinaram e que contribuíram com essa dissertação. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa que me permitiu estudar.

A minha família, agradeço imensamente por todo o suporte, minha mãe Genilda, meu pai Cleides, minha irmã Gisele e meu cunhado Roberto, por serem minha base e meu alicerce nas horas mais difíceis. Ao meu parceiro, Davi Gabriel, por ser meu ponto de equilíbrio e me encorajar ao longo desse processo. Aos melhores amigos(as) Raquel, Jayane, João Pedro, Aisha, Antonio, Bruno, Natália e Andressa.

Aos meus colegas do PPE/COPPE, Rosangela e Severino, vocês são especiais para mim. Não teria chegado até aqui sem vocês.

Ao meu orientador, Prof. Titular Dr. Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas, agradeço a oportunidade, confiança e incentivo durante todo período de pesquisa no IVIG, sendo sempre uma inspiração como profissional e ser humano, obrigada por tudo. Agradeço a minha banca, Vânia Sanches, por ser essa supervisora de fibra e proativa, sempre me ensinando e auxiliando, e, a professora Cleonice Puggian, por ter aceito fazer parte de mais uma etapa da minha vida, obrigada por ser essa parceria. Por fim, a todos que fizeram parte da minha formação, registro minha sincera e eterna gratidão.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional (IVCP): Estudo de caso em Maricá no estado do Rio de Janeiro

Bruna Pires dos Santos

Setembro/2024

Orientadora: Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas

Programa: Planejamento Energético

Este estudo visa analisar a vulnerabilidade costeira do município de Maricá, no Estado do Rio de Janeiro, considerando o impacto das mudanças climáticas e a urbanização. A metodologia utilizada é quali-quantitativa, dividida em duas etapas: cálculo do IVCP e, entrevista e questionário. Para isso, foram empregadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento em Sistema de Informação Geográfica (SIG), permitindo a elaboração de mapas temáticos da vulnerabilidade costeira. A análise abrangeu o comportamento morfodinâmico da linha de praia entre Itaipuaçu e Ponta Negra, e incorporou projeções de elevações no nível médio do mar segundo cenários do IPCC, integrados ao Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) do USGS, sendo adaptado para o Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional (IVCP). O índice classifica o potencial de risco geológico de acordo com seis variáveis físicas e dinâmicas, entre estas: amplitude de maré, altura significativa de ondas, declividade da costa, geomorfologia, taxas de variação da linha de costa, variação do nível do mar e densidade demográfica definida pelo setor censitário. Os critérios do IVCP foram iguais aos adotados no IVC, classificando o risco em baixo, moderado, alto e muito alto.

Os resultados revelaram que a taxa de vulnerabilidade é maior nas regiões com densa ocupação urbana. Observou-se que áreas urbanizadas enfrentam recuo da linha de praia, enquanto regiões menos ocupadas experienciam ganho de sedimentos. A pesquisa também incluiu entrevista com os gestores da Secretaria de Meio Ambiente do município e questionário para residentes locais, a fim de compreender como funciona a gestão costeira de Maricá.

Com o exposto, o estudo propõe diretrizes norteadoras para um Plano de Desenvolvimento Urbano-Ambiental, enfatizando a necessidade de um gerenciamento costeiro integrado e a adaptação das infraestruturas. As diretrizes visam aumentar a resiliência das comunidades costeiras e promover a conservação dos ecossistemas locais. Este trabalho contribui significativamente para o planejamento ambiental, oferecendo uma análise detalhada dos desafios enfrentados e propondo soluções práticas para a gestão sustentável do litoral de Maricá.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

Coastal Population Vulnerability Index (IVCP): Case study in Maricá in the state of Rio de Janeiro

Bruna Pires dos Santos

September/2024

Advisors: Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas

Department: Energy Planning

This study aims to analyze the coastal vulnerability of the municipality of Maricá, in the State of Rio de Janeiro, considering the impacts of climate change and urbanization. The methodology used is qualitative-quantitative, divided into two stages: the calculation of the Coastal Vulnerability Index for the Population (CVIP) and interviews and questionnaires. Remote sensing and geoprocessing techniques in a Geographic Information System (GIS) were employed to create thematic maps of coastal vulnerability. The analysis covered the morphodynamic behavior of the shoreline between Itaipuaçu and Ponta Negra, incorporating projections of sea level rises according to IPCC scenarios, integrated with the Coastal Vulnerability Index (CVI) from the USGS, and adapted to the Coastal Vulnerability Index for the Population (CVIP). The index classifies geological risk potential based on six physical and dynamic variables: tidal range, significant wave height, coastal slope, geomorphology, shoreline change rates, sea level variation, and population density as defined by census sectors. The CVIP criteria were the same as those used in the CVI, classifying risk as low, moderate, high, and very high. The results revealed that vulnerability is higher in areas with dense urban occupation. Urbanized areas were found to experience shoreline retreat, while less populated regions experienced sediment accretion. The research also included interviews with officials from the municipality's Environmental Department and questionnaires for local residents to understand how coastal management in Maricá functions. In light of these findings, the study proposes guiding principles for an Urban-Environmental Development Plan, emphasizing the need for integrated coastal management and infrastructure adaptation. The guidelines aim to enhance the resilience of coastal communities and promote the conservation of local ecosystems. This work makes a significant contribution to environmental planning by providing a detailed analysis of the challenges faced and proposing practical solutions for sustainable coastal management in Maricá.

Lista de Siglas

AR6 - Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

CIRM - Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DRM - Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro

DSAS - Digital Shoreline Analysis System

GCI - Gerenciamento Costeiro Integrado

GEE - Emissão de Gases Efeito Estufa

GIGERCO - Grupo de Coordenação do Gerenciamento Costeiro

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IVC - Índice de Vulnerabilidade Costeira

IVCP - Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional

IVIG - Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais

LRR - Linear Regression Rate

MDE - Modelo Digital de Elevação

NMM - Nível Médio do Mar

PDI - Processamento Digital de Imagens

PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

PNMC - Plano Nacional sobre Mudança do Clima

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SRTM - Missão Topográfica de Radar Embarcado

SSP - Shared Socioeconomic Pathways

VRNM - Variação Relativa do Nível do Mar

Lista de Figuras

Figura 1 - Arranjo Institucional da Gestão Costeira no Brasil.	19
Figura 2 - Risco e vulnerabilidade às mudanças climáticas das grandes cidades da América Latina.	24
Figura 3 - Mapa de localização do município de Maricá.	25
Figura 4 - Mapa da compartimentação das praias do litoral de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil.	26
Figura 5 - Fluxograma da metodologia para obtenção do Índice de Vulnerabilidade Social Costeiro.	27
Figura 6 - Geomorfologia de Maricá.	31
Figura 7 - Mapa de declividade da Praia de Itaipuaçu a Ponta Negra.	32
Figura 8 - Foto da areia da praia de Itaipuaçu em Maricá - Rio de Janeiro, coordenada geográfica 23S 703996 E 7458411 S.	34
Figura 10 - Mapa dos distritos do município de Maricá.	39
Figura 9 - Foto da Pedra do Elefante (Granito Cassorotiba) em Maricá, coordenada geográfica 23S 703996 E 7458411 S.	42
Figura 10 - Densidade populacional (hab/km ²) do município de Maricá.	48
Figura 11 - Mapa de IVCP do município de Maricá do estado do Rio de Janeiro.	51
Figura 12 - Distância da residência dos participantes das praias.	52
Figura 13 - Frequência de visita ao litoral de Maricá.	52

Lista de Quadros

Quadro 1 - Legislação do Gerenciamento Costeiro no Brasileiro.	16
Quadro 2 - Sumário de índices de vulnerabilidade costeira, sua aplicação geográfica e as variáveis necessárias para a realização	27
Quadro 3 - Indicadores que compõem as três dimensões do IVS.	36
Quadro 4 - Classificação do Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional	44
Quadro 5 - Diretrizes norteadoras para o Plano de Desenvolvimento Urbano-Ambiental.	61

Sumário

Agradecimentos	4
Resumo	5
Abstract	6
Lista de Siglas	7
Lista de Figuras	8
Lista de Quadros	9
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivos	14
1.1.1. Objetivo Geral	14
1.1.2. Objetivos específicos	15
1.2. Justificativa	15
2. GERENCIAMENTO COSTEIRO NO BRASIL	17
2.1. Gerenciamento Costeiro	17
2.2. As projeções do IPCC para as Mudanças Climáticas Globais: A importância da Gestão Costeira na Agenda 2030	21
2.3. Vulnerabilidade Costeira	23
2.3.1. Área de estudo	25
2.3. Índices de Vulnerabilidades	27
3. ÍNDICE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA	31
3.1. Parâmetros físicos, dinâmicos e sociais	31
3.1.1. Variáveis físicas	31
3.1.2. Variáveis dinâmicas	36
3.1.2. Variáveis Sociais	36
3.2. Diagnóstico socioeconômico e ambiental	39
3.3. Avaliação dos Índices de Vulnerabilidade Costeira	43
4. METODOLOGIA	45
5. RESULTADOS	51
5.1. Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional	51
5.2. Questionário	52
5.3. Entrevista	59
5.4. Proposta de diretrizes para gestão costeira	63
6. DISCUSSÕES	66

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
Anexo A - Questionário	77
Anexo B – Entrevista com Gestores de Maricá	81

1. INTRODUÇÃO

As intervenções humanas nos litorais e as alterações nos regimes de ondas e ventos têm intensificado os danos às estruturas de engenharia permanentes (Hemer et al., 2012; Alves, 2023). Fernandes e Castro (2020) destacam que as zonas costeiras são caracterizadas por uma intensa dinâmica no transporte de sedimentos, resultante da interação entre ondas e ventos. Essa dinâmica é regida pela interação entre a biosfera, atmosfera, hidrosfera e litosfera, elementos essenciais para a conservação e equilíbrio dos ecossistemas (Santos, 2023).

O uso e a ocupação do solo são fatores cruciais a serem considerados nas análises de gerenciamento costeiro, pois estão associados aos interesses econômicos e à proteção dos recursos naturais. Essas atividades podem alterar os processos dinâmicos costeiros e provocar desastres ambientais, como a erosão e o acúmulo de sedimentos nas praias (Santos, 2023). O aumento da urbanização na região litorânea propicia o crescimento da exposição aos riscos geológicos e naturais oriundos de eventos como a erosão costeira, inundações marinhas e tempestades (Pendleton et al., 2010; Alcoforado, 2017; Gouveia Junior, 2022).

O município de Maricá está situado na região costeira do Estado do Rio de Janeiro e tem experimentado um desenvolvimento significativo nas últimas décadas. Esta expansão ocorreu em direção à linha de costa, resultando na ocupação da região litorânea por muitas casas e empreendimentos. Diante do cenário das mudanças climáticas globais, essa área tende a ser impactada de forma expressiva, conforme os estudos do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) realizados por Santos (2023), Osilieri (2020), Crespo (2023) e colaboradores, com base nas projeções do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Enquanto esses estudos focam predominantemente nos aspectos físicos e dinâmicos, autores como Lins de Barros (2005, 2010) também consideram aspectos socioambientais e econômicos. Atualmente, Maricá já enfrenta eventos de avanço do mar sobre as ruas, e as ondas cada vez maiores afetam a região.

O município é impactado por ondas de tempestades provenientes do sul/sudoeste, e as obras de engenharia e construções próximas ao litoral devem estar preparadas para o aumento do nível do mar (CPTEC-INPE, 2015; Santos, 2023).

O gerenciamento costeiro integrado é fundamental para a melhor gestão da área costeira no enfrentamento dessas problemáticas, pois incentiva e promove a mediação destes conflitos através de processos participativos, ou seja, que permitam que todos os envolvidos, direta e indiretamente, apresentem suas opiniões na busca de soluções mais adequadas e sustentáveis, em consonância com as políticas locais e regionais, e de acordo com a legislação vigente (ROCHA, 2007 *apud* CAMPOS *et al.*, 2003).

Vários estudos realizados na última década apontam para as variações na dinâmica das praias e destacam a necessidade de um gerenciamento costeiro integrado. A identificação de áreas vulneráveis, através de indicadores como taxa de erosão/acresção, declividade, geomorfologia, amplitude de maré, altura significativa de ondas, variação relativa do nível do mar e densidade demográfica é um primeiro passo fundamental. Para um gerenciamento eficaz, é preciso considerar a complexidade dos processos costeiros e a interação entre os diferentes fatores que influenciam a dinâmica costeira. A presente pesquisa visa reformular e detalhar os principais índices de vulnerabilidade para Maricá e criar diretrizes norteadoras para a implementação de um gerenciamento costeiro integrado, capaz de promover a resiliência das comunidades costeiras e a conservação dos ecossistemas.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar os índices de vulnerabilidade costeira para a elaboração de diretrizes norteadoras, visando auxiliar na consolidação de um Plano de Desenvolvimento Urbano-Ambiental do Gerenciamento Costeiro de Maricá.

1.1.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Levantamento bibliográfico acerca dos índices de vulnerabilidade costeira para o município de Maricá;
- Identificar e analisar os índices de vulnerabilidades relevantes para região;
- Elaborar diretrizes para o aprimoramento do gerenciamento costeiro a partir dos índices estudados, questionário com moradores da área e entrevista com os gestores.

1.2. Justificativa

O estudo do gerenciamento costeiro do município de Maricá focou na análise da vulnerabilidade costeira utilizando uma adaptação do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC). Essa abordagem considerou o comportamento da linha de costa do município e o histórico de ocupação e urbanização da cidade, além das percepções da população sobre a gestão costeira municipal. A relevância da pesquisa está na elaboração de diretrizes para o planejamento e mitigação dos impactos das mudanças climáticas na região, especialmente devido às intensas atividades antrópicas e às obras de engenharia no segmento litorâneo, que enfrentam processos de recuo da linha de costa provocados por ondas de tempestades potencializadas pela ação humana (Fernandes & Castro, 2020).

O objetivo é avaliar a vulnerabilidade costeira de Maricá, identificando os parâmetros mais relevantes do método IVC e os indicadores socioambientais regionais para melhorar o gerenciamento costeiro, adaptando a fórmula para o IVCP. A pesquisa empregou técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), resultando na elaboração de mapas temáticos, levantamento bibliográfico e estudo documental.

A análise abrange processos de erosão costeira em diferentes setores do arco praias de Maricá, a intensa urbanização nas últimas décadas, os

impactos socioambientais na região — incluindo turismo, pesca, lazer e economia — e o cenário de variabilidade climática conforme alertado pelo IPCC, que destaca a vulnerabilidade das regiões costeiras diante da expectativa de aumento do nível do mar.

Esses indicadores são essenciais para o gerenciamento e planejamento costeiro, considerando o aumento do nível do mar estabelecido pelo IPCC, a ocupação urbana e as alterações antrópicas. A metodologia utilizada é crucial para apoiar a tomada de decisões pelos órgãos públicos e gestores responsáveis pelas obras de infraestrutura costeira e pelas empresas privadas.

2. GERENCIAMENTO COSTEIRO NO BRASIL

2.1. Gerenciamento Costeiro

O gerenciamento costeiro, conforme definido pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), é um conjunto de ações que busca planejar e gerenciar as atividades socioeconômicas na zona costeira de forma descentralizada e participativa. Isso inclui medidas de controle, proteção, preservação, conservação e recuperação dos ecossistemas costeiros, com o objetivo de assegurar uma utilização sustentável (Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2019).

No Brasil, a zona costeira se estende por mais de 8.500 km, abrangendo 17 estados e mais de 400 municípios. Mais de um quarto da população do país, equivalente a 50,7 milhões de habitantes, vive nessas áreas costeiras (IBGE, 2011). O Governo Brasileiro tem historicamente dado atenção especial aos espaços costeiros, evidenciada pelo compromisso com o planejamento integrado dos recursos costeiros e do ecossistema. Em 16 de maio de 1988, foi criado e implementado o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) pela Lei 7.661, detalhado e operacionalizado pela Resolução nº 01/90 da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), aprovada após audiência do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (MMA, 2015).

A CIRM, por meio da Portaria Ministerial nº 0440, de 20 de dezembro de 1996, criou o Grupo de Coordenação do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Este grupo tem como objetivo promover a articulação das ações federais na zona costeira, a partir dos planos de ação federais. Durante esse período, houve um avanço significativo, incluindo o estabelecimento do zoneamento costeiro, o fortalecimento das equipes institucionais nos estados e o aumento do envolvimento de gestores e da população nas questões da zona costeira.

O PNGC tem sido amplamente revisado para enfrentar os impactos das mudanças climáticas globais, incorporando a experiência acumulada dos órgãos competentes e ajustando-se às novas demandas da sociedade. Os principais marcos legais para o gerenciamento costeiro no Brasil, destacados pelos documentos da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e

Desenvolvimento (RIO-92), incluem a "Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento" e a "Agenda 21" (MMA, 2015). A evolução da legislação relacionada à zona costeira no Brasil é descrita no Quadro 1, que apresenta os principais marcos legais ao longo dos anos.

Quadro 1 - Legislação do Gerenciamento Costeiro no Brasileiro.

