

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO – IFSP**

NATHALIE DOS SANTOS

**MASSAGUAÇU: EROSÕES E OBRAS ADOTADAS SEM RESULTADOS
POSITIVOS**

CARAGUATATUBA, SP

2022

NATHALIE DOS SANTOS

**MASSAGUAÇU: EROSÕES E OBRAS ADOTADAS SEM RESULTADOS
POSITIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, como requisito para a obtenção do diploma Bacharelado de Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Elaine Regina Barreto

CARAGUATATUBA, SP

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação do IFSP Câmpus Caraguatatuba

S237m Santos, Nathalie dos
Massaguaçu: erosões e obras adotadas sem resultados positivos. / Nathalie dos Santos. -- Caraguatatuba, 2022.
59 f. : il.

Orientadora: Profa. Esp. Elaine Regina Barreto.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) -- Instituto Federal de São Paulo, Caraguatatuba, 2022.

1. Engenharia Civil. 2. Praia de Massaguaçu. 3. Erosão costeira. 4. Obras. 5. Intervenção. I. Barreto, Elaine Regina, orient. II. Instituto Federal de São Paulo. III. Título.

CDD: 624

ATA N.º 8/2022 - DAE-CAR/DRG/CAR/IFSP

Ata de Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **MASSAGUAÇU: EROSÕES E OBRAS ADOADAS SEM RESULTADOS POSITIVOS**, apresentado pelo aluno **NATHALIE DOS SANTOS (CG 1701088)** do Curso **SUPERIOR EM BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**, (Câmpus Caraguatatuba). Os trabalhos foram iniciados às 14:00 hs. do dia 18 de fevereiro de 2022 pelo(a) Professor(a) presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

Membros	IES	Presença (Sim/Não)	Aprovação/Conceito (Quando Exigido)
Elaine Regina Barreto (Presidente/Orientador)	IFSP	Sim	Aprovado
Leandro César de Lorena Peixoto (Examinador 1)	IFSP	Sim	Aprovado
Adriano Aurélio Ribeiro Barbosa (Examinador 2)	IFSP	Sim	Aprovado
Emerson Roberto de Oliveira (Examinador 3)	IFSP	Sim	Aprovado

Observações:

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo da monografia, passou à arguição do(a) candidato(a). Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo(a) aluno(a), tendo sido atribuído o seguinte resultado:

Aprovado(a) Reprovado(a)

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Câmpus Caraguatatuba, 18 de fevereiro de 2022

Avaliador externo: Sim Não

Assinaturas:

Documento assinado eletronicamente por:

- Elaine Regina Barreto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/02/2022 11:27:31.
- Adriano Aurelio Ribeiro Barbosa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/02/2022 11:31:39.
- Nathalie dos Santos, CG1701088 - Discente, em 18/02/2022 12:54:42.
- Leandro Cesar de Lorena Peixoto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/02/2022 13:41:59.
- Emerson Roberto de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/02/2022 10:21:28.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/02/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 299220
Código de Autenticação: 7deba189fd



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me amparado nessa caminhada e me dado sabedoria;

Agradeço aos meus Pais, por sempre acreditar e confiar em mim, por ter me dado todo apoio necessário e jamais ter permitido que eu desistisse;

Agradeço a minha orientadora, por ter me dado todo apoio necessário e por ter me ajudado a executar esse trabalho;

Agradeço aos professores por ter nos guiado nessa jornada e repassado todo o conhecimento de modo a nos capacitar e tornarmos grandes profissionais;

Agradeço também a todos os entrevistados que contribuíram com informações para que eu pudesse enriquecer meu trabalho e conseguir concluí-lo.

RESUMO

As praias são paisagens dinâmicas, que mudam o tempo todo, essas mudanças são oriundas de diversos fatores, podendo eles ser antrópicos ou naturais, e contribuem para a degradação do meio ambiente e situações de riscos à erosão. Em vista da geologia, a erosão pode ser dita como um fenômeno natural, que ocorre por consequência de um suprimento negativo de sedimentos. Já em vista da gestão, pode ser originada por conflitos entre a dinâmica costeira e a ocupação urbana, que ganhou proporções maiores, tanto por problemas sociais, quanto por crescimento do mercado imobiliário. No mundo, um dos principais problemas a serem tratados, são os casos de erosão costeira, no Brasil existem regiões onde esse processo é muito severo, tendo a necessidade de implantar medidas de contenção ou recuperação. O projeto apresenta um estudo relacionado ao processo de erosão ao longo da orla marítima da praia do Massaguaçu, localizada no município de Caraguatatuba, Litoral Norte de São Paulo. A área que sofre com deslizamentos por conta desse processo, conta com uma rodovia que interliga o município de Caraguatatuba a Ubatuba que inclusive sofreu interrupções no tráfego com os deslizamentos e queda do pavimento. Executou-se obras de engenharia para sanar o problema e melhorar a arquitetura local, porém não obtiveram sucesso. A partir disso, a pesquisa fará uma análise de todas essas medidas já adotadas, com o propósito de identificar uma nova intervenção, para findar o problema ou que ajude a retardar esse avanço e regredir o seu índice de agressividade.

Palavras chaves: Praia Massaguaçu. Erosão costeira. Obras. Intervenção.

ABSTRACT

Beaches are dynamic landscapes, which change all the time, these changes are caused by several factors, which may be anthropic or natural, and contribute to environmental degradation and erosion risk situations. In view of geology, erosion can be said to be a natural phenomenon, which occurs as a consequence of a negative supply of sediments. In terms of management, it can be caused by conflicts between the coastal dynamics and urban occupation, which gained greater proportions, both due to social problems and to the growth of the furniture market. In the world, one of the main problems to be addressed are cases of coastal erosion, in Brazil there are regions where this process is very severe, with the need to implement containment or recovery measures. The project presents a study related to the erosion process along the coastline of Massaguaçu beach, located in the municipality of Caraguatatuba, North Coast of São Paulo. The area that suffers from landslides due to this process has a highway that connects the municipality of Caraguatatuba to Ubatuba, which even suffered interruptions in traffic due to landslides and pavement collapse. Engineering works were carried out to solve the problem and improve the local architecture, but they were not successful. From this, the research will analyze all these measures already adopted, with the purpose of identifying a new intervention, to end the problem or to help delay this advance and regress its aggressiveness index.

Keywords: Massaguaçu beach. Coastal erosion. Construction. Intervention.

LISTA DE ABREVIATURAS

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DER / AL – Departamento de Estradas e Rodagem de Alagoas
DER – Departamento de Estradas e Rodagem
MPF – Ministério Público Federal
RAM – Recife Artificial Multifuncional
SPU – Superintendência Multidisciplinar
ZEA – Zona de Erosão Acentuada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETO DO ESTUDO	11
1.2. A CATÁSTROFE DE 1967	14
1.3. EROSÃO COSTEIRA.....	14
2. JUSTIFICATIVA:	18
3. OBJETIVOS	18
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
5. A EROSÃO NO MASSAGUAÇU	20
5.1 BREVE HISTÓRICO E DELIMITAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	20
5.2 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA REGIÃO À EROSÃO.....	23
5.3 VARIAÇÃO DA POSIÇÃO DA LINHA DE COSTA	25
6. ANÁLISE DE INTERVENÇÕES JÁ ADOTADAS	31
6.1 REPLANTIO DE JUNDU – VEGETAÇÃO NATIVA.....	31
6.2 O CASO DO DECK DO MASSAGUAÇU	33
6.2 OBRAS REALIZADAS PELO DER.....	35
7. ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE INTERVENÇÕES	44
7.1. RECIFE ARTIFICIAL	45
7.2. RECUO DA RODOVIA	49
8. SUGESTÃO PARA RECUPERAÇÃO DA ÁREA ERODIDA	49
9. RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
10. CONCLUSÃO	54
11. REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

1.1. OBJETO DO ESTUDO

Os seres humanos veem ocupando a região costeira desde os primórdios, estamos falando de 1,9 milhões de anos. Os recursos naturais oferecidos por estas regiões são fonte de sobrevivência desses seres, essa ocupação só foi possível devido à inúmeros fenômenos naturais que geraram uma extensa faixa terrestre. A população, com novas maneiras de vida, deixa de ser nômade, começam a criar pontos fixos, surgem os povoados, as cidades, grande parte dessa ocupação são em regiões litorâneas e cada vez mais é usufruído os recursos naturais. A exploração e a ocupação de áreas frágeis fizeram com que a possibilidade de acontecer eventos geodinâmicos que desencadeiam desastres, fosse maior. (Souza, 2021)

Esses eventos, nas regiões sul e sudeste, são ligados a ações de fortes tempestades, ciclones, grandes volumes de chuvas, frentes frias, ressacas do mar e marés altas anômalas. As consequências são, inundações costeiras e continentais, escorregamentos nas encostas e erosões graves. (Souza, 2021).

A região estudada contém uma variabilidade morfológica que veio se adequando ao longo dos anos. Em 1958, a área litorânea do Brasil era denominada como Província Fisiográfica do Litoral. Seis anos mais tarde (1964) a região foi renomeada para Província Costeira, além disso foi dividida em duas zonas: Serrania Costeira e Baixada Litorânea (terrenos cuja elevação não ultrapassam 70 metros acima do nível do mar, dispostos à beira-mar). Já em 1981 a província foi dividida em três zonas: Serrania Costeira, Baixada Litorânea e Morraria Costeira. (SOUZA, 2012).

A distribuição geográfica da costeira paulista é diferente entre as regiões sul e norte, no Sul (Serra de Paranapiacaba) as praias são longas e abertas para o oceano, com poucas ilhas, já no Norte, pouco a pouco a Serra do Mar vai se aproximando da linha de costa, assumindo assim grandes amplitudes topográficas, por isso essa região contém enseadas e baías, praias menores e mais abrigadas. (APAMLN).

A área de estudo da pesquisa abrange o litoral norte do estado de São Paulo, região sudeste do Brasil. Mais especificamente a praia do Massaguaçu, região norte de Caraguatuba (Figura 1). O litoral norte tem uma grande ocupação urbana e tem como principal atividade econômica o turismo. A região é composta por cinco municípios, sendo eles: Bertioga, São Sebastião, Ilhabela, Caraguatuba e Ubatuba. (Andrade; Cunha, 2010).

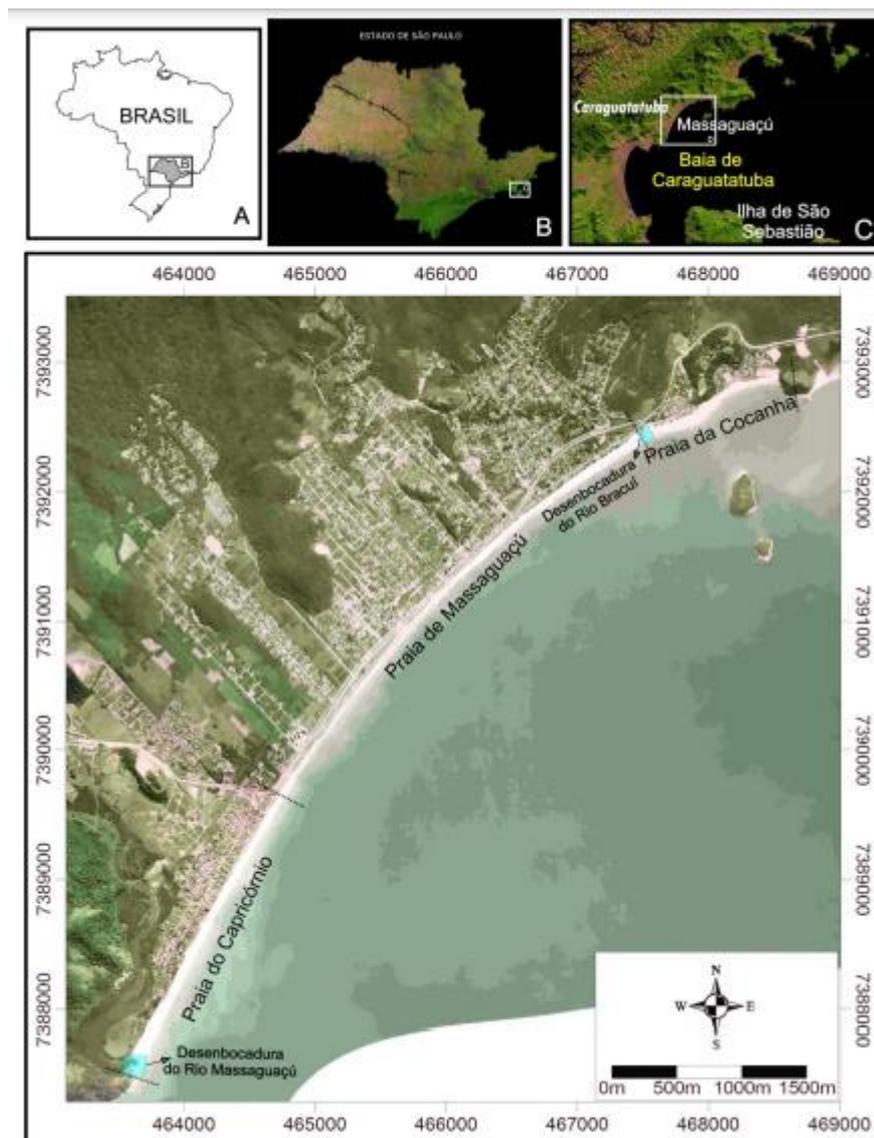


Figura 1 - Praia do Massaguaçu, Caraguatatuba. Fonte: Nuber, 2008.

