

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

EDUARDO TORRES FERREIRA

Comparação histórica da erosão costeira e danos percebidos após os eventos de ressaca do mar ocorridos em 2001 e 2021 no litoral do município de Maricá, Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO

2023

EDUARDO TORRES FERREIRA

Comparação histórica da erosão costeira e danos percebidos após os eventos de ressaca do mar ocorridos em 2001 e 2021 no litoral do município de Maricá, Rio de Janeiro.

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Geografia. Área de Concentração: Geografia Costeira

Orientadora: Flávia Moraes Lins de Barros

RIO DE JANEIRO

2023

F383c Ferreira, Eduardo Torres
 Comparação histórica da erosão costeira e danos
 percebidos após os eventos de ressaca do mar
 ocorridos em 2001 e 2021 no litoral do município de
 Maricá, Rio de Janeiro / Eduardo Torres Ferreira. -
 Rio de Janeiro, 2023.
 61 f.

 Orientador: Flavia Moraes Lins de Barros.
 Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
 Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto
 de Geociências, Bacharel em Geografia, 2023.

 1. Erosão Costeira. 2. Ressaca do mar. 3. Gestão
 Costeira. 4. Vulnerabilidade física. 5. Maricá, RJ.
 I. Moraes Lins de Barros, Flavia, orient. II. Título.

EDUARDO TORRES FERREIRA

Comparação histórica da erosão costeira e danos percebidos após os eventos de ressaca do mar ocorridos em 2001 e 2021 no litoral do município de Maricá, Rio de Janeiro.

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Geografia. Área de Concentração: Geografia Costeira

Orientadora: Flávia Moraes Lins de Barros

Aprovado em:

Banca Examinadora:

Flávia Moraes Lins de Barros
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Leticia Parente Ribeiro
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

FERREIRA, Eduardo Torres. Comparação histórica da erosão costeira e danos percebidos após os eventos de ressaca do mar ocorridos em 2001 e 2021 no litoral do município de Maricá, Rio de Janeiro. 2023. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2023.

RESUMO

Diversos estudos vêm apontando para possíveis elevações do nível do mar e aquecimentos das águas dos oceanos, realidade que pode alterar o regime de tempestades e intensificar tendências à erosão costeira em várias praias do mundo. O município de Maricá, situado a leste da Baía de Guanabara, tem sofrido processos erosivos e retrogradação da linha de costa após a ocorrência de sucessivos eventos extremos de ressacas do mar, como visto em maio de 2001, julho de 2019 e julho de 2021. As praias ao longo do arco praias de Maricá apresentam em sua maior parte, uma morfodinâmica de praia caracterizada por cordões litorâneos estreitos, perfis de praia refletivo e intermediário, exposição elevada às ondulações de tempestades devido à quase inexistência de barreiras naturais e ao seu alinhamento leste-oeste e baixa resistência a eventos erosivos, tendo em vista a pequena cobertura vegetal de restinga e a ausência de dunas frontais, que propiciam um cenário de elevada vulnerabilidade tanto para as praias quanto para as construções na orla do município. Com a falta de planejamento urbano adequado pela prefeitura e sem o estabelecimento de limites de ocupações que respeitassem o espaço dinâmico da praia, ocorreu em toda a extensão da orla de Maricá uma urbanização muito próxima ao perfil ativo ou até mesmo dentro da praia, intensificando a vulnerabilidade e provocando cenário de risco e destruição em vários pontos da orla que foram identificados na pesquisa. Foi realizada uma comparação dos eventos de ressaca ocorridos em maio de 2001 e julho de 2021 a fim de investigar os processos erosivos e os locais onde iniciou, persistiu ou agravou tanto os danos como o recuo da linha de costa. Por fim, buscou-se analisar as políticas de Gestão Costeira realizadas pela prefeitura do município de Maricá do ano de 2001 a 2021, destacando as principais medidas para tratar a erosão costeira e um melhor uso e ocupação do solo na tentativa de proteger as praias.

Palavras-chave: Ressaca do mar, erosão costeira, danos, vulnerabilidade física, gestão costeira

FERREIRA, Eduardo Torres. Comparação histórica da erosão costeira e danos percebidos após os eventos de ressaca do mar ocorridos em 2001 e 2021 no litoral do município de Maricá, Rio de Janeiro. 2023. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2023

ABSTRACT

Several studies have pointed to possible rises in sea levels and warming of ocean waters, a reality that could alter the storm pattern and intensify coastal erosion trends on several beaches around the world. The municipality of Maricá, located east of Guanabara Bay, has been suffering erosion processes and retrogradation of the coastline after the occurrence of successive extreme storm surge events, as seen in May 2001, July 2019 and July 2021. The beaches along the beach arch of Maricá present, for the most part, a beach morphodynamics characterized by narrow coastal ridges, reflective and intermediate beach profiles, high exposure to storm swells due to the almost non-existence of natural barriers and its eastern alignment. -west and low resistance to erosion, considering the small vegetation cover of the restinga and the absence of frontal dunes, providing a highly vulnerable scenario for both the beaches and the edge of the municipality. With the lack of adequate urban planning by the municipal government and without the establishment of occupation limits that respected the dynamic space of the beach, an urbanization occurred along the entire length of the Maricá seafront that was very close to the active profile or even inside the beach, intensifying the vulnerability and causing a scenario of risk and destruction in several points of the shore that were identified in this research. A comparison of storm surge events that occurred in May 2001 and July 2021 was carried out in order to investigate the erosive processes and the places where they started, persisted or aggravated both the damage and the retreat of the coastline. Finally, we sought to analyze the Coastal Management policies carried out by the city hall of Maricá from 2001 to 2021, highlighting the main measures to deal with coastal erosion and better use and occupation of the soil in an attempt to protect the beaches.

Palavras-chave: Sea hangover, coastal erosion, damage, physical vulnerability, coastal management

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

1. Localização do município de Maricá com a divisão de seus quatro distritos..... 15
2. Figura 2: Delimitação da área de abrangência da APA de Maricá, no arco praiial do município.....21
3. Perfil esquemático apresentando a retrogradação e modificação da barreira arenosa no Holoceno por conta das variações do nível do mar que ocorreram ocasionando uma erosão momentânea e uma erosão permanente caso esse evento se torne recorrente..... 23
4. Arco praiial do município abrangendo as praias da Barra de Maricá, de Guaratiba, de Cordeirinho e no extremo leste a de Ponta Negra.....27
5. Ausência de cobertura vegetal e casas posicionadas no perfil ativo da Praia da Barra de Maricá. Fonte: Google Earth.....29
6. Praia de cordeirinho com cobertura vegetal esparsa ao longo da orla e partes inexistentes, com construções na berma da praia.....30
7. Dunas frontais ausentes na região da barra de maricá.....31
8. Altura e direção da ondulação de tempestade que incidiu na costa do Rio de Janeiro, dia 29 de julho de 2021.....33
9. Trecho da orla de cordeirinho entre as ruas 64 e 65 no ano de 2009 onde não havia construções ou onde se expandiu a casa em direção a praia.....41
10. Praia de Cordeirinho entre as ruas 61 e 65 antes da forte ressaca de 2019. Na imagem é possível identificar construções recentes que não existiam e maior urbanização na orla. Linha vermelha delimitando a linha de costa e o alcance da restinga..... 41
11. Orla de cordeirinho, especificamente entre as ruas 61 a 65 onde houve maiores registros de erosão costeira após a ressaca de julho de 2021. É possível identificar o recuo do cordão litorâneo mais acentuado em relação às ressacas anteriores que atingiram este trecho e a remoção das estacas-prancha em parte do local implantado pela prefeitura. A linha vermelha representa a linha de costa em 2019, antes do processo erosivo histórico que se estendeu até 2021, quando houve o ultimo evento extremo destrutivo dessa área.....44
12. Comparação do mesmo trecho da praia de cordeirinho há três anos antes, em 2019, quando a localidade não havia sofrido erosão costeira severa.....44

Gráficos

1. Quantitativo populacional do município de Maricá com dados disponibilizados pelo Censo Demográfico dos anos de 1970 a 2022.....19

Fotografias

1. Extração ilegal de areia na região da APA de Maricá.....	24
2. Muro da casa destruído e remoção da restinga da praia após a ressaca de julho de 2021 na Praia de Ponta Negra.....	32
3. Calçada e rua parcialmente destruídas na praia da Barra de Maricá após a ressaca de julho de 2021.....	34
4. Abertura da barreira arenosa na barra de maricá pelas ondas de tempestade na ressaca de julho de 2021.....	35
5. Deck de acesso à praia destruído na praia da Barra de Maricá na ressaca de julho de 2021.....	35
6. Calçada destruída na Barra de Maricá após a ressaca de julho de 2021.....	36
7. Estacas-prancha danificadas na praia de Guaratiba após as ressacas do mar de julho de 2021.....	37
8. Destruição de muros, calçada e danos a casas na região de cordeirinho entre as ruas 64 e 65 após a ressaca do mar de 2019.....	39
9. Casa posicionada no topo da escarpa de erosão, rua 93 cordeirinho.....	40
10. Casa na rua 64 em cordeirinho que teve grande parte da casa destruída e o muro completamente destruído após a ressaca de 2019. Foi implantada a técnica de estacas-prancha nessa região para conter o avanço do mar, porém com a ressaca de julho de 2021 o mar retirou as estacas e elas estão até hoje empilhadas no local.....	42
11. Casa na rua 64 em cordeirinho posicionada dentro da berma da praia.....	42
12. Marcas de erosão costeira após as ressacas de julho de 2021, na praia de cordeirinho.....	43
13. Erosão costeira na praia de cordeirinho durante a ressaca de julho de 2021.....	45
14. Estacas-pracha instaladas pela prefeitura na praia de Cordeirinho, entre as ruas 61 e 65, na tentativa de diminuir os processos erosivos na área.....	50

Tabelas

1. Características do ambiente costeiro para classificação da linha de costa quanto à susceptibilidade à erosão costeira.....	26
2. Grau de instabilidade local de acordo com a classificação do grau de resistência, grau de exposição e posição das construções em relação ao perfil da praia de acordo com o mapeamento e análise realizada por Lins-De-Barros (2005).....	32

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	10
CAPÍTULO II – 2 Contextualização e caracterização da área de estudo.....	14
2.1 Geologia e Geomorfologia local.....	15
2.2 Crescimento Populacional e ocupação nas orlas de Maricá.....	16
2.2.1 Formas de ocupação urbana nas zonas costeiras.....	19
2.3 Historiografia da erosão costeira em Maricá: Análise e observação de autores anteriores.....	21
CAPÍTULO III – 3 A Vulnerabilidade Física das praias e o evento de ressaca do mar ocorrido em julho 2021.....	25
3.1 Características e classificação das praias.....	25
3.1.1 Indicadores para caracterizar a Instabilidade Local das praias.....	29
3.2 A ressaca do mar em julho de 2021.....	33
CAPÍTULO IV – A Urbanização desordenada e os eventos de ressaca: mudanças na orla da região de Cordeirinho após os processos erosivos ocorridos entre os anos de 2001 e 2021.....	38
CAPÍTULO V – O que foi feito na gestão cordeira de Maricá de 2001 a 2021.....	46
CAPÍTULO VI – Conclusão.....	54
REFERÊNCIAS.....	56

Introdução

O fenômeno da erosão costeira está associado normalmente ao aumento do nível do mar e a eventos extremos de tempestades, e se tornou mais intenso em virtude das mudanças climáticas presenciadas principalmente após a revolução industrial, que possibilitou novas formas de produção e consumo em várias partes do mundo. Esse modelo de desenvolvimento socioeconômico que se deu inicialmente nos países desenvolvidos (Estados Unidos, Inglaterra, França) e posteriormente nos países emergentes (Brasil, Argentina, México) resultou no aumento expressivo da proporção dos gases de efeito estufa presentes na atmosfera em função da queima de combustíveis fósseis pelas indústrias, veículos automotores e atividades agropecuárias, e vem causando ao longo dos anos aumento na temperatura dos oceanos (BIRD, 1993). As mudanças climáticas podem causar a subida do nível do mar através do derretimento mais rápido das geleiras, do aumento térmico das águas do oceano proporcionando regimes de chuva e tempestades mais frequentes, como também a maior frequência dos eventos extremos de ressaca do mar com ondas de maior energia incidindo nas costas, ocasionando possíveis processos erosivos por conta do balanço sedimentar negativo.

O litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, por sua característica de alinhamento Leste-Oeste, se torna mais exposto às ondulações do quadrante sul, que representam ondulações de frentes frias e podem chegar a uma altura de 5m na arrebentação (MUEHE, et al., 2018). O litoral do Rio de Janeiro sofre influência direta do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) durante o ano inteiro e está associado a condições atmosféricas de tempo bom, com céu claro e ventos de direção leste-nordeste e ondas provenientes de nordeste e sudeste (MUEHE, et al., 2018). O sistema de estabilidade atmosférica é interrompido com a chegada de ciclones extratropicais, com ondulações de sul – sudoeste e ventos intensos de sudoeste e sudeste, caracterizando situações de mau tempo (MUEHE, et al., 2018), as quais podem causar danos em várias praias do estado, principalmente no litoral sul, mais exposto a ondulações de tempestades.

A zona costeira do Rio de Janeiro já presenciou diversos processos erosivos e danos ao longo da sua extensão, como é o caso da praia de Piratininga em Niterói que, em eventos extremos de ressaca como em agosto de 2004 e julho de 2021, teve o calçadão destruído pela força das ondas (SILVA., André; DA SILVA, Maria; SANTOS, Carla., 2009), da praia da Massambaba, onde o monitoramento do perfil de praia de 1996 a 2010 identificou o recuo da

linha de costa, a transposição de ondas e a mobilização da duna frontal, indicando tendência à retrogradação (Muehe, 2011), como também da praia da Barra de Maricá após o evento de tempestade ocorrido em maio de 2001, que ocasionou destruição parcial e total de casas, avenidas e quiosques (Lins-De-Barros, 2005). A ocorrência cada vez mais frequente e de maneira intensa dos eventos de tempestades na costa do Rio de Janeiro, têm gerado controvérsias nas pesquisas de diferentes autores que estudam o comportamento morfodinâmico de praias e mudanças na linha de costa, devido ao embate de haver ou não tendência á erosão costeira em evidência ou se esses eventos representam apenas uma variabilidade praial após eventos extremos (SILVA et al., 2008); (MUEHE, 2001; 2011); (LINS-DE-BARROS, 2005); (SOUZA & SEGUIO, 2003).