Gerenciamento Costeiro no Brasil	
Lei	Assunto
Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.
Constituição Federal de 1988	Reconhece a Zona Costeira como Patrimônio Nacional
Resolução CIRM nº 01, de 21 de novembro de 1990	Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC).
Resolução CIRM nº 005, de 03 de dezembro de 1997	Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II), institui o GI-GERCO e define como competência do MMA a coordenação e implementação do PNGC.
Lei nº 9985, de 18 de julho de 1980	Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
Decreto nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004	Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.
Decreto nº 5.377, de 23 de fevereiro de 2005	Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM.

Fonte: Elaboração do autor.

A Zona Costeira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, caracterizado pela transição entre ambientes terrestres e marinhos.

Essa diversidade confere à zona costeira uma fragilidade que exige atenção especial do poder público, como evidenciado por sua inclusão na Constituição Federal brasileira como patrimônio nacional.

Aproximadamente 40% da população vive nessa região, e há uma tendência constante de aumento da concentração demográfica nas áreas costeiras (MCTIC). A saúde e o bem-estar das populações costeiras estão diretamente ligados às condições dos sistemas costeiros. Para garantir um desenvolvimento sustentável nas zonas costeiras, é essencial manter um meio marinho saudável e realizar um ordenamento territorial adequado. O gerenciamento desta região deve ser desenvolvido de forma cooperativa entre os diversos níveis e setores do governo, empresas e sociedade.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2015), o gerenciamento costeiro no Brasil deve adotar uma abordagem integrada e participativa. A gestão costeira integrada é fundamental para otimizar o licenciamento e controle ambiental, fornecendo subsídios para o planejamento, reduzindo conflitos de uso e promovendo a sinergia de recursos humanos, logísticos e financeiros. No entanto, a implementação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) enfrenta desafios devido à condução descentralizada e à falta de internalização do processo de gestão costeira nos estados. Além disso, a insuficiente participação da sociedade civil na elaboração e acompanhamento dos instrumentos de gestão costeira também representa um obstáculo.

A Resolução da CIRM nº 5, de 3 de dezembro de 1997, aprovou uma nova versão do PNGC (PNGC II), que visa estabelecer diretrizes para a continuidade das ações, consolidar os avanços adquiridos e viabilizar seu aprimoramento, mantendo a flexibilidade necessária para lidar com a diversidade de situações ao longo da extensa zona costeira brasileira.

Segundo Asmus et al. (2006) e Cavalcante et al. (2018), o gerenciamento costeiro integrado deve priorizar ações como o planejamento do uso e ocupação das áreas costeiras e oceânicas, a proteção ambiental, a promoção do desenvolvimento econômico, a resolução de conflitos, a segurança pública e o gerenciamento de áreas públicas. Observa-se uma abordagem mais integrada e

estratégica, que envolve a coordenação de múltiplos interesses e stakeholders para alcançar um desenvolvimento equilibrado e sustentável das áreas costeiras.

Grilli (2017) destaca que o Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI) busca aproximar o governo da sociedade civil, da ciência e da gestão para garantir os interesses públicos e privados. O objetivo é implementar ações que beneficiem todos os envolvidos, melhorando a qualidade de vida da população que depende dos recursos costeiros, sem prejudicar a fauna, a flora e os ecossistemas costeiros (GESAMP, 1996). O GCI visa integrar o conhecimento sobre vulnerabilidades e riscos, considerando a conexão entre crescimento urbano desordenado e desastres naturais (Lins de Barros, 2005 apud Clark, 1996). Assim, o gerenciamento costeiro deve ser visto como um processo contínuo que busca reduzir conflitos intersetoriais e promover uma sociedade sustentável. É um processo marcado pela experimentação e pelo aprimoramento constante das responsabilidades dos diversos atores envolvidos, como representado esquematicamente na Figura 1, que ilustra o arranjo institucional da gestão costeira no país.

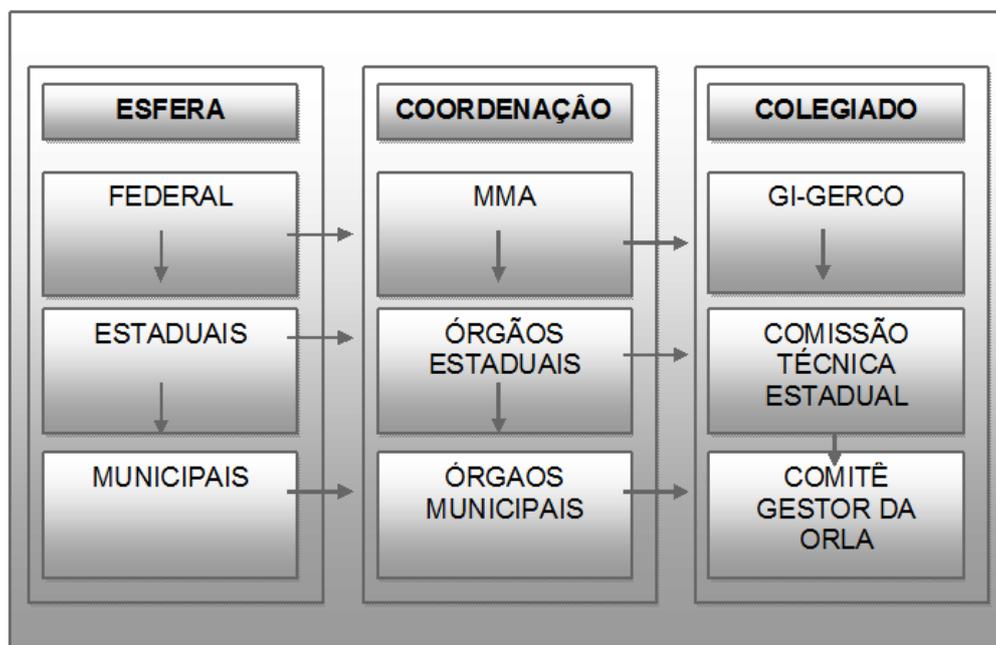


Figura 1 - Arranjo Institucional da Gestão Costeira no Brasil. Fonte: Matos, 2017 apud MMA (2016).

2.2. As projeções do IPCC para as Mudanças Climáticas Globais: A importância da Gestão Costeira na Agenda 2030

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) é uma organização científico-política criada em 1988 pela iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU Meio Ambiente) e da Organização Meteorológica Mundial (OMM). O IPCC faz um compilado das informações científicas produzidas por vários cientistas do mundo inteiro, autoridades nos assuntos abordados e produz relatórios, o último foi o sexto relatório AR6, 2021. Segundo o IPCC (1992), o crescimento das mudanças climáticas deve-se ao aumento da emissão de gases efeito estufa (GEE), responsáveis em excesso pelo aquecimento global que resultam em um planeta mais quente, com o derretimento das geleiras e propiciando o aumento do nível relativo do mar (Santos, 2023).

O IPCC (2019) aponta que os ecossistemas costeiros vegetados possuem a função de proteger a costa das tempestades e erosão, além disso, auxilia no amortecimento dos impactos do aumento do nível do mar. Ainda, revela que metade das áreas alagadas costeiras foram perdidas nos últimos 100 anos, devido às ações antrópicas localizadas, aumento do nível do mar, aquecimento e eventos climáticos extremos. Isso reforça a necessidade de preservação da vegetação endêmica, restinga e manguezais, o município de Maricá possui a APA de Maricá que cumpre uma função crucial na preservação da região.

As projeções modeladas de elevação média global do nível do mar pelos cenários propostos pelo IPCC é de 8 mm / ano até o ano de 2100, considerando um nível moderado e de aquecimento de 1,5 a 2°C. Isso poderá acarretar erosão severa em quase toda orla do município, provocando perdas e danos patrimoniais. Neste viés, a gestão costeira integrada não só aborda a proteção e conservação ambiental, mas também busca promover um desenvolvimento sustentável que considere os aspectos econômicos e sociais das comunidades costeiras.

A implementação eficaz de estratégias de gerenciamento costeiro requer uma abordagem holística que envolva todos os stakeholders, incluindo governos,

empresas, organizações não governamentais e a comunidade local. A integração das políticas de gestão costeira com outras áreas de planejamento, como o uso do solo e o desenvolvimento urbano, é essencial para garantir a coesão entre os objetivos de conservação e as necessidades econômicas das regiões costeiras. O envolvimento ativo da comunidade local é crucial, pois promove a adesão às políticas e assegura que as estratégias de gestão sejam adaptadas às realidades e necessidades específicas das áreas costeiras.

Além disso, a inovação tecnológica e científica desempenha um papel fundamental no aprimoramento das práticas de gestão costeira. O uso de tecnologias avançadas, como sensoriamento remoto e modelagem digital, pode fornecer dados precisos e em tempo real, facilitando a tomada de decisões informadas e a implementação de medidas de mitigação eficazes. A colaboração entre pesquisadores, gestores e desenvolvedores tecnológicos é vital para avançar no conhecimento sobre os impactos das mudanças climáticas e na elaboração de soluções práticas para os desafios costeiros.

O monitoramento contínuo das condições costeiras e a avaliação periódica das estratégias de gestão são indispensáveis para ajustar as políticas e práticas conforme necessário. A adaptação às mudanças climáticas e a resiliência das comunidades costeiras dependem de uma capacidade de resposta rápida e flexível diante dos novos desafios e oportunidades que surgem.

A gestão costeira está profundamente ligada à Agenda 2030 da ONU, particularmente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14, que visa conservar e usar de forma sustentável os oceanos, os mares e os recursos marinhos. Este objetivo está diretamente relacionado à proteção e restauração de ecossistemas costeiros e marinhos, como recifes de corais, manguezais e pradarias marinhas, que são essenciais para a biodiversidade e o equilíbrio dos oceanos. A gestão costeira também se concentra na redução da poluição marinha, incluindo resíduos plásticos e produtos químicos, que é uma meta importante do ODS 14.

Portanto, a gestão costeira integrada, apoiada por políticas eficazes, colaboração multi-institucional e inovação tecnológica, é fundamental para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir um futuro

sustentável para as regiões costeiras. A busca por soluções equilibradas e sustentáveis deve continuar a ser uma prioridade, com o objetivo de proteger e conservar os ecossistemas costeiros, promover o bem-estar das comunidades locais e assegurar a utilização sustentável dos recursos marinhos.

2.3. Vulnerabilidade Costeira

A vulnerabilidade costeira refere-se à susceptibilidade das áreas costeiras a sofrer impactos negativos devido a eventos naturais, como tempestades, erosão, elevação do nível do mar e mudanças climáticas (PBMC, 2016). Cardona (2004), define como a predisposição ou susceptibilidade física, econômica, política ou social que tem uma comunidade de ser afetada ou de sofrer danos, caso um fenômeno desestabilizador de origem natural ou antrópico se manifeste.

Para Valverde (2017), na literatura científica, há diversos conceitos sobre vulnerabilidade aplicados às mais diversas ciências como a geografia, demografia, sociologia, psicologia, entre outras. No país, o conceito de vulnerabilidade é amplamente discutido e estudado, sobretudo na geografia e na demografia, com foco nas populações em situações de risco.

A vulnerabilidade costeira é influenciada por diversos fatores, como a geomorfologia da região, a taxa de variação da linha de costa, a inclinação da faixa costeira, a altura das ondas, a amplitude das marés, a urbanização das áreas costeiras e os empreendimentos construídos. A avaliação dessa vulnerabilidade é essencial para compreender e mitigar os riscos associados a eventos climáticos extremos. Além disso, é fundamental para promover o planejamento adequado do uso do solo e a gestão costeira (LINS DE BARROS, 2010; MMA, 2015).

De acordo com o IPCC (2007), o conceito de vulnerabilidade abrange três componentes principais: a exposição física das áreas costeiras (E), a sensibilidade das comunidades e ecossistemas locais aos impactos (S), e a capacidade de adaptação (CA) dessas comunidades frente aos desafios. Este conceito pode ser descrito matematicamente pela fórmula abaixo, que resulta no Índice de Risco Climático para um perigo específico (IRCx).

$$\text{IRC}_x = \frac{E * S}{CA}$$

Associado à vulnerabilidade, o conceito de risco refere-se à probabilidade de um evento adverso ocorrer e causar danos ou prejuízos. No contexto da erosão costeira, o risco está relacionado à possibilidade de que processos erosivos afetem negativamente as áreas costeiras. Esses processos podem causar danos significativos às construções, infraestruturas e ao ambiente natural. A avaliação do risco é fundamental para identificar áreas vulneráveis e adotar medidas preventivas que reduzam a probabilidade de danos.

Por outro lado, o dano é o resultado negativo de um evento adverso e pode incluir a destruição de construções, a desvalorização imobiliária, a perda de infraestruturas e os impactos ambientais, entre outros prejuízos (PBMC, 2016). Enquanto o risco é uma medida da probabilidade de que algo ruim aconteça, o dano representa os efeitos reais e tangíveis desse evento adverso.

A vulnerabilidade na zona costeira refere-se ao grau de suscetibilidade dessas áreas aos impactos adversos, especialmente os relacionados às mudanças climáticas. Diversos fatores influenciam essas vulnerabilidades, incluindo riscos naturais, sociais e de infraestrutura. As regiões costeiras estão expostas a eventos climáticos extremos, como furacões e tempestades, que podem causar erosão, inundações e outros danos ambientais (PBMC, 2016).

Além dos riscos naturais, as populações que vivem nessas áreas podem enfrentar desafios sociais significativos. Isso é particularmente verdadeiro para comunidades densamente povoadas e socialmente desfavorecidas. De acordo com o IBGE (2014), no Brasil, destacam-se alguns grandes centros urbanos com populações superiores a milhões de habitantes. Entre as 10 maiores cidades do país, 5 estão localizadas no litoral ou são influenciadas pelo mar. A Figura 2 ilustra a relação entre essas grandes cidades e o nível de risco associado à variabilidade climática.

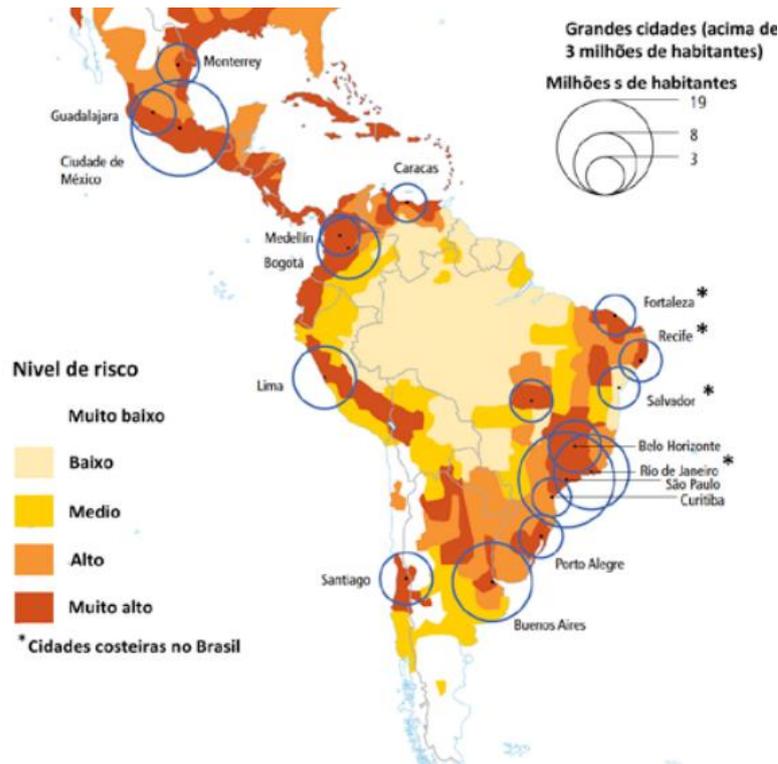


Figura 2 - Risco e vulnerabilidade às mudanças climáticas das grandes cidades da América Latina. Fonte: PBMC, 2016.

A análise da vulnerabilidade costeira é essencial para a tomada de decisões políticas e para a implementação de ações de mitigação e adaptação. Isso inclui a identificação das áreas mais vulneráveis e a priorização de ações governamentais para reduzir os riscos e proteger tanto o meio ambiente quanto a população residente. Essa abordagem integrada é fundamental para garantir a resiliência das zonas costeiras frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas (Aguiar & Ervatti, 2020).

2.3.1. Área de estudo

A cidade de Maricá está situada na Região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro (Figura 3), localiza-se na porção da Grande Niterói, conhecida também como Leste Metropolitano. O seu território tem cerca de 361,53 km², dividido em quatro distritos, sendo eles: Maricá (sede), Ponta Negra, Inoã e Itaipuaçu (IBGE, 2022). O município está situado na coordenada geográfica de Latitude: 22° 55' 9" Sul, Longitude: 42° 49' 6" Oeste. O acesso para o município pode se dar pela RJ-106 , que liga o município às cidades de Niterói, São

Gonçalo e Saquarema, ou pela RJ-114, que faz a conexão com o município de Itaboraí e as rodovias RJ-104 e BR-101 (Santos, 2023).