Caraguatatuba começou a ser povoada por volta de 1600 e somente em 1664 e 1665 foi fundada. Nessa época era conhecida como vila, o fundador foi Manuel de Faria Dória, Capitão-mor da Capitania de Itanhaém. Em 1693, foi atingida por um surto de varíola que matou parte da população, o restante se mudou para cidades vizinhas, como Ubatuba e São Sebastião, com isso a vila ficou conhecida como “vila que desertou”. Décadas depois, em meados do século XVIII, a Vila de Caraguatatuba foi repovoada, esse processo chamou a atenção do capitão geral da Capitania de São Paulo, D. Luiz Antônio de Souza Botelho Mourão Morgado de Mateus, que pediu para que Santo Antônio de Caraguá fosse elevado à condição de Vila. (IBGE, 2017).

Em 1847, Caraguatatuba foi elevada à condição de “freguesia”, dez anos mais tarde (1857) retornou à categoria de vila e obteve sua emancipação político-administrativa, deixando

de pertencer ao Município de São Sebastião. No ano de 1947, foi reconhecida como estância balnearia.

Por quarenta anos (1927-1967) a Fazenda São Sebastião, que ficou conhecida como “Fazenda dos Ingleses” atuou na cidade, sua principal atividade era produção agrícola, o encerramento das atividades ocorreu por conta da catástrofe (tromba d’água), depois do ocorrido a fazenda foi vendida a Serveng Civilsan, tornou-se Fazenda Serramar e sua principal atividade foi a pecuária.

A população foi crescendo, foram surgindo novos bairros, em 1983, teve-se o início das obras de rodovias, ligando o Vale do Paraíba ao Litoral Norte. Foi inaugurado também, o trecho entre São Sebastião e Caraguatatuba.

Um ano depois, novas obras de rodovias foram abertas para o tráfego, desta vez ligando Paraíba à Caraguatatuba e em 1955, foi a vez do trecho que liga Caraguatatuba a Ubatuba. Com isso, o turismo na região começa a se desenvolver. (PRADO).

Dados Gerais do Município:

- a) Área: 484,95 km²;
- b) Densidade: 241,45 habitantes/km²;
- c) Taxa de urbanização em 2011: 95,91% Em 2021: 96,32%
- d) População Urbana em 2011: 98.076 Em 2021: 112.783
- e) População Rural em 2011: 4.178 Em 2021: 4.307
- f) Taxa de Natalidade em 2019: 14,96
- g) Índice de envelhecimento em 2021:73,22%
- h) Estimativa da população para 2021: 125.194 Habitantes;

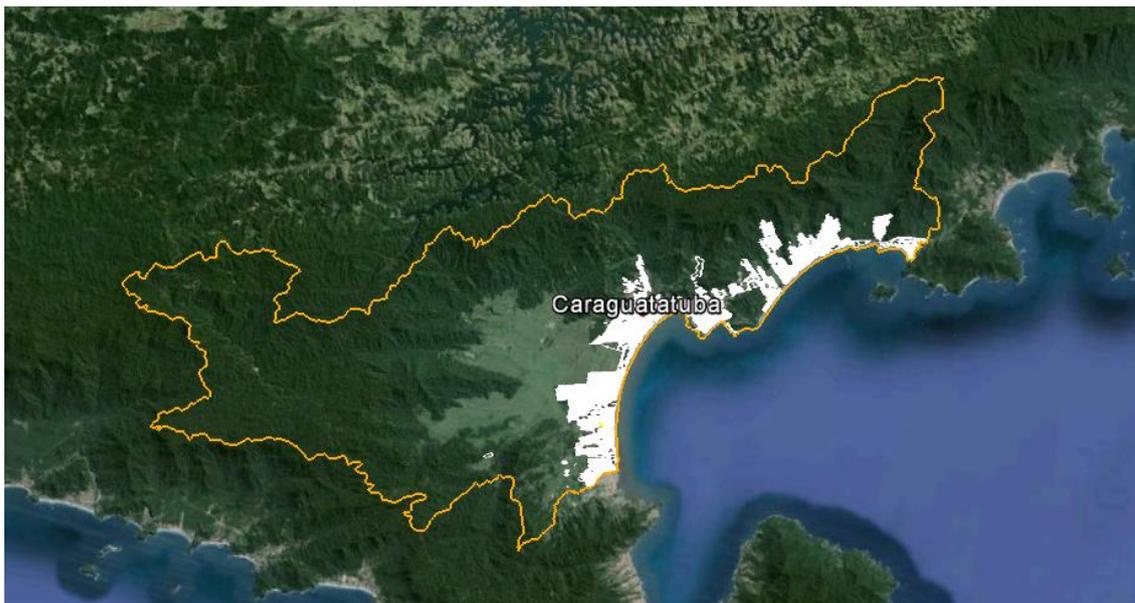


Figura 2 - Mapa de Caraguatatuba. Fonte: Acervo pessoal da Regina. E.

1.2. A CATÁSTROFE DE 1967

Há 54 anos, Caraguatatuba sofreu um desastre, originado pelas águas que caíram nos meses de verão de 1967. Registros indicam que as chuvas foram constantes nos meses de janeiro, fevereiro e por 17 dias seguidos no mês de março, com o solo encharcado um grande volume de massa deslizou em direção a cidade, cobriram as ruas, estradas e praias com vários metros de lama. Indicadores mostram que choveu de 945,6 e 608,0 mm respectivamente. A pluviosidade mensal, localizada na atual fazenda Serramar, na época teve um aumento progressivo com o máximo de 851,00 mm, registrando 115,0 mm num dia e 420,0 mm no dia seguinte. Mais de 400 vidas foram perdidas. (Regina. E. 2020; TamoiosNews).

1.3. EROSÃO COSTEIRA

O estudo das feições costeiras, principalmente das praias, envolve a análise de comportamento do solo, mudanças sofridas ao longo dos anos, processos de sedimentação e sua relação com os mecanismos geológicos e variações no clima e nos oceanos. (Souza e Luna, 2010)

A erosão costeira está presente em grande parte das praias arenosas do mundo, portanto é um problema global. O processo de ganho e perda de sedimentos em uma praia recebe o nome de balanço sedimentar. A erosão é dada quando esse balanço é negativo, ou seja, quando existe

uma perda de sedimentos maior que o ganho, em consequência disso tem-se o recuo da linha de costa. (Sousa)

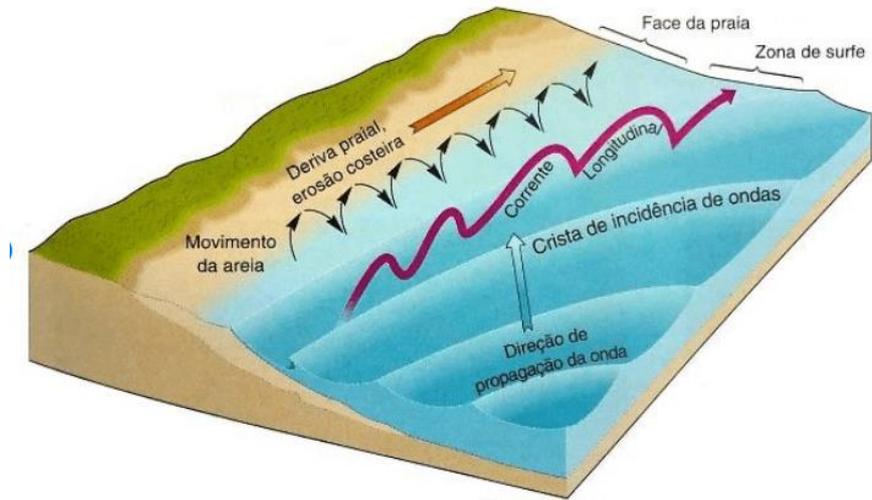


Figura 3 - Esquema ilustrativo da corrente longitudinal, deriva litorânea (praial) e processos associados. Fonte: CHRISTOPHERSON (2011).

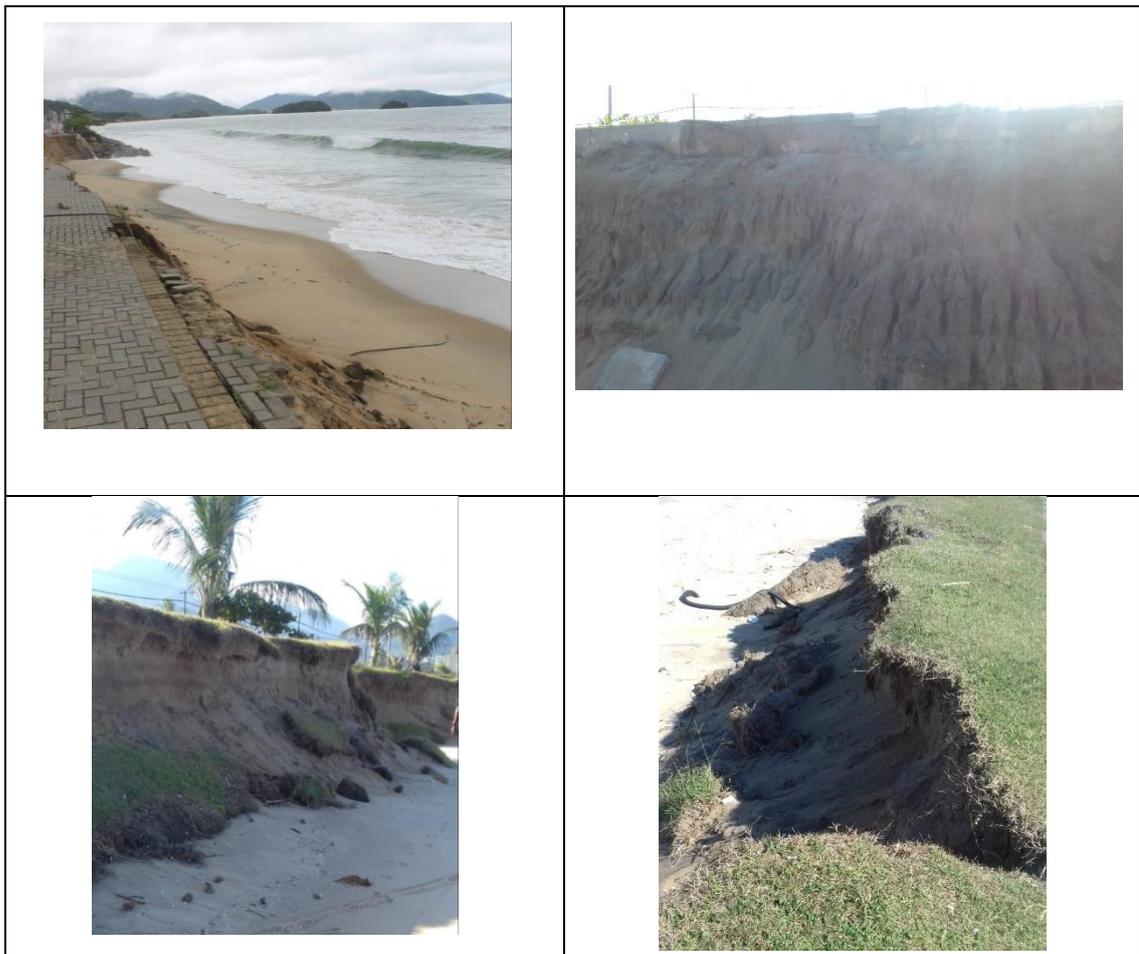


Figura 4 – Imagens de erosão costeira do Massaguaçu. Fonte: Acervo Pessoal (2021).