O município de Maricá está localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a oeste da Baía de Guanabara e está situado entre Niterói e Saquarema. Maricá pertence ao compartimento denominado Região dos Lagos, com características de extensos arcos praias quase sempre na forma de duplos cordões arenosos paralelos. Em seu interior se desenvolveu um grande complexo lagunar formado pelas lagoas de Maricá, Barra de Maricá, do Padre, Guarapina e Jaconé. O litoral Maricaense é marcado pela incidência de grandes ondulações provenientes de sul, com ondas que podem chegar a 5m bem próximo da linha de costa devido ao seu alinhamento Leste-Oeste e à ausência de barreiras naturais, exceto as Ilhas Maricás, que oferecem proteção para a Praia do Francês e parte da praia da APA de Maricá (LINS-DE-BARROS, 2005).

A partir da década de 70, com a construção da Ponte Rio-Niterói o município de Maricá sofreu significativo incremento populacional majoritariamente da população da cidade do Rio de Janeiro que comprava loteamentos com o intuito de estabelecer segunda residência num ambiente costeiro e pouco habitado. Ainda a partir da década de 1970, observam-se as transformações na orla de Maricá, tais como: a utilização de aterros, remoção da vegetação natural, pavimentação das ruas, construções desordenadas ao longo do arco praial e a remoção de dunas, que ocorreu sem a devida fiscalização pelo poder público (LINS-DE-BARROS, 2005). Em 1977, o poder público local com o intuito de estabelecer a proteção da costa, elaborou o Plano Diretor de Maricá, que delimita uma faixa de 50 metros contados a partir da linha média da maré, na qual não é permitido qualquer tipo de ocupação. (LINS-DE-BARROS, 2005). No ano de 1984 a prefeitura cria o Plano de Desenvolvimento Urbano de Maricá, com o intuito de criar uma faixa *non-aedificandi* para todo o litoral, porém é utilizado

o mesmo limite de 1977, não ultrapassando, com isso, a própria faixa de areia da praia, que no verão pode atingir 100 metros (LINS-DE-BARROS, 2005). O Plano Diretor de Maricá, elaborado em 2006, aborda pouco sobre áreas de não ocupação e medidas para enfrentamento da erosão costeira no litoral, apenas cita a importância de definir áreas de preservação ambiental e controle da ocupação no território municipal. Já no Plano Diretor lançado em 2021, o poder público toma consciência da importância de políticas para proteção das orlas e inclui no documento o estabelecimento de zonas *non-aedificandi* e o estabelecimento de limites de proteção ambiental e mapeamentos em regiões com problemas erosivos, porém, sem citar medidas concretas e os pontos estratégicos.

Devido à ocupação desordenada ao longo de praticamente todo o arco praial com construções bem próximas ao perfil dinâmico da praia, à sua exposição elevada às ondulações de tempestades por conta do seu alinhamento e da quase ausência de barreiras naturais, aliadas à ausência de dunas e cobertura vegetal na maioria das praias, a costa de Maricá apresenta alta vulnerabilidade à erosão costeira. O estudo realizado por (SILVA et al., 2008) no extremo oeste do arco praial de Maricá, apontou elevada variação morfológica na praia de Itaipuaçu, através de 10 anos de observações e levantamentos de campo no local, identificou-se a formação de leques de arrombamentos, remoção de dunas e restinga e a ocorrência de retrogradação do cordão litorâneo após eventos de ressaca do mar, persistindo até os dias atuais, sem regeneração.

O evento de ressaca do mar ocorrido em julho de 2021 não só alertou os moradores para a proximidade das construções em relação à faixa dinâmica da praia como também a prefeitura, que vinha adotando técnicas de “obras duras” para conter a erosão de parte da orla, obras que foram destruídas pela força das ondas. O evento de tempestade foi causado por um ciclone extratropical com fortes ventos de sudoeste e ondulação de sul, que fez incidir ondas de 3,5m no litoral de Maricá, causando diversos processos erosivos ao longo da orla e prejuízo aos moradores. Após as ressacas de maio de 2001 e julho de 2021 foi possível comparar os processos erosivos que vêm ocorrendo no litoral após eventos de tempestades. As praias da Barra de Maricá e de Ponta Negra apresentaram erosão costeira tanto em 2001 como em 2021, enquanto a Praia de Cordeirinho, que na ressaca de maio de 2001 havia apresentado erosão significativa, atualmente vem sofrendo erosão costeira severa intensificada após a ressaca de julho de 2021, quando houve recuo da linha de costa,

destruição de calçadas, avenidas e das obras de contenção realizadas pela prefeitura contra ressacas.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é:

1- Destacar os principais aspectos das praias na área de estudo (da Praia da Barra de Maricá até a praia de Ponta Negra) quanto a resistência e a morfodinâmica local, para estabelecer relação entre a vulnerabilidade física e os processos erosivos percebidos após a ressaca de julho de 2021.

2- Comparar a erosão costeira e os danos ocorridos na orla ao longo do litoral de Maricá após a ressaca de maio de 2001 e julho de 2021.

3- Investigar as mudanças na ocupação da Praia de Cordeirinho entre o ano de 2001 e 2021, comparando tanto a urbanização como os processos erosivos ocorridos.

4- Apontar o que foi feito na Gestão Costeira do município de Maricá entre os anos de 2001 a 2021 no combate aos danos e a erosão nas praias em análise.

Capítulo II: Contextualização e caracterização da área de estudo

Maricá é um município costeiro localizado na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro a uma distância de 60km da capital, situado a leste da baía de Guanabara, contendo uma área territorial de 362,571 km² de acordo com o IBGE (2016). Seu território abrange grande biodiversidade, incluindo maciços costeiros e vasto sistema lagunar, que corresponde a cerca de 36% de seu território, além de cerca de 42km de orla marítima (Prefeitura de Maricá, 2019)

É característica presente no município um grande complexo de lagoas que se formou à retaguarda dos duplos cordões, são elas: lagoa de Maricá, da Barra de Maricá, do Padre, Guarapina, Jacaroá, Araçatiba, Boqueirão e Jaconé (Prefeitura de Maricá, 2019). Inicialmente, antes das obras de engenharia, a principal maneira de ligação e trocas sedimentares entre as lagoas e o mar se dava a partir das oscilações das marés e das diferentes ondulações que modificavam a força das ondas que rompiam a barreira externa abrindo um canal na região da Barra de Maricá, ligando a lagoa ao mar. Na década de 1950 foi aberto o canal de Ponta Negra, interligando a lagoa de Guarapina, uma das maiores do município, ao mar (SOUSA; MIRANDA,; MEDEIROS, 2013). O município é formado pelos distritos de Maricá (sede), Itaipuaçu, Inoã e Ponta Negra e faz divisa com os municípios de Itaboraí, São Gonçalo, Rio Bonito, Niterói, Saquarema e Tanguá. As praias selecionadas para análise na área de estudo foram as da Barra de Maricá, de Guaratiba, Cordeirinho e Ponta Negra, abrangendo uma área de aproximadamente 15km de extensão (PREFEITURA DE MARICÁ, 2021)



Figura 1: Localização do município de Maricá com a divisão de seus quatro distritos. Fonte: NEGEF, 2019

2.1 Geologia e Geomorfologia local

O Litoral de Maricá possui uma geomorfologia que permite a incidência de grandes ondulações (*swell*) em direção à costa, principalmente as de sul, devido ao seu extenso alinhamento Leste-Oeste e à quase inexistência de barreiras naturais. Com isso, o litoral presencia frequentemente eventos intensos de ondas que podem atingir três metros ou mais de altura na arrebentação durante as tempestades (LINS-DE-BARROS, 2005). As ondas incidem principalmente do quadrante SE, associadas às condições de tempo bom e, de S e SW, durante a ocorrência de tempestades causadas pela passagem ocasional de frentes frias, quando estas ondas chegam a ultrapassar dois metros de altura na arrebentação (MUEHE, 1979; SILVA et al., 2008a)

Muehe e Valentini (1998) apresentam um panorama sobre a geomorfologia e os processos geomorfológicos do litoral do estado do Rio de Janeiro, propondo sua divisão em dois compartimentos: o da Bacia de Campos (litoral oriental) e o macro-compartimento dos cordões litorâneos, entre a Região dos Lagos e a Baía de Ilha Grande, denominado litoral sul. O Litoral Sul, pertencente ao compartimento Região dos Lagos tem como fisionomia na planície costeira a presença de extensos arcos praias, associados a cordões litorâneos transgressivos (com marca de transposição de ondas pelos eventos de maré alta e fortes

ondulações), normalmente ocorrendo na forma de duplos cordões, com algumas separações pelas lagoas presentes, no caso de Maricá, as lagoas de Maricá, Barra, Padre e Guarapina. Esses arcos praias formam uma linha quase contínua entre o Cabo Frio e a Baía de Guanabara, interrompida por alguns promontórios rochosos que separam as diversas baixadas costeiras (MUEHE & VALENTINI, 1998).

Estudos sobre a morfodinâmica de praias ao longo do litoral da Austrália realizados por Wright e Short (1984) contribuíram na forma de entender e ler as características de cada praia. Os autores sugeriram uma maneira de classificação morfodinâmica das praias estudadas a partir de critérios morfológicos e hidrodinâmicos. As praias de perfil refletivo possuem normalmente gradiente acentuado, ou seja, profundidade acentuada próxima à linha de costa, grãos normalmente grossos contendo cascalhos, ondas que quebram muito próximo da face da praia, cúspides de praia expressivos e fortes correntes de retorno. O perfil dissipativo corresponderia a gradientes pouco acentuados, ou seja, menor declividade do fundo, predominância de areia fina e zona de *surf* bem desenvolvida com vários bancos de areia. Já o perfil intermediário apresenta maior grau de mobilidade por conta da grande variabilidade nas condições das ondas, a zona de *surf* se altera entre os vários estágios do perfil intermediário e contém barras bem desenvolvidas (BELLIGOTTI, 2009).

A planície costeira de Maricá apresenta três compartimentos morfológicos distintos: uma barreira arenosa de idade holocênica, formada em torno de 7.200 A.P.; uma planície estreita, formada também no Holoceno por pequenas lagoas colmatadas; e uma barreira arenosa pleistocênica, formada há aproximadamente 40.000 A.P, localizada mais internamente na planície costeira. Percebe-se uma formação recente do substrato local influenciado principalmente pelas variações do nível do mar. Os sedimentos que chegam a esta costa são fornecidos principalmente pela plataforma continental interna e são constituídos em grande parte por areia quartzosa grossa e média (OLIVEIRA & MUEHE, 2013).

2.2 Crescimento populacional e ocupação nas orlas de Maricá

Onde hoje se localizam o povoado de São José do Imbassaí e a fazenda São Bento, fundada em 1635 pelos padres beneditinos, surgiram os primeiros núcleos de povoação em Maricá (ALIPRANDI et al., 2013). Após a busca por um clima mais favorável e facilidades nas atividades econômicas, o fluxo populacional se direcionou para as proximidades da lagoa,

na região chamada vila de Santa Maria de Maricá por volta de 1814, hoje denominado Centro de Maricá.

A presença da ferrovia gerou certa ocupação populacional no entorno das estações e ao longo da via férrea, que servia para escoar o pescado para Niterói e São Gonçalo. O transporte por trilhos ajudou a atender a demanda dos habitantes por alimentos e utensílios que antes era feito por mulas (ALIPRANDI et al., 2013).

A ocupação da faixa litorânea de Maricá remonta ao século XVII, quando sesmarias foram concedidas a frades beneditinos. Com a decadência da gestão religiosa e a perda de credibilidade, a sesmaria foi sendo vendida, privatizada e subdividida até ser assumida na década de 1940 pela companhia vidreira do Brasil (Covibra) (MAPA DE CONFLITOS, 2014). Inicialmente era uma região predominantemente pesqueira, com a presença de aldeias de pescadores locais e pequenas vilas de moradias que se concentravam na faixa litorânea. A partir da década de 1940 o município viu a venda de loteamentos e a construção da Rodovia Amaral Peixoto (RJ-106), o que possibilitou um acesso mais fácil e o primeiro boom imobiliário (Maricá.gov.br, 2019). A partir da década de 1970, com a construção da ponte Rio-Niterói (1974), Maricá começou a sofrer um incremento populacional significativo, principalmente de moradores dos centros urbanos da cidade do Rio em busca de tranquilidade, segurança e principalmente pelas belezas naturais pouco conhecidas e que ainda não tinham sofrido muita influência do homem. Muitos residentes da cidade do Rio de Janeiro, especialmente os aposentados, transformam casas de veraneio em residência fixa. Na década de 1990, enquanto o município do Rio apresentou 0,74% de taxa média de crescimento populacional anual, Maricá despontou com 5,70% (OLIVEIRA, 2005). Segundo dados do IBGE (2018) os municípios que mais cresceram no estado entre 2018 e 2019 foram: Armação dos Búzios, Itaguaí, Rio das Ostras, Maricá e Casimiro de Abreu. O município de Maricá que até 1991 registrava o total de 46.545 habitantes, em 2010 passou a registrar 127.461 e no último Censo Demográfico realizado pelo IBGE para o ano de 2022 foram registrados 197.300 habitantes no município (IBGE, 2022). Portanto, Maricá vem observando um crescimento vertiginoso e assustador de sua população. Até a década de 90 a ocupação do município era constituída, em grande parte, por moradias de segunda residência, casas de veraneio e muitos moradores utilizavam a cidade como dormitório, realizando o chamado movimento pendular, se deslocando para o Rio de Janeiro a trabalho e voltando para dormir. Atualmente a região recebe grande movimento migratório de pessoas que residiam na cidade

do Rio e optaram por ter residência fixa em Maricá, município integrante à região dos lagos que se encontra mais próximo do Rio de Janeiro e proporciona grande diversidade ambiental, proximidade com o mar, menos agitação e menos violência urbana, assim como diversos programas de inclusão social criados pela prefeitura (OJIMA E MARANDOLA, 2016)

Além disso, o município de Maricá, por estar localizado em uma região de exploração de petróleo, vem recebendo os royalties destinados a essa atividade e, com isso, vem desenvolvendo uma gestão política marcada por programas assistencialistas que tem adotado medidas para fomentar o desenvolvimento econômico local e diminuir as disparidades sociais, através da criação de diversos programas sociais como a Moeda Social Mumbuca, o Programa de Amparo ao Trabalhador e o Programa de Proteção ao Trabalhador, dando maior cidadania aos moradores através da transferência de renda (FONTENELE, 2021).