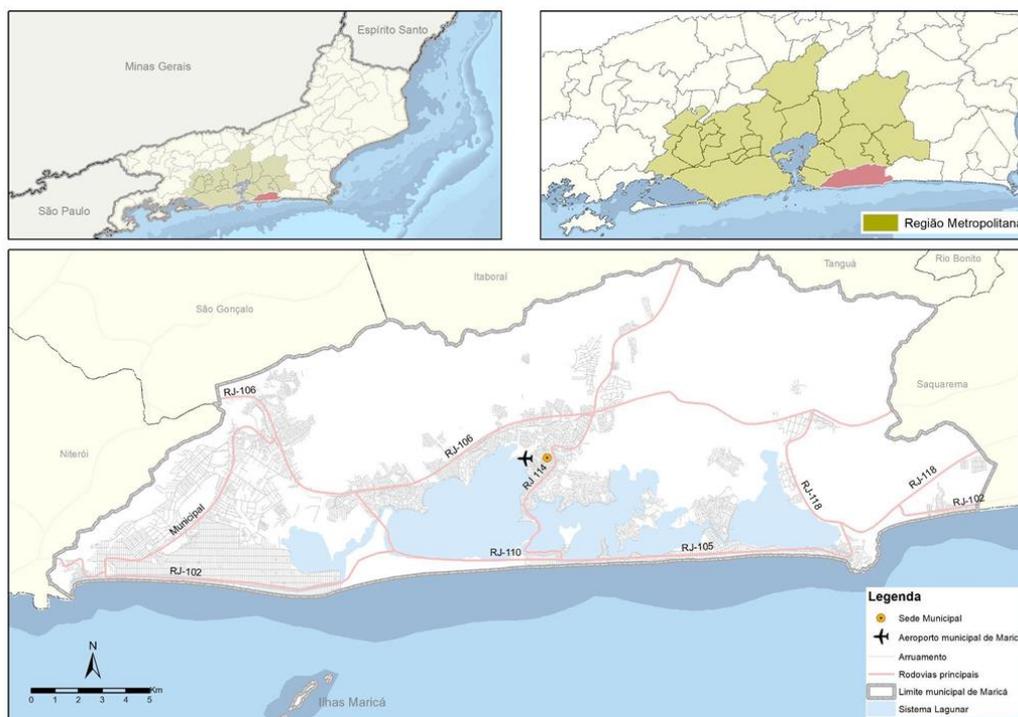


Figura 3 - Mapa de localização do município de Maricá. Fonte: Elaborada pelo IVIG, 2023.

Para Lins-de-Barros (2005), o litoral do município de Maricá serve de exemplo dos impactos envolvendo ocupação urbana das orlas e vulnerabilidade física à erosão costeira. A falta de um planejamento considerando os limites de proteção da orla adequados gerou uma ocupação desordenada ao longo de quase toda linha de praia, com construções posicionadas próximas ao perfil ativo da praia.

O município de Maricá é conhecido pelas suas atividades de exploração de bens minerais, construção civil, artesanato, pesca e turismo. A cidade possui 46 km de praias, seis lagoas, canais, ilhas, rios, cachoeiras e trilhas. O litoral de Maricá que foi pesquisado neste trabalho é a linha de praia compartimentada nas praias de: Itaipuaçu, Francês, APA de Maricá, Barra de Maricá, Guaratiba e Ponta Negra. A área de estudo caracteriza-se por uma linha de costa relativamente retilínea, situada entre a praia de Itaipuaçu à praia de Ponta Negra (Figura 4).



Figura 4 - Mapa da compartimentação das praias do litoral de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. Fonte: Elaborado pela autora.

2.3. Índices de Vulnerabilidades

O conceito de índice de vulnerabilidade surgiu da necessidade de compreender e quantificar a suscetibilidade de populações, sistemas e regiões a diversos tipos de riscos. Essa necessidade se tornou mais evidente com o aumento da ocorrência de desastres naturais, mudanças climáticas, crises econômicas e outros eventos que afetam negativamente as sociedades.

Índices de vulnerabilidade são medidas quantitativas que avaliam a suscetibilidade de um sistema, comunidade ou região a diferentes tipos de riscos e ameaças. Esses índices são utilizados para identificar áreas ou grupos mais propensos a sofrer impactos adversos devido a fatores como desastres naturais, mudanças climáticas, pobreza e condições de saúde, entre outros (Turner, 2003; Ager, 2006; IPCC, 2007).

Na literatura, vários índices de vulnerabilidade são descritos para avaliar diferentes aspectos da suscetibilidade a riscos. O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), por exemplo, mede a capacidade de uma população de resistir e se recuperar de desastres naturais. Esse índice leva em consideração fatores como renda, educação, idade e condições de moradia (Abreu, 2024).

Outro índice é o Índice de Vulnerabilidade a Desastres Naturais (IVDN), que calcula a probabilidade de uma área ser afetada por eventos como terremotos, inundações e furacões. Este índice considera tanto a exposição a esses desastres quanto a resiliência das infraestruturas e da população

(Andrade, 2017).

Por fim, o Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC), que é o foco da pesquisa desenvolvida, é uma metodologia que utiliza uma fórmula analítica obtida pela média aritmética de dois grupos de variáveis: variáveis físicas e dinâmicas (Gornitz et al., 1991, 1994; Thieler & Hammar-Klose, 1999).

O cálculo do índice de vulnerabilidade para o IVC exclui originalmente as variáveis socioeconômicas, demográficas, além das climatológicas de extremos de chuva, o que resulta em uma limitação da metodologia, por não englobar parâmetros essenciais para um detalhamento melhor e que englobam a influência antrópica direta sobre os ecossistemas costeiros. Lima & Bonetti (2019), em seu trabalho trazem à luz uma discussão e adaptação do IVC para o Índice de Vulnerabilidade Social Costeira (IVSC) - Figura 5, considerando quatro variáveis: renda, densidade populacional, gênero e idade.

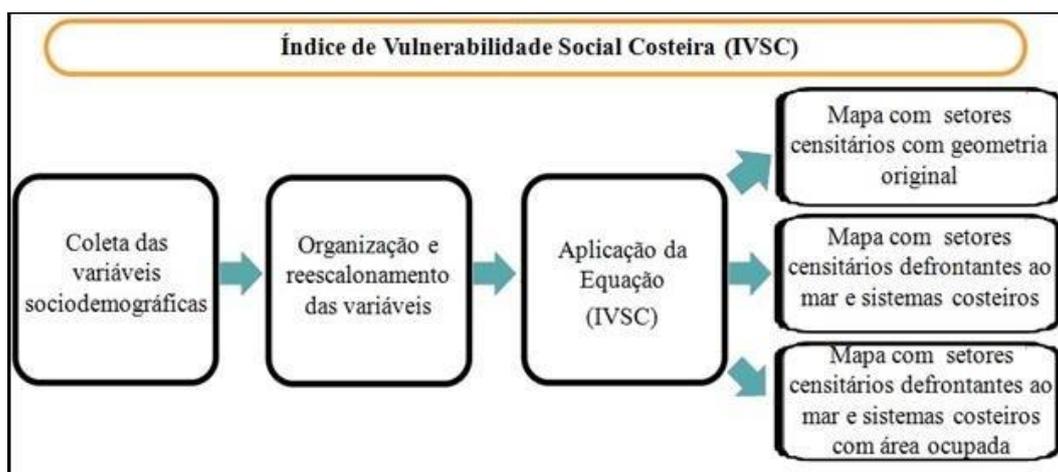


Figura 5 - Fluxograma da metodologia para obtenção do Índice de Vulnerabilidade Social Costeiro. Fonte: Lima & Bonetti, 2019.

Osilieri (2016) destaca a importância de criar um índice específico para cada local de estudo, pois os critérios considerados são amplos e incluem tanto características físicas e dinâmicas quanto aspectos sociais, ambientais e econômicos. O Quadro 2 apresenta um panorama dos tipos de índices e das variáveis consideradas ao longo da história.

Klein e Nicholls (1999) ressaltam a necessidade de compreender previamente como o ambiente natural se comporta frente ao aumento do nível do mar, incluindo a resiliência e a resistência, para então avaliar os efeitos das

mudanças sobre a situação socioeconômica local. A resiliência e a resistência de um ambiente costeiro podem ser influenciados pela atividade humana, que pode potencializar ou reduzir a capacidade da área de resistir ou se recuperar de mudanças. Em contraste, a suscetibilidade é independente das ações antrópicas. No que se refere aos aspectos socioeconômicos, o quadro expõe como a capacidade da sociedade de lidar com ou evitar impactos provocados por mudanças naturais pode ser agravada ou atenuada pela atividade humana.

Quadro 2 - Sumário de índices de vulnerabilidade costeira, sua aplicação geográfica e as variáveis necessárias para a realização

Índice	Aplicação geográfica	Variáveis consideradas	Referência
Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC)	Estados Unidos	Recife, tipo de rochas, morfologia do terreno, mudança do nível do mar, variação da linha de costa, amplitude de maré e altura máxima das ondas.	Gornitz & Kanciruk (1989), Gornitz (1991), Gornitz et al., (1991).
Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC)	Estados Unidos	Geomorfologia, variação da linha de costa, declividade da costa, mudança do nível relativo do mar, altura média das ondas e variação média da maré.	Thieler & Hammar-Kolose (2000) e outras publicações do USGS.
Índice de Vulnerabilidade Costeira e Social (IVCSO)	Estados Unidos	Análise de componentes principais de dados sociais derivados do Censo.	Boruffet al. (2005)
Cálculo da Vulnerabilidade Costeira (IVC)	Estados Unidos	Combinação entre o IVC e o IVSo	Boruffet al. (2005)
Índice de Sensibilidade (IS)	Canadá	Recife, tipo de rochas, morfologia do terreno, mudança do nível do mar, variação de linha de costa, amplitude de maré e altura máxima das ondas.	Shaw et al. (1998)
Índice de risco à erosão.	Canadá	Variáveis do IS, exposição da costa, nível da água em tempestades, declividade.	Forbes et al., (2003)
Matriz de risco	África do Sul	Localização, infraestrutura (valor econômico), risco.	Hughes & Brundrit (1992)

Índice de Capacidade Sustentável (ICS)	Pacífico Sul	Vulnerabilidade e resiliência natural, cultural, institucional, infraestrutura, econômica e humana.	Yamada et al., (2005).
Índice de Sensibilidade	Irlanda	Declividade da face de praia, características costeiras, estruturas costeiras, acesso e uso do solo.	Carter (1990)
Índice de Vulnerabilidade	Reino Unido	Frequência de eventos extremos, tempo de recuperação.	Pethick & Crooks (2000)

Fonte: Osilieri, 2016 apud Abuodha & Woodroffe, 2006.

3. ÍNDICE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA

O Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) é uma metodologia que propõe monitorar os impactos da erosão costeira através da análise de variáveis físicas e dinâmicas de um determinado segmento de linha de costa. As variáveis físicas incluem geomorfologia, declividade e taxas de erosão/acreção da linha de costa, enquanto as variáveis dinâmicas envolvem a amplitude de maré, altura significativa de onda e variação relativa do nível do mar (Thieler & Hammar-Klose, 1999; Gouvea Junior, 2020; Fernandes & Castro, 2022).

Essas variáveis são representadas numericamente em intervalos de vulnerabilidade, classificados de muito baixa a muito alta, permitindo a identificação de áreas com diferentes níveis de risco geológico. O IVC foi utilizado no estudo do litoral de Maricá, para avaliar e mapear as áreas de vulnerabilidade ao longo do segmento litorâneo, contribuindo para a compreensão e gestão dos processos costeiros.

3.1. Parâmetros físicos, dinâmicos e sociais

Os parâmetros físicos e dinâmicos são analisados e produzidos a partir das variáveis descritas e dos dados de Santos (2023), dando continuidade nas análises socioeconômicas e ambientais. As variáveis estudadas e aqui descritas seguem a literatura recente técnica já validada, destacando assim os trabalhos mais atuais que trazem originalmente a base do cálculo do IVC em sua estrutura de análise.

3.1.1. Variáveis físicas

As variáveis físicas, como a geomorfologia, declividade e taxas de erosão/acreção da linha de costa, são essenciais para a análise da vulnerabilidade costeira. Estes fatores têm sido amplamente estudados e possuem dados bem definidos em pesquisas de autores como Santos (2023), Crespo (2023), Osilieri (2016) e Lins-de-Barros (2005). A geomorfologia é particularmente importante para determinar o tipo de ambiente que está sendo ocupado e a exposição a possíveis vulnerabilidades. Crespo (2023), na Figura

6, ilustra a geomorfologia da área estudada, destacando as principais feições a serem analisadas.

Entre essas feições estão as barreiras arenosas costeiras, também conhecidas como cordões arenosos ou litorâneos. Estas formações são criadas pelo acúmulo de sedimentos paralelos à linha de costa, que se elevam acima do nível da maré, depositados pela ação das ondas e dos ventos. O termo "barreira" reflete seu papel crucial na proteção do continente contra o aumento do nível do mar e tempestades (Rodrigues, 2023, apud Davis Jr.; Fitzgerald, 2004; Shroder, 2013).

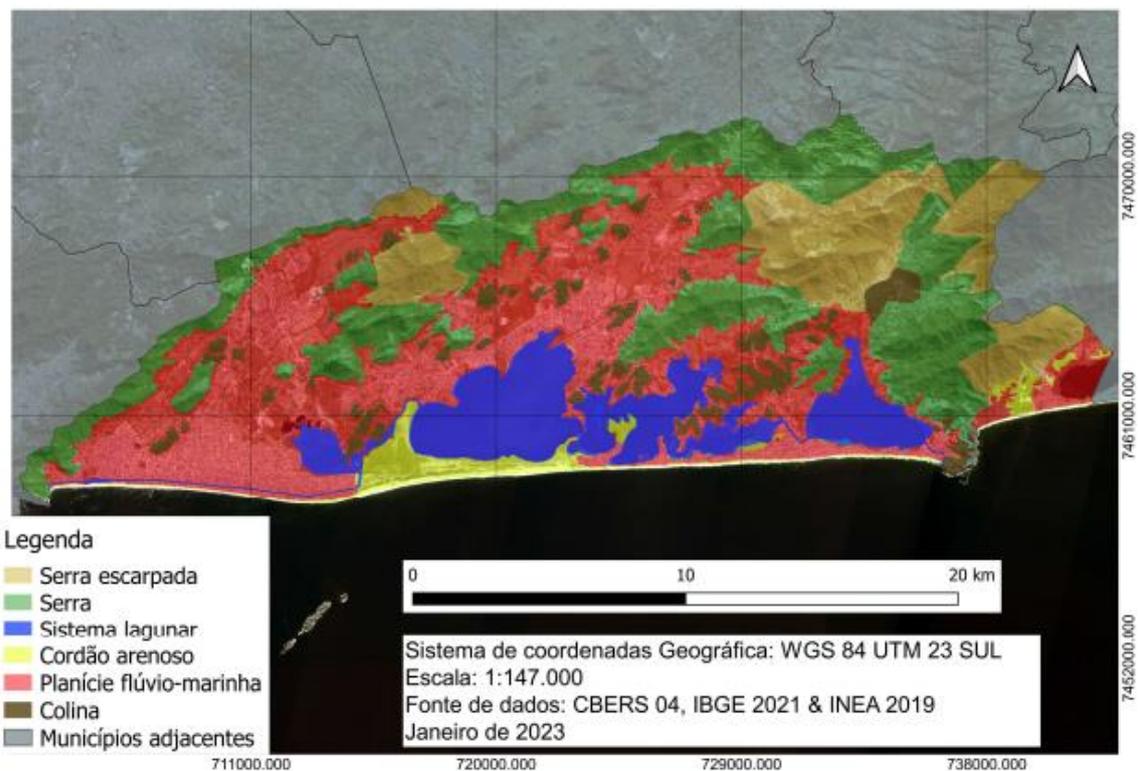


Figura 6 - Geomorfologia de Maricá. Fonte: Crespo, 2023.

Segundo Osilieri (2016), os domínios geológicos que predominam na região são rochas cristalinas e cobertura sedimentar cenozóica. Sendo a cobertura cenozóica de origem continental (Grupo Barreiras) e sedimentos costeiros/marinhos formados por praias, deltas, estuários, cordões litorâneos, dunas, lagunas, lagoas, beachrocks e pântanos (Santo, 2023 apud Castro *et al.*, 2014). O município de Maricá é caracterizado por um relevo de cordões litorâneos, lagunas, praias arenosas circundadas por rochas do embasamento

cristalino.

Castro et al., (2021), descreve que a paisagem atual foi controlada pelas variações do nível médio do mar (VRMM) que foram influenciadas por eventos transgressivos e regressivos. Esses eventos geológicos têm desempenhado um papel crucial na formação e modificação do relevo costeiro da região.

A variável da declividade é trata-se da inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal e tem uma relação com o aumento do nível do mar, quanto maior a declividade menor será a vulnerabilidade e a resistência da praia em resistir às ondas, no mapa abaixo da Figura 7, representa o mapa da declividade do litoral de Maricá da praia de Itaipuaçu a Ponta Negra.

O mapa destaca as áreas de menor declividade em vermelho e as de maior declividade em outras cores. Santos (2023) revelou, por meio de geoprocessamento, que a declividade varia de 0% a 8% em Itaipuaçu. A maior declividade é associada à granulometria grossa dos sedimentos. Em direção à Ponta Negra, a declividade diminui gradativamente, refletindo a presença de areias de granulometria média (Muehe, 1989; Crespo, 2023).