Em vista da geologia, pode ser dita como um fenômeno natural que ocorre por consequência de um suprimento negativo de sedimentos, já em vista da gestão, pode ser originada por conflitos entre a dinâmica costeira e a ocupação urbana (causas antrópicas), que ganhou proporções maiores, tanto por problemas sociais, quanto por crescimento do mercado mobiliário. (Lamour e Novak, 2021)

Tabela 1 – CAUSAS NATURAIS E ANTRÓPICAS DA EROSÃO COSTEIRA NO BRASIL.

Causas Naturais da Erosão Costeira				Causas Antrópicas da Erosão Costeira	
1	Dinâmica de circulação costeira: presença de zonas de barlamar ou centros de divergência de celular de deriva litorânea em determinados locais mais ou menos fixos da linha de costa (efeito "foco estável).	7	Inversões na deriva litorânea resultante causada por fenômenos climáticos-meteorológicos intensos: sistemas frontais, ciclones extratropicais e a atuação intensa do "El Nino/ENSO".	14	Urbanização da orla, com destruição de dunas e/ ou impermeabilização de terraços marinhos holocênicos e eventual ocupação da pós-praia.
2	Morfodinâmica praias: praias intermediárias têm maior mobilidade e suscetibilidade à erosão costeira, seguida das reflexivas de alta energia, reflexivas de baixa energia e ultradissipativas.	8	Elevação do nível relativo do mar de curto período devido a efeitos combinados da atuação de sistemas frontais e ciclones extratropicais, marés astronômicas de sizígia e elevações sazonais do NM, resultando nos mesmos processos da elevação de NM de longo período.	15	Implantação de estruturas rígidas ou flexíveis, paralelas ou transversais à linha de costa: espigões, molhes de pedra, enrocamentos, píers, quebra-mares, muros, etc., para "proteção/mitigação de processos erosivos costeiros ou outros fins; canais de drenagem artificiais.
3	Aporte sedimentar atual naturalmente ineficiente ou ausência de fontes de areias.	9	Efeitos atuais da elevação do nível relativo do mar durante o último século, em taxas de até 30cm: forte erosão com retrogradarão da linha de costa.	16	Armadilhas de sedimentos associadas à implantação de estruturas artificiais, devido à interrupção de células de deriva litorânea e formação de pequenas células.
4	Fisiografia Costeira: Irregularidade na linha de costa (mudanças bruscas na orientação, promontórios rochosos e cabos inconsolidados) dispensando as correntes e sedimentos para o largo; praias que recebem maior impacto de ondas de maior energia.	10	Efeitos secundários da elevação de nível do mar de longo período: Princípio ou Regra de Bruun e migração do perfil praias rumo ao continente.	17	Retirada de areia de praia por: mineração e/ou limpeza pública, resultando em déficit sedimentar na praia e/ou praias vizinhas.

5	Presença de amplas zonas de transporte ou trânsito de sedimentos (by-pass), contribuindo para a não permanência dos sedimentos em certos segmentos de praia.	11	Evolução quaternária das planícies costeiras: balanço sedimentar de longo prazo negativo e dinâmica e circulação costeira atuante na época.	18	Mineração de areias fluviais e desassoreamento de desembocaduras; dragagens em canais de maré e na plataforma continental: diminuição/perda das fontes de sedimentos para as praias.
6	Armadilhas de sedimentos e migração lateral: desembocaduras fluviais ou canais de maré; efeito "molhe hidráulico"; depósito de sobrelavagem; obstáculos fora da praia (barras arenosas, ilhas, parcéis, arenitos de praia e recifes).	12	Balanço sedimentar atual negativo originado por processos naturais individuais ou combinados.	19	Conversão de terrenos naturais da planície costeira em áreas urbanas (manguezais, planícies fluviais/ e lagunares, plântanos e áreas inundadas) provocando impermeabilização dos terrenos e mudanças no padrão de drenagem costeira (perda de fontes de sedimentos).
		13	Fatores Tectônicos: Subsídências e soerguimentos da planície costeira	20	Balanço sedimentar atual negativo decorrente de intervenções antrópicas.

Fonte: Souza.

No Brasil existem regiões onde esse processo é muito severo, tendo a necessidade de implantar medidas de contenção ou recuperação. Apesar dos estudos da geociência, muitos lugares investem em obras de engenharia que prejudicam ainda mais ao invés de solucionar, e essas obras tem custos elevados. (Instituto Geológico, 2017)

Ao longo do litoral norte o grau de risco à erosão de praias arenosas é alarmante, visto que, 47% delas se encontram em risco Alto e Muito Alto, 27,5% em risco Médio, 22,4% sob risco Baixo e 3,4% sob risco Muito Baixo. Caraguatatuba contém cerca de 60% das praias arenosas, com riscos muito alto de erosão, dados esses baseados em onze tipos de indicadores de erosão monitoradas nas praias do estado de São Paulo durante a década de 1990. (Souza e Luna, 2010).

Tabela 2 – PORCENTAGEM DA COSTA DO LITORAL NORTE E SEUS MUNICÍPIOS, REFERENTE AS PRINCIPAIS FISIONOMIAS LITORÂNEAS.

	Litoral Norte	Ubatuba	Caraguatatuba	Ilhabela	São Sebastião
Praias arenosas	20%	20%	64%	7%	28%
Costões rochosos	64%	52%	30%	90%	62%
Estruturas artificiais	3%	2%	~0%	3%	6%

Manguezais, delta, barra e margem de rios, banhados	11%	24%	6%	~0%	2%
Planícies de maré	2%	2%	0%	~0%	2%

Fonte: APAMLN.

2. JUSTIFICATIVA:

A importância da pesquisa e projeto será apresentar um diagnóstico sobre um problema que assola e desgasta a população e os poderes públicos há várias décadas, é muito investimento realizado sem solução na cidade de Caraguatatuba e que tem se agravado com o passar dos anos. Esse problema de erosão preocupa não somente a população local, como os órgãos públicos, visto que ali se passa uma rodovia muito importante, que liga a cidade de Caraguatatuba à Ubatuba, e já está sofrendo danos em sua estrutura. Além disso, esse tipo de degradação ocorre em outras regiões litorâneas, portanto o projeto poderá servir de base para outros estudos, além de poder auxiliar nas decisões futuras de obras a serem implantadas.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

O projeto tem como objetivo estudar as possíveis causas da erosão na região da praia do Massaguaçu que vem se agravando com o decorrer dos anos, analisar as decisões erradas tomadas nas obras que foram implantadas na região e buscar uma solução viável para findar o problema, ou que possa pelo menos retardar a sua velocidade de propagação.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Apresentar o evento erosivo;
- Analisar a erosão no Massaguaçu e apontar suas possíveis causas;
- Identificar todas as medidas de contenção já adotadas (todas as obras realizadas na região, apontar os órgãos responsáveis, custos...);
- Verificar as falhas nessas medidas já adotadas e propor uma nova intervenção.
- Apontar seus prós e contras.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O arco praial do Massaguaçu está posicionado em uma pequena planície costeira ao norte da Baía de Caraguatatuba e da Ilha e do canal de São Sebastião, no estado de São Paulo, entre as coordenadas: $-45^{\circ}21'28''$ / $-23^{\circ}34'13''$ e $-45^{\circ}17'35''$ / $-23^{\circ}37'22''$.

Ao longo do arco, temos: Capricórnio, Massaguaçu, Cocanha, Mococa e Tabatinga. Na região do Centro para o Norte do Massaguaçu é onde tem sido observados zonas de erosão acentuadas (ZEAs). Contando suas extremidades, desde o Capricórnio até a Cocanha, tem-se aproximadamente uma extensão de 12km, enquanto que a área conhecida como praia do Massaguaçu, contém cerca de 7,5km, apresenta areia grossa e média e contém uma declividade em média de $8,5^{\circ}$. (Rogacheski, 2010).

Um estudo feito por Carlos Eduardo Rogachesk obteve como resultado a distribuição granulométrica dos sedimentos ao longo do arco praial da Massaguaçu, a área B da figura 5 que representa a região de estudo desse projeto, revelou ser a área com maior exposição à quebra de ondas, em relação a distribuição granulométrica, apresentou uma predominância em areia, como pode ser observado:

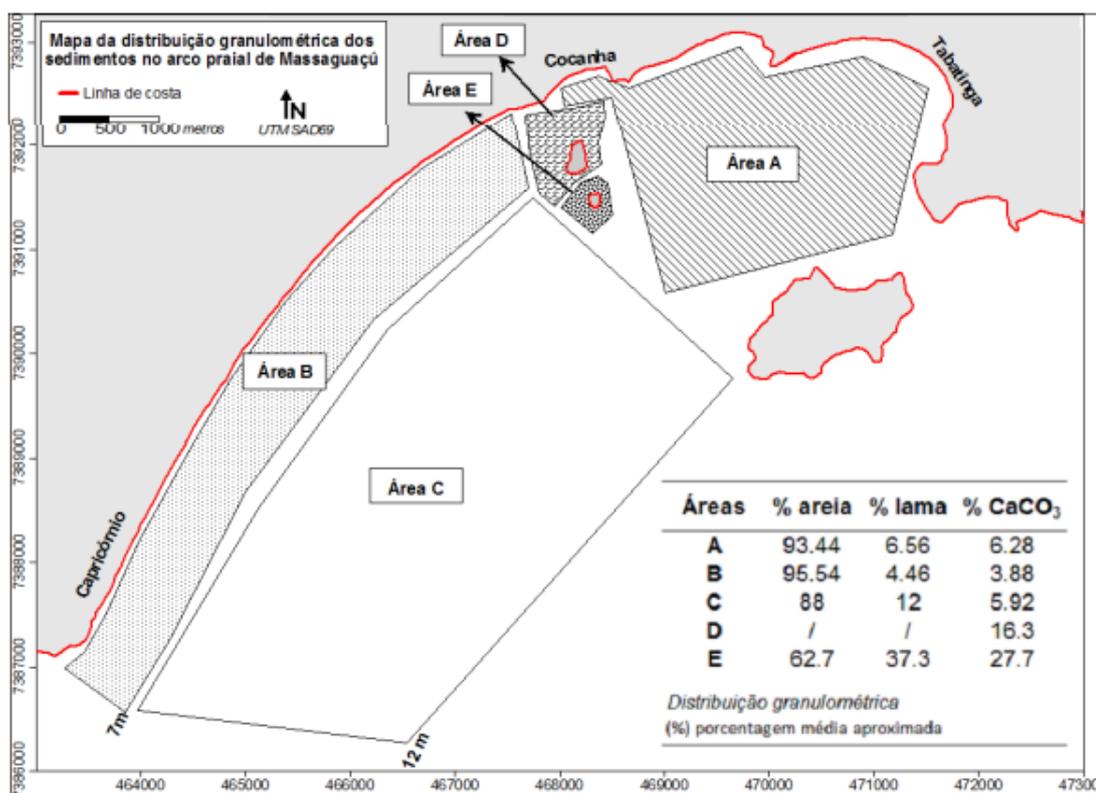


Figura 5 - Mapa de distribuição granulométrica dos sedimentos no arco praial da Massaguaçu. Fonte: Rogacheski, 2010.

Massaguaçu também contém feições sedimentares caracterizadas por bermas e cúspides. (Souza, 2012).

A região é margeada pela Rodovia Dr. Manuel Hyppolito Rego (SP – 55), popularmente conhecida como Rodovia Rio-Santos, além disso contém uma grande ocupação urbana, os bairros próximos são o Bairro do Massaguaçu, Bairro da Cocanha e Bairro Capricórnio. Os domicílios são, em sua maioria, de uso de veraneio. Também contém condomínios horizontais de alto padrão. A praia em si, está posicionada entre os rios Massaguaçu e Cocanha, ambos com baixa drenagem continental.