Com o início da migração populacional visto a partir da década de 70, o poder público do município sentiu a necessidade de organizar territorialmente a região que estava sendo ocupada sem planejamento urbano. Neste sentido, foi elaborado o Plano Diretor do município, em 1977, o qual estabelecia dentre outros limites, uma faixa de proteção da orla de 50m contados a partir da linha média da maré. Na tentativa de criar condições de uso e ocupação do solo de maneira sustentável e adequada, foi criado em 1984 o Plano de Desenvolvimento Urbano de Maricá, estabelecendo uma zona *non-aedificandi* para todo o litoral do município mantendo, porém, a mesma largura da faixa adotada no ano de 1977 (LINS-DE-BARROS, 2005)

Entretanto, essa delimitação e as políticas de proteção da orla foram ineficientes, havendo um planejamento urbano sem limites adequados, sem a busca por critérios científicos ou especialistas na área, resultando em uma ocupação desordenada ao longo de praticamente todo o arco praial, com construções situadas próximas à escarpa da pós-praia, no limite da escarpa com a berma e até casas e quiosques construídos na berma da praia. (LINS-DE-BARROS, 2005)

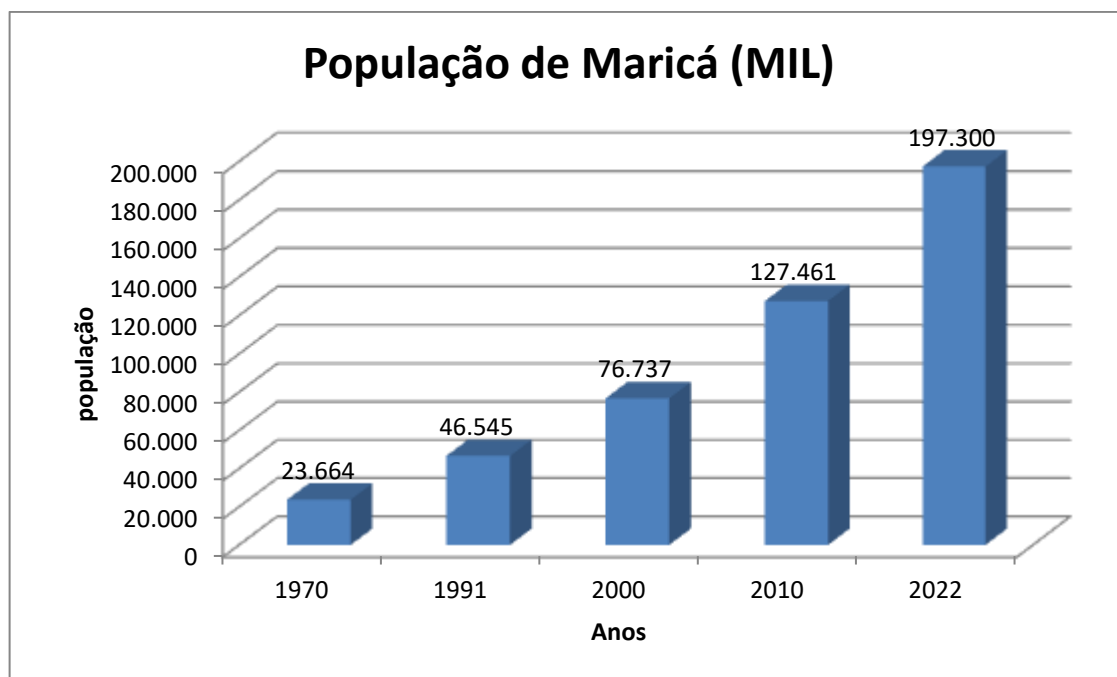


Gráfico 1: Quantitativo populacional do município de Maricá com dados disponibilizados pelo Censo Demográfico dos anos de 1970 a 2022. Fonte: IBGE, 2022.

2.2.1 Formas de ocupação urbana nas zonas costeiras

Segundo Corbin (1989), no Ocidente, antes do século XVII, a praia era considerada um lugar tenebroso e pouco cobiçado. Além disto, as terras costeiras também eram consideradas inúteis para as atividades produtivas desenvolvidas na época, com destaque para os solos inférteis e muito salinos. A partir da segunda metade do século XVIII, a relação entre o ser humano e o mar começa a se estreitar e o litoral passa a se tornar ambiente de relaxamento e alívio das angústias da vida moderna (CORBIN, 1989). O ambiente de praia como é visto hoje, levou certo tempo para ser assim percebido, e somente em no século XX a função recreativa da praia começou a despertar no imaginário das pessoas deixando a percepção de um lugar assustador e perigoso para se tornar um ambiente descontraído e de lazer, onde seus frequentadores eram tidos como modernos e de status social favorecido (POLETTE et al., 2022).

Em 2004, cerca de três bilhões de seres humanos habitavam os primeiros 230km da faixa costeira, o que significa que quase 50% da nossa espécie estaria morando em apenas 10% da área terrestre, com densidades médias 2,5 vezes maiores do que as observadas no restante das zonas do planeta (UNEP, 2004 in TETT et al., 2011). Além disso, mais de 60% da população mundial vive a menos de 50km da linha de costa (POLETTE et al., 2022).

Komar (1976) destaca ainda que as praias e os estuários são os primeiros ambientes a sofrer impactos decorrentes do crescimento demográfico nas cidades.

A partir do início do século XX a zona costeira começou a ser cobiçada tanto no aspecto urbano de lazer, descanso, estilo de vida e ambiente terapêutico que atraía cada vez mais pessoas para suas proximidades, mas, também, no aspecto econômico com as indústrias que viam na zona costeira um ponto econômico estratégico. Atualmente a zona costeira se apresenta como uma região de múltiplos usos e interações diretas do homem com o ecossistema praial que, no caso de Maricá, se caracteriza por uma concentração rápida e desordenada, sem um planejamento urbano e limites adequados de ocupação que possibilitassem uma faixa *non-aedificandi*, visando a preservação e o uso sustentável da zona costeira e do seu ecossistema. No município de Maricá não houve a delimitação de limites adequados e o planejamento urbano que criasse uma área de proteção ao ecossistema de praia, que desde o início da ocupação mais intensa ao longo da orla do município na década de 1970, vem sofrendo com construções muito próximas ao perfil ativo da praia e urbanização desordenada, provocando a degradação de dunas e restingas. A região de Maricá, como em outros municípios da Região dos Lagos, sofre com a pressão ligada ao turismo e as festividades no verão, que geram grandes fluxos populacionais para a cidade e sobrecarrega tanto o ambiente das lagunas (por conta da falta de controle dos dejetos sanitários e coleta adequado) como o ambiente de praia. Conforme aponta Lins-De-Barros (2005), devido ao uso sazonal é pequeno o vínculo da população veranista com o município. Além disso, a infraestrutura é geralmente insuficiente para receber os elevados contingentes de veranistas todo o ano, o que significa deficiência de água, esgoto, luz e estrutura viária (LINS-DE-BARROS, 2005).

Os ambientes que caracterizam a paisagem costeira na área da APA de Maricá encontram-se mais preservados, apesar da prática ilegal de veículos *off road* e a extração ilegal de areia. Porém, as áreas adjacentes à APA de Maricá, encontram-se bastante alterados ou destruídos (SILVA et al., 2014). São exemplos dessa paisagem alterada as praias de Itaipuaçu, Barra de Maricá, Guaratiba, Cordeirinho e Ponta Negra, todas sofreram ou sofrem com a retirada da restinga e ausência de dunas por conta das construções, o que acaba acarretando danos à construções em períodos de ressacas.



Figura 2: Delimitação da área de abrangência da APA de Maricá, no arco praial do município.

Fonte: Google Earth 2023

2.3 Historiografia da erosão costeira em Maricá

Não é consenso entre diversos autores que estudam a erosão costeira e as consequências da elevação do nível do mar nas praias urbanizadas ao redor do mundo, se as mudanças na linha de costa e os danos causados pelos eventos de tempestades caracterizam processos de erosão permanente ou se trata apenas de uma tendência à variabilidade daquela praia de acordo com a estação do ano. Porém, tem sido observado nas últimas décadas um aumento nas ocorrências e na força dos eventos extremos de tempestades em várias partes do mundo (SILVA et al., 2008). Silva et al., (2008) realizaram um mapeamento na porção oeste da praia de Itaipuaçu para identificar os leques de arrombamentos que eram frequentes neste trecho e o deslocamento da barreira arenosa da praia entre 1976 e 2004. A partir da comparação desse mapeamento e das fotografias aéreas da praia de Itaipuaçu nesses 28 anos, o estudo identificou uma retrogradação de 13 metros da barreira arenosa e, também, após fortes ondulações relacionadas a frentes frias (ondulação de sul e sudoeste), a presença de leques de arrombamento com areia sendo transportada e depositada na pós-praia.

Através do trabalho da comparação de perfis topográficos e levantamentos ao longo de diferentes arcos praiais, Muehe (2011) analisou possíveis tendências à retrogradação da linha de costa no litoral da chamada Região dos Lagos (RJ), observando de 1996 a 2010 as variações do perfil de praia e a transposição das ondas no cordão que provocaram o rompimento e transporte no campo de dunas e o desenvolvimento de leques de arrombamento

na praia da Massambaba. Foi constatado por Muehe (2011) após os eventos extremos de tempestades, principalmente nos anos de 1997 e 2001, a ocorrência de recuo da crista da duna frontal em resposta à ação dessas tempestades, como também o recuo da escarpa de erosão tanto na praia da Barra de Maricá, onde ocorreram diversos danos em construções e prejuízos financeiros em moradias e quiosques (LINS-DE-BARROS, 2005), quanto na praia da Massambaba, com diversas marcas de transposição pelas ondas. Porém, Muehe (2011) afirma que houve retorno à posição original das dunas e da escarpa da pós-praia após os eventos extremos, havendo um balanço sedimentar positivo.

Friedman e Sanders (1978) referem-se ao ambiente de praia como depósito sedimentar formado por sedimentos inconsolidados ao longo de uma costa sujeita à ação das ondas. As praias são locais de deposição de material sedimentar que chega a esse ambiente de diversas formas. No caso de Maricá, esse material provém, sobretudo, da plataforma continental interna e do fundo do mar a partir do retrabalhamento e da redistribuição de sedimentos e cascalhos. Segundo Davis (1985) os sedimentos que estão presentes no ambiente de praia variam de local para local e se caracterizam pelo tamanho, composição e forma de acordo com o processamento e origem do sedimento, podendo variar até em um mesmo arco praial. Davis (*apud* BELLIGOTTI, 2009) apresenta a seguinte disponibilidade dos sedimentos de praia: (1) através do intemperismo e erosão do continente, gerando sedimentos que são posteriormente transportados para o oceano pelos rios, geleiras e ventos; (2) intemperismo e erosão das rochas e falésias costeiras que disponibiliza material direto para a praia onde a rocha está localizada; (3) retrabalhamento e transporte de sedimentos oriundos da plataforma continental interna; (4) transporte pelas correntes litorâneas que deslocam grande quantidade de sedimentos (BELLIGOTTI, 2009).

Segundo Oliveira e Muehe (2013) os sedimentos presentes nas distintas praias de Maricá são fornecidos principalmente pela plataforma continental interna e são constituídos por areia quartzosa grossa e média. Bird (1992) aponta que não há consenso absoluto sobre a subida do nível do mar e sua magnitude, mas diz que as praias de todo o mundo estão passando por processos erosivos mesmo em regiões onde não ficou constatado aumento do nível do mar.

As praias selecionadas da área de estudo para obter dados e informações sobre erosão costeira e retrogradação do cordão litorâneo foram analisadas por Lins-De-Barros (2005) através de estudos prolongados e a utilização de métodos de fotografias aéreas da orla costeira

de Maricá, georreferenciamento das imagens e superposição das fotografias aéreas, em busca de perfis que demonstrassem a evolução da linha de costa.

É possível identificar facilmente na orla costeira do município a ausência de dunas e vegetação de restinga, assim como a presença de várias construções próximas ao perfil ativo (quiosques, casas, deques, avenidas) e marcas de transposição de ondas em quase todo o arco praial (LINS-DE-BARROS, 2005).

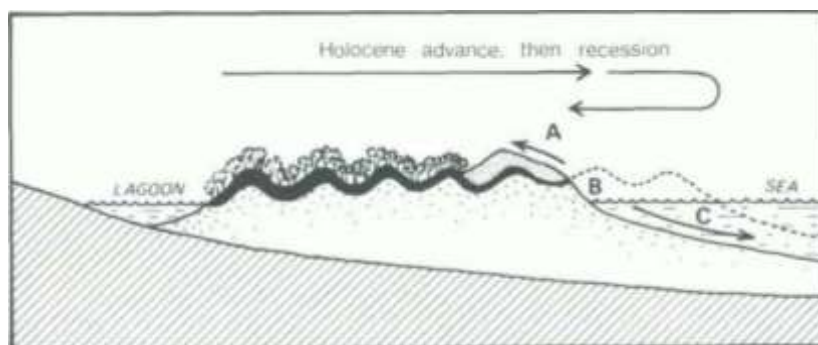


Figura 3: perfil esquemático apresentando a retrogradação e modificação da barreira arenosa no Holoceno por conta das variações do nível do mar que ocorreram ocasionando uma erosão momentânea e uma erosão permanente caso esse evento se torne recorrente. Fonte: Bird, 1993

Os eventos extremos de ressaca do mar ocorridos em maio de 2001 e entre julho e agosto de 2021 causaram enormes prejuízos nas construções localizadas dentro do perfil dinâmico e nas proximidades da escarpa da pós-praia, com a destruição de casas, postes, muros, avenidas, quiosques e obras realizadas pela Prefeitura para conter o mar. O trecho do litoral que corresponde a um comportamento retrogradante está presente entre Itaipuaçu, Barra de Maricá, Guaratiba, Cordeirinho e Ponta Negra, com ordem de 13 a 15 metros em três décadas (1972-1999) e a praia hoje se posiciona em locais anteriormente ocupados pela vegetação de restinga (LINS-DE-BARROS, 2005; SILVA et al., 2008b).

Segundo Lins-De-Barros et al., (2003) praticamente todo o arco praial de Maricá entre a praia da Barra de Maricá e Ponta Negra apresentou forte erosão durante o evento de ressaca do mar ocorrido em maio de 2001, deixando danos nas construções e prejuízos financeiros para moradores e comerciantes.