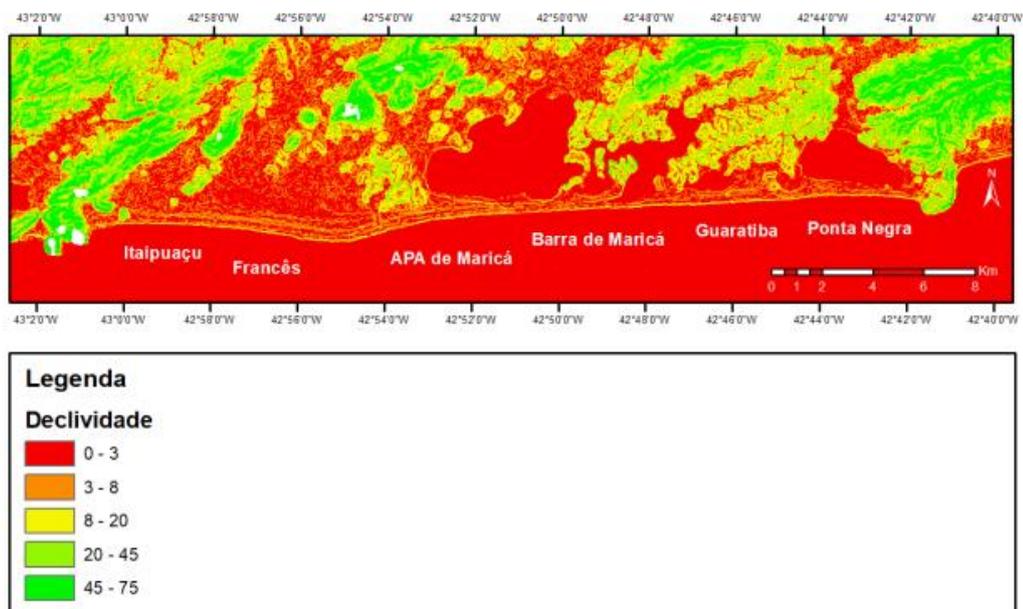


Figura 7 - Mapa de declividade da Praia de Itaipuaçu a Ponta Negra. Fonte: Santos, 2023.

Cabe ressaltar que a área estudada apresenta uma grande variação de

granulometria. Na porção oeste, em Itaipuaçu, são encontradas areias muito grossas, com sedimentos de tamanho entre 2 e 4 mm, classificados como grânulos pela Escala de Wentworth (Figura 8).

Em Santos (2023), a declividade da costa foi obtida através de Modelo Digital de Elevação (MDE) com o Missão Topográfica de Radar Embarcado (SRTM). O cálculo foi realizado conforme o critério de classificação do IVC - USGS.

Para esse cálculo, foi considerado como parâmetro a faixa de inclinação da linha de costa até a faixa de praia para construir dados altimétricos do MDE – SRTM. A ferramenta utilizada foi a ‘slope’ do software ArcGIS 10.5.1, a fim de criar o mapa de declividade. Posteriormente, a ferramenta ‘reclassify’ foi aplicada com o objetivo de identificar e classificar o segmento litorâneo de menor ou maior declividade na área costeira.



Figura 8 - Foto da areia da praia de Itaipuaçu em Maricá - Rio de Janeiro, coordenada geográfica 23S 703996 E 7458411 S. Fonte: Autoria própria, 27 de Julho de 2024.

As taxas de erosão/acreção da linha de costa referem-se às mudanças que ocorrem na posição da linha costeira ao longo do tempo, como resultado de processos naturais e atividades humanas. A erosão costeira é a perda de sedimentos ao longo da costa devido à ação das ondas, correntes, marés e tempestades, enquanto a acreção é o ganho de sedimentos (Martins, 2004).

Gouvea Junior (2020), Santos e Crespo (2023) utilizaram a ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) para calcular as taxas de erosão e acreção no cálculo do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC). Esse processo envolveu a análise de imagens digitais por meio de pré-processamento e

processamento, incluindo georreferenciamento e a delimitação da posição da linha de costa entre 1976 e 2022.

Para as variáveis físicas da região, foram realizadas diversas análises. Com o auxílio do geoprocessamento, é possível gerar resultados precisos que contribuem para o aprimoramento e a identificação da vulnerabilidade costeira.

3.1.2. Variáveis dinâmicas

A amplitude de maré pode ser definida como a diferença vertical entre o nível atingido pela maior das marés cheias e a menor das marés vazias (Dandolini, 2000). A altura significativa de ondas é uma medida estatística usada em oceanografia e engenharia costeira para descrever a altura média das maiores ondas em uma área do mar ou oceano. Através do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) foi possível obter as variáveis Amplitude de Maré e também a Altura Significativa de Ondas, pelo Marégrafo Estação Ponto do Forno 1975 – 2020 e dos Ondógrafos Bacia de Campos 1963 - 1999.

Em Santos (2023), para as variáveis dinâmicas e na presente pesquisa, fora definido o grau 5 de vulnerabilidade para as três variáveis, adotando o critério do IVC, sendo os dados de amplitude de maré de 0,85 m, altura significativa de ondas de 1,5 m de acordo com Fernandes & Castro (2020) e, por fim, 8 mm/ ano para a variação relativa do nível do mar. As projeções para a variação relativa do nível do mar foram consideradas a partir do Shared Socioeconomic Pathways (SSPs) proposto no AR6, último relatório do IPCC.

3.1.2. Variáveis Sociais

Em Lima e Bonetti (2019), como já descrito acima, consideram as variáveis de renda, densidade populacional, gênero e idade para o cálculo do IVCS. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2015) considera as variáveis associadas ao IVS de infraestrutura urbana, IVS capital humano e IVS renda e trabalho, que consideram nesses índices um grande conjunto de variáveis, quadro 3.

A densidade demográfica é uma variável crucial ao abordar questões de

vulnerabilidade costeira e social. Definida como o número médio de habitantes por quilômetros quadrados (hab./km²), a densidade demográfica refere-se à quantidade de pessoas em relação a uma unidade de área, os chamados setores censitários¹. Áreas com alta densidade populacional podem enfrentar impactos sociais, ambientais e econômicos significativos, incluindo maiores riscos de degradação ambiental, criminalidade e sobrecarga da infraestrutura (Santos et al., 2018).

Uma alta densidade demográfica em zonas costeiras pode acarretar diversos impactos negativos. Entre eles, destacam-se a degradação ambiental, que inclui a poluição de oceanos, rios e manguezais, a destruição de ecossistemas costeiros, como manguezais e recifes de corais, e a erosão costeira resultante da construção de infraestrutura. Além disso, a pressão sobre os recursos naturais pode levar à escassez de água potável e à sobrepesca, provocando o declínio das populações de peixes. Problemas de infraestrutura também são comuns, como o saneamento básico insuficiente para a população crescente, o que pode resultar em problemas de saúde pública, e o aumento do tráfego que causa congestionamentos e poluição do ar. A vulnerabilidade a desastres naturais, como inundações, tempestades e tsunamis, é maior em zonas costeiras densamente povoadas, podendo causar danos devastadores à população e à infraestrutura.

Por outro lado, uma alta densidade demográfica também pode gerar impactos positivos. Zonas costeiras densamente povoadas podem se tornar importantes destinos turísticos, promovendo o desenvolvimento econômico local por meio da geração de empregos e renda. Além disso, a concentração populacional pode impulsionar o crescimento do comércio e da indústria, beneficiando o desenvolvimento econômico regional. A necessidade de atender a uma população crescente pode levar a investimentos em infraestrutura, como estradas, portos, hospitais e escolas, e a oferta de serviços públicos mais eficientes e acessíveis, como transporte público, saneamento e saúde.

¹ O setor censitário é a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador (Censo 2010, IBGE).

Para mitigar os impactos negativos e maximizar os benefícios positivos, é crucial implementar um planejamento urbano sustentável. Esse planejamento deve considerar a capacidade de carga ambiental, a resiliência a desastres naturais e a qualidade de vida dos residentes. Políticas de conservação ambiental, gestão de recursos e desenvolvimento de infraestrutura sustentável são essenciais para equilibrar os efeitos da alta densidade demográfica nas zonas costeiras.

Quadro 3 - Indicadores que compõem as três dimensões do IVS.

IVS	
IVS infraestrutura urbana	Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgoto sanitário inadequados diariamente do trabalho.
	Porcentagem da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo.
	Porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda <i>per capita</i> inferior a meio salário-mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam
IVS capital humano	Mortalidade até um ano de idade.
	Porcentagem de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola.
	Porcentagem de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola.
	Porcentagem de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos.
	Porcentagem de mães chefes de família sem o ensino fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mulheres chefes de família.
	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade.
	Porcentagem de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem ensino fundamental completo.
	Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a meio salário-mínimo, na população total dessa faixa etária.
IVS renda e trabalho	Proporção de pessoas com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a meio salário-mínimo.
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais idade.
	Porcentagem de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal.
	Porcentagem de pessoas em domicílios com renda <i>per capita</i> inferior a meio salário-mínimo e dependentes de idosos.
	Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade.

Fonte: IPEA, 2015.

3.2. Diagnóstico socioeconômico e ambiental

Maricá tem experimentado um crescimento populacional significativo, reflexo de sua proximidade com a capital do estado e das melhorias nas condições de infraestrutura e transporte. Segundo o Censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população de Maricá era de 197.300 moradores, o que representa um crescimento de 54,8% em relação ao Censo de 2010, que registrou 127.461 moradores. Essa expansão populacional

não apenas indica um potencial de desenvolvimento econômico, mas também coloca pressão sobre os recursos naturais e a infraestrutura local.

A economia de Maricá é diversificada, destacando-se os setores de serviços, comércio e construção civil. A cidade também se beneficia da produção de petróleo e gás, com parte de sua receita originada dos royalties dessas atividades. No entanto, o turismo se revela um setor estratégico, especialmente em sua área costeira, atraindo visitantes em busca de suas belas praias, como Ponta Negra, Itaipuaçu e Jaconé.

O município de Maricá atualmente é dividido em quatro distritos: Maricá (sede), Inoã, Ponta Negra e Itaipuaçu (Figura 10). Dados do Censo de 2010 do IBGE indicam que cerca de 98% do território apresenta uma dinâmica demográfica urbana, denotando um elevado grau de urbanização. A inauguração da Ponte Rio-Niterói na década de 1970 facilitou o acesso à região a partir do Rio de Janeiro. Já nos anos 1990, a duplicação da RJ-106 contribuiu para um novo aumento da urbanização. A construção da RJ-102, que contorna a orla do município, também favoreceu o crescimento urbano.

Esse cenário de crescimento e desenvolvimento é impulsionado pelo crescente interesse imobiliário nas áreas litorâneas. A beleza cênica dos costões e das praias tem atraído a população para as faixas costeiras, promovendo uma ocupação crescente e intensificando o desenvolvimento imobiliário na região.

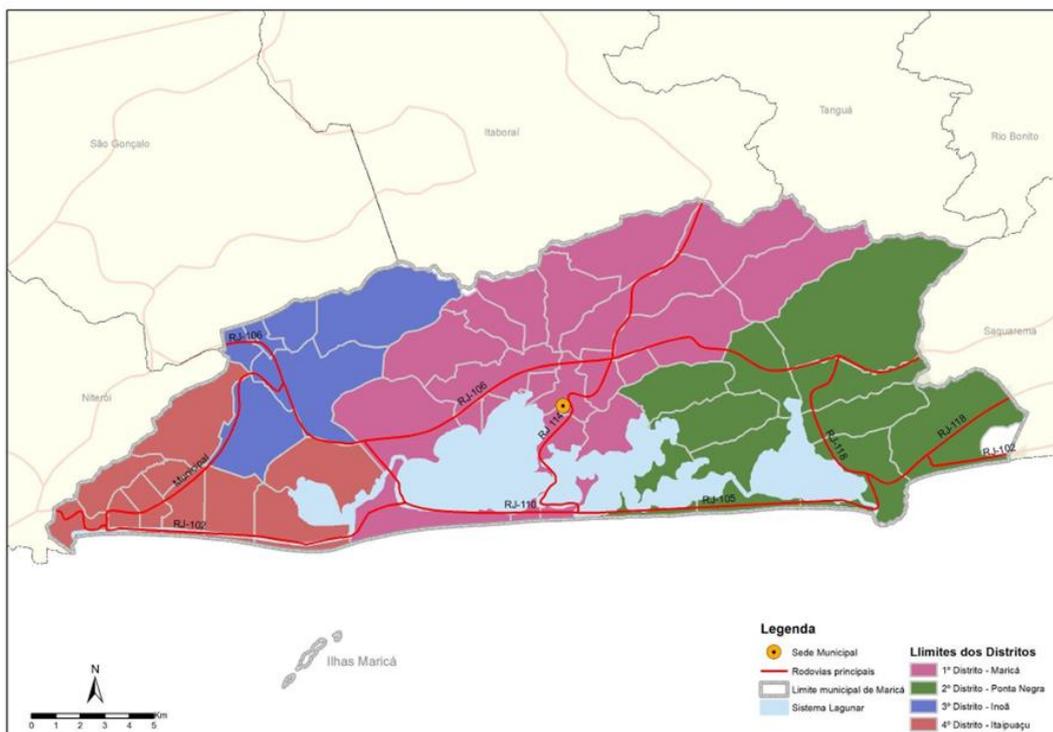


Figura 10 - Mapa dos distritos do município de Maricá. Fonte: IVIG, 2023.

Um dos principais desafios ambientais enfrentados pela área costeira de Maricá é a degradação dos ecossistemas devido ao crescimento urbano descontrolado e a erosão costeira, que ameaça a estabilidade das praias e a segurança das comunidades costeiras (Lins-de-Barros, 2005). Projetos de urbanização e infraestrutura, muitas vezes, não consideram adequadamente os impactos ambientais, o que acaba intensificando os processos de erosão costeira.

Maricá possui uma área costeira rica em biodiversidade, com ecossistemas variados como praias, dunas, restingas, lagoas e manguezais. Esses ecossistemas desempenham funções ecológicas vitais, incluindo a proteção da linha costeira contra a erosão, a regulação do microclima, a manutenção da qualidade da água e a provisão de habitat para inúmeras espécies de flora e fauna. As áreas de restinga e manguezal são particularmente importantes para a conservação da biodiversidade em Maricá. Essas áreas abrigam espécies endêmicas e ameaçadas, sendo essenciais para a manutenção dos processos ecológicos.

De acordo com Holzer & Crichyno (2002), a restinga de Maricá é um dos ecossistemas mais ricos do estado do Rio de Janeiro. No entanto, esse ecossistema está sob constante ameaça devido à urbanização desordenada e à exploração imobiliária. A vegetação de restinga serve como um marcador do impacto da urbanização, funcionando como um indicador da degradação ambiental causada pelo processo de urbanização. Holzer & Crichyno destacam que as áreas de restinga, que originalmente apresentavam uma vegetação exuberante, foram reduzidas e fragmentadas devido à ocupação urbana. A comparação entre as áreas urbanizadas e as áreas preservadas permite avaliar a extensão da degradação e a rarefação das espécies nativas, que agora se encontram em manchas isoladas. Além disso, a vegetação de restinga é considerada um elemento fundamental na aferição dos efeitos da ocupação urbana, refletindo a apropriação econômica, social e ambiental da paisagem.

No contexto ambiental, Maricá é conhecida por sua beleza cênica e pelo turismo associado às suas praias. A costa do município caracteriza-se por um sistema laguna-barreira submetido à ação de ondas de tempestade provenientes do quadrante sul-sudoeste (Castro & Fernandes, 2020). A geomorfologia e a amplitude de maré influenciam consideravelmente os impactos ambientais na orla costeira, especialmente na implantação de grandes projetos de engenharia.

Entre esses projetos, destacam-se a construção de guia corrente, arruamentos e construção de residências. No extremo oeste do município está a praia de Itaipuaçu, onde se localiza o Granito Cassorotiba - Pedra do Elefante. Essa área já foi palco de obras de engenharia de grande magnitude, como a construção de um guia corrente (Figura 9).

Quanto aos fatores oceanográficos, eles são responsáveis pelas características dos oceanos e incluem parâmetros como temperatura da água, salinidade, correntes oceânicas, marés, ondas, densidade e nutrientes. De acordo com Silva et al. (2008), a arrebentação das ondas na região é consideravelmente variada, marcada por ondas do tipo mergulhante, seguidas por ondas progressivas e ascendentes. O litoral de Maricá possui aproximadamente 33 km de extensão e é caracterizado pela alta energia das ondas que ali arrebentam, principalmente ondas de origem do quadrante sudeste

associadas a condições de tempo bom e ondas do sul e sudoeste durante ressacas provocadas pela passagem ocasional de frentes frias (Santos, 2023 apud Crespo, 2023; Silva et al., 2008).

Do ponto de vista climático, segundo a classificação Köppen-Geiger, o município de Maricá é considerado de clima tropical. O litoral do município apresenta uma forte dinâmica devido à exposição direta às ondas de tempestades (Santos, 2017; Santos, 2023). Vale ressaltar que as zonas costeiras sofrem interferência do clima de ondas e marés, de modo que a dinâmica comandada por esses processos representa períodos de estabilidade e instabilidade (Crespo, 2023).