Analisando a geologia, a cidade está sobre rochas gnáissicas de origem magmática e/ou sedimentar com grau médio metamórfico e rochas graníticas desenvolvidas durante o tectonismo. (Barbosa; Silva & Martins, 2014). Grande parte da praia contém uma morfologia caracterizada por praia refletiva de alta energia, com tendências intermediárias. Além disso, a área segue o comportamento das micros-marés e em relação ao clima de ondas, tem-se que no verão segue uma predominância na direção leste, chegando a alturas entre 1 e 2m, já ao longo do Outono, Inverno e Primavera, segue se a direção sul, chegando a alturas entre 1 até 3 metros, dependendo da estação. (Ribeiro et al, 2013).

A vegetação predominante da região estudada faz parte da mata da restinga e é popularmente conhecida como Jundu. A restinga é composta por diferentes vegetais, podendo ser herbáceas, arbustivas e florestais, com raízes longas e profundas, e estabelecem em solos arenosos de planície costeiras. As diferenças de espécies se dão em função da proximidade do mar e das características e hidrológicas do substrato. (Barbosa; Silva & Martins, 2014). Esse tipo de vegetação é bastante prejudicado pelo processo de expansão urbana, que acaba transformando matas da restinga em áreas urbanas horizontais. (Azevedo, 2014).

5. A EROSÃO NO MASSAGUAÇU

5.1 BREVE HISTÓRICO E DELIMITAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A praia do Massaguaçu está sofrendo ao longo dos anos com esse processo erosivo acentuado. Segundo Souza, 2010, com o aumento da ocupação urbana de regiões costeiras e o aumento do nível do mar, surgiu a necessidade da criação de um monitoramento da linha de costa dessas regiões, possibilitando assim, suas administrações. Então, a partir da década de 1960, o trabalho de interpretações de fotografias antigas e mapas foi sendo utilizado para

verificar as variações da linha de costa, o Brasil passou a utilizar esse método por volta de 1990, e já nos anos 2000 a técnica de geoprocessamento foi inserida para aprimorar essas verificações.

O resultado desses estudos aplicados na praia do Massaguaçu, até meados de 1980, não constatou erosão acelerada, somente a partir de 1992, quando os estudos foram aplicados em todo o litoral paulista, observou-se diversos indicadores de erosão com um grau de intensidade menor que os constatados atualmente.

Após a construção da rodovia BR-101 (Rio Santos), a urbanização da planície costeira foi muito intensa, antes disso, apenas a região do trecho sul da praia era ocupada por um loteamento.

Como foi observado na caracterização da região estudada, o Massaguaçu é muito extenso portanto, o foco de estudo é na região central.

De acordo com o mapa de risco à erosão costeira, do Instituto Geológico de 2017, a praia do Massaguaçu está classificada como risco muito alto. A primeira versão do mapa foi feita em 2002, ele é atualizado a cada 5 anos. De acordo com essa versão 51,5% das praias paulistas estão muito ameaçadas pela erosão, e essa percentagem não variou muito em relação aos anos anteriores. Em uma análise da Taxa média de variação da linha de costa de longo tempo, entre 1960 – 2001, tem-se que no Massaguaçu a proporção era de 0,23m/ano.

Através do mapa, percebe-se que a praia estudada se encontra no grupo do setor morfodinâmico VII, cuja características são praias bem marcadas, gerando grandes enseadas e pequenas baías. Contém também uma plataforma continental estreita, gerando assim praias de enseadas de bolso, com diversos tipos morfodinâmicos. (Souza, 2012).

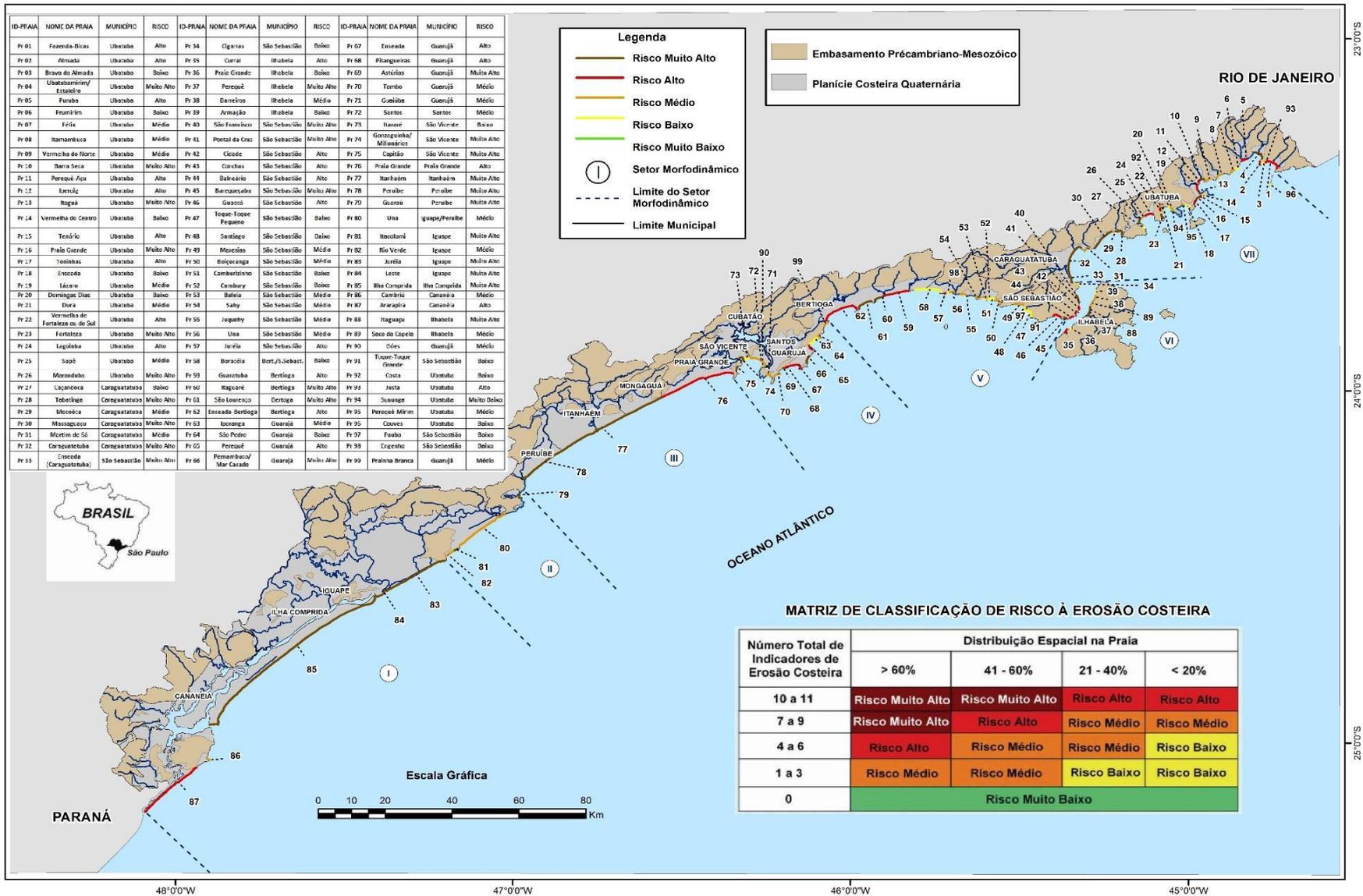


Figura 6 - Mapa de Risco à erosão costeira 2017. Fonte: Instituto Geológico

5.2 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA REGIÃO À EROSÃO

Para auxiliar na identificação da presença de erosão em regiões costeiras, existem onze indicadores criados pela pesquisadora Célia Regina Gouvêa de Souza, esses indicadores foram um dos itens utilizados para pesquisar e gerar o conteúdo apresentado no Mapa de Risco à erosão costeira, desenvolvido pelo Instituto Geológico.

Tabela 3 – INDICADORES DE EROSÃO NAS PRAIAS DE SÃO PAULO.

I	Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação pelas preamares de sizígia (praias urbanizadas ou não).
II	Retrogradação geral da linha de costa nas últimas décadas, com franca diminuição da largura da praia, em toda a sua extensão ou mais acentuadamente em determinados locais dela, migração da linha de costa sobre o continente (praias urbanizadas ou não).
III	Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias, sem o desenvolvimento de falésias (praias urbanizadas ou não).
IV	Intensa erosão de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias, provocando o desenvolvimento de falésias com alturas de até dezenas de metros (praias urbanizadas ou não).
V	Destruição de faixas frontais de vegetação de “restinga” ou de manguezal e/ou presença de raízes e troncos em posição de vida soterrados na praia, causados pela erosão acentuada ou o soterramento da vegetação devido à retrogradação/migração da linha de costa sobre o continente.
VI	Exumação e erosão de depósitos paleolagunares, turfeiras, arenitos de praia, depósitos marinhos holocênicos e pleistocênicos, ou embasamento sobre o estirâncio e/ou a face litorânea atuais, devido à remoção das areias praias por erosão costeira e déficit sedimentar extremamente negativo (praias urbanizadas ou não).
VII	Frequente exposição de “terraços ou falésias artificiais”, apresentando pacotes de espessura até métrica de camadas sucessivas de aterro erodido e soterrado por camadas de areias praias/eólicas, no contato entre a praia e a área urbanizada
VIII	Destruição de estruturas artificiais construídas sobre os depósitos marinhos ou eólicos holocênicos, a pós-praia, o estirâncio, as faces praias e litorânea, a zona de surfe/arrebentação e/ou ao largo.
IX	Retomada erosiva de antigas plataformas de abrasão marinha, elevadas de +2 a +6 m, formadas sobre rochas do embasamento ígneo-metamórfico précambriano-mesozóico, em épocas em que o nível do mar se encontrava acima do atual, durante o Holoceno e o final do Pleistoceno (praias urbanizadas ou não).
X	Presença de concentrações de minerais pesados em determinados trechos da praia, em associação com outros indicadores erosivos (praias urbanizadas ou não).
XI	Desenvolvimento de embaamentos formados pela presença de correntes de retorno concentradas e de zona de barlar ou centros de divergência de células de deriva litorânea localizados em local(s) mais ou menos fixo(s) da linha de costa.

Fonte: Souza.

Analisando apenas a região central e baseando-se na adaptação feita por Ribeiro et al, 2013, foi possível contabilizar a vulnerabilidade da região em relação a erosão. O autor separa os itens e cria parâmetros para classificar a vulnerabilidade em baixa, média e alta.

Indicador de vulnerabilidade	Vulnerabilidade baixa	Vulnerabilidade moderada	Vulnerabilidade alta
Posição da linha de costa	Progradação	Estável	Retrogradação
Largura da praia	Larga faixa de praia	Largura média a estreita	Praia estreita
Presença de rios e / ou desembocaduras	Distância maior que 100m	Distância entre 50 e 100m	Distância menor que 50m
Elevação do terreno	Maior que 6 m	Entre 3 e 6 m	Menor que 3 m
Taxa de ocupação	Menor que 30%	Entre 30 e 70%	Maior que 70%
Permeabilidade do solo	Permeável, com nenhuma ou pouca ocupação	Moderadamente permeável, em função da ocupação/urbanização	Permeabilidade seriamente afetada, com presença de ocupação urbana bem desenvolvida
Configurações ao largo	Presença de barreiras naturais (ilhas, recifes ou rochas de praia)	Pista de atuação do vento limitada (presença de barreiras arenosas ao largo)	Pista de atuação do vento extensa, sem obstáculos naturais que minimizem a energia das ondas
Vegetação	Densa com florestas desenvolvidas e sem evidências de erosão	Bem estabelecida, com gramíneas e arbustos	Nenhuma ou pouca vegetação
Obras de engenharia costeira	Ausência de estruturas costeiras	Estruturas pequenas ou pouco significantes	Presença de quebra-mares, esporões, molhes, etc.

Figura 7 - Descrição dos indicadores e classificações. Fonte: Ribeiro et al.

A classificação aqui atribuída está levando em consideração a situação atual do Massaguaçu, ou seja, em vista do que foi visto no local durante as visitas ao longo do ano de 2021, com exceção apenas de indicadores que necessitam de comparações com anos anteriores.