Os cordões do litoral de Maricá se apresentam na forma de duplos cordões com o mais interiorizado sendo o mais alto e ocorrendo uma pequena depressão entre eles, sugerindo que houve uma modificação na fisionomia morfológica e sedimentar no Holoceno, em função das

mudanças do nível do mar. Ao contrário do que propôs Lamego (1945), para quem o crescimento e evolução dos cordões litorâneos estariam na tendência de oeste para leste, Muehe & Corrêa (1989) identificaram que os cordões estariam migrando em direção ao continente, em decorrência da elevação do nível do mar. O cordão mais interiorizado estaria associado à última transgressão pleistocênica (MARTIN & SUGUIO, 1989; MUEHE, 1994) e o cordão frontal à transgressão pós-glacial. Um estudo realizado por Muehe (1987), sobre a influência dos arenitos de praia presentes na praia de Itaipuaçu, constatou que os arenitos submersos paralelos à linha de praia funcionam como um tipo de barreira que dificulta o deslocamento dos sedimentos arenosos mais finos quando chegam ondulações de tempestades que tendem a remexer o fundo.

Através da análise e mapeamento das áreas críticas e com risco potencial de erosão e possível retrogradação, Lins-De-Barros (2005) aponta que há uma tendência retrogradante em quase toda a orla de Maricá, com a presença de leques de arrombamento e marcas de transposição de ondas na orla, principalmente nas regiões mais densamente urbanizadas e que ignoraram o limite de construção na zona costeira. Através dos mapas e sobreposição fotográficas é possível observar a presença de erosão costeira e a evolução da linha de costa.

Além disso, ocorreram diversos episódios de extração ilegal de areia por parte de empresas privadas durante décadas na região da APA de Maricá, tirando mais de 100.000 m³ de areia nesse trecho do litoral, interferindo na paisagem costeira e no balanço sedimentar da área, tornando a praia mais vulnerável aos eventos de tempestades e aumentando os riscos de erosão permanente (SILVA, et al., 2014).



Foto 1: extração ilegal de areia na região da APA de Maricá. Fonte: SILVA et al, 2014.

Capítulo III: Vulnerabilidade física das praias e o evento de ressaca do mar (julho de 2021)

3.1 Características e classificação das praias

A metodologia utilizada por Lins-De-Barros (2005) para a classificação e caracterização das praias ao longo do litoral de Maricá quanto ao grau de risco e a sua vulnerabilidade física à erosão costeira após grandes eventos de tempestades ocorridos em 2001 baseou-se em trabalhos e classificações anteriores de, por exemplo: Muehe e Correa (1989) que analisaram o risco à erosão costeira para a linha de costa analisada entre Cabo Frio e Niterói, revelando trechos da orla de Maricá com alto grau de risco; Esteves et al. (2003), que classificaram o grau de risco da orla a partir dos indicadores de construções e ocupação humana em relação ao perfil ativo da praia; além do trabalho de monitoramento realizado nos municípios de Arraial do Cabo, Saquarema, Rio das Ostras e Macaé pelo laboratório de Geografia Marinha da UFRJ coordenado pelo professor Dieter Muehe, revelando tendências erosivas com recuo do cordão litorâneo de aproximadamente um metro por ano nessas praias (LINS-DE-BARROS, 2005). Através de indicadores propostos em outros estudos para medir o grau de vulnerabilidade física à erosão costeira estão presentes em; Bush et al., (1999) e Morton (2002) que sugerem que geoindicadores tais como a cobertura vegetal, a configuração das dunas, a morfologia da praia, a transposição do cordão litorâneo pelas ondas de tempestades e a posição das construções em relação ao perfil transversal da praia são úteis para avaliar o grau de risco e vulnerabilidade a eventos erosivos (LINS-DE-BARROS, 2005).

A partir das análises e estudos citados anteriormente, do mapeamento e georreferenciamento das imagens de satélite e superposição das fotografias aéreas ao longo do arco praial e da observação através de uma análise mais local, Lins-De-Barros (2005) classificou o litoral de Maricá quanto ao grau de vulnerabilidade potencial do cordão à erosão costeira, através de indicadores geomorfológicos; e caracterizou especificamente as praias ao longo do arco praial, sendo relevante para diferenciá-las quanto ao grau de instabilidade local aos eventos erosivos. Utilizando-se dos indicadores selecionados por Lins-De-Barros (2005) e através de estudos bibliográficos, é possível afirmar que a orla do município de Maricá, na maioria dos trechos, está em processo de erosão severa (Lins-De-Barros, 2005), a partir das características apontadas por Bush (1999) e apresentadas a seguir:

Lista dos geoindicadores suplementares para avaliação da mudança da linha de costa

Erosão severa

- Ausência de dunas e transposição freqüente
- Escarpamento ativo pelas ondas das escarpas ou dunas remanescentes
- Canais de maré expostos na zona de surfe
- Ausência de vegetação
- Obras costeiras presentes atualmente
- Escarpamento da pós-praia evidente (acúmulo de areia)

Erosão

- Dunas escarpadas ou rompidas
- Escarpa íngremes sem depósito de tálus
- Turfa, lama ou troncos de árvores expostos na praia
- Praia estreita
- Passagens ou leques de transposição; aberturas artificiais (por exemplo, corte de estrada)
- Vegetação efêmera ou tombada ao longo da linha de escarpa

Acreção ou estabilidade em longo prazo

- Dunas ou topo da praia robustos e vegetados
 - Escarpa vegetada com rampa estável
 - Praia larga e berma bem desenvolvida
 - Sem transposição
 - Vegetação bem desenvolvida desde floresta marítima interna, a arbustos de dunas, e grama pioneira de praia
-

Tabela 1: Características do ambiente costeiro para classificação da linha de costa quanto à susceptibilidade à erosão costeira (Bush et al., 1999 p. 654 apud Lins-De-Barros, 2005).

Os indicadores utilizados por Lins-De-Barros (2005) para classificar as praias do município quanto ao grau de vulnerabilidade física à erosão costeira foram utilizados como referência, no presente trabalho, a fim de contribuir para a classificação e análise das praias selecionadas ao longo do arco praial após eventos erosivos. Os indicadores usados como referência foram: a evolução da linha de costa (foram analisadas, através de fotografias aéreas do litoral do município de Maricá, as variações e modificações da linha de costa entre os anos de 1972 e de 1999), a refração das ondas (usada para medir a convergência e divergência das ondas de tempestades e distinguir os locais que recebem maiores ou menores ondas) e as características do cordão litorâneo (através das marcas de transposição do cordão litorâneo pelas ondas de tempestades e a largura e altura do cordão litorâneo ao longo do arco praial). Tais indicadores apontaram forte vulnerabilidade potencial do cordão litorâneo à erosão costeira. A partir desses levantamentos, foi realizada pesquisa de campo e observações *in loco* para caracterizar as praias do município, os indicadores visualizados foram: resistência (cobertura vegetal no topo do perfil da praia em diferentes pontos ao longo do litoral), presença de dunas frontais (funcionando como estoque de sedimentos) e granulometria (diferentes tamanhos dos sedimentos da praia). Esses indicadores ajudaram a identificar o

grau de resistência e diferenciar a instabilidade local das praias escolhidas para análise (LINS-DE-BARROS, 2005).

Para a presente pesquisa foram selecionadas para a análise as seguintes praias: Praia da Barra de Maricá, Praia de Guaratiba, Praia de Cordeirinho e Praia de Ponta Negra. A escolha desses trechos se deu por conta de três fatores: pelos eventos erosivos e danos marcantes ocorridos nestes trechos da orla tanto no ano de 2001 quanto em 2021, pela maior facilidade de idas a campo nessas localidades e pelos estudos e conteúdos bibliográficos disponibilizados por autores que estudaram o litoral de Maricá.



Figura 4: Arco praial do município abrangendo as praias da Barra de Maricá, de Guaratiba, de Cordeirinho e no extremo leste a de Ponta Negra. Fonte: Google Earth 2023

Segundo Lins-De-Barros (2005), a maior parte do arco praial de Maricá compreendido entre Itaipuaçu e Ponta Negra apresenta grau de exposição elevado devido à elevada altura e energia das ondas ao se aproximarem da costa. Através dos levantamentos realizados por Lins-De-Barros (2005) para identificar mudanças na linha de costa ao longo do arco praial entre os anos de 1972 à 1999, observou-se, na praia da Barra de Maricá, o recuo do cordão litorâneo de até 15 metros e diminuição da altura do topo do cordão em aproximadamente 0,5m. No início da praia de Guaratiba observou-se recuo de 5,5 metros e trechos estáveis, ou seja, sem variação, sendo o trecho mais a leste da praia o que apresentou maior recuo, de 7 a 15 metros. Em Cordeirinho foi identificado um recuo do cordão de até 9 metros, já em Ponta Negra, no começo da praia houve um recuo de 4 a 8 metros e no canto leste da praia observou-se um recuo de 7 a 16 metros (LINS-DE-BARROS, 2005).

Com o objetivo de identificar a convergência de ondas e sua distribuição no litoral de Maricá, foi criado um modelo por Lins-De-Barros (2005) simulando condições de eventos extremos para três direções (Sul, sudeste e sudoeste) com base na ressaca ocorrida em maio de 2001. Esse modelo foi realizado através da batimetria até a profundidade de 80 metros. Observou-se que as Ilhas Maricás representam uma grande influência na propagação das ondas que chegam até a costa, provocando diminuição significativa na altura dessas em um grande segmento do arco praiial. No trabalho realizado por Lins-De-Barros (2005), nas ondulações de sudeste, por exemplo, a praia do Francês e de Itaipuaçu (locais não escolhidos para análise dos processos erosivos após ressacas) registraram tamanho inferior das ondas que convergem para o litoral devido à proteção das ilhas e, no caso de Itaipuaçu, à presença de arenitos de praia (*beachrocks*) (MUEHE, 1984). Na porção compreendida entre a praia da Barra de Maricá e Ponta Negra, nas ondulações de tempestades de sul e sudeste as ondas apresentam altura superior a 4 metros a uma distância de 100 metros da costa e vão perdendo altura à medida que se aproximam da linha de costa (LINS-DE-BARROS, 2005). Através do estudo da batimetria ao longo do litoral para identificar a refração das ondas de tempestades, Lins-De-Barros (2005) classificou as praias do litoral de acordo com o grau de exposição de cada segmento ao longo do arco praiial, com destaque para as praias de Guaratiba e Cordeirinho, classificadas com grau de exposição variando entre muito elevado e elevado, devido à convergência de ondas de tempestades com altura entre 4 e 5 metros próximos à linha de costa. Tais áreas não possuem barreiras naturais para amenizar a energia das ondas que chega até a costa. As praias da Barra de Maricá e Ponta Negra foram classificadas como de exposição elevada.

O cordão litorâneo do município apresenta, no geral, baixa altura, variando entre 5 e 7 metros, resultado dos processos erosivos de remoção sedimentar e das construções muito próximas ao perfil ativo, estreitando mais em direção a Ponta Negra (MUEHE, 1979). Segundo Silva et al., (2014) a praia de Itaipuaçu possui na barreira arenosa holocênica uma altura de 7,4 metros e a praia de Guaratiba uma altura do cordão de 5,6 metros. Já na largura do perfil transversal das praias analisadas, foi encontrado um desvio padrão abaixo de 10 metros. Os perfis que apresentam menor variabilidade de largura estão situados nos trechos considerados de baixa instabilidade devido à menor exposição às ondulações, maior cobertura vegetal e presença de dunas frontais, como também pela influência das ilhas Maricás, no caso da praia de Frances e Itaipuaçu. A praia da Barra de Maricá foi o local onde mais ficou evidente a variação vertical e horizontal, com desvio padrão acima de 20m (Lins-De-Barros,

2005). Isso se deve à morfodinâmica da praia, caracterizada por construções no perfil ativo, por ser uma praia com forte incidência de ondulações de frente fria (Sul), por possuir granulometria média e por ter seu estoque sedimentar comprometido (MUEHE, 1998).

3.1.1 Indicadores para caracterizar a instabilidade local das praias

Segundo Muehe e Vallentini (1998), as praias mais estáveis fisicamente e com menor variabilidade são as com grau de resistência elevado e grau de exposição baixo, normalmente relacionado às praias com cobertura vegetal no topo do cordão, dunas frontais, granulometria grossa e morfodinâmica de praia refletiva ou dissipativa e a presença de barreiras naturais.

No entanto, através de observações locais nos trechos selecionadas e da análise das praias por Lins-De-Barros (2005) em busca de uma caracterização para o segmento do arco praial de Maricá, foi possível identificar quanto à cobertura vegetal da orla no topo do perfil que: a praia da Barra de Maricá apresenta em grande parte da sua extensão cobertura inexistente de vegetação e restinga bem degradada devido às construções próximas à pós-praia e às constantes ondulações de altura relativamente elevada. Entretanto, é possível identificar parte do trecho com vegetação esparsa ou pouco desenvolvida (LINS-DE-BARROS, 2005).



Figura 5: Ausência de cobertura vegetal e casas posicionadas no perfil ativo da Praia da Barra de Maricá. Fonte: Google Earth, 2023.

Subindo no arco praial em direção a leste, a praia de Guaratiba apresenta na maior parte de sua extensão uma cobertura vegetal esparsa, com trechos vegetados e buracos entre

eles sem vegetação, provavelmente pela distância um pouco maior das construções em relação ao limite da escarpa com a berma há também trechos com vegetação inexistente. A praia de Cordeirinho apresenta parte do trecho ora com cobertura vegetal esparsa ora inexistente, predominando cobertura vegetal pouco desenvolvida e construções muito próximas à escarpa da pós-praia ou até na berma da praia.



Figura 6: Praia de cordeirinho com cobertura vegetal esparsa ao longo da orla e partes in-existent, com construções na berma da praia. Fonte: Google Earth, 2022.

Já na praia de Ponta Negra, Lins-de-Barros (2005) classificou como cobertura vegetal inexistente ao longo da orla, por conta da intensa urbanização próxima ao perfil e processo erosivo pelas ondas de tempestades.