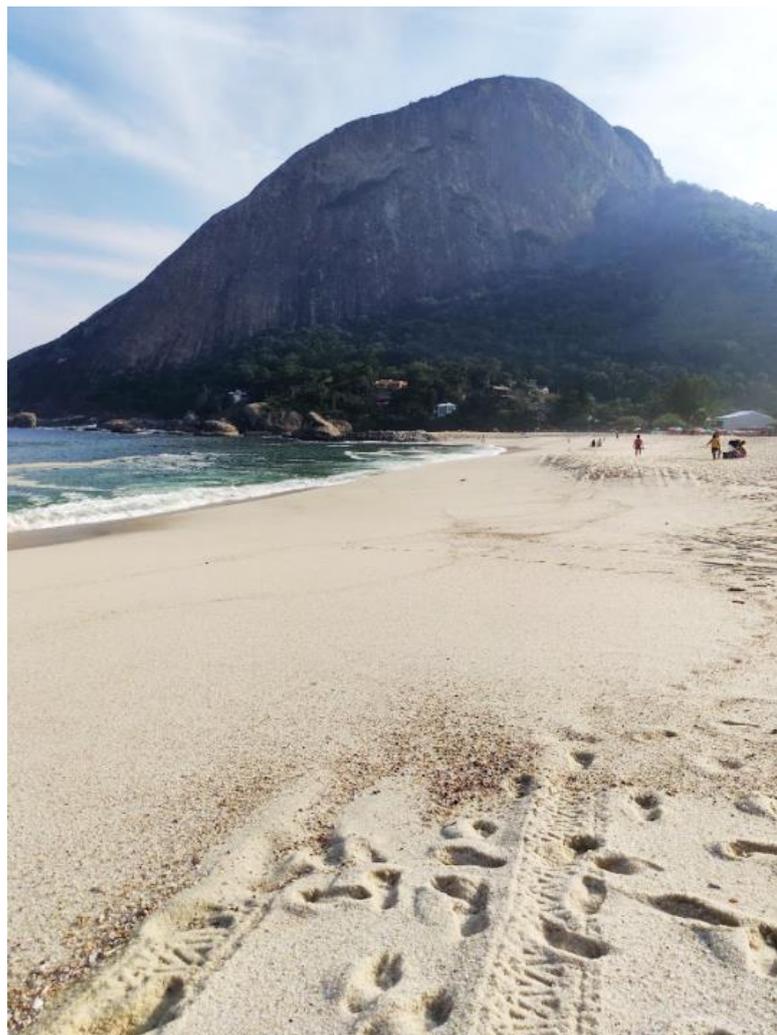


Figura 9 - Foto da Pedra do Elefante (Granito Cassorotiba) em Maricá, coordenada geográfica 23S 703996 E 7458411 S. Fonte: Autoria própria, 27 de Julho de 2024.

3.3. Avaliação dos Índices de Vulnerabilidade Costeira

Diante dos cenários expostos e dos índices descritos por Gornitz *et al.*, (1994), Thieler & Hammar-Klose (1999) que consideram as variáveis físicas e dinâmicas, e dos autores como Lins-de- Barros(2005), Lima e Bonetti (2019) e outros que abordam os aspectos socioeconômicos e ambientais, foram utilizadas as variáveis do IVC com o parâmetro da densidade demográfica em Maricá. O trabalho realizou um estudo crítico que visa identificar e quantificar os riscos que áreas costeiras enfrentam devido a fatores naturais e antrópicos.

Nzualo e Silvestre (2019), propõe o Índice de Vulnerabilidade Costeira Simplificado (IVCs), no qual relaciona a densidade de ocupação populacional (População/km) de cada distrito costeiro em toda a extensão da área de estudo com as cotas altimétricas médias de tais microrregiões. Realizando uma comparação entre 3 períodos distintos para analisar a influência da densidade demográfica na região. No presente estudo, com base no levantamento realizado, foi acrescentado à variável de densidade demográfica o índice de vulnerabilidade adaptado para a pesquisa.

4. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa é quali-quantitativa, sendo dividida em duas etapas, a primeira etapa consistiu na análise da documental e referencial do gerenciamento costeiro e o levantamento dos dados para aplicação do cálculo adaptado do IVC, que será descrito como Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional (IVCP).

A segunda etapa foi realizado um questionário para a população local de Maricá e uma entrevista com os gestores da secretaria municipal de meio ambiente, a fim de obter a percepção dos gestores e da população quanto à gestão costeira.

No cálculo do IVCP acrescentou-se a variável de densidade demográfica, pois julgou-se ser o fator mais relevante para uma análise de vulnerabilidade costeira, sobretudo para o município de Maricá no aspecto de melhor planejamento costeiro.

Para esse cálculo, utilizou-se a densidade demográfica (habitantes/km²) do Censo de 2010 (IBGE), além das variáveis físicas relacionadas à geomorfologia, declividade e taxa de erosão e/ou acreção da costa. O Censo de 2010 foi utilizado, pois o Censo de 2022 não estava dividido por setores censitários, os quais são fundamentais para comparação e análise mais detalhada.

Foram incluídas também variáveis dinâmicas, como a amplitude das marés, altura significativa das ondas (Hs) e variação relativa do nível do mar (VRNM). Essas variáveis já haviam sido estudadas e descritas em Santos (2023), sendo os dados primários da mesma fonte e apenas atualizados neste trabalho.

O grau de vulnerabilidade foi dimensionado através de uma classificação em intervalos que variam de 1 a 5, indo de "muito baixa" a "muito alta" vulnerabilidade, conforme descrito no Quadro 4. Essa classificação permite identificar as áreas menos vulneráveis (1) e as mais vulneráveis (5).

Quadro 4 - Classificação do Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional

MUITO	BAIXO	MODERADO	ALTO	MUITO ALTO
--------------	--------------	-----------------	-------------	-------------------

BAIXO					
GRAU DE RISCO	1	2	3	4	5
Taxa de Erosão / Acreção da Linha de Costa (m/ano)	> 2,0	1,0 – 2,0	-1,0 – + 1,0	-1,1 – -2,0	< -2,0
Declividade (%)	> 1,9	1,3 – 1,9	0,9 – 1,3	0,6 – 0,9	< 0,6
Geomorfologia	Dunas Fixas; Costões Rochosos	Falésias	Terraços Marinhos; Planícies Costeiras	Estuários; Dunas Móveis; Cordões Litorâneos	Praia Arenosa; Escarpas de Praia; Recife de Corais; Deltas
Variação Relativa do Nível do Mar (mm/ano)	< 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 4,0	4,0 – 5,0	> 5,0
Amplitude de Maré (m)	> 6,0	4,1 – 6,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,9	< 1,0
Altura Significativa de Onda (m)	< 0,55	0,55 – 0,85	0,85 – 1,05	1,05 – 1,25	> 1,25
Densidade demográfica (hab./km ²)	até 50	50,1 a 100	100,1 a 250	250,1 a 500	acima 500

Fonte: Adaptada Osilieri, 2020 apud USGS e o Censo do IBGE, 2010.

$$IVC = \sqrt{(axbxcxdxexf) / 6} \quad (1) \text{ Equação do IVC original}$$

$$IVCP = \sqrt{(axbxcxdxexfg) / 7} \quad (2) \text{ Equação adaptada e utilizada IVCP}$$

onde:

a: Declividade

b: Geomorfologia

c: Taxa de erosão e acreção de linha de costa

d: Amplitude de Maré

e: Altura Significativa de Ondas (Hs)

f: Variação Relativa do Nível do Mar (VRNM)

g: Densidade populacional (hab/km²)

Os dados principais utilizados para o geoprocessamento foram o Censo do IBGE 2010, e as imagens de alta resolução como, as fotografias aéreas do projeto FAB - 1976, pertencente ao acervo do Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro - DRM com resolução espacial de 1 metros de 1976, a imagem do IBGE com resolução espacial de 1,0 metros de 2005 e, por fim, a do CBERS 04A com 2 metros de resolução espacial do ano de 2022, disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais – INPE (2022). Para o estudo socioambiental, os dados foram obtidos principalmente através do portal da Prefeitura de Maricá, complementados pelas respostas do questionário (anexo A) e da entrevista (anexo B).

Os programas utilizados foram o software ArcGIS versão 10.5.1 para gerar os modelos de imagem de alta resolução com fusão da banda pancromática e imagens georreferenciadas da área de estudo. Acoplado ao programa, foi utilizada a ferramenta *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* que foi responsável por interpolar as linhas de costa dos anos de 1976, 2005 e 2022, a fim de identificar a taxa de erosão/acreção de sedimentos.

Com o conjunto de fotografias aéreas do projeto FAB - 1976, foi elaborado o mosaico estas imagens, as quais passaram por uma correção geométrica no software ArcGIS versão 10.5.1 através de georreferenciamento com o método do polinômio de 3ª ordem, considerando mais de 100 pontos. Foi considerado como pontos de controle os elementos que não tiveram modificações ao longo do tempo, como corpos rochosos como a Pedra do Elefante e o promontório de Ponta Negra, além de esquinas de ruas e estradas.

Com base nos dados primários e no trabalho anterior Santos (2023), através da ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) determinou-se as taxas de erosão e acreção para cálculo do IVC, utilizou-se imagens de alta resolução espacial com intervalo temporal de 46 anos. Sendo pelo método LRR (Linear Regression Rate), através de equação de regressão linear entre as linhas

de praia no intervalo de 1976 e 2022, as imagens são fotografias aéreas, referentes ao projeto FAB-1976 do Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM) georreferenciadas através do software ArcGIS 10.5.1., imagens de alta resolução espacial do IBGE 2005 e, por fim, CBERS 04A de 2022 com sistema de coordenadas de projeção UTM, Fuso 23S e o Datum SIRGAS 2000.

Para determinar a posição da linha de praia foi definida através da interface molhado/seco da faixa de praia, foram realizados 165 transectos com espaçamento regular de 200 m, com delimitação da linha de base e da linha de praia através das imagens FAB-1976, IBGE 2005 e CBERS 04A de 2022. Com base no do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) da Marinha do Brasil obteve-se a variável amplitude da maré foi estimada a partir dos marégrafos da Praia do Forno no período de 1975 a 2020.

A variável de altura significativa de ondas (H_s) foi obtida através dos ondógrafos da bacia de Campos no período de 1963 a 1999. As taxas de variação relativa do nível do mar (VRNM), foram adquiridas através do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), de acordo com o relatório AR6 considerando a projeção intermediária de SSP 2-4,5 com aproximadamente 8 mm/ano até 2100. Para variável populacional, foi considerada a densidade demográfica do Censo 2010 do IBGE, embora a população já tenha crescido 54,87% comparado com o Censo de 2022, o Censo de 2010 foi o último dado considerando os setores censitários, os quais são imprescindíveis para comparação realizada entre cada transecto com os quadrantes/setores, o comparativo foi feito através do mapa interativo do portal IBGE (<https://mapasinterativos.ibge.gov.br/grade/default.html>) - Figura 10.

As cores escolhidas para o mapa de IVCP foram verde (baixa vulnerabilidade), amarelo (média vulnerabilidade), laranja (alta vulnerabilidade) e vermelho (muito alta vulnerabilidade).



Figura 10 - Densidade populacional (hab/km²) do município de Maricá. Fonte: Censo IBGE, 2010.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na aplicação de um questionário à população local de Maricá, com perguntas sobre a percepção do gerenciamento costeiro e os possíveis impactos das mudanças climáticas. O questionário foi realizado através da ferramenta Google Forms e divulgado nas redes sociais do município. Das perguntas e respostas coletadas, foram selecionadas apenas aquelas que de fato complementassem a análise e o entendimento do gerenciamento costeiro em Maricá.

Além disso, foi realizada uma entrevista com os gestores da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, com o objetivo de compreender melhor os desafios da gestão costeira na região.

A metodologia proposta para a pesquisa de gerenciamento costeiro enfatiza a importância do uso combinado de questionários para a população e entrevistas com os gestores. O questionário se mostrou eficiente para coletar dados quali-quantitativos de um grande número de indivíduos de forma sistemática, proporcionando uma visão geral das percepções da população sobre o gerenciamento costeiro. O questionário incluiu 21 perguntas, sendo 20 fechadas e 1 aberta para sugestões e contribuições, o que permitiu uma análise estatística mais completa dos dados coletados, identificando padrões e tendências gerais.

A entrevista com os gestores da Secretaria de Meio Ambiente (Secretaria da Cidade Sustentável) buscou compreender em profundidade o gerenciamento costeiro no âmbito municipal. Este método permitiu explorar os desafios e oportunidades enfrentados na gestão costeira, além de facilitar um diálogo mais dinâmico e interativo com os entrevistados, enriquecendo a avaliação do gerenciamento costeiro em Maricá.

5. RESULTADOS

5.1. Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional

A geomorfologia foi definida a partir das referências bibliográficas de Osilieri (2016; 2020) e Santos (2023) e o Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro – Dantas/CPRM (2000). Para o cálculo do IVCP foi considerado o índice 3 para planície flúvio-marinha e planície costeira, 4 para as lagoas e 5 para as áreas urbanas e praias, tal como Santos (2023).

A declividade tem o potencial de avanço do mar para o continente nas porções de menor declividade. A vulnerabilidade associada a essa variável foi considerada no litoral variando de 0 - 8%, sendo a maior declividade na praia de Itaipuaçu, devido a granulometria de tamanho grânulo, recalculada e comprovada através da coleta e análise obtida em campo.

A taxa de erosão e/ou acreção da linha de costa apresentou os seguintes resultados para erosão costeira e acreção de sedimentos: porções localizadas entre Itaipuaçu/Francês, Francês/APA de Maricá e Guaratiba/Ponta Negra observou-se que as taxas de variação de linha de costa possuem tendência erosiva. De forma geral, foi identificada uma moderada taxa de erosão ao longo de todo o segmento litorâneo, com ocorrência de acreção na porção do extremo leste de Ponta Negra. Essa acreção pode ser justificada pela difração das ondas causada pelo promontório da localidade.

Na Figura 11, foi elaborado o Mapa de IVCP para o município de Maricá, que, em comparação com os resultados de Santos (2023), revelou que as regiões do promontório de Ponta Negra e da APA de Maricá apresentaram menor vulnerabilidade. Algumas áreas locais mostraram menor vulnerabilidade, principalmente devido à menor densidade demográfica, conforme a variável de setor censitário.

Os resultados indicaram menor vulnerabilidade nos promontórios e na praia de Itaipuaçu, enquanto os demais segmentos litorâneos mantiveram uma vulnerabilidade considerável. É importante destacar que as áreas de maior erosão coincidiram com as de maior ocupação, como também foi observado no estudo de Santos (2023).

Quanto aos resultados em porcentagem de risco pelo IVCP, obteve-se 3,03% (baixo) próximo do promontório rochoso de Ponta Negra, na APA de Maricá 15,15% (moderado), entre a APA de Maricá e Barra de Maricá 35,75% (alto) e, por fim, em Itaipuaçu, Francês e em Barra de Maricá e Guaratiba 46,06% (muito alto). Tais resultados ao serem comparados com Santos (2023), destaca um maior risco, os dados obtidos pela autora tinham sido de 2,42% (baixo) para promontório rochoso de Ponta Negra, 22,42% (moderado) entre Guaratiba e Ponta Negra, ao longo de todo resto da linha de costa 73,3% alto e entre Praia de Itaipuaçu e Francês 1,81% (muito alto)



Figura 11 - Mapa de IVCP do município de Maricá do estado do Rio de Janeiro.

5.2. Questionário

Com o questionário, as respostas válidas foram 60, pois foram descartadas as pessoas que não moravam em Maricá e responderam mesmo assim, embora o questionário deixasse claro que era apenas para a população. A partir dos dados coletados, observou-se que dos que responderam, 40% mora de 1 a 3 km da praia e 30% moram a menos de 1 km, ou seja, 70% residem próximo as praias de Maricá (Figura 12) .

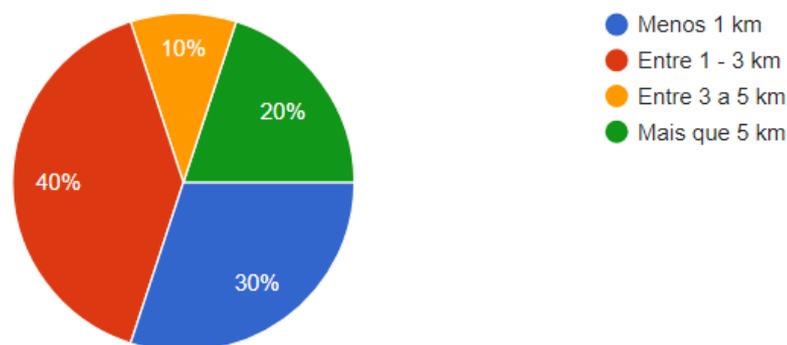


Figura 12 - Distância da residência dos participantes das praias.

Dos participantes, 30% responderam que visitam o litoral de Maricá diariamente e 36,7% visita semanalmente, somando mais da metade, o que representa uma população assídua na ida às praias pelo menos uma vez na semana. Tal fato, reside na cultura e turismo que envolve e mobiliza o município de Maricá e sua população (Figura 13).

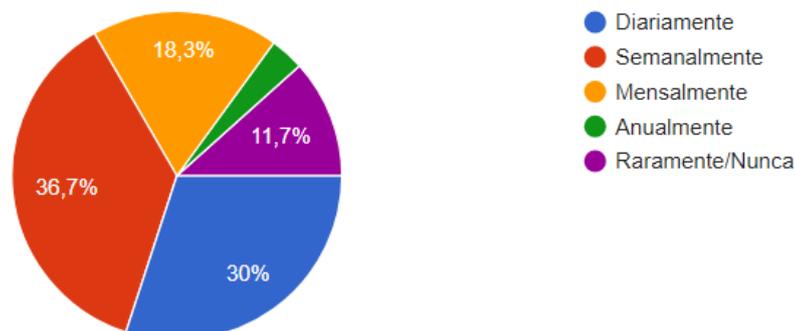


Figura 13 - Frequência de visita ao litoral de Maricá.