- Posição da linha de costa – Ao longo dos anos, a região central sofreu uma retrogradação da linha de costa, como será abordado no próximo tópico.
- Largura da Praia – Esse item está relacionado ao tamanho da faixa de areia, na qual, a região central é estreita.
- Presença de rios e / ou desembocaduras – Existe na área estudada, mas está a uma distância maior que 100 metros da região central.
- Elevação do Terreno – Baseando-se no estudo feito por Ribeiro et al, 2013, a região central tem uma elevação entre 3 e 6m.
- Taxa de ocupação – Segundo o estudo feito por Ribeiro et al, 2013, no ano de 2001, a taxa de urbanização já era superior a 70% na região central.

- Configurações ao largo – A região central é um espaço totalmente aberto, com fortes atuações dos ventos, ou seja, não há obstáculos naturais que minimizam a energia das ondas.
- Vegetação – A vegetação nativa foi retirada para inserção de obras, atualmente tem pouca vegetação.
- Obras de engenharia costeira – Com os danos causados pela erosão, foram adotadas algumas medidas de contenção, que mesmo que não tenham surtido efeito, estão presentes. Mais à frente será abordado essa questão das obras.

Portanto, com todos os dados levantados é possível reafirmar a categoria já apresentada através do mapa de risco à erosão costeira, que a região do Massaguaçu, e agora mais precisamente sua região central, está com uma vulnerabilidade alta em relação a erosão costeira.

5.3 VARIAÇÃO DA POSIÇÃO DA LINHA DE COSTA

Antes de apresentar as análises com as variações da linha de costa da região do Massaguaçu, é necessário entender o que exatamente seria a linha de costa.

De acordo com o Glossário Geológico, escrito por Winger, M., a costa é a área terrestre que se encontra à margem do oceano, mar ou lago, é uma região de contato com duas condições ambientais, a terrestre e a aquática. A linha de costa, é justamente o limite entre a água e a terra e varia de acordo com uma faixa, podendo ser mais ou menos estreitas, determinadas pelas baixas e altas marés da região e pelo relevo da costa.

Existem diversos métodos para fazer o levantamento das medidas da linha de costa, alguns utilizam GPS, outros equipamentos mais específicos, tem também levantamentos feitos por análise de imagens aéreas. O presente trabalho fará comparações entre estudos já efetuados na região, para mostrar o quanto a região regrediu sua linha de costa até os anos mais recentes.

Nuber apresenta um estudo comparando o comportamento da faixa de linha de costa em alguns determinados períodos de anos.

Nesse primeiro gráfico, temos a comparação do comportamento da faixa da linha de costa do ano de 1962 até o ano de 1977. Percebe-se que apenas nos pontos 27,30, 32, 35, 36, 37, 55, 61 e 67 houve-se uma retrogradação máxima de 9 metros ao longo dos anos, e que em quase toda a extensão não se teve retrogradação.

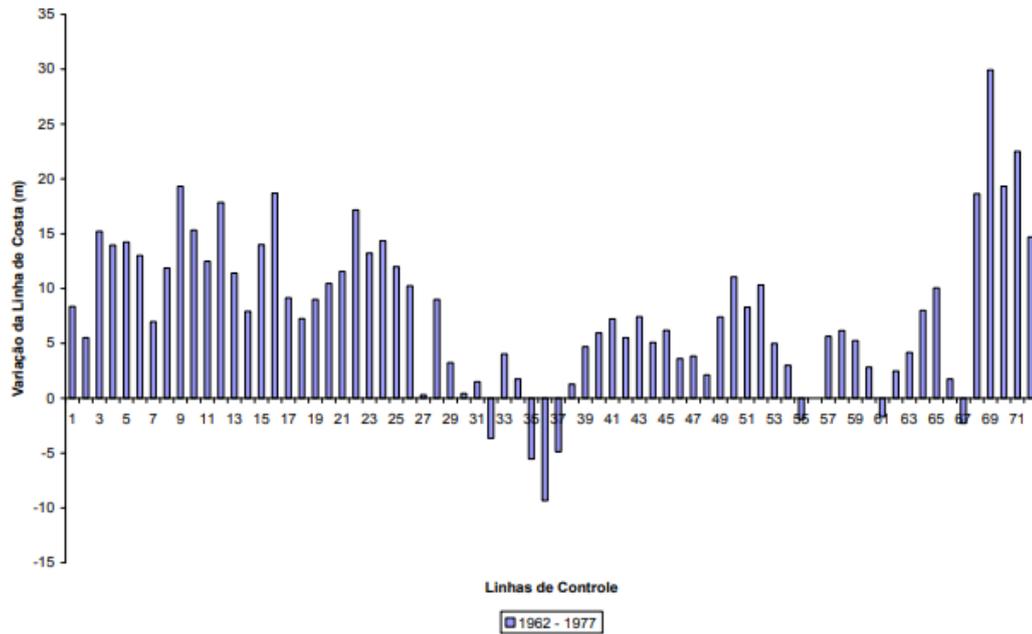


Gráfico 1 - Variação da posição da linha de costa (m) entre os anos de 1962 a 1977. Fonte: Nuber.

Agora, analisando esse segundo gráfico, ao comparar a faixa de linha de costa do ano de 2006 com o ano de 1962, percebe-se que o cenário mudou, entre os pontos 32 a 45 teve uma redução de até 20 metros de extensão, essa área é onde está localizado o Hotel Brisa e área onde foi construído o muro de contenção. Rogacheski faz uma observação em relação ao comportamento dos sedimentos erodidos da região, segundo ele, o gráfico mostra uma progadação alta nas extremidades da praia, isso é explicado pelo fato dos sedimentos erodidos se depositarem nas extremidades ao longo dos anos.

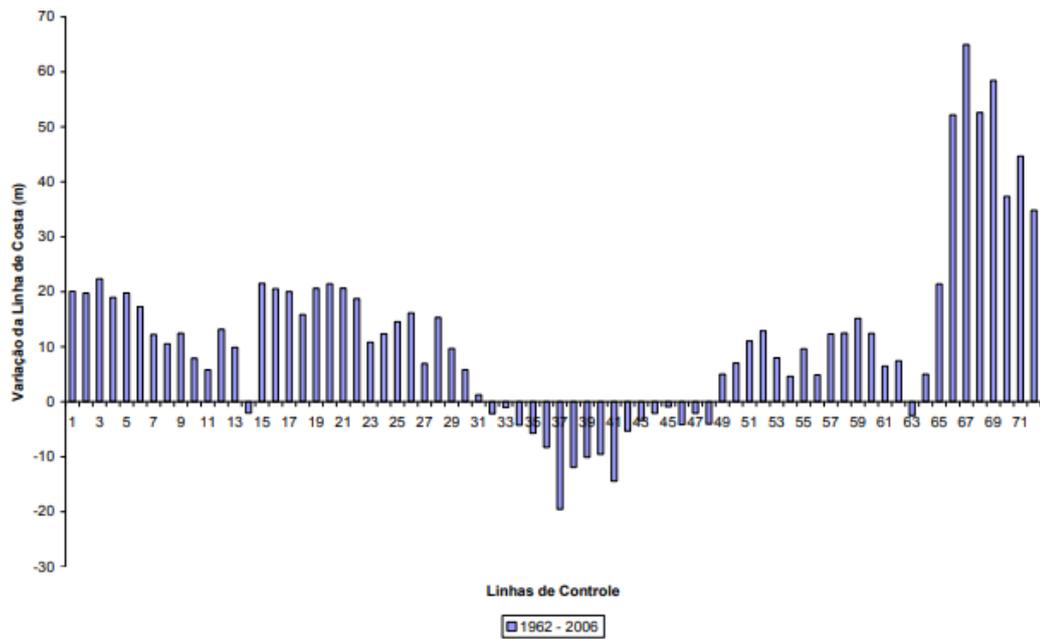


Gráfico 2 - Variação da posição linha de costa (m) observada entre os anos de 1962 a 1994. Fonte: Nuber.

Observando imagens aéreas através do software “Google Earth” da região do Massaguaçu, é possível perceber que essa redução se perpetuou ao longo dos anos até a situação atual (2021).



Figura 8 - Imagem aérea da região do Massaguaçu - 2010. Fonee Google Earth



Figura 9 -Imagem aérea da região do Massaguaçu – 2014. Fonte: Google Earth



Figura 10 - Imagem aérea da região do Massaguaçu - 2017. Fonte: Google Hearth.



Figura 11 - Imagem aérea da região do Massaguaçu - 2021. Fonte: Google Earth

Percebe-se que a região central é a mais afetada, onde quase não dá para perceber a faixa de linha de areia.

Outro ponto importante a ser observado através das imagens aéreas é a questão da impermeabilidade do solo, com o passar dos anos a taxa de ocupação do solo da região foi aumentando, é perceptível o aumento de ocupação urbana, isso ajuda na diminuição da permeabilidade do solo da região.

5.4 PIVÔ DA EROSÃO COSTEIRA DO MASSAGUAÇU

Segundo Rogacheski, as causas ainda não são bem claras. A faixa de areia da praia foi reduzida e o processo erosivo já atinge o aterro da via expressa (SP 55). Isso está aumentando o conflito do homem com a natureza nessa região, gerando prejuízos e aumentando riscos costeiros, ele indica que esse fenômeno ficou mais evidente no ano de 1994 e algumas obras foram feitas a partir daí, porém os resultados não foram animadores.

Por mais que esse fenômeno tenha tido um start por volta dos anos de 1994, pode-se dizer que só ficou visível anos mais tarde, a população de Caraguatatuba só começou a ter

ciência dos problemas enfrentados no Massaguaçu, quando o mar começou a interferir na rodovia causando estragos notórios, com exceção dos moradores e trabalhadores da região, que tiveram uma percepção mais cedo. Um fator que ficou muito marcante foi a queda do deck. Essa queda chamou a atenção da mídia, foi pauta de uma reportagem de um jornal que abrange a região do Litoral Norte e Vale do Paraíba.

Em conversa com o secretário do meio ambiente de Caraguatatuba, Sr. Ronaldo Cheberle, sobre qual teria sido o pivô no processo erosivo na região, ele comentou que a rodovia em si não teria sido o fator principal, nem o deck, ele foi apenas construído por cima de uma estrutura já existente. Ele acredita também que o aquecimento global não tem relação com o aumento do nível do oceano e consequentemente não tem relação com a erosão costeira, esse fenômeno do aumento da maré estaria relacionado com a posição da Lua, e sobre os eventos climáticos do oceano estariam relacionados com os eventos El Niño e La Niña. Na entrevista ele citou sobre o aumento do grau de impermeabilização da região, e que esse aumento gera uma bolha de ar quente, criando-se gradientes de temperaturas, isso acarreta em um acúmulo de energia na região, interferindo no comportamento das ondas e aí sim no modo que as ondas “quebram” na beira da praia, causando a erosão, além de ser um fenômeno natural. O início da erosão citado por ele foi por volta dos anos 2011-2012. E a partir disso teve-se intervenções que serão apresentadas no próximo capítulo.

O Presidente da Defesa Civil do município de Caraguatatuba, Sr. Campos Júnior, também acredita que a construção do Deck não tem interferência no quesito erosão costeira do Massaguaçu, justamente por ele ter sido construído em cima de uma obra já realizada.

No entanto, por mais que a construção não esteja diretamente ligada ao fator da erosão, o questionamento fica em porque a prefeitura de Caraguatatuba, tendo o conhecimento do problema de erosão, ainda assim, teria investido em uma obra no local, e qual seria o posicionamento da defesa civil em relação a esse cenário, como resposta o Presidente da Defesa Civil relata que o Deck foi um misto de proposta turística e paisagismo, sua construção foi uma vontade política do governo municipal sem licenciamento ambiental, existe até um processo jurídico a respeito. Um ponto positivo no meio disso tudo é que a madeira utilizada no deck, eram madeiras plásticas e foram guardadas para serem utilizadas em outra ocasião.

O Presidente da Defesa Civil acredita que o início da erosão foi na primeira obra da região, a rotatória, onde teve-se a retirada de uma parte da vegetação nativa, cujo nome é Jundu, e depois disso teve-se diversos acontecimentos e o agravamento da erosão, até os dias atuais.