Segundo Lins-De-Barros (2005) todos os segmentos ao longo do arco prai-al de Maricá compostos por dunas representam áreas não ocupadas ou pouco ocupadas. Como apontam Silva et al., (2014):

As dunas nas áreas urbanizadas adjacentes à APA de Maricá foram completamente removidas para dar lugar às construções, embora sejam consideradas como de preservação permanente e, portanto, protegidas por legislação específica. As poucas dunas preservadas neste litoral estão concentradas na APA de Maricá. (SILVA, 2014: 242)

Lins-De-Barros (2005) classificou o trecho que se estende desde a praia da Barra de Maricá até Ponta Negra como inexistente quanto à presença de dunas. Trata-se de locais de forte urbanização próxima ao perfil ativo, com presença de dunas apenas na região da APA de Maricá e em certos trechos da praia do Francês.



Figura 7: dunas frontais ausentes na região da Barra de Maricá. Fonte: Google Earth, 2023

Outro indicador importante empregado por Lins-De-Barros (2005) e utilizado no presente trabalho para diferenciar a orla do município quanto ao grau de resistência e à vulnerabilidade aos eventos erosivos foi a granulometria de cada praia analisada. Segundo Muehe et al. (1977) a maior parte do arco praiial de Maricá apresenta areias de diâmetro granulométrico grosso. A granulometria influencia na capacidade das praias de resistir a um evento de tempestade. As praias com grãos de areia de maior diâmetro possuem maior resistência e as de menor diâmetro possuem menor resistência a fortes ondulações (MUEHE et al., 1977). Ainda de acordo com Muehe et al. (1977) e Lins-De-Barros (2005), a praia da Barra de Maricá apresenta areia de granulometria grossa e a praia de Guaratiba até Ponta Negra apresenta areias médias.

Utilizando-se da análise e mapeamento dos indicadores de resistência (cobertura vegetal no topo do cordão, granulometria e dunas) e do grau de exposição (convergência das ondas e barreiras naturais) nas praias já mencionadas na área de estudo, Lins-De-Barros (2005) propôs uma classificação da orla do município de Maricá quanto ao grau de instabilidade local, distinguindo os segmentos através da combinação do grau de resistência, grau de exposição e transposição de ondas nas praias mais vulneráveis no litoral.

A maior parte do litoral apresenta grau de exposição elevado devido à elevada altura e energia das ondas ao se aproximarem da costa” (Lins-De-Barros, 2005: 84)

O resultado do grau de instabilidade é apresentado a seguir:

Instabilidade local	Resistência	Exposição	Ocupação da Orla	Praias
Muito Elevada	Muito Baixa	Muito Elevada	Próxima ao perfil ativo ou na berma	Barra de Maricá Guaratiba Cordeirinho Ponta Negra
Elevada	Baixa ou muito baixa	Elevada e muito elevada	Próxima ao perfil ativo ou a 20m da escarpa	
Moderada	Baixa ou moderada	Moderada	A 20m da escarpa da pós-praia	
Fraca	Baixa ou moderada	Moderada ou fraca	Mais de 20m da escarpa	

Tabela 2– Grau de instabilidade local de acordo com a classificação do grau de resistência, grau de exposição e posição das construções em relação ao perfil da praia de acordo com o mapeamento e análise realizados por Lins-De-Barros (2005).



Foto 2: Muro da casa destruído e remoção da restinga da praia após a ressaca de julho de 2021 na Praia de Ponta Negra. Fonte: De autoria própria (2023).

3.2 A ressaca do mar em julho de 2021

Os eventos de tempestades ocorridos entre os dias 28 e 30 de julho de 2021, que atingiram grande parte do litoral sul e sudeste do Brasil, trouxeram prejuízos e processos erosivos

percebidos em vários segmentos ao longo do litoral compreendido entre o Rio Grande do Sul e norte do Rio de Janeiro, sendo observados principalmente nos dias 29 e 30 de julho com a maior força do *swell*. A ressaca foi causada por um ciclone extratropical que causou fortes ventos no quadrante sudoeste em direção ao litoral do Rio de Janeiro, com intensidade de até 65 km/h (Serviço Meteorológico Marinho, 2021) e ondulações de sul sudoeste que proporcionaram ondas na faixa litorânea na altura de 3,5 m a 4 m nas praias mais expostas a essas ondulações, e períodos que variaram entre 10 s dia 28 e 13 s nos dias de maior energia das ondas (Serviço Meteorológico Marinho, 2021). Seus efeitos foram intensificados por conta de uma maré de sizígia (PORTAL TERRA, 2021).

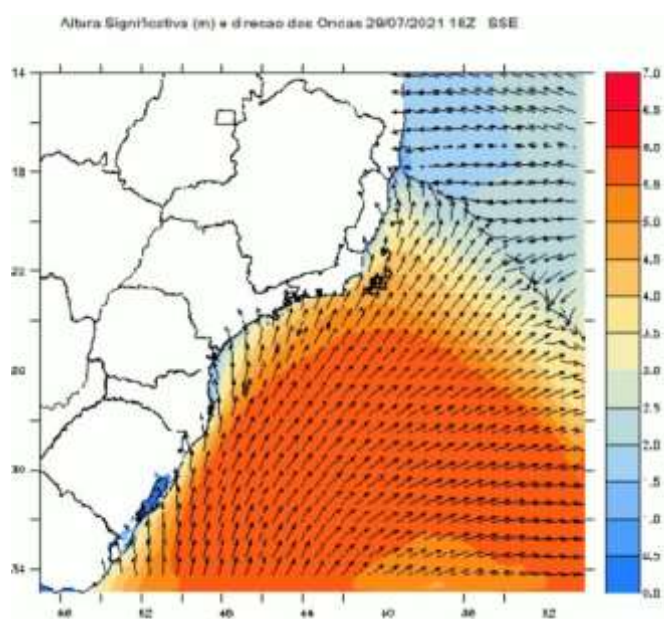


Figura 8: Altura e direção da ondulação de tempestade que incidiu na costa do Rio de Janeiro, dia 29 de julho de 2021. Fonte: Portal Terra, 2021

A tempestade causou diversos prejuízos, como enchentes e destruição em vários locais ao longo do litoral compreendido entre o Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. Na praia do Cal, município costeiro de Torres no Rio Grande do Sul, o mar destruiu diversos quiosques à beira-mar e tomou completamente a faixa de areia. Na praia do Leblon – RJ a orla e a avenida foram interditadas por conta da invasão pela água do mar que atravessou as duas pistas, chegando a alcançar a garagem dos prédios, além de danificar sofás e outras estruturas dos quiosques localizados na orla, deixando rastros de muita areia na ciclovia e na avenida. Tal fenômeno também foi percebido em Saquarema, nas praias de Itaúna e da Vila, ocorrendo a transposição pelas ondas, invadindo ruas e casas.

O município de Maricá foi um dos mais impactados pela força da ressaca ocorrida em julho de 2021. Tal fato é evidenciado pela destruição de avenidas, quiosques, deques e construções feitas pela prefeitura para conter o avanço do mar.

O evento de tempestade ocorrido em julho de 2021, que fez incidir ondas de 3,5 m próximas à linha de costa, trouxe à tona uma realidade cada vez mais presente no arco praial do município, onde têm sido registrados danos às construções e erosão costeira após os eventos extremos de ressaca do mar, ocorridos principalmente no inverno em decorrência da maior incidência de frentes frias. No segmento do arco praial escolhido para análise, que corresponde ao trecho que se estende da praia da Barra de Maricá até Ponta Negra, foram destruídas parte da calçada e da Avenida Litorânea na Barra de Maricá, a despeito da presença de “obras duras” realizadas pela prefeitura no local. Ainda na Barra de Maricá, foram destruídos três decks construídos pela Prefeitura para dar acesso à praia e o cordão foi aberto pela força das ondas, fenômeno recorrente em eventos extremos de tempestades na localidade da Barra de Maricá.



Foto 3: Calçada e rua parcialmente destruídas na praia da Barra de Maricá após a ressaca de julho de 2021.
Fonte: JORNAL ENFOCO



Foto 4: Abertura da barreira arenosa na Barra de Maricá pelas ondas de tempestade na ressaca de julho de 2021.
Fonte: MARICÁ INFO



Foto 5: Deck de acesso à praia destruído na praia da Barra de Maricá na ressaca de julho de 2021. Fonte:
MARICÁ INFO



Foto 6: Calçada destruída na Barra de Maricá após a ressaca de julho de 2021. (Fonte: MARICÁ INFO)

Em Guaratiba e Cordeirinho o impacto das ondas foi sentido em vários trechos, visto que essas duas localidades vêm sofrendo processos erosivos e retrogradação do cordão litorâneo evidenciados em eventos de ressacas anteriores, como por exemplo em 2019 e 2020 quando ocorreram diversos danos ao longo da orla, com duas casas completamente destruídas pelo avanço do mar, muros de casa parcialmente destruídos e dez casas interditadas pela defesa civil (ERREJOTA Notícias, 2019). Essa realidade vem se tornando recorrente no trecho Guaratiba – Cordeirinho por conta da falta de planejamento urbano com limites de ocupação adequados, que causou ocupações muitas vezes na berma da praia, no topo da escarpa ou a 20 metros da escarpa da pós-praia (Lins-De-Barros, 2005), com poucos trechos afastados a uma distância segura tanto para o ecossistema praias quanto para as construções humanas. Outro fator que intensifica os processos erosivos vistos em todas as praias do arco praias de Maricá, mas principalmente no segmento praia de Guaratiba – Cordeirinho recentemente, é a vulnerabilidade física desses locais, visto que o grau de resistência dessas praias é caracterizado como muito baixo (Lins-De-Barros, 2005), como também o grau de exposição muito elevado, devido ao alinhamento Leste-Oeste e a ausência de barreiras naturais, fatores já apontados anteriormente.



Foto 7: Estacas-prancha danificadas na praia de Guaratiba após as ressacas do mar de julho de 2021. Fonte: MARICÁ INFO.

Na praia de Ponta Negra, também classificada por Lins-De-Barros (2005) como de elevada vulnerabilidade física aos eventos de tempestades por conta da sua baixa capacidade de resistência e elevado grau de exposição, não foi possível encontrar registros nem identificar marcas de processos erosivos ocorridos nesse trecho do litoral. Porém, foi possível visualizar em campo, ao longo da praia de Ponta Negra, casas muito próximas ao perfil ativo da praia, inclusive construções recentes no topo da escarpa de erosão e quiosques no topo da escarpa e na berma da praia, aumentando a vulnerabilidade física do local e contribuindo para a ocorrência de erosão costeira.

Porém, em ressacas anteriores como em 2019 e 2020 a praia de Ponta Negra presenciou danos em várias partes da orla, como em quiosques localizados muito próximos à berma da praia, casas e destruição de parte do canal. A prefeitura utilizou como tática de enfrentamento à erosão costeira os chamados enrocamentos, obras “duras” de engenharia, normalmente utilizados para conter a erosão proporcionada pelo avanço do mar e também em margens de rios.

Capítulo IV: A urbanização desordenada e os eventos de ressaca

Através da comparação dos perfis de praia utilizando imagens de satélite no modo temporal do Google Earth, foi possível visualizar as mudanças na praia de Cordeirinho. Foram realizadas também diversas análises em campo com observações nesse trecho da praia. Especialmente entre as ruas 61 a 65 e entre as ruas 93 e 94, foram identificadas transformações na ocupação da orla, erosão costeira após eventos de ressaca do mar e intervenções realizadas pela prefeitura devido ao constante recuo da linha de costa.

O evento de tempestade ocorrido entre os dias 7 e 9 de maio de 2001 que atingiu o litoral sul e sudeste do Brasil causou os maiores efeitos erosivos já registrados no litoral do estado do Rio de Janeiro, em virtude da ocorrência de um ciclone extratropical com fortes ventos de sudoeste e ondas que alcançavam alturas de 4,5 m a 5 m, períodos entre 9s e 11s, e que foi potencializado pela maré de sizígia (Lins-De-Barros, 2005). Este episódio ocasionou maiores danos ao longo da orla de Maricá e gerou um recuo da linha de costa em praticamente toda a extensão do arco praias em relação ao evento de ressaca ocorrido em 2021 que, associado também a um ciclone extratropical, fez incidir na faixa litorânea ondas de 3.5 m, ocasionando erosão costeira e danos percebidos somente em alguns pontos.

Entretanto, através de análises na área selecionada para comparação dos efeitos erosivos ao longo desses 20 anos, percebeu-se que o evento de tempestade ocorrido em 2001 causou erosão costeira e conseqüentemente recuo do cordão litorâneo apenas entre as ruas 93 e 94, como apontou o estudo realizado por Lins-De-Barros (2005). O mesmo estudo apresenta o grau de danos percebidos na praia de Cordeirinho, local que também foi afetado na ressaca do mar de 2020 e julho de 2021, enquanto no trecho entre as ruas 61 e 65, como também nas demais localidades desta praia, não houve percepção de danos a construções ou erosão costeira. Ainda de acordo com o estudo de Lins-De-Barros (2005) a praia de Cordeirinho apresentou a predominância de danos fracos com trechos pontuais classificados como de danos muito fortes após a ressaca de 2001. Porém, em eventos extremos de ressacas ocorridos posteriormente, como nos anos de 2019, 2020 e 2021, a praia de Cordeirinho foi uma das mais afetadas com o avanço do mar.

Na ressaca ocorrida em 2019 a força das ondas e a subida momentânea do nível do mar impactou intensamente a região de Cordeirinho, entre as ruas 61 e 65. Desde então, esse trecho vem apresentando recorrentes processos erosivos após eventos de tempestades, com a destruição de casas, muros, orla e a ocorrência de significativo recuo do cordão litorâneo e

transposição pelas ondas neste trecho, o que não havia ocorrido na intensa ressaca de 2001. O episódio da ressaca de julho 2021 foi mais um a evidenciar a alta vulnerabilidade da praia de Cordeirinho, especificamente entre as ruas 61 a 65 e 93 e 94, onde o mar arrancou as contenções instaladas pela Prefeitura na tentativa de conter o avanço do mar e amenizar o histórico de erosão nessa localidade, além de destruir parcialmente muros. Houve ainda significativa retrogradação do cordão litorâneo nessas áreas, chegando a movimentar até enrocamentos colocados no limite da escarpa de erosão com a berma para conter a força das ondas.