As atividades elencadas mais costumeiras dos respondentes foram 76,7% para caminhadas na praia, seguido de 51,7% de banhos de mar, 28,3% para observação da vida marinha, 20% para piqueniques, pesca com 8,3% e prática de esportes aquáticos com 6,7% dentre outros. Reforçando a diversidade e relevância do litoral do município e a ativa frequência dos moradores do entorno na região para o lazer.

Ao questionar sobre as medidas que deveriam ser tomadas para adaptar o gerenciamento costeiro as mudanças climáticas, 76,7% responderam que deve-se ter investimento na educação pública sobre os impactos das mudanças climáticas, 61,7% marcou a opção de promover o reflorestamento de áreas

costeiras como uma medida, seguido de zoneamento costeiro mais restritivo com 50% e 46,7% de reforço nas estruturas de proteção costeira.

Algumas sugestões adicionais feitas pelos participantes foram:

- **Gestão Ambiental:** Condicionar à capacidade de suporte agroambiental e do ecossistema de restinga, preservando tanto os fragmentos remanescentes de vegetação de restinga que permeavam o litoral maricaense quanto os pequenos agrupamentos de vegetação rasteira nas praias.
- **Urbanização:** Evitar a urbanização maciça na orla, fenômeno que vem ocorrendo com grande intensidade.
- **Preservação Permanente:** Declarar áreas com cobertura vegetal nativa como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e impedir ocupações humanas nessas zonas.
- **Educação Ambiental:** Esclarecer os frequentadores da orla marítima sobre os impactos negativos do lixo na flora e fauna marinha, além de promover a coleta de lixo e a conscientização sobre o descarte adequado de resíduos e entulhos.
- **Incentivos Ecológicos:** Incentivar o plantio de árvores frutíferas e não frutíferas nativas, a criação de jardins ecológicos, o uso de energias renováveis e a reciclagem de resíduos.
- **Infraestrutura Ambiental:** Implementar ecobarreiras em rios, reforçar a filtragem de resíduos sólidos, além de intensificar a fiscalização das ligações de esgoto e a normatização de fossas sépticas.
- **Proteção Costeira:** Reformular as atuais estruturas de "proteção" costeira para que sejam mais eficazes e sustentáveis.

Quanto à diversidade de espécies marinhas no litoral, 58,3% dos participantes relataram ter algum conhecimento sobre o tema. No entanto, quando questionados se consideram que a população está bem informada sobre a importância da conservação da fauna e flora marinha, 96,7% responderam

negativamente.

Sobre os possíveis impactos das mudanças climáticas na região costeira de Maricá, 86,7% acreditam que essas alterações afetarão a área no futuro, enquanto 13,3% discordam. Nenhum dos entrevistados desconsiderou totalmente os impactos das mudanças climáticas sobre o litoral. Os impactos mais destacados foram: o aumento da frequência de eventos climáticos extremos, como tempestades e inundações (73,3%); erosão costeira (56,7%); mudanças nos padrões de precipitação (48,3%); aumento do nível do mar (38,3%); e acidificação dos oceanos (8,3%).

Além desses, outros impactos mencionados incluíram o assoreamento da lagoa, o aumento da quantidade de lixo trazido pela maré, ressacas mais agressivas, a diminuição dos estoques pesqueiros e os impactos sobre construções próximas à faixa de areia.

Quanto aos maiores desafios ambientais enfrentados no litoral de Maricá, os participantes destacaram o descarte inadequado de resíduos sólidos (75%), o desmatamento de áreas costeiras (73,3%), a poluição da água (65%), as mudanças climáticas (53,3%), a erosão costeira (51,7%) e a pesca predatória (45%). Outros desafios mencionados foram o projeto do resort na restinga (APA estadual), que devastou a área remanescente da restinga ao longo do litoral; ações antrópicas associadas às atividades imobiliárias; a construção do porto e do projeto Maraey; problemas relacionados ao plástico e à indústria imobiliária; e a pesca predatória na orla, que resultou em grandes quantidades de peixes pequenos mortos.

A erosão costeira também foi mencionada, especialmente após o depósito de pedras na orla para reduzir o impacto das ondas, que acabaram sendo jogadas no mar, causando danos ambientais e humanos. Sobre o desmatamento, foi observado que projetos urbanísticos têm priorizado o uso de asfalto e derivados de hidrocarbonetos em detrimento de uma arquitetura mais natural, que poderia contribuir para a diminuição da erosão costeira.

Quando perguntados se os esforços da população para preservar o litoral de Maricá são suficientes, 83,3% responderam que não, 11,7% disseram que

talvez, e apenas 5% consideraram que sim. Em relação ao desenvolvimento sustentável das áreas costeiras de Maricá, 93,3% dos participantes se posicionaram favoravelmente. Quanto à eficácia das informações sobre as ações que estão sendo tomadas em Maricá para lidar com os impactos das mudanças climáticas no litoral, 53,3% afirmaram que as informações não têm sido suficientes, 41,7% disseram que são parcialmente efetivas, e 5% acreditam que sim.

Na pergunta aberta sobre se acreditam que a população, a prefeitura e os demais órgãos competentes de Maricá deveriam estar mais envolvidos nas discussões e decisões relacionadas ao gerenciamento costeiro diante das mudanças climáticas, obtivemos 54 respostas, indicando que todos os participantes se manifestaram sobre a temática. Abaixo estão algumas das respostas mais representativas:

- **Conscientização e Prevenção:** Muitos participantes destacaram a importância do envolvimento precoce para garantir a prevenção dos impactos futuros das mudanças climáticas. Eles argumentaram que quanto mais cedo a consciência e o envolvimento forem promovidos, maior a garantia de medidas preventivas eficazes.
- **Desenvolvimento Sustentável:** Alguns responderam que o envolvimento de todos os atores é essencial para ajudar a população a se conscientizar sobre o problema e garantir que o desenvolvimento na região costeira não seja predatório. A crítica se direcionou a projetos como resorts e portos que, segundo alguns, não são verdadeiramente sustentáveis.
- **Gestão Ambiental e Correção de Rumos:** Houve respostas que enfatizaram a necessidade de uma gestão ambiental ativa e o gerenciamento costeiro como pauta principal para todos os envolvidos. A importância de agir de forma correta e não apenas em resposta a supostas mudanças climáticas foi sublinhada.
- **Negacionismo e Ações Ineficientes:** Alguns participantes mencionaram a existência de um negacionismo governamental sobre as mudanças climáticas e criticaram a falta de ações efetivas contra o crescimento

desordenado e a especulação imobiliária.

- **Impacto na Vida das Pessoas:** Outros destacaram que a falta de envolvimento adequado afeta diretamente a vida dos residentes das regiões costeiras e que é essencial garantir a proteção da zona costeira.
- **Prevenção e Proteção:** Muitos concordaram que é necessário um envolvimento mais ativo para determinar as melhores condições de proteção da zona costeira e atuar de forma preventiva diante das mudanças que já estão ocorrendo.
- **Educação e Conscientização:** Vários participantes enfatizaram a importância da informação e da conscientização para garantir a preservação do meio ambiente e combater o discurso de "desenvolvimento sustentável" que muitas vezes não é praticado efetivamente.
- **Desafios e Prioridades:** Algumas respostas apontaram desafios específicos como o descarte inadequado de resíduos, o desmatamento e a poluição da água, e sugeriram que o foco deve ser dado a esses problemas antes de discutir novos projetos.
- **Participação Social e Responsabilidade:** A participação social e o compromisso cidadão foram mencionados como fundamentais para enfrentar os desafios ambientais e promover um turismo educacional.
- **Urgência e Efetividade:** Diversas respostas destacaram a urgência de ações efetivas e a necessidade de melhorar a gestão costeira para evitar problemas maiores no futuro.
- **Engajamento e Ações Conjuntas:** Muitos enfatizaram que somente com um esforço conjunto entre população, autoridades e órgãos competentes seria possível realizar ações mais efetivas para a preservação e manejo adequado da zona costeira.

Em resumo, as respostas refletem um consenso sobre a necessidade de maior envolvimento e ação das partes interessadas para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir um gerenciamento costeiro eficaz

em Maricá.

Na pergunta aberta sobre sugestões e comentários adicionais relacionados ao gerenciamento costeiro e às mudanças climáticas, foram recebidas 26 respostas. As principais observações e propostas foram:

- **Conscientização e Ação:** Vários participantes destacaram a importância da conscientização e o engajamento da população, afirmando que a conscientização pode mudar o rumo dos efeitos das mudanças climáticas. Eles enfatizaram que é crucial aumentar a consciência pública e envolver a comunidade nas questões ambientais.
- **Responsabilidade e Legislação:** Algumas respostas sugeriram que as penalidades mais severas para agressões ao meio ambiente poderiam trazer alguma esperança de mudança. Outros mencionaram a necessidade de uma legislação mais rigorosa para coibir o descaso ambiental.
- **Foco Local e Sustentabilidade:** Foi sugerido que as questões ambientais devem ser abordadas com objetivos locais e nacionais, ao invés de se basear apenas nas pautas internacionais. Há uma crítica ao impacto das regulamentações exageradas sobre as atividades produtivas locais, que muitas vezes são ambientalmente corretas.
- **Educação e Preservação:** Houve propostas para incluir a importância da preservação da restinga em programas educativos e ações de conscientização. A educação é vista como uma ferramenta crucial para promover a preservação ambiental.
- **Modelo de Desenvolvimento:** Alguns participantes expressaram preocupação com o modelo de desenvolvimento atual em Maricá, que acreditam ser arcaico e movido pela ganância, resultando na destruição de matas ciliares e na ocupação inadequada de áreas alagáveis e costeiras.
- **Zoneamento e Recuperação:** Recomendou-se um zoneamento mais restritivo na faixa litorânea e a recuperação da vegetação nativa. A criação de áreas de proteção permanente (APPs) e unidades de conservação foi vista como essencial para proteger ecossistemas costeiros ainda preservados.

- **Conscientização e Coleta de Lixo:** A necessidade de realizar atividades de conscientização sobre o descarte de lixo nas praias e a coleta de lixo inadequada foram destacadas. Sugestões incluíram a implementação de multas e serviços comunitários para quem polui.
- **Experiências Pessoais e Iniciativas:** Foram compartilhadas experiências pessoais, como a coleta de lixo realizada por um secretário da Colônia de Pescadores e ações de preservação realizadas por cidadãos preocupados com o meio ambiente. Essas iniciativas foram destacadas como exemplos positivos.
- **Críticas e Propostas de Melhoria:** Alguns participantes criticaram a falta de esforço efetivo por parte do governo e da população na melhoria do gerenciamento ambiental. Propuseram que o foco deve ser em revitalizar áreas urbanas degradadas, combater o desmatamento e melhorar a coleta de resíduos.
- **Gestão de Drenagem e Urbanização:** A gestão do sistema de drenagem em áreas urbanizadas e a crítica à urbanização da orla marinha foram mencionadas. Destacou-se que a urbanização inadequada e as ressacas naturais frequentemente causam danos às obras executadas.
- **Educação nas Escolas:** Houve uma sugestão para aumentar o enfoque nas escolas sobre questões ambientais, pois as crianças podem influenciar positivamente a mentalidade dos pais e contribuir para a mudança.
- **Divulgação e Percepção do Risco:** Alguns participantes acreditam que o tema deveria ser mais amplamente difundido, pois muitos não têm a percepção adequada dos riscos associados às mudanças climáticas.

5.3. Entrevista

A entrevista foi realizada com o subsecretário de meio ambiente de Maricá, Guilherme Di Cesar, ele respondeu todas as 15 perguntas norteadoras na entrevista. Podendo ser divididas em:

1. Gestão Costeira e Metas

O subsecretário Guilherme Di Cesar delineou que o município de Maricá

não formalizou a adesão ao Termo de Adesão à Gestão de Praias com a União, resultando na atribuição da gestão costeira à Secretaria do Patrimônio da União (SPU). Atualmente, qualquer intervenção não emergencial requer aprovação prévia da SPU, devido a um imbróglio jurídico em andamento. A principal meta da Secretaria da Cidade Sustentável é a recuperação da vegetação de restinga ao longo da praia, essencial para a preservação da espécie endêmica e ameaçada *Liolaemus lutzae* (lagartinho-branco-da-praia). Este projeto visa também promover a desburocratização dos processos de licenciamento ambiental.

2. Desafios

Di Cesar destacou que o maior desafio enfrentado é a adaptação e o planejamento urbano frente às previsões científicas sobre o aumento do nível do mar e o aquecimento global. Maricá experimentou um crescimento populacional de 54% entre 2010 e 2022, o maior no estado do Rio de Janeiro, o que intensifica a pressão imobiliária sobre áreas sensíveis e aumenta a vulnerabilidade a desastres naturais, especialmente devido ao extenso sistema lagunar que ocupa quase um terço do território.

3. Impactos das Mudanças Climáticas

O subsecretário observou um aumento na frequência e intensidade das tempestades, resultando em danos frequentes às estruturas urbanas próximas à costa. A elevação do nível do mar é uma preocupação central, pois pode provocar deslocamento populacional, acarretando custos significativos e aumentando a pressão sobre áreas já vulneráveis.

4. Planejamento e Estratégias

A Secretaria tem adotado estratégias que incluem a contratação de estudos para informar decisões eficazes. Existe uma colaboração com a comunidade científica, exemplificada pela parceria com a Fundação José Bonifácio, para implementar um guia corrente na praia de Itaipuaçu e desenvolver um projeto de restauração da vegetação de restinga ao longo da orla de Maricá.

5. Dificuldades Técnicas

Di Cesar indicou que a Secretaria não realiza monitoramento e gerenciamento direto da costa, não enfrentando dificuldades técnicas específicas nesse aspecto.

6. Dados e Informações

Em relação à coleta e análise de dados, o subsecretário afirmou que não existem dificuldades significativas, uma vez que essas atividades são conduzidas por instituições de pesquisa especializadas.

7. Capacitação e Treinamento

Di Cesar mencionou que a competência para o gerenciamento costeiro não está claramente definida, e as questões ambientais mais complexas são de competência estadual e federal. Assim, a capacitação da equipe técnica para lidar com questões complexas não é uma dificuldade central enfrentada pela Secretaria.

8. Recursos Financeiros

Sobre os obstáculos financeiros, o subsecretário reconheceu a existência de desafios financeiros na implementação de projetos de gestão costeira, embora não tenha detalhado quais são esses desafios específicos.

9. Tomada de Decisão

O processo de tomada de decisão envolve reuniões entre a Secretaria da Cidade Sustentável, a Autarquia de Obras de Maricá (SOMAR), e o Ministério Público Federal. Foi estabelecido que qualquer atividade potencialmente poluidora e não emergencial deve obter autorização prévia da União após a reunião realizada em 21/03/24. Os técnicos da Secretaria de Urbanismo, da SOMAR e da Secretaria da Cidade Sustentável são responsáveis pela avaliação das intervenções e pela tomada das decisões necessárias.

10. Participação Comunitária

A participação comunitária é facilitada através da Secretaria da Cidade Sustentável, pelo Conselho de Meio Ambiente, e pelo acesso a informações na sede da Secretaria.

11. Coordenação Interinstitucional

Di Cesar destacou a falta de comunicação e a ausência de um canal unificado para coordenar os diferentes órgãos e instituições envolvidos na gestão costeira como as principais dificuldades na coordenação interinstitucional.

12. Ações específicas para gerenciamento costeiro

Quanto ao gerenciamento costeiro e as ações, o subsecretário revelou que a Secretaria da Cidade Sustentável participa da criação Geoparque Costões e Lagunas, que é uma área de significativa importância geológica, ecológica e cultural. O Geoparque inclui 16 municípios e abrange uma variedade de ecossistemas, incluindo costões rochosos, praias, lagoas e áreas de vegetação de restinga. Cada um desses habitats suporta uma biodiversidade rica e serve como um laboratório natural para o estudo de processos geológicos e biológicos. Ele destaca que uma das principais preocupações é a erosão costeira, um problema comum em regiões litorâneas que pode ser exacerbado pelas mudanças climáticas e pela ação humana. E que, para combatê-la, propõem-se medidas como a restauração de vegetação nativa, que ajuda a estabilizar as dunas e os costões rochosos, e a construção de barreiras físicas que minimizem o impacto das ondas.

13. Legislação e políticas

Foi levantado se existem adversidades na gestão costeira e foi dito que sim, que a definição das competências e autonomia dos entes envolvidos na gestão, contribuirá para maior fluidez na tomada de decisões. Sobre a mitigação e adaptação.

14. Cenário de ações atuais

O entrevistado respondeu sobre o projeto de restauração da restinga de Maricá que representa uma iniciativa vital para a preservação da biodiversidade e a proteção ambiental na região costeira sob seu ponto de vista. Ainda acrescentou que a restinga é crucial por sua função ecológica e por servir de barreiras naturais contra erosões e eventos climáticos extremos. O principal desafio apontado é o monitoramento e manutenção das áreas de plantios para

que se consolide como uma área verde e futuramente se transforme em uma unidade de conservação municipal.