De acordo com uma pesquisa feita por Ribeiro et. al em 2013, a ocupação urbana presente no Massaguaçu não é fator influente na estrutura e no equilíbrio costeiro, e, portanto, não contribui efetivamente para o processo erosivo, segundo ele, a maior contribuição para o agravamento da erosão parece ser o comportamento da corrente de deriva litorânea, que transporta os sedimentos da parte central da praia para setores vizinhos.

6. ANÁLISE DE INTERVENÇÕES JÁ ADOTADAS

Ao longo dos anos, com os danos ocorridos na rodovia, muitas intervenções de foram realizadas no local, algumas mais simples outras mais grandes, em sua maioria com custos elevados. Com base em dados coletados através de entrevistas e buscas na web foi possível levantar alguns dados sobre as inúmeras intervenções já adotadas na região.

6.1 REPLANTIO DE JUNDU – VEGETAÇÃO NATIVA

Como uma medida de intervir no avanço da erosão, desde 2010, a proprietária de um Quiosque da região, Shananda Rosa Raffi, vem fazendo o plantio de Jundu inicialmente em uma área de 100m², com resultados positivos, a área cresceu para 598m².

Com o passar dos anos, o projeto replantou aproximadamente mais de 200 mudas, com cerca de 12 espécies diferentes da restinga. Após esse replantio, não houve impactos negativos significantes causados pela força das ondas das ressacas dos anos 2012, 2013 e março de 2014, como anteriormente. Evidenciando assim a importância da preservação e recuperação desta vegetação, cuja raízes profundas seguram os grãos de areia, evitando o transporte sedimentar, erosão. Essa vegetação é essencial para a preservação da biodiversidade e equilíbrio da zona costeira. (Barbosa; Silva & Martins, 2014, Secretaria de Educação, 2018)



Figura 12 - Recuperação da vegetação nativa. Fonte: Barbosa; Silva & Martins, 2014.



Figura 13 - Registros do projeto de recuperação da vegetação nativa. Fonte: Acervo pessoal.

6.2 O CASO DO DECK DO MASSAGUAÇU

Segundo o Sr. Ronaldo Cheberle e o Sr. Campos Júnior a construção do Deck não foi uma obra de prevenção à erosão costeira, apenas foi construída em cima de uma obra de contenção já realizada pelo DER.

Em 2015 as obras referentes ao projeto de reurbanização da orla da praia do Massaguaçu tiveram início, projeto este cujo custo era de R\$ 2,1 milhões, isso sem a licença ambiental ser emitida. Nessa época houve-se uma denúncia à Cetesb (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), na qual encaminhou muitas recomendações à Secretaria do Meio Ambiente em relação ao licenciamento ambiental, entre essas recomendações estava a realização de estudos geotécnicos no trecho da praia que estava sofrendo com um intenso processo de erosão. (Prefeitura de Caraguatatuba, 2018)

No dia 13 de junho de 2016 uma parte do deck foi destruído por conta de uma pequena ressaca no local, a administração na época fez uma obra de emergência a fim de estabilizar a fundação do deck, a estrutura adotada foi composta por bolsas de concreto. Os custos somente com o deck de madeira e o bloqueio de pedras para atenuar o avanço da maré foi de R\$ 765 mil. Porém, em julho do mesmo ano uma nova ressaca danificou novamente a estrutura, causando rachaduras e espalhando concretos pela faixa de areia. (Prefeitura de Caraguatatuba, 2018)

Em decorrência disso o local ficou isolado até uma nova solução surgir.

Em 2018 a prefeitura de Caraguatatuba contratou uma empresa para concluir a obra do deck do Massaguaçu, o investimento nessa época foi em torno de R\$ 700 mil e era referente ao projeto executivo e obras de contenção e só seria executado após a autorização dos órgãos ambientais, exigências feitas pelo Ministério Público Federal (MPF). O então secretário de Obras Públicas, Leandro Borella, disse que a obra seria uma intervenção para mitigar a ação do mar e proteger a população que utiliza o deck. (Prefeitura de Caraguatatuba, 2018)



Figura 14 - Deck do Massaguaçu. Fonte: Prefeitura de Caraguatatuba.

No ano de 2019 foi tomada a decisão de retirar parte do deck de madeira, cujo objetivo era garantir a segurança dos cidadãos que circulam a região, visto que o equipamento estava sendo danificado pelo avanço da maré, o material foi guardado para possíveis reutilizações. O desmonte de 450 metros do deck, além da recolocação do alambrado de proteção, decidido pela nova gestão da Prefeitura de Caraguatatuba, custou cerca de R\$ 20 mil reais. (Prefeitura de Caraguatatuba, 2019)



Figura 15 - Imagem aérea do Deck do Massaguaçu. Fonte: Prefeitura de Caraguatatuba.



Figura 19 - Execução do muro de pedra argamassada. Fonte: Barbosa, Silva & Martins; 2014, Ceccarelli, 2009.

Em junho de 2006 teve-se uma forte ressaca no mar e a obra que estava em andamento sofreu solapamento, parte do muro executado foi carregado mar a dentro. Como medida emergencial, nessa mesma época foram instalados bolsas de areia para tentar conter a estrutura. (Barbosa, Silva & Martins; 2014).

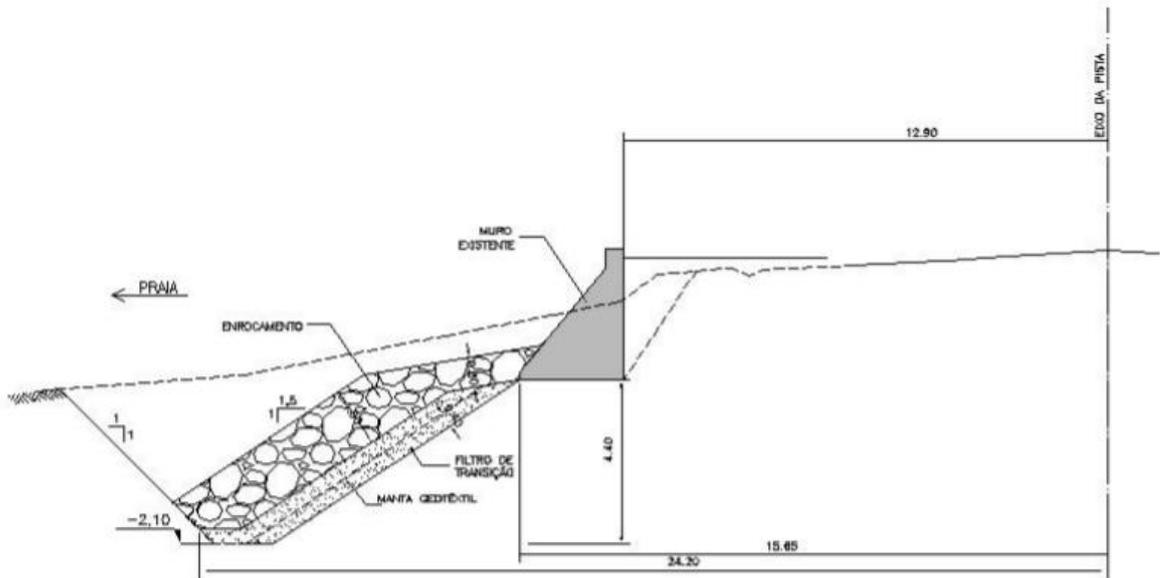


Figura 20 – Solapamento no Massaguaçu (2006). Fonte: Ceccarelli, 2009



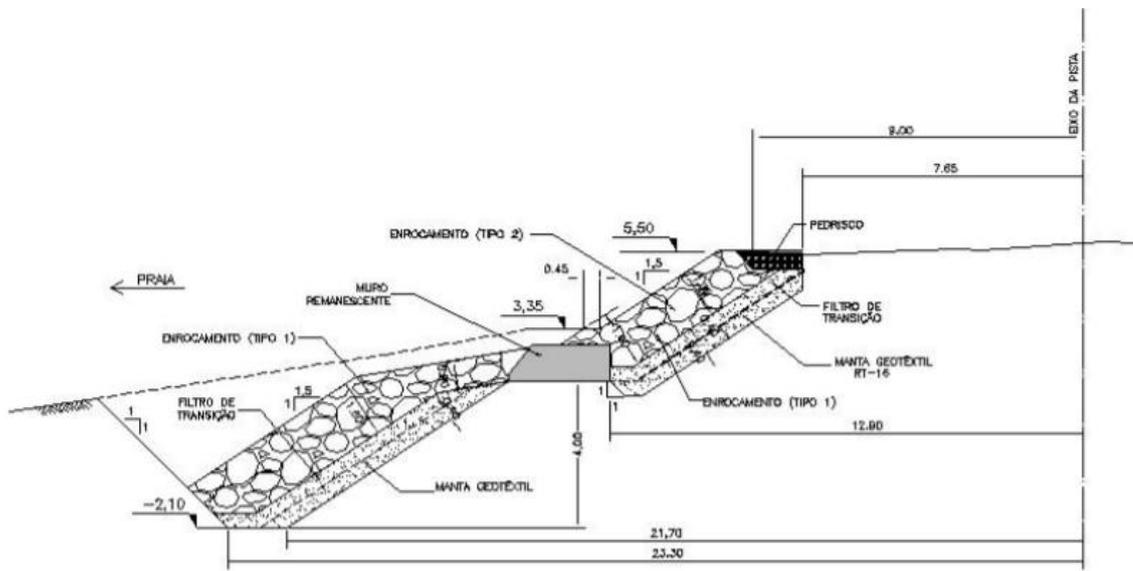
Figura 21 - Solapamento na Rodovia. Fonte: Barbosa, Silva & Martins, 2014.

Em 2012 foi implantado uma nova obra na região do Massaguaçu, dessa vez a estrutura escolhida após uma série de estudos e análises foi um revestimento flexível, constituído através de enrocamento – estrutura formada por pedras arrumadas manualmente, matacões ou por pedras jogadas, sem a adição de aglomerantes, sua finalidade é recuperar áreas degradadas. O valor previsto para essa intervenção foi de aproximadamente R\$ 3 milhões. (Fonte: Barbosa, Silva & Martins, 2014; DER, 2022).



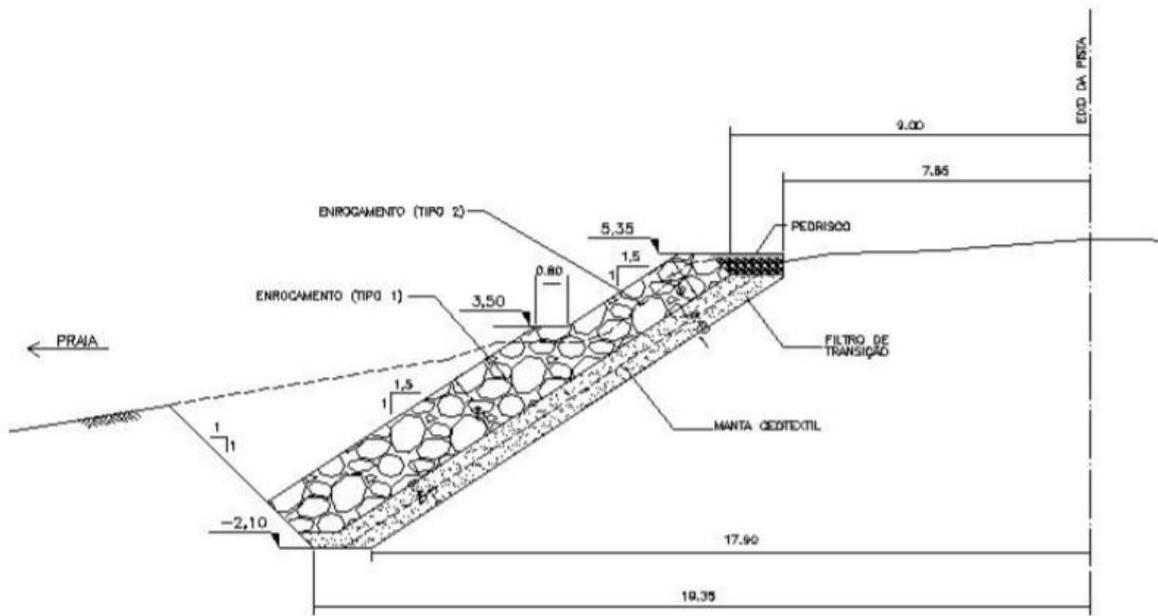
PROTEÇÃO TIPO 1 (COM MURO)

Figura 22 - Proteção Tipo 01 (Enrocamento). Fonte: Ceccarelli, 2009



PROTEÇÃO TIPO 2 (COM MURO REMANESCENTE)

Figura 23 - Proteção Tipo 02 (Enrocamento). Fonte: Ceccarelli, 2009.