Foto 8: Destruição de muros, calçada e danos às casas na região de cordeirinho entre as ruas 64 e 65 após a ressaca do mar de 2019. (Fonte: Maricá info, 2019)

No trecho entre as ruas 93 e 94 na praia de Cordeirinho foram identificados processos de erosão costeira ocorridos na ressaca de maio de 2001 como também na ressaca de julho de 2021, por se tratar de uma área vulnerável fisicamente devido ao elevado grau de exposição às ondulações do quadrante sul e à baixa resistência da praia, visto que a cobertura vegetal nessa localidade é pouco desenvolvida (Lins-De-Barros, 2005). Além disso, foi possível identificar que esse trecho é um local ocupado há muitos anos, com construções posicionadas no topo do cordão ou bem próximas à berma da praia, intensificando a vulnerabilidade e diminuindo a resistência aos eventos de ressacas. Já o trecho entre as ruas 61 e 65 passou por sérios processos erosivos após as ressacas ocorridas entre 2019 e 2021, porém na tempestade de maio de 2001 essa localidade não foi tão afetada, apenas os quiosques localizados na berma da praia em outros pontos de Cordeirinho foram danificados (Lins-De-Barros, 2005). É

importante notar que no ano de 2001 o trecho entre as ruas 61 e 65 não apresentava uma ocupação tão intensa na orla.



Foto 9: Casa posicionada no topo da escarpa de erosão, rua 93, Praia do Cordeirinho. Fonte: De autoria própria (2023).

Por meio das imagens de satélites, foi possível observar que, até 2009, não havia edificações no trecho da orla da rua 65 e que na rua 64 havia apenas uma edificação em um dos lados da rua. Logo, a urbanização e a posição das casas são essenciais para entender a diferença na erosão costeira e nos danos sofridos nesse trecho da praia de Cordeirinho após as ressacas de 2001 e 2021. Entre as ruas 61 a 63, as ocupações são mais antigas, situadas muito próximas ao perfil ativo da praia, com várias casas construídas no topo da escarpa e até adentrando através dos muros do terreno na berma da praia.



. Figura 9: trecho da orla de cordeirinho entre as ruas 64 e 65 no ano de 2009 onde não havia construções e posteriormente ocorreu a urbanização em direção a praia. Fonte: Google Earth, 2009.



Figura 10: Praia de Cordeirinho entre as ruas 61 e 65 antes da forte ressaca de 2019. Na imagem é possível identificar construções recentes que não existiam até 2016, e maior urbanização na orla. A linha vermelha delimita a linha de costa e o alcance da restinga. (Fonte: Google Earth)

Ao contrário do que foi descrito no estudo realizado por Lins-De-Barros (2005) após a ressaca de maio de 2001, no qual a praia de Cordeirinho foi classificada como de elevada instabilidade local, registrando, porém, risco baixo a erosão costeira, a mesma localidade atualmente apresentou significativo crescimento urbano e ocupações desordenadas ao longo da orla, divergindo em relação à situação visualizada no ano de 2001, onde a maioria das construções próximos a berma ou na própria berma da praia, eram representadas por quiosques. A região de Cordeirinho foi palco de verdadeiras devastações da vegetação nativa e ocupações desordenadas ao longo da orla, devido, principalmente, à falta de planejamento urbano e de atualização do Plano Diretor, no sentido de estabelecer limites adequados para

construções, o que acaba por criar um conflito de uso e ocupação do solo em sua zona costeira, colocando a força do mar e a força do homem frente a frente. Observa-se ao longo da praia de Cordeirinho, construções relativamente recentes e que se concentraram em cima da restinga ou a menos de 20 metros da escarpa da pós-praia, posição que segundo Muehe (2003) tornaria a ocupação com alto risco à erosão costeira.



Foto 10: Casa na rua 64, em Cordeirinho, que teve grande parte de sua estrutura danificada e o muro completamente destruído após a ressaca de 2019. Nessa região foi utilizada a técnica de estacas-prancha para conter o avanço do mar. Com ressaca de julho de 2021 o mar retirou as estacas e elas estão até hoje empilhadas no local. Fonte: De autoria própria (2023).



Foto 11: Casa na rua 64, em Cordeirinho, posicionada dentro da berma da praia. Fonte: De autoria própria (2023).



Foto 12: Marcas de erosão costeira após as ressacas de julho de 2021, na praia de Cordeirinho.

Fonte: De autoria própria (2023)

Através das imagens obtidas pela plataforma Google Earth e realizada a comparação das fotografias entre os anos de 2009 a 2021 (ano mínimo limite e ano de referência, respectivamente), é possível afirmar que a região de Cordeirinho tem enfrentado processos erosivos e danos em casas, quiosques, decks, calçadas e muros, ao longo de sua orla, destacando-se o trecho entre as 61 e 65 que vem sofrendo processos erosivos que se iniciaram na ressaca de 2019 e se acentuaram em 2020 e após a ressaca de 2021, quando o local foi severamente atingido pelas ondas de tempestade, trazendo com sua força destruições em calçadas, de parte da avenida litorânea e remoção e quebra das contenções para o avanço do mar realizadas pela Prefeitura.



Figura 11: Orla de Cordeirinho, entre as ruas 61 a 65 onde houve maiores registros de erosão costeira após a ressaca de julho de 2021. É possível identificar o recuo do cordão litorâneo mais acentuado em relação às ressacas anteriores que atingiram este trecho e a remoção das estacas-prancha implantadas pela prefeitura. A linha vermelha representa a linha de costa em 2019, antes do processo erosivo histórico que se estendeu até 2021, quando houve o último evento extremo destrutivo dessa área. Fonte: Google Earth, 2023.



Figura 12: Comparação do mesmo trecho da praia de Cordeirinho três anos antes, em 2019, quando a localidade não havia sofrido erosão costeira severa. Fonte: Google Earth, 2023.

Devido à intensa variabilidade praias que se observa ao longo do arco praias de Maricá ao longo do ano, é de difícil definição se o litoral apresenta verdadeiramente processos de erosão costeira (SILVA, et al., 2008), como apontado por vários autores que estudaram o litoral do município. No entanto, após as observações dos perfis de praia após ressacas excepcionais que atingiram o litoral (ondas de 3,5m) e análise dos danos ao longo da orla, fica evidente que desde 2019 a 2021 a ocorrência dos eventos erosivos foram frequentes, sem

tempo para a recuperação do estoque sedimentar da praia e da restinga nativa que antes era presente na área de estudo (MUEHE et, al., 2015).



Foto 13: Erosão costeira na praia de cordeirinho durante a ressaca de julho de 2021. Fonte: Jornal Colabora Foto: Marcos Fabricio / Prefeitura de Maricá – 2021.

Capítulo V: O que foi feito na gestão costeira de Maricá de 2001 a 2021

Segundo Bird (1993), as constantes emissões de dióxido de carbono pela queima de combustíveis fósseis e atividade industrial crescente têm contribuído para o aumento dos gases de efeito estufa que têm influenciado no derretimento mais rápido das geleiras da Antártica, gerando mudanças no clima da terra e previsões de aumento do nível do mar. De acordo com Bird (1993) as previsões realizadas pelo IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) em 1990 sugeriam que o nível do médio do mar subiria 20cm por ano até 2030 e 65cm até o próximo século. Mesmo com a completa cessação da emissão de gases o efeito estufa, ainda haveria uma subida do nível médio do mar em 40cm até o ano de 2100 (BIRD, 1993).

A orla costeira de Maricá é claramente vulnerável à subida do nível do mar em eventos de tempestades, fato evidenciado na análise do litoral realizada por Lins-De-Barros (2005) e pela comparação realizada do comportamento erosivo das praias (Barra de Maricá, Guaratiba, Cordeirinho e Ponta Negra) frente aos eventos de ressaca nos anos de 2001 e 2021, que apresentaram significativo recuo da linha de costa, danos a construções ao longo da orla e destruição de obras de contenção do mar, tornando-se urgente a reformulação do plano diretor do município e o interesse especial da prefeitura para a gestão costeira.

Para CicinSain e Knecht (1998) apud Lins-De-Barros e Batista (2020) a gestão costeira integrada é “um processo dinâmico e contínuo através do qual são tomadas decisões, visando o uso e desenvolvimento sustentável e a proteção das áreas costeiras e marinhas e seus recursos”. O conceito de gestão costeira começou a aparecer nos estudos científicos a partir da década de 1980 (LINS-DE-BARROS, 2005) e tem sido definido atualmente como um processo de gerir os espaços costeiros no sentido de conservar e/ou preservar os ecossistemas no limite terrestre e no limite marinho, promovendo um melhor planejamento urbano e estratégias para lidar com os conflitos e múltiplos usos nas zonas costeiras de maneira sustentável (POLETTE e POGETTI, 2003).

A zona costeira do município de Maricá é marcada por explosões demográficas a partir principalmente do final da década de 70 com a inauguração da Ponte Rio-Niterói e a partir de 1990, trazendo uma realidade diferente da vivenciada até então pela região, visto que houve aumento da urbanização, do turismo, dos conflitos de uso e ocupação do solo e dos impactos ambientais na cidade. A partir do aumento populacional na região, principalmente

por construções de casas de veraneio, o poder público elaborou, em 1977, o Plano Diretor do Município, com o objetivo de estabelecer um limite de proteção da orla onde ficaria proibido qualquer tipo de edificação na faixa marítima de 50 metros contados a partir da linha média da maré (Plano Diretor do Município de Maricá, 1977). De acordo com o decreto lei nº 9.760 de 1946, seria estabelecida uma faixa de 33 metros denominada de Terrenos de Marinha, contados a partir da linha média da preamar em direção à terra, considerando as máximas marés do ano de 1831, que seriam locais “protegidos” da União. No entanto, as faixas de areia das praias de Maricá são consideravelmente extensas, principalmente no verão, chegando a 100m de comprimento, ultrapassando os limites de proteção estabelecidos legalmente. Com isso, tendo em vista o adensamento urbano muito próximo à orla, um limite razoável de construção na orla terrestre deveria ser de, no mínimo, 50m contados a partir da escarpa de erosão (MUEHE, 2001).

Muehe (2001) apresenta critérios para delimitar uma faixa de proteção adequada capaz de absorver os efeitos de uma elevação do nível do mar, estabelecendo também uma faixa para gerenciamento da zona costeira:

“Tanto no sentido do estabelecimento de uma zona de proteção costeira contra fenômenos erosivos, quanto no de preservação da paisagem, torna-se importante a definição de critérios para a fixação de limites tanto oceânicos quanto terrestres” (MUEHE, 2001, p. 36).

De acordo com as delimitações propostas por Muehe (2001) sobre as orlas costeiras, só deveriam ser permitidas construções a partir dos 50m contados a partir do limite da berma com a escarpa da pós-praia para orlas já urbanizadas, e para as orlas não urbanizadas um limite de 200m contados a partir do limite da praia.

As técnicas de gestão costeira empregadas pela prefeitura de Maricá de 2001 a 2021 revelam a falta de interesse e a falta de prioridade em solucionar de forma eficaz e ambientalmente saudável os processos erosivos que vêm ocorrendo ao longo dos anos na orla, que apresenta, como já apontado anteriormente, elevada vulnerabilidade física (LINS-DE-BARROS, 2005). Por conta da baixa discussão entre governo, sociedade e instituições privadas e públicas, como também a ausência de projetos e programas concretos no Plano Diretor do município, as tentativas de conter a erosão e os danos na orla do município não vêm surtindo efeito desejável.

O Plano Diretor do Município de Maricá, publicado em 2006, aborda questões como o macrozoneamento, uso e ocupação do solo e promoção de políticas na área ambiental citando

também promover educação ambiental no município. No capítulo sobre ordenação territorial, o macrozoneamento do município tem por objetivo “definir grandes áreas estratégicas de uso do solo levando em consideração a preservação ambiental e o controle da ocupação do território municipal”. Já no capítulo sobre uso e ocupação do solo são abordadas as faixas de unidade de proteção integral, não citando o zoneamento das orlas costeiras que sofrem com ocupações irregulares, na seção de meio ambiente, é proposto “orientar a legislação para controlar o parcelamento, o uso e ocupação do solo urbano”.

Depois de alguns anos da elaboração do Plano Diretor do Município, implantado no ano de 2006, veio a revisão do Plano Diretor para ser instituído um modelo de planejamento urbano mais atualizado, iniciado em 2020 e publicado como anteprojeto de lei em 2021. O novo plano diretor prevê as seguintes ações para o enfrentamento das mudanças climáticas:

a) Identificação e delimitação precisas das áreas vulneráveis ao alagamento, áreas inundáveis, áreas sujeitas a deslizamentos e aquelas atingidas diretamente pela erosão marinha, estabelecendo restrições à ocupação, promovendo o planejamento e a implantação de intervenções preventivas e adotando os mecanismos para controle e monitoramento das parcelas do território com risco de serem afetados pelos desastres naturais.

b) Indicação de restrição, se for o caso, ao licenciamento urbanístico de novos parcelamentos ou edificações em áreas vulneráveis ou de risco iminente.

c) Realização de campanhas públicas e atividades de educação ambiental permanentes sobre a ocupação das áreas de risco e a manutenção de boas práticas pela população a fim de evitar o agravamento dos efeitos dos eventos climáticos extremos.

d) Implantação de projeto para renaturalização da frente marinha do município que contemple o estabelecimento de faixas “non-aedificandi” ao longo da orla de Maricá, de forma a reconstituir a vegetação de restinga original e sustar o processo de erosão marinha em progressão.

Sobre o Macrozoneamento da Orla:

1- O município poderá desenvolver o “projeto orla” como instrumento de gestão da orla marítima e estabelecer orientações e propostas para ordenamento de quiosques, postos de apoio e salvamento, parques, praças e afins ao longo da orla, para preservação e recuperação

de recursos naturais, para incentivo a projetos de fomento à economia local e turismo, para controle de acessos às ilhas Maricás.

A prefeitura de Maricá criou o Plano de Contingência de proteção e defesa civil de 2022, para trabalho das equipes em deslizamentos de grandes impactos e inundações bruscas e locais de erosão costeira. Os principais pontos de erosão costeira levantados pela defesa civil de Maricá no ano de 2022 estão situados na Barra de Maricá, Cordeirinho e Ponta Negra. O plano prevê investimentos da prefeitura em equipamentos que auxiliem no monitoramento, como mapeamento das áreas de risco, instalação de pluviômetros, sistemas de alerta de sirenes em 14 pontos da cidade e envio de mensagens por dia (Prefeitura de Maricá, 2022).