15. Perspectivas e planos futuros

O subsecretário respondeu que há a perspectiva de consolidação de um Plano de Desenvolvimento Urbano-Ambiental para o município de Maricá, que apresente soluções factíveis para os problemas decorrentes das mudanças climáticas. O município, que é o que mais cresce no estado do Rio de Janeiro, também está entre os mais vulneráveis às adversidades climáticas e exigirá um esforço imenso para continuar crescendo enquanto preserva a qualidade de vida da população.

5.4. Proposta de diretrizes para gestão costeira

Diante do cenário exposto para o município de Maricá, foi elaborado diretrizes para o desenvolvimento urbano sustentável da região visando mitigar a vulnerabilidade costeira. Tais diretrizes foram baseadas no presente estudo realizado e transformado em um quadro com os temas (itens), subitens e a descrição de cada um. As diretrizes têm por objetivos principais a Proteção Ambiental, o Planejamento Urbano, a Gestão de Riscos e Resiliência, Participação Comunitária, Legislação e Regulamentação, Integração com Políticas Públicas, Monitoramento e Avaliação, e Inovação e Pesquisa.

Quadro 5 - Diretrizes norteadoras para o Plano de Desenvolvimento Urbano-Ambiental.

Item	Subitem	Descrição
1. Proteção Ambiental	1.1. Preservação de Ecossistemas Costeiros	Manter e restaurar áreas de vegetação nativa, como manguezais e restingas, como a APA de Maricá
	1.2. Controle de Poluição	Implementar sistemas para evitar o despejo de resíduos sólidos e líquidos no litoral. Programas de educação ambiental e conscientização

	1.3. Monitoramento de Espécies	Proteger e monitorar espécies ameaçadas ou endêmicas na região costeira como, por exemplo, a espécie <i>Liolaemus lutzae</i> .
2. Planejamento Urbano	2.1. Zoneamento Costeiro	Definir zonas para diferentes usos (residenciais, comerciais, recreativos) para minimizar impactos ambientais.
	2.2. Desenvolvimento das construções	Priorizar construções distantes das regiões mais sensíveis para reduzir a pressão sobre áreas costeiras naturais, focando na implementação de zonas de amortecimento entre a construção e áreas sensíveis e respeitando as faixas de Área de Preservação Permanente (APP).
	2.3. Infraestrutura Verde	Implementar sistemas com muros verdes, reflorestamento e manutenção da vegetação local.
3. Gestão de Riscos e Resiliência	3.1. Análise de Risco de Erosão e Inundações	Considerar e realizar estudos para mapear os riscos e adotar medidas de mitigação, como construção de defesas costeiras.
	3.2. Planos de Contingência	Desenvolver planos de emergência como o PAE e promover treinamento da comunidade para eventos naturais.
	3.3. Adaptação às Mudanças Climáticas	Incorporar estratégias para enfrentar o aumento do nível do mar e outras mudanças climáticas em conjunto com grupo técnico especializado.
4. Participação Comunitária	4.1. Engajamento da Comunidade	Envolver a população na elaboração e execução do plano por meio de consultas públicas ativas.
	4.2. Educação e Conscientização	Promover programas educativos sobre proteção costeira e práticas sustentáveis.
5. Legislação e Regulamentação	5.1. Cumprimento das Leis Ambientais	Garantir conformidade com a legislação ambiental federal, estadual e municipal. Criar leis do município para a gestão costeira, sobretudo nas áreas de maior vulnerabilidade como Itaipuaçu.
	5.2. Regulamentação de Construções	Estabelecer normas para construções e atividades na zona costeira, incluindo restrições de altura e uso do solo.
	5.3. Incentivos para Práticas Sustentáveis	Criar incentivos para adoção de práticas de construção sustentável e tecnologias verdes

6. Integração com Políticas Públicas	6.1. Cooperação Interinstitucional	Trabalhar com órgãos governamentais e ONGs para uma abordagem integrada ao gerenciamento costeiro.
	6.2. Alinhamento com o Plano Diretor Municipal	Assegurar que o plano costeiro esteja alinhado com o Plano Diretor e outras políticas urbanas e ambientais.
7. Monitoramento e Avaliação	7.1. Sistema de Monitoramento	Estabelecer um sistema para monitorar as condições ambientais e urbanas de forma contínua.
	7.2. Avaliação Periódica	Realizar avaliações regulares do plano e práticas para ajustes e melhorias contínuas.
8. Inovação e Pesquisa	8.1. Incentivo à Pesquisa	Apoiar pesquisas sobre novas tecnologias e práticas para gestão costeira.
	8.2. Adaptação de Boas Práticas	Integrar boas práticas e soluções eficazes de outras regiões para o contexto local.

6. DISCUSSÕES

Quanto ao cálculo do IVCP, os resultados obtidos assemelham-se aos trabalhos de que tratam do IVC de Santos (2023), Gouvea Junior et al., (2022) e Osilieri et al. (2020). Através do cálculo de IVCP os segmentos que apresentaram índices de vulnerabilidade alta encontram-se na região de Itaipuaçu e Guaratiba. As áreas urbanas na zona de pós-praia são vulneráveis a possíveis inundações marinhas, classificadas como de alta vulnerabilidade principalmente na porção de Itaipuaçu.

Na linha de costa de Maricá observou-se um grau de desequilíbrio nas taxas de erosão e acreção, gerado pela direção da corrente de deriva litorânea, que resulta da ação de ondas de tempestade vindas de sudoeste. A ocupação urbana foi crucial na determinação do IVCP, ditando um aumento da fragilidade da orla costeira nas porções de maior densidade demográfica. Cabe destacar que, o cenário ainda é mais alarmante do que o obtido pelo estudo, uma vez que o censo utilizado foi de 2010 e a população já cresceu mais que a metade.

Em respeito ao questionário, as pessoas destacaram a importância da divulgação das informações referentes aos impactos das mudanças climáticas sobre a região. Os resultados também apontam para uma sociedade que compreende bem a temática, ativa e disposta em participar. As principais reclamações referentes ao gerenciamento costeiro de Maricá estão relacionadas ao descarte de resíduos sólidos nas praias, a falta de preservação da vegetação nativa e de políticas públicas de melhoria ambiental, principalmente de leis que coibir a má utilização da praia.

Os dados da entrevista apontam que o gerenciamento costeiro no município não possui uma definição clara de quem é o responsável, ficando a cargo da União as atividades potencialmente poluidoras e não emergenciais, que deverão ter autorização prévia. Quanto às intervenções mais gerais, os técnicos da Secretaria de Urbanismo, da SOMAR e da Secretaria da Cidade Sustentável avaliam e tomam as decisões necessárias. Decisões estas, que

devem ser tomadas com base em um planejamento que considere as vulnerabilidades do município, principalmente devido a sua intensa densidade demográfica.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método do Índice de Vulnerabilidade Costeira Populacional (IVCP) aplicado no litoral de Maricá, Estado do Rio de Janeiro, demonstrou-se eficaz no estudo da região costeira de Maricá com seus processos de recuo de linha de praia, que resultam na erosão costeira, inundações marinhas, riscos a construções e a vida da comunidade que ali reside.

Com esta pesquisa, conclui-se que, de fato, a utilização de imagens de alta resolução espacial utilizada por Santos (2023) e pelo presente trabalho suprem as necessidades para analisar a linha de costa. A utilização da ferramenta DSAS foi fundamental no processo de monitoramento da área pesquisada no intervalo de tempo definido, sendo benéfica para a gestão e planejamento costeiro através do uso de fotografias aéreas e imagens de satélites. O monitoramento deve ser constante para sempre melhorar e manter atualizado as informações de entrada para o cálculo do IVCP, sendo as áreas de maior densidade demográfica identificadas como as de maior vulnerabilidade, necessitando assim, de uma presença ativa do poder público municipal.

A pesquisa identificou a vulnerabilidade costeira populacional da região de Maricá e ressalta que a gestão costeira é primordial. Como trata-se de uma área altamente turística e de média a alta concentração urbana, buscou levantar dados para subsidiar diretrizes para um plano urbano-ambiental que considerasse os impactos provocados pela intensa urbanização e obras de engenharia inadequadas.

Um caminho para valorização e cuidado da região é o turismo sustentável, que mostra-se alternativa para diversificar a economia local, reduzir a dependência dos royalties do petróleo, criar empregos, conscientizar e proteger a região. A valorização dos recursos naturais e culturais é essencial para o desenvolvimento de um turismo que beneficie a população local e preserve o meio ambiente.

O levantamento via questionário e entrevista serviu como base para identificar o perfil da população e da gestão do município. Destacando-se assim, as características dos indivíduos da sociedade civil e seu grau de conhecimento sobre a temática, o considerável interesse e disponibilidade em participar das

discussões e decisões.

Por fim, as diretrizes norteadoras foram criadas baseadas na análise de cada informação e dado gerado, visando ser de fácil compreensão e alcance para que a sociedade civil e os gestores possam atuar de forma mais efetiva e dinâmica no planejamento e gerenciamento costeiro do município de Maricá.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, K. C.; Amâncio, J. M.; Valadão, J. A. D. O Índice de Vulnerabilidade Social como instrumento para a construção de políticas públicas no nível microterritorial. Revista Política e Planejamento Regional, Lavras, v. 11, p. 1, 2024. Disponível em: <https://revistappr.com.br/artigos/publicados/artigo-o-indice-de-vulnerabilidade-social-como-instrumento-para-a-construcao-de-politicas-publicas-no-nivel-microterritorial.pdf> . Acesso em: 12 ago. 2024.

Aguiar, T. M. C. B.; Ervatti, M. Vulnerabilidade costeira frente a mudanças climáticas e políticas públicas na cidade do Rio de Janeiro: estamos prontos?. Novos Cadernos NAEA, [S.l.], v. 23, n. 2, out. 2020. ISSN 2179-7536. DOI:[10.5801/ncn.v23i2.7171](https://doi.org/10.5801/ncn.v23i2.7171). Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/7171> >. Acesso em: 12 ago. 2024.

Alcoforado, A. V. C. Índice de Vulnerabilidade Costeira e Risco à Inundação em Cenários de Mudanças Climáticas no Estuário do Rio Piranhas - Açú com Utilização de Imagens de Sensores Orbitais e de LiDAR Aeroportado. Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte. 2017. 122p.

Alves, L. F. S. Dinâmica morfológica e sedimentar do litoral de Maricá (RJ) nas últimas décadas e susceptibilidade às ondas de tempestade. 2023. 113 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2023.

Andrade, C. A importância do ordenamento e gestão costeira integrada para a pesca artesanal (PNGC). Florianópolis, SC. 2017. Disponível em: http://faep.eng.br/arquivos/conbep2017/palestras/sala4/segunda/A_IMPORTANCIA_DO_ORDENAMENTO_E_GESTAO_COSTEIRA_INTEGRADA_PARA_A_PESCA_ARTESANAL_PNGC_Carla_Danielle.pdf. Acesso em: 06 ago. 2024.

Bahia. Secretaria do Meio Ambiente. Caminhos para construção de um Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro. 2018. Disponível em: https://www.ba.gov.br/meioambiente/sites/site-sema/files/migracao_2024/arquivos/File/cartgerco.pdf. Acesso em: 10 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Casa Civil, Brasília, DF, 16 mai. 1988.

Casemiro, M.B.; Vasconcelos, F. P.; Matos, F. de O.; Barra, O. A. de O. Planejamento ambiental costeiro no Brasil: um olhar crítico sobre o Projeto Orla.

Revista GeoUECE, v.6, n. 10, p. 85 - 110, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/6870>. Acesso em: 12 ago. 2024.

Castro J.W.A.1996. O processo erosivo das praias da costa oeste do ceará e suas consequências para o desenvolvimento urbano e empreendimentos turísticos. In: congresso brasileiro de geologia, salvador. Simpósios...salvador. Sociedade brasileira de geologia. 4: 426-429

Castro, J. W. A.; seoane, j. C. S.; Fernandes, d.; Cabral, c. L.; Cunha, a. M.; Malta, J. V.; Miguel, I. L. J. A.; Areias, C. O.; spotorno-oliveira, p.; tamega, f. T. S. Relative sea-level curve during the holocene in rio de janeiro, southeastern brazil: a review of the indicators -rsl, altimetric and geochronological data. Journal of south american earth sciences, v. 112, n. 103619, p. 1-12, 2021. Doi: 10.1016/j.sames.2021.103619

Castro, J. W. A; Suguio, k; Seoane, S. C. S; cunha, a. M; dias, f. F. Sea level fluctuations and coastal evolution in the state of rio de janeiro, southeastern brazil. Anais da academia brasileira de ciências, v. 86, n. 2 p. 671-683, 2014. Doi: 10.1590/0001-3765201420140007

Cavalcante, J. S. I.; Aloufa, M. A. I. Gerenciamento costeiro integrado no Brasil: uma análise qualitativa do plano nacional de gerenciamento costeiro. UNC - Universidade do Contestado, Mafra, SC. 2018. DOI: 10.24302/drd.v8i2.1815. Disponível em: <https://doi.org/10.24302/drd.v8i2.1815> . Acesso em: 09 ago. 2024.

CNT - Confederação Nacional do Transporte. IBGE e Marinha lançam atlas sobre a região costeira do Brasil. Brasília, DF, 05 dez. 2011. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/ibge-e-marinha-lancam-atlas-sobre-a-regiao-costeira-do-brasil>. Acesso em: 05 ago. 2024.

Digital shoreline analysis system-dsas 4.3 - aplicativo para calcular estatísticas de taxa de variação da costa a partir de várias posições históricas da costa. Usgs - u.s. geological survey.

DRM, rj. Departamento de recursos minerais do estado do rio de janeiro

Encarnação, F. L. A proteção legal do meio ambiente marinho e a importância do gerenciamento costeiro. Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 77-92, 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/1085>. Acesso em: 12 ago. 2024.

Fernandes, D.; Castro, J. W. A. Transporte de sedimentos induzido por ondas no segmento norte da enseada da baía formosa, rio das ostras, estado do rio de janeiro. Revista brasileira de geomorfologia, v. 21, n. 4, p. 783-795, 2020. Doi: [dx.doi.org/10.20502/rbg.v21i4.1900](https://doi.org/10.20502/rbg.v21i4.1900).

Filgueiras, G. D. L.; Albino, J. Vulnerabilidade costeira a partir da abordagem multicritério: estudo de caso no litoral sul do Espírito Santo. *Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo*, v. 40, Jul. 2020. DOI: 10.11606/rdg.v40i0.165831. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.165831> . Acesso em: 09 ago. 2024.

Fortaleza. Caderno de Anexos - Forclima. Índice de vulnerabilidade às mudanças climáticas e plano de adaptação. Fortaleza: Canal Urbanismo e Meio Ambiente, [S. l.]. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/forclima/caderno_de_anexos.pdf. Acesso em: 12 ago. 2024.

Gornitz, V. Global coastal hazards from future sea level rise. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, Amsterdam, v. 89, p. 379-398. 1991. DOI: 10.1016/0031-0182(91)90173-O. Acesso em: 12 ago. 2024.

Gornitz, V. M., Daniels, R. C., White, T. W., and Birdwell, K. R. The development of a coastal risk assessment database: Vulnerability to sea-level rise in the U.S. southeast. *Journal of Coastal Research, Special Issue No. 12*, p. 327-338. 1994.

Gornitz, V.; Rosenzweig, C.; Hillel, D. Is sea level rising or falling? *Nature, London*, v. 371, n. 6510, p. 481. 1994. DOI: 10.1038/371481a0. Acesso em: 12 ago. 2024.

Gouvea Junior, Willian cruz análise das variáveis físicas e dinâmicas do índice de vulnerabilidade costeira (ivc) na enseada da baía formosa, região dos lagos fluminense, estado do rio de janeiro. / willian cruz gouvea junior - rio de janeiro: ufrj / igeo, 2022.

Gouvea Junior; w. C. Castro j. W. A., Fernandes d. 2022. Análise das variáveis físicas e dinâmicas do índice de vulnerabilidade costeira (ivc) na enseada da baía formosa, região dos lagos fluminense, estado do rio de janeiro. *Revista brasileira de geomorfologia*, v. 23, n. 4, p. 1812-1833.

Grilli, N. M. Ciência integrada para gestão costeira : potencialidades e desafios. 2017. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. DOI:10.11606/D.21.2018.tde-14032018-143730. Acesso em: 10 ago. 2024.

Hemer, M.A. *et al.* Projected changes in wave climate from a multi-model ensemble. *Nature Climate Change*, n.3, p. 471-476. 2013.

Holzer, W.; Crichyno, J.; Pires, A. C. Sustentabilidade da urbanização em áreas de restinga: uma proposta de avaliação pós-ocupação. *Paisagem e Ambiente*, São Paulo, Brasil, n. 19, p. 49–65, 2004. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i19p49-65. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/40219>.. Acesso em: 12 ago. 2024.

IBGE. Grade Estatística: mapas interativos do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://mapasinterativos.ibge.gov.br/grade/default.html>. Acesso em: 12 ago. 2024.

IEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Gerenciamento Costeiro. Cariacica, ES, 2019. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/gestao-territorial-costeira-gerco#:~:text=O%20Gerenciamento%20Costeiro%20%C3%A9%20definido,utiliza%C3%A7%C3%A3o%20sustent%C3%A1vel%2C%20por%20meio%20de> . Acesso em: 9 ago. 2024.

Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (Ed.).Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

IPCC, 2019: summary for policymakers. In: ipcc special report on the ocean and cryosphere in a changing climate [h.-o. Pörtner, d.c. roberts, v. Masson-delmotte, p. Zhai, m.tignor, e. Polaczinski, k. Mintenbeck, a.alegría, m. Nicolai, a. Okem, j. Petzold, b. Rama, n.m. heyer (eds.)]. Disponível em: < https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/11/srocc_spm_portuguese.pdf >

Iwama, Allan Yu et al. Risk, Vulnerability and Adaptation to climate change: an interdisciplinary approach. Ambiente & Sociedade. 2016, v. 19, n. 2 , pp. 93-116. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC137409V1922016>>. ISSN 1809-4422. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC137409V1922016>. Acesso em: 12 ago. 2023.

Kelletat, d. 2006. Beachrock as a sea-level indicator? Remarks from a geomorphological point of view. J. Coast. Res. 22 (6): 1555–1564.

Lima, C. O.; Bonetti, J. Proposta metodológica para adequação das informações do Censo Demográfico do IBGE na análise da vulnerabilidade social a eventos extremos na zona costeira. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 63, n. 2, p. 122-140, jul./dez. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332174355_Proposta_metodologica_para_adequacao_das_informacoes_do_Censo_Demografico_do_IBGE_na_analise_da_vulnerabilidade_social_a_eventos_extremos_na_zona_costeira?enrichId=rgreq-880afb875519b3b8e6e927f310356f51-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIOzMzMjE3NDM1NTtBUzo3NDM1NzA4OTgxNTc1NzBAMTU1NDI5MjUyNTE3MA%3D%3D&el=1_x_3&esc=publicationCoverPdf . Acesso em: 12 ago. 2024.

Lins-de-Barros, F. Erosão costeira e gerenciamento: estudo de caso do litoral de Maricá, Rio de Janeiro. CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente, [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=document_o.download&id=16361 . Acesso em: 10 ago. 2024.

Lins-de-Barros, F. M. Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados: estudo de caso da Região dos Lagos, Rio de Janeiro. 2010. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

Lins-de-Barros, F. M. Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos sócio-econômicos na orla urbanizada do município de Maricá, Rio de Janeiro. Revista Brasileira De Geomorfologia, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 83-90, Jul - Dez. 2005. DOI: 10.20502/rbg.v6i2.54. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v6i2.54> . Aceso em: 09 ago. 2024.

Lins-de-barros, f. M. Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos sócio-econômicos na orla urbanizada do município de maricá, rio de janeiro. Revista brasileira de geomorfologia, v. 6, n. 2, p. 83-90, 2005. Doi: 10.20502/rbg.v6i2.54.

Lins-de-Barros, F. M. Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados: estudo de caso da Região dos Lagos, Rio de Janeiro. 2010. 297 p. Tese (de Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

MARICÁ. Agenda 21 de Maricá. Coordenação Geral: Ricardo Frosini de Barros Ferraz. Rio de Janeiro: Agenda 21 Comperj, 2021. 158 p. Disponível em: https://casafluminense.org.br/wp-content/uploads/2017/08/Maric%C3%A1_baixa.pdf . Acesso: 12 ago. 2024.

MARTINS, L. R.; TABAJARA, L. L.; FERREIRA, E. R. Linha de costa: problemas e estudos. Gravel, Porto Alegre, n. 2, p. 40-56, out. 2004.

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Zona costeira e plataforma continental. s.d. Disponível em: <https://ciencianomar.mctic.gov.br/zona-costeira-e-plataforma-continental/>. Acesso em: 05 ago. 2024.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Plano nacional de gerenciamento costeiro: 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil. Brasília, DF, 2015. 181 p. ISBN 978-85-7738-235-4. Disponível em: <https://gerenciamentocosteiro.furg.br/images/Materiais/PNGC-25-anos.pdf> . Acesso em: 09 ago. 2024.

Muehe d., Corrêa c. H. T. 1989. Dinâmica de praia e transporte de sedimentos na restinga de maçambaba, rj. Revista brasileira de geociências, v. 19, n. 3, p. 387-392.

Nzualo, T. N. M.; Silvestre, V. F. Avaliação da vulnerabilidade costeira na costa Moçambicana: Índice de Vulnerabilidade Costeira simplificado. AbeAfrica: Revista da Associação Brasileira de Estudos Africanos, v. 03, n. 03, p. 111-137, out. 2019.

Osilieri, p. R. G.; seoane, j. C. S.; dias, f. B. Coastal vulnerability index revisited: a case study from maricá, rj, brazil. Revista brasileira de cartografia, v. 72, n. 1, p. 81-99, 2020. Doi: 10.14393/revbrascartogr

OSILIERI, P. R. G.; SEOANE, J. C. S.; DIAS, F. F. Coastal Vulnerability Index revisito: estudo de caso para Maricá, RJ, Brasil. Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 72, n. 1, p. 81–99, 2020. DOI: 10.14393/rbcv72n1-47025. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/47025>. Acesso em: 12 ago. 2024.

Osilieri, p. R. G; vulnerabilidade costeira do arco praial de maricá (rj): itaipuaçu – ponta negra / paulo renato gomes osilieri - rio de janeiro: ufrj / igeo, 2016.

PBMC, 2016: Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 184 p. ISBN: 978-85-285-0345-6.

Pendleton, e. A.; barras, j. A.; williams, s. J.; twichell, d. C. Coastal vulnerability assessment of the northern gulf of mexico to sea-level rise and coastal change. Geological survey open-file report, v. 2010–1146, p. 1-26, 2010. Doi: 10.3133/ofr20101146

Perez, M. L.; Silva, J. G.; Rosso, T. C. A. Uma visão da implantação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil. Rio's International Journal on Sciences of Industrial and Systems Engineering and Management Disponível em: <http://www.rij.eng.uerj.br/professional/2009/pe092-02.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2024.

PLANETÁRIO DA UFSC. Marés. Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. Disponível em: <https://planetario.ufsc.br/mares/#:~:text=A%20diferen%C3%A7a%20entre%20a%20mar%C3%A9,%C3%A9%20chamado%20fluxo%20da%20mar%C3%A9>. Acesso em: 12 ago. 2024.

Rocha, E. J. T. R.; Gradvohl, S. T. S., Menescal, G. C.; Pitombeira, E. S., Aquino, M. D. A.; Castro, M. H. Avaliação do Gerenciamento Costeiro no estado do Ceará:

estudo de caso da Costa Leste. In: XVII SBRH - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Universidade Federal do Ceará, 2007. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=10122> . Acesso em 12 ago. 2024.

Santos a. L. S. G. O impacto ambiental no processo de erosão costeira em áreas urbanas de cordões litorâneos frontais holocênicos em saquarema. Trabalho de conclusão de curso, especialização em geologia do quaternário, museu nacional, rio de janeiro.2020.

Santos, B. P. Análise dos Índices de Vulnerabilidade Costeira IVC no litoral do município de Maricá - Estado Do Rio De Janeiro / Bruna Pires dos Santos. Monografia em Geologia UFRJ -- Rio de Janeiro, 2023.

Santos, cátia pereira & colaboradores. Caracterização das comunidades vegetais na restinga de maricá, rio de janeiro, sudeste do brasil. V. 13, n. 1 (2017)

Silva, a.l.c., silva, m. A. M., santos, c. L. Comportamento morfológico e sedimentar da praia de itaipuaçu (maricá, rj) nas últimas três décadas. Revista brasileira de geociências. Sociedade brasileira de geologia, 38 (1), p. 89-99, 2008.

SUBSECRETARIA DE PLANEJAMENTO. Estudo Socioeconômico 2021 - Maricá. Maricá, 2021. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br> . Acesso em:12 ago. 2024.

Tavares, J. Plano de desenvolvimento urbano-ambiental para Itaipuaçu, Maricá - RJ. Universidade de São Paulo. Instituto de Arquitetura e Urbanismo, 2023. DOI: 10.11606/9786586810745. Disponível em: www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1181 . Acesso em: 12 ago. 2024.

Thieler, e. R.; hammar-klose, e. S. National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise: preliminary results for the u.s. atlantic coast. U.s. geological survey open-file report, v. 99-593, p. 1-15, 1999a.

Thieler, e. R.; hammar-klose, e. S. National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise: preliminary results for the u.s. pacific coast. U.s. geological survey open-file report, v. 00-178, p. 1-17, 1999b.

Thieler, e. R.; hammar-klose, e. S. National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise: preliminary results for the u.s. gulf of mexico coast. U.s. geological survey open-file report, v. 00-179, p. 1-15, 1999c.

Thieler, E.R.; Hammar-Klose, E.S. National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlanta Coast USGS, Open

File Report 99-593, 1999. DOI: 10.3133/ofr99593. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/of/1999/of99-593/index.html> . Acesso em 12 ago. 2024.

Valverde, M. C. A INTERDEPENDÊNCIA ENTRE VULNERABILIDADE CLIMÁTICA E SOCIOECONÔMICA NA REGIÃO DO ABC PAULISTA. *Ambiente & Sociedade*, v. 20, n. 3, p. 39–60, Jul. 2017. DOI: 10.1590/1809-4422ASOC66R2V2032017 . Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC66R2V2032017A>

Valverde, M. C. The Interdependence of climate and socioeconomic vulnerability in the ABC Paulista region. *Ambiente & Sociedade*, v. 20, n. 03 , p. 39-60. 2017. DOI: 10.1590/1809-4422ASOC66R2V2032017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC66R2V2032017> . ISSN 1809-4422. Acesso em: 12 ago. 2024.

Valverde, M. C.; Young, A. F.; Marengo, J. A. Índice de vulnerabilidade na região metropolitana de São Paulo (RMSP) relacionado aos extremos do clima e a fatores socioeconômicos e demográficos. IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 2011, João Pessoa. Anais eletrônicos... 2011. Disponível em: <<http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/11.17.12.47.55/doc/Valverde,%20Young,%20Marengo%20-%20%cdndice%20de%20Vulnerabilidade.PDF?metadatarpository=&mirror=sid.inpe.br/mtc-m19@80/2009/08.21.17.02.53>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

Valverde, M.; Young, A. F.; Marengo, J. A. Índice de vulnerabilidade na região metropolitana de São Paulo (RMSP) relacionado aos extremos do clima e a fatores socioeconômicos e demográficos. Centro de Ciências do Sistema Terrestre – CCST, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São Paulo, [S. l.].

Anexo A - Questionário

A presente pesquisa é destinada **apenas** para os moradores da cidade de Maricá - Rio de Janeiro. Ela tem por objetivo compreender a relação dos moradores com as praias da região. O tempo estimado para responder o questionário é de 5 minutos.

1 - Você é morador(a) de Maricá? *

- Sim
- Não

2- Qual sua idade? *

- Menos de 18 anos
- 18-24 anos
- 25-34 anos
- 35-44 anos
- 45-54 anos
- 55-64 anos
- 65 anos ou mais

3 - Qual região que você mora?*

4 - Você mora próximo a praia?*

- Sim
- Não

5 - Qual distância sua casa fica da praia?*

- Menos 1 km
- Entre 1 - 3 km
- Entre 3 a 5 km
- Mais que 5 km

6 - Com que frequência você visita o litoral de Maricá?*

- Diariamente
- Semanalmente
- Mensalmente
- Anualmente
- Raramente/Nunca

7 - Quando visita o litoral de Maricá, quais atividades costuma realizar? (Marque todas as que se aplicam)*

- Banho de mar
 - Prática de esportes aquáticos (surf, stand-up paddle, etc.)
 - Pesca
 - Caminhadas na praia
 - Piqueniques
 - Observação da vida marinha
- Outro: _____

8 - Quais medidas você acha que deveriam ser tomadas para adaptar o gerenciamento costeiro às mudanças climáticas? (Marque todas as que se aplicam) *

- Reforçar estruturas de proteção costeira
 - Zoneamento costeiro mais restritivo
 - Promover o reflorestamento de áreas costeiras
 - Educação pública sobre os impactos das mudanças climáticas
- Outro: _____

9 - Você tem conhecimento sobre a diversidade de espécies marinhas presentes no litoral de Maricá?*

- Sim
- Não

10 - Você acredita que a população de Maricá está bem informada sobre a importância da conservação da fauna e flora marinha?*

- Sim
- Não

11 - Você acredita que as mudanças climáticas estão ocorrendo?*

- Sim
- Não
- Talvez

12 - Você acha que as mudanças climáticas podem afetar no futuro as condições da região costeira de Maricá? *

- Aumento do nível do mar
 - Erosão costeira
 - Mudanças nos padrões de precipitação
 - Aumento da frequência de eventos climáticos extremos (tempestades, inundações, etc.)
 - Acidificação dos oceanos
- Outro: _____

13 - Na sua opinião, quais impactos das mudanças climáticas são mais evidentes no litoral de Maricá? (Marque todas as que se aplicam) *

- Erosão costeira
- Poluição da água
- Descarte inadequado de resíduos sólidos
- Desmatamento de áreas costeiras
- Pesca predatória
- Mudanças climáticas

14 - Na sua opinião, quais são os maiores desafios ambientais enfrentados pelo litoral de Maricá? (Marque todas as que se aplicam)*

- Sim
- Não
- Talvez

15 - Você acredita que a população de Maricá está fazendo esforços suficientes para preservar o litoral? *

- Sim
- Não
- Talvez

16 - Você acredita que os órgãos públicos de Maricá estão fazendo esforços suficientes para preservar o litoral? *

- Sim
- Não

17 - Você apoia o desenvolvimento sustentável das áreas costeiras de Maricá?*

- Sim
- Não

18 - Você gostaria de se envolver em projetos de conservação ou atividades relacionadas ao litoral de Maricá no futuro?*

- Sim
- Não
- Parcialmente

19 - Você se sente bem informado(a) sobre as ações que estão sendo tomadas em Maricá para lidar com os impactos das mudanças climáticas no litoral?*

20 - Você acredita que a população, prefeitura e demais órgãos competentes de Maricá deveriam estar mais envolvidos nas discussões e decisões relacionadas ao Gerenciamento costeiro diante das mudanças climáticas? Se sim, por quê?*

21 - Por favor, compartilhe quaisquer comentários adicionais ou sugestões relacionadas ao tema. Suas experiências e conhecimentos.

*Perguntas obrigatórias

Anexo B – Entrevista com Gestores de Maricá

Roteiro de Entrevista para Gestores da Secretaria de Meio Ambiente de Maricá

Tema : Desafios na Gestão Costeira do Município

Objetivo : Identificar e compreender os desafios técnicos, administrativos e operacionais enfrentados na gestão costeira de Maricá, bem como as estratégias adotadas para superá-los.

Introdução

1. Apresentação Pessoal e da Pesquisa
2. Consentimento

Perguntas Gerais

1 - Contexto da Gestão Costeira :

Pode descrever brevemente como é a gestão costeira em Maricá e quais são os principais objetivos e metas da Secretaria de Meio Ambiente nesse âmbito?

2 - Principais Desafios :

Quais são os maiores desafios que vocês enfrentam na gestão da zona costeira de Maricá?

3 - Impactos das Mudanças Climáticas :

Como as mudanças climáticas têm afetado a costa de Maricá e quais são as principais preocupações relacionadas a esse impacto?

4 - Planejamento e Estratégias:

Quais são as principais estratégias adotadas pela Secretaria para lidar com a erosão costeira e a elevação do nível do mar?

Perguntas sobre Dificuldades Técnicas

5 - Tecnologia e Equipamentos :

Quais são as principais dificuldades técnicas encontradas na utilização de tecnologias e equipamentos para monitorar e gerenciar a costa de Maricá?

6 - Dados e Informações :

A Secretaria enfrenta algum desafio na coleta e análise de dados sobre a linha costeira e os processos costeiros? Se sim, quais?

7 - Capacitação e Treinamento :

Existem dificuldades na capacitação e no treinamento da equipe técnica para

lidar com questões costeiras complexas? Como isso é abordado?

8 - Recursos Financeiros :

Quais são os principais obstáculos financeiros enfrentados na implementação de projetos de gestão costeira?

Perguntas sobre Tomada de Decisão

9 - Processo de Decisão :

Como é o processo de tomada de decisão na gestão costeira e quais equipes discutem sobre isso?

10 - Participação Comunitária :

De que maneira a comunidade local é envolvida nas decisões relacionadas à gestão costeira? Quais são os desafios nesse aspecto?

11 - Coordenação Interinstitucional :

Quais dificuldades existem na coordenação entre diferentes órgãos e instituições na gestão da zona costeira de Maricá?

Perguntas sobre Gerenciamento Costeiro

12 - Projetos e Iniciativas :

Pode citar alguns projetos ou iniciativas recentes implementados para melhorar a gestão costeira em Maricá e quais foram os principais desafios enfrentados nesses projetos?

13 - Legislação e Políticas :

Existem desafios relacionados à legislação e políticas públicas na gestão costeira? Se sim, quais são os principais?

14 - Mitigação e Adaptação :

Quais ações de mitigação e adaptação estão sendo implementadas para enfrentar os desafios costeiros, e quais dificuldades são encontradas nessas ações?

15 - Perspectivas Futuras :

Quais são as perspectivas e planos futuros da Secretaria para a gestão costeira em Maricá? Que desafios vocês preveem enfrentar no futuro?