PROTEÇÃO TIPO 3 (SEM MURO)

Figura 24 - Proteção Tipo 3 (Enrocamento). Fonte: Ceccarelli, 2009.

O projeto Enrocamento contém uma extensão total de 500 metros e foi subdividido em três trechos, sendo que o primeiro contém 80 metros de extensão e segue o modelo de proteção tipo 1, o segundo contém 180 metros e segue o modelo tipo 2, e o terceiro contém 240 metros e segue o modelo tipo 3.

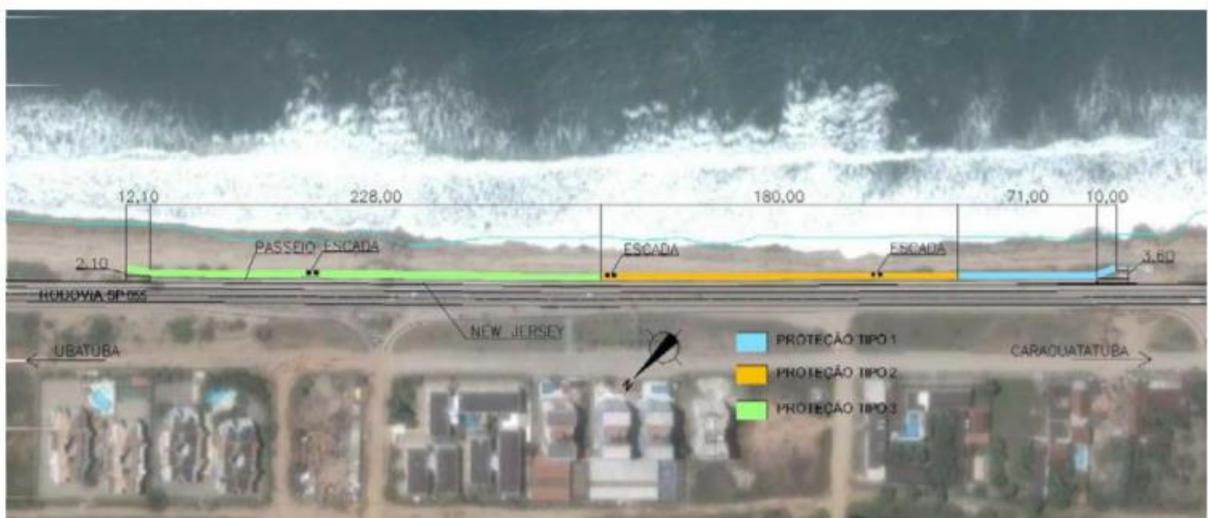


Figura 25 - Implementação do Projeto. Fonte: Ceccarelli, 2009.

Aproximadamente nos dias 05 e 06 de abril de 2020, ocorreram novas fortes ressacas na região do Massaguaçu que destruíram parte da orla da praia, a prefeitura de Caraguatatuba emitiu um relatório pedindo ao Ministério Público que cobrassem medidas emergenciais por parte do DER. (Prefeitura de Caraguatatuba, 2020).

A obra de contenção adotada teve início no final de 2020 e previsão de conclusão em fevereiro de 2021, o valor de investimento foi de aproximadamente R\$ 7,4 milhões. (Prefeitura de Caraguatatuba, 2020, DER, 2021).



Figura 26 - Início das obras do DER no km 59,9. Fonte: Prefeitura de Caraguatatuba, 2020



Figura 27 - Andamento da obra do DER no Km 59,9. Fonte: Prefeitura de Caraguatatuba, 2020

Em abril de 2021 uma nova ressaca veio e destruiu a calçada da região do Massaguaçu e em poucos dias destruiu parte da pista Rio-Santos, ao longo do Km 90,3. (G1 Vale do Paraíba e Região, 2021).



Figura 28 - Parte do calçadão na Massaguaçu destruído pela ressaca. Fonte: Costa Norte, 2021.

Uma equipe de engenheiros foi até o local fazer uma vistoria para a elaboração do projeto de recuperação do local. Através dos estudos, o projeto escolhido foi Muro de Contenção, com início em abril e término em novembro de 2021, o custo da obra foi aproximadamente R\$ 9 milhões. (DER, 2021).

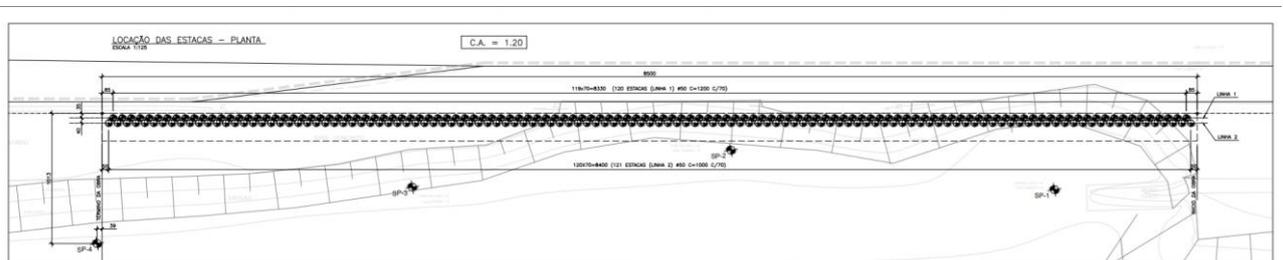


Figura 29 - Localização das Estacas do Muro de Contenção. Fonte: DER, 2021.

Ao longo do trecho, conforme observado na figura 29, tem-se duas linhas de estacas, na linha superior foram colocadas as estacas modelos linha 1 e na linha inferior foram colocadas as estacas modelos linha 2. Nas figuras 30 e 31 é possível verificar os modelos.

ESTACAS LINHA 1 (120x)
ESCALA 1:50

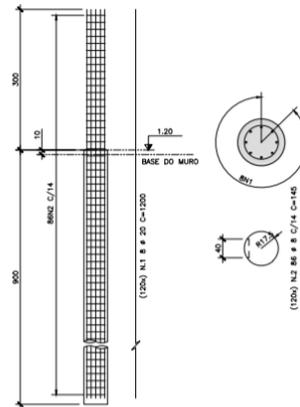


Figura 30 - Estaca linha 1. Fonte DER, 2021.

ESTACAS LINHA 2 (121x)
ESCALA 1:50

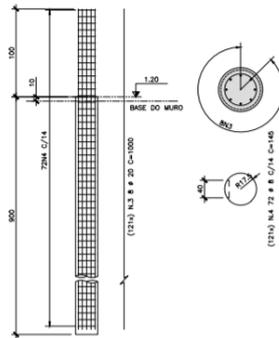


Figura 31 - Estaca linha 2. Fonte: DER, 2021

VISTA D - D
ESCALA 1:50

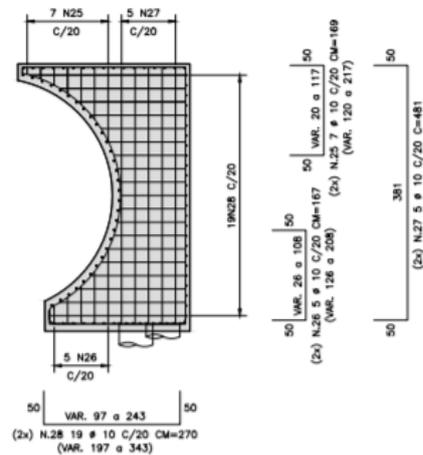


Figura 32 - Vista lateral do muro. Fonte: DER, 2021.



Figura 33 - Execução do muro de contenção. Fonte: DER, 2021.



Figura 34 - Muro de contenção finalizado. Fonte: DER, 2021.

7. ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE INTERVENÇÕES

Em vista de tantas obras já executadas, tantos valores investidos e nenhum ter obtido como resultado a solução completa desse problema que assola os moradores da região, novas intervenções estão sendo cogitadas para que sejam aplicadas, o objetivo é executar algo que resolva o problema, a fim de não somente reparar os danos causados, mas como também tratar a erosão existente.

7.1. RECIFE ARTIFICIAL

Em conversa com o Sr. Ronaldo Cheberle, secretário do Meio Ambiente de Caraguatatuba, levantou a questão do Recife Artificial como solução para o problema da erosão do Massaguaçu, o projeto foi coordenado pela Secretaria de Planejamento Estratégico e Desenvolvimento, cujo objetivo ia além de conter a erosão, mas também para impedir a pesca de arrasto, preservar a fauna e flora marinha e impulsionar ainda mais o turismo, estimulando a prática do surf, pois o recife artificial gera ondas de qualidade para essa prática de esporte.

Em tese, o recife artificial é uma estrutura marinha que possibilita a dissipação da energia da onda no momento em que a ondulação passa em cima de sua estrutura, conseqüentemente, as ondas chegam à beira da praia com menos intensidade. (Prefeitura de Caraguatatuba, 2019).

Em julho de 2019 os secretários Pedro Ivo de Sousa Tau (Planejamento Estratégico e Desenvolvimento, e de Administração), Leandro Borella (Obras Públicas e Urbanismo) e Marcel Giorgetti (Meio Ambiente e Serviços Públicos), acompanhados da assessora de governança, Roberta Franzolin, e do assessor jurídico, Diogo Rossi, se reuniram com o superintendente substituto da Superintendência Regional do Patrimônio da União (SPU), que apoiou a causa, em agosto a Prefeitura protocolou o projeto na SPU. (Prefeitura de Caraguatatuba, 2019).

Essa técnica de recife artificial já foi usada em Narrowneck, Austrália, na década de 90, lá o sistema é composto por 440 geocontentores preenchidos com areia, pesando entre 150 e 300 toneladas cada. Em um estudo feito voltado para a Praia Brava, Paraná, constatou-se que a ideia de recife artificial seria ideal para a região brasileira, isto pois as condições climáticas e comportamento das ondas marítimas da região estudada eram semelhantes à Narrowneck, além disso, na Austrália o método funcionou de maneira promissora, criou-se acúmulos de areia, gerando assim um aumento da faixa de areia da praia. (SOBRATEMA, 2019).

A técnica ficou conhecida como Recife Artificial Multifuncional (RAM) e é nova, portanto, ainda não existem muitos estudos a respeito e os dados também são poucos.

Tabela 4 - RAM EXISTENTES.