Nota-se através dos projetos e planejamentos da prefeitura, que há consciência sobre uma problemática na orla costeira de Maricá, evidenciada nos processos erosivos e na vulnerabilidade do litoral aos eventos de ressaca e no crescimento populacional da zona costeira. Porém, essas medidas políticas como forma de lei não estabelecem um projeto de Gestão Costeira Integrado, englobando um planejamento urbano do uso e ocupação do solo como também a avaliação da vulnerabilidade dos diferentes pontos do litoral, a fim de traçar programas de restauração da frente marinha e estabelecer limites adequados de ocupação, com zonas onde ficam proibidas construções a menos de 50m da escarpa da pós-praia. Só através da integração desses fatores será possível reconhecer as características intrínsecas do litoral e estabelecer políticas de intervenção sustentáveis.

A gestão costeira que vem sendo realizada pela prefeitura de Maricá com o intuito de acabar com o histórico de erosão ao longo da orla emprega as chamadas “obras duras” (LINS-DE-BARROS, 2005). Alguns exemplos dessas obras são: enrocamentos colocados na Praia de Itaipuaçu, da Barra de Maricá e Cordeirinho (Enfoco, 2021); A instalação de estacas-pranchas, iniciada em 2019 na praia de Itaipuaçu e expandida para a região de Cordeirinho na tentativa de amenizar os danos a construções e a erosão causada pela força das ondas nos eventos de tempestades; a obra do molhe em Itaipuaçu para amenizar a força das ondas que invadiram o espaço dinâmico da praia tanto em Itaipuaçu como na Barra de Maricá; e a utilização da manta geotêxtil na orla de Itaipuaçu para endurecer a escarpa da praia onde foi construído o calçadão da orla da praia. (Disponível em: portalantigo.marica.rj.gov.br/)

Uma das principais obras realizadas na tentativa de conter o avanço do mar, foi a colocação das estacas-prancha, inicialmente na praia de Itaipuaçu e em Cordeirinho e,

posteriormente, em 2020, em Ponta Negra, como meio de proteção das construções frente aos impactos da erosão costeira e aos danos vistos nestes trechos desde o ano de 2019. Esse método utilizado pela prefeitura de Maricá trouxe discussões através de moradores da área, visto que a obra realizada pela prefeitura foi destruída no ano seguinte após a ressaca de julho de 2021, arrancando as placas de 12m de comprimento da areia e deixando-as expostas na berma da praia. Várias estacas-prancha foram enterradas ao longo da berma pela água do mar, passando desconfiança e representando riscos aos banhistas, tendo em vista que algumas delas foram aparecer na ressaca do ano seguinte, ficando expostas na praia. Além da utilização de “obras duras” que não resolvem o problema de maneira efetiva e sustentável para a praia, visto que as áreas atingidas na ressaca de julho de 2021 registraram mais erosão na orla e destruíram a contenção feita, temos uma mudança na estética da praia, pois essas estacas-prancha são de material metálico que se posicionam onde deveria estar a vegetação de restinga. Neste sentido, além de influenciar no balanço sedimentar da praia, a estrutura altera a estética do ambiente, tornando-se local de concentração de lixo por conta do desnivelamento mais rebaixado que faz na areia e sua forma ondulada, dificultando a limpeza.



Foto 14: Estacas-prancha instaladas pela prefeitura na praia de Cordeirinho, entre as ruas 61 e 65, na tentativa de diminuir os processos erosivos na área. Fonte: De autoria própria (2023).

A prefeitura iniciou em meados de junho de 2022 uma política de demolição de todos os quiosques da orla costeira do município. Segundo o portal MaricaInfo, o Ministério Público Federal determinou a destruição dos quiosques construídos em áreas da União (terrenos de marinha) para recuperar a área degradada ou indenizar a União pelo uso da praia e pelos danos causados ao patrimônio público e ao meio ambiente. Ao todo são 23 quiosques espalhados pela orla, e além de demolidos a Prefeitura terá que instalar placas de advertência e fiscalizar em todas as praias as construções indevidas (MaricáInfo, 2022).

Em um artigo publicado na revista de gestão costeira integrada de junho de 2016 Lins-De-Barros, Zeidan e Lima, entrevistam o assessor da Secretaria do Meio Ambiente do município de Maricá, Thiago de Paula, sobre uma possível gestão costeira. Segundo Thiago, o poder público poderia tomar as seguintes medidas para conter a erosão:

1) Realizar um diagnóstico dos processos hidrodinâmicos e sedimentares na orla de Maricá, para embasar o zoneamento da orla se constatada a perda de sedimentos, o que pode significar um recuo da linha de costa. Quatro diferentes medidas poderiam ser tomadas, são elas;

a) Utilização de sedimentos do mar territorial para engordamento da praia;

b) Adoção de sistemas de arrecifes artificiais para disciplinar os processos de deriva litorânea e a energia que chega às praias;

c) Abertura de canais para que sedimentos da lagoa pudessem chegar à zona da praia;

2) Criação de uma unidade de conservação municipal na orla de Maricá, que inclui o sistema lagunar e suas margens e as praias até o limite da berma de tempestade, as ilhas Maricás e, na área oceânica, 12 milhas náuticas a contar da linha de base.

No evento extremo de ressaca do mar ocorrido em maio de 2001, classificado como um dos mais perceptíveis e destrutivos ao longo da orla de Maricá (Lins-De-Barros, 2005; Muehe, 2001) não houve intervenção feita pela prefeitura na tentativa de reduzir os impactos em próximas ressacas nem amparo aos danos sofridos por moradores e donos de bares, que tiveram casas, muros, decks e quiosques destruídos (Lins-De-Barros, 2005). Após a ressaca de maio de 2001 as obras para amenizar os efeitos da ressaca foram realizadas pelos próprios moradores e donos de quiosques, com a construção de muros de tijolos na berma da praia,

anéis de manilha, pneus amontoados para conter a erosão da escarpa da praia, sacos de areia e estacas de madeira no limite da berma com a escarpa (LINS-DE-BARROS, 2005)

As obras de contenção aos eventos erosivos na orla do município que foram tidas pela prefeitura como modelo a ser adotado na orla de Maricá como solução aos processos de erosão costeira que vinham ocorrendo, foram iniciadas apenas em 2019 em pontos considerados como de elevada vulnerabilidade ao longo do arco praial. Porém, as obras realizadas pela população que possui construções próximas ao perfil dinâmico da praia ainda estão presentes, como no caso do quiosque kabanna 92 localizado na praia de Cordeirinho, que tem grande parte da sua varanda posicionada na berma da praia, e com isso, a estrutura instalada com pneus amontoados para impedir a erosão da escarpa da praia, na qual o quiosque está localizada, é frequentemente danificada.

Observa-se a ausência de um planejamento urbano com limites de proteção adequados que resultou na ocupação desordenada ao longo de praticamente toda a orla de Maricá, com construções muito próximas ao perfil dinâmico da praia ou até dentro da berma da praia. Essa falta de planejamento e fiscalização adequados por parte da prefeitura em relação ao uso e ocupação do solo, intensificou a vulnerabilidade do litoral que já era alta devido as características anteriormente apontadas (LINS-DE-BARROS, 2005) e vem deixando um cenário de danos e prejuízos para a população residente próxima a praia após os eventos erosivos vistos entre 2001 e julho de 2021 (Lins-De-Barros, 2005). Tendo em vista que as respostas mais comuns aos eventos de ressaca do mar realizadas pela prefeitura ou pela população local, tem sido tomadas após esses eventos erosivos (como os ocorridos em 2001 e 2021) deixando em evidência a falta de um programa de gestão contra a erosão costeira que leve em conta o pleno desenvolvimento do ambiente praial e o respeito aos limites adequados e a recuperação natural da praia.

Entretanto, é importante destacar o estabelecimento de uma zona *non-aedificandi* no litoral do município que é representado pela APA de Maricá, criada através do decreto n° 7230 de 1984 do então governador Leonel de Moura Brizola, o qual estabelecia uma área onde ficava proibido o parcelamento de terras para fins urbanos e as construções neste local (Mapa de conflitos, 2014). Porém, a APA de maricá hoje é palco de uma intensa disputa entre pescadores e ambientalistas contra um projeto de construção de um mega resort hoteleiro na área. A comunidade bicentenária de pescadores Zacarias sempre viveu nesse local e depende do sistema lagunar para garantir sua sobrevivência, o empreendimento além de remover os

pescadores que vivem há duzentos anos neste lugar, destruiria a vegetação e as dunas preservadas tornando o local mais vulnerável aos eventos extremos de ressaca e acabaria com espécies endêmicas, assim como degradaria o sistema lagunar a sua retaguarda (Mapa de conflitos, 2014)

Há o projeto dos recifes artificiais que está presente desde 2013 na agenda dos diferentes prefeitos eleitos na cidade (Errejota notícias, 2019). A ideia foi iniciada no mandato do antigo prefeito Washington Quaquá e atualmente é abordada de novo pelo prefeito Fabiano Horta. O intuito da implantação do projeto dos recifes artificiais em determinado local dos 40km de litoral do município é fomentar o esporte do surfe na cidade, o turismo e a proteção costeira frente aos eventos de ressaca do mar. O projeto consiste na instalação de estruturas metálicas em pontos estratégicos ainda não definidos pela prefeitura, que ficará a 60m da praia, segundo o site de notícias MaricáInfo (2019). Um dos objetivos da implantação dos recifes artificiais é a busca de uma melhor balneabilidade e da diminuição da erosão costeira. No entanto, não há estudo e comprovação de que as estruturas metálicas serão benéficas na diminuição da erosão e proteção da orla, tendo em vista que alterarão a morfodinâmica da praia e não se sabe como o ambiente vai responder às obras, que podem vir a alterar o regime sedimentar e ampliar ainda mais vulnerabilidade do local.

Neste sentido, sugere-se a adoção de medidas como: a restauração da vegetação de restinga nativa que em vários locais da orla foi retirada pelas ocupações ou pelas ressacas de tempestades; o recuo da urbanização e a utilização de limites adequados de, no mínimo, 50m de distância das construções da escarpa da pós-praia ao longo de todo o arco praiial como apontado por Muehe (2001); programas de educação ambiental para conscientizar a população da importância da restinga e das dunas frontais na resposta contra a subida do nível do mar, com a divulgação no site da prefeitura, em escolas, outdoors, e em placas autoexplicativas nas praias; técnicas de nutrição de praias em locais onde a erosão tem sido mais severa; e a fiscalização do poder público às construções e intervenções humanas que possam interferir na vulnerabilidade da praia.

Conclusão

A valorização das zonas costeiras a partir do século XX, o intenso afluxo populacional para a região dos lagos principalmente a partir da década de 1970 com a construção da ponte Rio-Niterói e a falta de planejamento urbano com limites adequados de ocupação aliado a vulnerabilidade física intrínseca do litoral de Maricá, vêm amplificando uma tendência a erosão costeira em grande parte da orla do município após eventos de ressaca do mar com danos a construções e recuo do cordão litorâneo.

Através da comparação histórica dos processos erosivos que vem ocorrendo na orla de Maricá entre os anos de 2001 a 2021, percebeu-se que os trechos classificados como de elevada vulnerabilidade e com maiores danos sofridos apontados por Lins-De-Barros (2005) após a ressaca de maio de 2001 são os mesmos locais que vem sofrendo com processos erosivos principalmente após a ressaca de julho de 2021, onde foi registrada destruição da avenida litorânea na Barra de Maricá, de decks, calçadas e contenções feitas pela prefeitura em áreas críticas para conter o avanço do mar. O evento de ressaca do mar que ocorreu em julho de 2021 evidenciou locais ao longo do arco praial do município que passaram a apresentar significativo recuo da linha de costa e erosão costeira severa, em Cordeirinho desde o evento extremo que ocorreu no ano de 2019, o trecho entre as ruas 61 e 65 por exemplo, houve o recuo da linha de costa, a perda da restinga pelo avanço do mar, destruição de casas, muros, calçada e a destruição das estacas-pranchas derrubadas após a ressaca de julho de 2021.

Houve, no entanto, a diferenciação percebida entre os danos e áreas vulneráveis a erosão costeira entre os anos de 2001 e 2021, percebeu-se que em maio de 2001 quando Lins-De-Barros (2005) analisou as praias de Maricá, a região de cordeirinho não havia sido tão atingida pela ressaca e as construções que foram danificadas e identificado processos erosivos, eram locais onde quiosques se encontravam na berma da praia. Porém, após a análise e pesquisas das ressacas de 2019, 2020 e 2021, ficou claro que a região de Cordeirinho vem enfrentando problemas crônicos relacionados à erosão costeira, causados principalmente pela ocupação desordenada ao longo da orla e pela tendência à subida do nível do mar.

O Plano Diretor do Município de 1977 (Plano Diretor de Maricá, 1977 apud LINS-DE-BARROS, 2005) com o intuito de estabelecer limites à ocupação ao contingente populacional crescente na região, determinou limites inadequados sem contar a devida

variabilidade das praias de Maricá. No Plano Diretor de 2006, muito pouco é abordado sobre o tema da erosão costeira e proteção da costa do município, devido a pequena importância, não se estabeleceu medidas contundentes de gestão costeira para a região. Já no Plano Diretor de Maricá finalizado em 2021, há preocupações com áreas específicas do litoral e é citado a criação de zonas *non-aedificandi* para controle de ocupações desordenadas e muito próximas ao espaço dinâmico da praia. É abordada no Plano Diretor de 2021 a possibilidade de utilização dos limites de proteção adotados pelo Projeto Orla como também o ordenamento da localização dos quiosques. O Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil que surgiu em 2022, tem a função de mapear áreas críticas, fiscalizar áreas de risco e utilizar métodos para conter a erosão costeira. Entretanto, a gestão costeira realizada pela prefeitura vem demonstrando ser através de “obras duras” com a utilização de estacas-pranchas, enrocamentos e molhes ao longo do arco praiial, não há políticas de gestão para inserir limites adequados às construções ao longo da orla e não há fiscalização das ocupações na restinga. Obras realizadas por moradores também são frequentes, como abordou Lins-De-Barros (2005) após a ressaca de maio de 2001, onde a população residente na orla adaptou-se com a construção de muros, pneus amontoados, enrocamentos e anéis de manilha, tanto a prefeitura como a população, tomam suas medidas após a ocorrência dos eventos destrutivos e não de maneira a prevenir os processos erosivos.

Referências Bibliográficas

ALIPRANDI, Danielly Cozer; CAPOTE, Geyzer; FARIA, José Ricardo Flores; NEVES, Elaine Moreira; SÁ, Rodolfo, **Análise tipo morfológica da paisagem e do sistema de espaços livres urbanos do município de Maricá – RJ: Escala urbana – Bacia**. In: VIII Colóquio Quapá-SEL, PROJETO: O SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES E A CONSTITUIÇÃO DA FORMA URBANA BRASILEIRA, 2015, São Paulo: FAFESP, p.12.

BELLIGOTTI, F. M. **Avaliação metodológica da profundidade de convergência (profundidade de fechamento) de perfis de três praias de energia moderada a alta no litoral do Rio de Janeiro**. UFRJ/ PPGG, 2009, vol1.

BIRD, E. **Submerging Coasts – The effects of a Rising Sea Level on Coastal Environments**. John Wiley & Sons. Earthwatch, 1993.

BUSH, D. M; NEAL, W; YOUNG, R; PILKEY, O. **Utilization of Geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation**. Ocean and Coastal Management, v. 42. Ed, Elsevier, 1999, p. 647-670.

CICINSAIN, B.; KNECHT, R.W. **Integrated Coastal and Ocean Management Concepts and Practices**. Washington, DC: Island Press, 1998.

CORBIN, A. **O território do Vazio. A praia e o imaginário ocidental**. Ed. Companhia das letras, São Paulo, 1989.

DA SILVA, André Luiz Carvalho; DA SILVA, Maria Augusta Martins; DOS SANTOS, Carla Luiza. Morfodinâmica e a estabilidade da praia de Piratininga, Niterói (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 4, 2009.

DAVIS, Jr. A. R. **Coastal Sedimentary Environments**. 1985. Springer-Verlag. 716p.

ESTEVEES, L. S; SILVA, A. R; AREJANO, T. B; PIVEL, M. A; VRANJAC, M. P. **Coastal development of Human impacts along the Rio Grande do Sul Beaches, Brazil**. Journal of Coastal Research, Special Issue, v.35. Santa Catarina, Brasil, 2003. P. 548-556.

FONTENELE, M. F. **Renda Básica e Inclusão Financeira em Tempos de Crise: Uma Reflexão sobre a transferência de renda através da ação da moeda social Mumbuca, em Maricá RJ**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021, 33p.

FRIEDMAN, G. M.; & SANDERS, J. E. **Principles of sedimentology**, 1978. New York, John Wiley & Sons.

FRIEDMAN, G.M. & JOHNSON, K.G. 1982. **Exercises in sedimentology**. John Wiley & Sons.

FUNDAÇÃO IBGE. **Resultados do Censo 2022, Panorama Geral do Brasil**. 2022, Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 7 jul 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resultado preliminar do Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 7 jul 2023.

- KOMAR, P. 1976. Beach processes and sedimentation. Prentice Hall, New Jersey. 429p.
- LAMEGO, A.R. (1945). Ciclo evolutivo das lagunas fluminenses. Rio de Janeiro. DNPM. (Boletim 118).
- LINS-DE-BARROS, Flavia Moraes; MILANÉS, C. Os limites espaciais da zona costeira para fins de gestão a partir de uma perspectiva integrada. **Gestão Ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**, v. 1, p. 22-50, 2020.
- LINS-DE-BARROS, Flavia Moraes. Erosão costeira e gerenciamento: estudo de caso do litoral de Maricá, Rio de Janeiro. **Seminário Maricá dinâmica urbana e ambiental**, v. 1, p. 03-23, 2005.
- LINS-DE-BARROS, Flavia M. & KLUMB-OLIVEIRA, Leonardo & de FRANÇA LIMA, Rafael. (2018). Avaliação histórica da ocorrência de ressacas marinhas e danos associados entre os anos de 1979 e 2013 no litoral do estado do Rio de Janeiro (Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada**. 18. 85-102. 10.5894/rgci-n146.
- LINS-DE-BARROS, F. M. **Risco e Vulnerabilidade à erosão costeira no Município de Maricá, Rio de Janeiro**. 2005. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geografia–UFRJ, Rio de Janeiro, 147p.
- LINS-DE-BARROS, F; MUEHE, D; ROSO, R. H. **Erosão e danos na orla costeira do município de Maricá, Rio de Janeiro**. In: II CONGRESSO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, Recife, 2003.
- LINS-DE-BARROS, F. M. (2005). RISCO, VULNERABILIDADE FÍSICA À EROÇÃO COSTEIRA E IMPACTOS SÓCIO-ECONÔMICOS NA ORLA URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE MARICÁ, RIO DE JANEIRO. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, 6(2).
- LINS-DE-BARROS, Flavia Moraes; ZEIDAN, Felipe; DE FRANÇA LIMA, Rafael. Adaptações e percepção da população a eventos de ressaca do mar no litoral de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 16, n. 2, p. 147-161, 2016.
- MARINHA DO BRASIL, Previsão das ondas. Rio de Janeiro, 30 julho., 2021. Facebook: **Serviço Meteorológico Marinho**. Disponível em: <https://www.facebook.com/servicometeorologicomb>.
- MARTIN, L. & K. SUGUIO (1989). **Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of São Paulo) and Campos (North of State of Rio de Janeiro)**. International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary. Special publication no 2.
- MORTON, R. **Factors Controlling Storm Impacts on Coastal Barriers and Beach – A Preliminary Basis for Near Real-Time Forecasting**. Journal of Coastal Research, v. 18 (3). Florida, 2002. p. 486-501.
- MUEHE, D. **Análise ambiental do sistema costeiro sul-oriental do estado do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado). UFRJ. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1975.

MUEHE, D. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2. 2001, p. 35-44

MUEHE, D. **Definição de limites e tipologias da orla sob aspectos morfodinâmicos e evolutivos**. In: Subsídios para um projeto de Gestão. Projeto Orla – Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília, Ed. Distrital Gráfica, 2003, p. 13-32.

MUEHE, Dieter & LINS-DE-BARROS, Flavia M. & BULHOES, Eduardo & KLUMB-OLIVEIRA, Leonardo & PINTO, Nara & DIAS, Marcelo. (2018). **Panorama da Erosão Costeira no Brasil**. Capítulo Rio de Janeiro.

MUEHE, D. Estado Morfodinâmico praial no instante da observação: uma alternativa de identificação. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 46. 1998, p. 157-169.

MUEHE, D. **Evidências de Recuo dos cordões litorâneos em direção ao continente no litoral do Rio de Janeiro**. In: SIMPÓSIO SOBRE RESTINGAS BRASILEIRAS. Rio de Janeiro, 1984. Anais do simpósio sobre restingas brasileiras, p. 75-80.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira**. In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Org: Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista. Ed. Bertrand Brasil. São Paulo, 1994, p. 253-308.

MUEHE, D. **O Litoral Brasileiro e sua compartimentação**. In: Geomorfologia do Brasil. Org: Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista. Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1998, p.274-349.

MUEHE, D.; CORRÊA, C. H. T. Dinâmica de praia e transporte de sedimentos na restinga de Maçambaba, RJ. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 19, n. 3, p. 387-392, 1989.

MUEHE, D.; CORRÊA, C. H. **The coastline between Rio de Janeiro and Cabo Frio**. In: *Coastline of Brazil*. Org. Claudio Neves. American Society of Civil Engineers (ASCE). New York, 1989, p. 110-123.

MUEHE, D.; FERNANDEZ, G. B.; SAVI, D. C. Resposta Morfodinâmica de um Sistema praia-antepraia a oeste de Cabo Frio exposto às Tempestades de 2001. In: VIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO QUATERNÁRIO (ABEQUA). Boletim de Resumos. Mariluz, Imbé, RS, 2001, p. 63-64.

MUEHE, D.; IGNARRA, S. **Arenito de praia submerso em frente à praia de Itaipuaçu – RJ**. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia. Rio de Janeiro, 1994, p. 341-348.

MUEHE, D.; IGNARRA, S. **O Arenito de praia de Itaipuaçu e sua influência no fluxo de sedimentos**. Anais do I Simpósio de Geologia Regional RJ-ES, 1987, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 57-69.

MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F.; OLIVEIRA, J. F.; KLUMB-OLIVEIRA, L. Pulsos erosivos e resposta morfodinâmica associada a eventos extremos na costa leste do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.16, n° 3 (2015).

MUEHE, D.; MARANHÃO, V. A.; NORMANDIE, R.; JUNIOR, R.; FONTENELES DE SOUZA, J. R.; FEITOS DA COTA, M. G. **Características texturais dos sedimentos de algumas praias do litoral Sul-Oriental do Estado do Rio de Janeiro**. ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. Anais da academia brasileira de ciência, v. 49 (3), 1977, p. 435- 441.

MUEHE, D.; VALENTINI, E. **O Litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental**. Ed. FEMAR. 1998, 99p.

MUEHE, D; LINS-DE-BARROS, F. E PINHEIRO, L.(ORGS). **Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva dos geógrafos**. PGGM (ed), 2020.

MUEHE, Dieter. Erosão costeira-Tendência ou eventos extremos? O litoral entre Rio de Janeiro e Cabo Frio, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 3, p. 315-325, 2011.

OLIVEIRA, E, Ressacas e projeto portuário provocam alerta ambiental no litoral do Rio, Cientistas apontam os riscos, em cenário de crise climática, da construção de porto em Maricá e a urgência de gerenciamento costeiro. Projeto Colabora, 13 de outubro de 2021, Disponível em: <https://projetocolabora.com.br/ods13/ressacas-frequentes-e-projeto-portuario-provocam-alerta-ambiental-no-litoral-do-rio/>. Acesso em: 7 jul 2023.

OLIVEIRA, J. F. & MUEHE, D. C. E. H. Identificação de áreas de sedimentos compatíveis na plataforma continental interna para recuperação de praias entre as cidades de Niterói e Macaé - Rio de Janeiro, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, 13 (1) 89-99, 2013.

OLIVEIRA, M. M. **Do Rio a Maricá: estratégias do êxodo urbano no Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em desenvolvimento, agricultura e sociedade – CPDA. UFRRJ, 2005. 132p.

Perigo! Estacas de ferro voltam a aparecer em praia de Maricá (RJ), **Maricainfo**, 16 de janeiro de 2022. Disponível em: <https://maricainfo.com/2022/01/16/perigo-estacas-de-ferro-voltam-a-aparecer-em-praia-de-marica-rj.html>. Acesso em: 7 jul 2023.

PLANO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DE MARICÁ – Estado do Rio de Janeiro. Prefeitura Municipal de Maricá, Secretaria de Obra e Meio Ambiente, 1984, 90p.

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE MARICÁ – Estado do Rio de Janeiro, Prefeitura Municipal de Maricá, 1977.

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE MARICÁ – Estado do Rio de Janeiro, Prefeitura Municipal de Maricá, 2006. 28p.

POLLETE, M.; PAGETTI SILVA, L. Gesamp Icam e PNGC – Análise comparativa entre metodologias de gerenciamento costeiro integrado. **Revista da sociedade Brasileira para o progresso da ciência**. nº4 Tema e Tendências: Gestão das águas, 2003, p. 27-30.

POLLETE, M.; SANTOS, C. R. **A Gestão Costeira Integrada no Brasil: histórico, processos e desafios**. Itajaí: Editora Univali, 2022. 745p.

PREFEITURA DA CIDADE DE MARICÁ, prefeitura age para minimizar danos causados pela ressaca. Disponível em: www.marica.rj.gov.br. 30 de julho de 2021, acesso em: 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARICÁ, Estacas-prancha danificadas pela ressaca em Cordeirinho serão restauradas, 3 de agosto de 2021. Disponível em: www.marica.rj.gov.br. Acesso em: 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARICÁ. Plano diretor de Maricá, Jornal oficial de Maricá, Outubro de 2006, 105p. Disponível em: www.marica.rj.gov.br. Acesso em: 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARICÁ. Revisão do Plano Diretor de Maricá, 2021. Disponível em: www.marica.rj.gov.br. Acesso em: 2023.

Previsão das ondas. Rio de Janeiro, 29 julho., 2021. Instagram: surf100comentarios. Disponível em: <https://www.instagram.com/surf100comentarios/>.

REDAÇÃO ERREJOTA NOTÍCIAS, Ressaca com ondas de até 4 metros causa transtornos em Maricá, **Errejota Notícias**, Maricá, 29 de julho de 2021. Disponível em: www.errejotanoticias.com.br. Acesso em: 2023.

Ressaca destrói e remove estacas-prancha na região litorânea, **Maricainfo**, 30 de julho de 2021. Disponível em: <https://maricainfo.com/2021/07/30/marica-ressaca-destroi-e-remove-estacas-pranchas-na-regiao-litoranea.html>. Acesso em: 7 jul 2023.

Ressaca destrói parte de calçada na orla da Barra de Maricá, **Maricainfo**, 30 de julho de 2021. Disponível em: <https://maricainfo.com/2021/07/30/ressaca-destroi-parte-de-calcada-na-orla-da-barra-de-marica.html>. Acesso em: 7 jul 2023.

SILVA, A. L. C. **Comportamento Morfológico e Sedimentológico do Litoral de Itaipuaçu (Marica) e Piratininga (Niterói), RJ, nas últimas três décadas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. p.153, 2006

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), 2008, pp. 89-99.

SILVA, A. L. C.; SILVA, M. A. M.; GRALATO, J. C. A.; SILVESTRE, C. P. **Caracterização Geomorfológica e sedimentar da planície costeira de Maricá (Rio de Janeiro)**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 15, n° 2, 2014. 19p.

SOUSA, Luis Gabriel Rodrigues; DE MIRANDA, Antonio Carlos; DE MEDEIROS, Herika Bastos. O SISTEMA LAGUNAR DE MARICÁ: UM ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 2, 2013.

SOUZA, C. R.; SUGUIO, K. **The Coastal Erosion Risk Zoning and The São Paulo State Plan for Coastal Management**. Journal of Coastal Research Special Issue, v. 35, Santa Catarina, Brazil, 2003. p. 530-547.

TETT. P & others, **Sustaining coastal zone systems**. DUNEDIN academic press, Scotland, 2011.

United Nations Environment Programme (UNEP/MAP/), Protocol on Integrated Coastal Zone Management , 2004.

WRIGHT, L. D., SHORT, A. D. Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: A Synthesis. Marine Geology, vol. 56. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, 1984. p. 93-118.

WRIGHT, L.; SHORT, A. & GREEN, M. 1985. Short-term changes in the morphodynamic states of beaches and surf zones: an empirical predictive model. Marine Geology, 62: 339-364.