RAM existentes		
Local	Período de Construção	Situação

Cable Station, Austrália	1999	Ativo
Narrowneck, Austrália	2000	Ativo
Dockweiler, Califórnia, Estados Unidos	2001	Foi removido em 2008, por não atingir os objetivos esperados.
Mount Maunganui, Nova Zelândia	2005 - 2008	Sofreu uma ruptura em dois grandes geotêxteis em 2006, mas foram substituídos e concluídos em 2008.
Boscombe, Inglaterra	2008 - 2009	Ativo
Opunake, Nova Zelândia	2006 - 2009	Até janeiro de 2010 não havia sido concluído

Fonte: Autoria

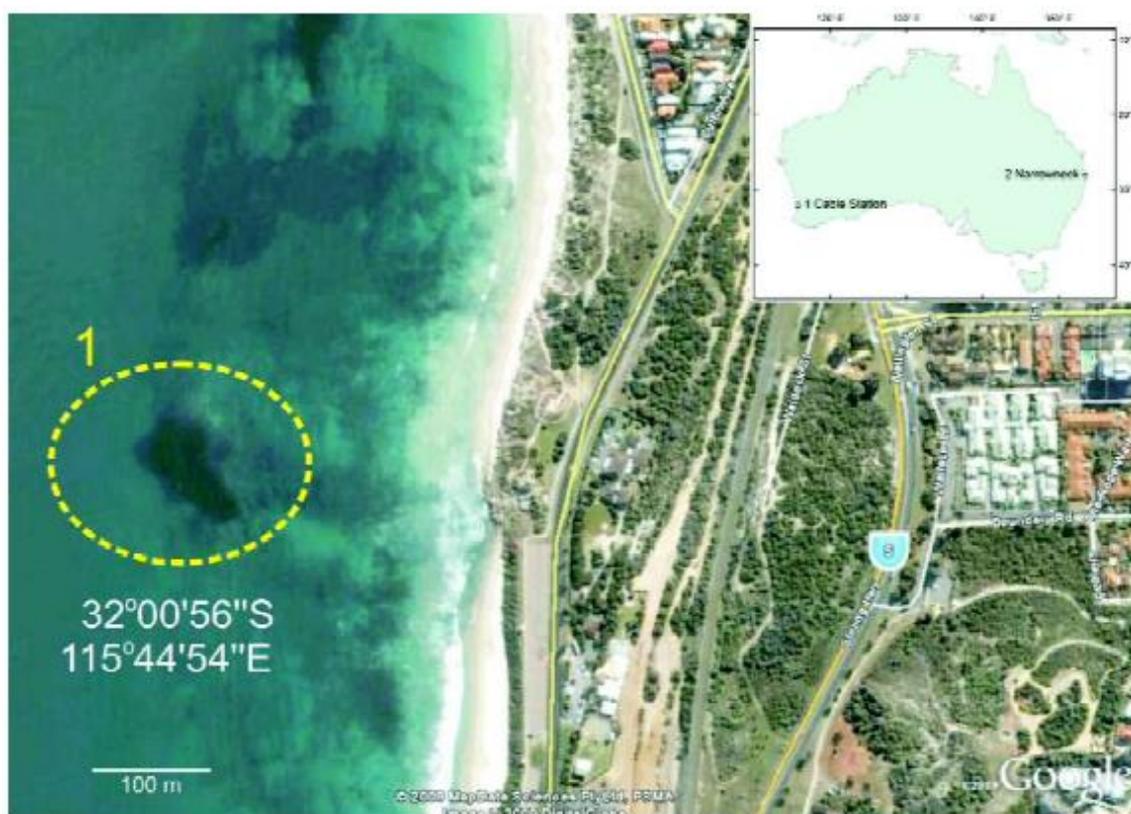


Figura 35 - RAM construído em Cable Station, Perth, Western Australia. Fonte: Simioni & Esteves, 2010.

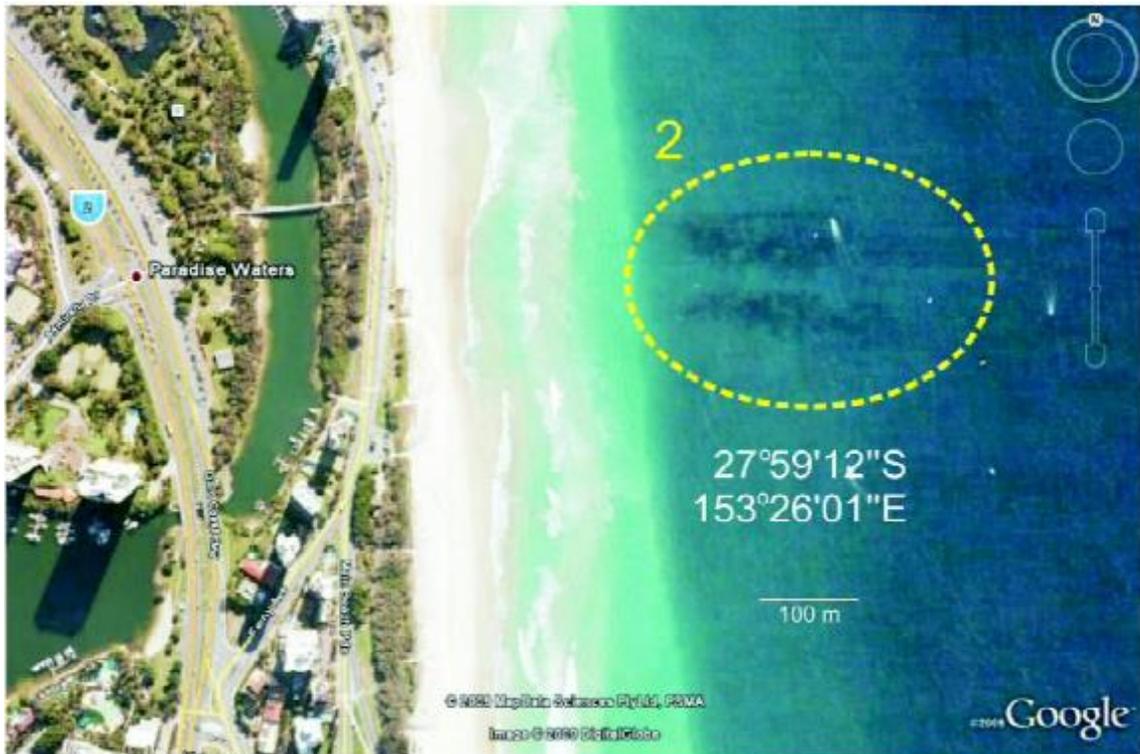


Figura 36 - RAM construído em Narroneck, Perth, Western Australia. Fonte: Simioni & Esteves, 2010.

Segundo Simioni & Esteves os potenciais benefícios dos RAM são:

- Condições melhores das ondas para a prática do surfe;
- Ampliação da biodiversidade e biomassa de organismos marinhos pela criação de novos habitats;
- Aumento da largura da praia próxima ao RAM, protegendo assim a costeira;
- Aumento na economia local através do aumento do turismo e da pesca.

Eles ainda ressaltam que não tem estudos apontando os possíveis pontos negativos gerados pela implantação dos RAM, porém pode-se supor que, por causarem alterações das ondas e correntes locais, eles podem interferir no balanço sedimentar de praias adjacentes, ou seja, eles podem ajudar na região onde o RAM foi implantado, mas podem causar erosões excessivas em praias ao lado. Além disso, com o aumento do turismo, pode-se gerar um aumento na demanda por recursos naturais, resultando em sobre-exploração turística.

Por mais que o RAM seja um método multifuncional, seu principal atrativo é a prática do surf, dos cinco locais onde já foram implementadas essas obras, apenas um tinha como objetivo principal a contenção da erosão costeira, até o momento não existe estudos de

monitoramento suficientes para possibilitar e enumerar de forma objetiva o desempenho dos RAM em melhorar a qualidade das ondas, gerar a proteção costeira, aumentar a biodiversidade ou incrementar a economia através do turismo. Então deve-se ter cuidados ao usá-lo como método de proteção contra a erosão costeira, até porque o custo de implementação desse método é muito elevado.

RAM	Cable Station (Austrália)	Narrowneck (Austrália)	Pratte's* (EUA)	Mt. Maunganui (Nova Zelândia)
Data de construção	fevereiro a dezembro 1999	agosto 1999 a dezembro 2000	2001	novembro 2005 a abril 2008
Custo (em €)	980.000	1.700.000	296.000	645.000
Objetivo principal	Melhora do surfe	Proteção costeira e melhora do surfe	Melhora do surfe	Melhora do surfe
Material	blocos de granito	geo-contentores preenchidos por areia	geotêxtil preenchidos por areia	geo-contentores preenchidos por areia
Dimensões	140m x 70m 5000m ³	400m x 200m 70000m ³	1600m ³	6500m ³
Efeito para a proteção costeira	Não aplicável	Possivelmente efetivo	Não aplicável	Não aplicável
Melhora do surfe segundo estudos de monitoramento	Melhora igual ou superior a prevista	Houve melhora, porém somente em condições ideais	Fraco, o recife não atingiu seus objetivos	Não disponível
Melhora do surfe segundo opinião pública	Controversas, predominam opiniões favoráveis	Controversas, predominam opiniões desfavoráveis	Unanimidade quanto ao fracasso do recife	Controversas, predominam opiniões desfavoráveis
Efeitos na biodiversidade	Não disponível	Possível incremento da produtividade local	Não disponível	Não disponível
Avaliação dos benefícios econômicos pós- construção	Não disponível	Não disponível	Não disponível	Não disponível
Processo participativo	Dados técnicos sobre o projeto foram disponibilizados à comunidade.	Foi realizada consulta pública e dados sobre o projeto foram divulgados.	Não disponível	Consulta das partes consideradas impactadas pela implementação do RAM.

* recife removido em 2008 por não ter atingido seus objetivos

Figura 37 - Características dos RAM existentes. Fonte: Simioni & Esteves, 2010.

Segundo o Sr. Ronaldo Cheberle, o custo elevado da implementação desse método e a incerteza de sua funcionalidade foram motivos para a não aquisição dessa ideia como solução para a erosão do Massaguaçu.

7.2. RECUO DA RODOVIA

De acordo com o estudo apresentado por Souza e Luna em 2010 o mais recomendável é o reposicionamento da rodovia para o interior da planície costeira, e além disso, fazer a proteção entre a praia e a pista nova, recuperando a área através do plantio de vegetação nativa.

Em conversa com o Sr. Campos Junior, foi falado sobre o projeto da prefeitura em recuar a rodovia para o trecho em direção ao continente, em um formato de S, isso geraria uma distância maior entre a rodovia e o mar, impedindo assim a ocorrência de novos danos. Para ele essa intervenção seria uma solução permanente.

De acordo com o secretário de Obras Públicas, Leandro Borella, o projeto já teria sido enviado ao DER, só não foi aprovado pois surgiram situações emergências e a necessidade de tornar o trecho afetado mais seguro. Ele acredita que, a princípio, o projeto de recuo da rodovia levaria em torno de seis meses para ser construído, e teria uma extensão de 600 metros. (Prefeitura de Caraguatatuba, 2021).

8. SUGESTÃO PARA RECUPERAÇÃO DA ÁREA ERODIDA

Em vista de todas as soluções já adotadas e dos estudos feitos sobre a erosão, é possível verificar que o local estudado necessita de uma intervenção que não seja apenas voltada para a reconstrução e proteção da área danificada, obras emergenciais são necessárias para soluções imediatas de danos causado na rodovia que interferem no trânsito local e na segurança das pessoas que circulam na região porém, existe a necessidade de intervenções cujo objetivo seja recuperar a área degradada e tratar o problema, a fim de minimiza-lo ao máximo.

Por meio de estudos bibliográficos tem-se que, para minimizar os efeitos da erosão poderiam ser aplicados a tecnologia “Bagwall”.

O Bagwall é um dissipador de energia de ondas, do tipo barra mar, cuja construção utiliza geofomas têxteis preenchidas com concreto ou argamassa bombeada. Além de dissipar a energia das ondas na região onde foi aplicado sem transferir o processo erosivo para áreas adjacentes, a estrutura ajuda na estabilidade da linha de costa. (Souza L. 2008).

Na sua elaboração é necessário realizar escavações até a cota de projeto, na qual as geofomas são colocadas e preenchidas com concreto, depois da segunda fiada do muro são inseridos os drenos horizontais de geofomas preenchidos com pedriscos, seguindo sempre o projeto. (Souza L. 2008).

De acordo com um estudo feito pelo Marco Antônio de Lyra Souza, a vantagem da aplicação dessa estrutura está no custo benefício, por mais que tenha um custo elevado é uma obra com grande durabilidade, baixo custo de manutenção, tem um acesso considerável de disponibilidade de material e baixo custo ambiental, quando comparado a outras intervenções como por exemplo pedras de enrocamento, gabiões, muro de arrimo.

Tabela 5 – CUSTO COMPARATIVO DE OBRAS DE CONTENÇÃO DE AVANÇO DE MAR.

Tipo de obra * utilizada	Durabilidade da obra	Manutenção da obra	Disponibilidade do material	** Custo de implantação	Impactos ambientais
Pedras de enrocamento	Mais de 50 anos	Alto	Fácil	U\$ 500,00/m	Alto
Arrimo com pedras graníticas	Até 10 anos	Médio	Fácil	U\$ 550,00/m	Alto
Gabiões	Até 5 anos	Médio	Médio	U\$ 725,00/m	Alto
Dissipador de energia <i>Bagwall</i>	Até 50 anos	Baixo	Médio	U\$2.000,00/m	Baixo

Fonte: Souza L.

No litoral de Alagoas, o Departamento de Estradas de Rodagem de Alagoas – DER/AL, começou a aplicar esse método na região, já foram realizadas quatro obras com o uso do Bagwall e por conta da necessidade e do avanço de erosões em diversas regiões litorâneas, começou estudos sobre para aplicação do método na praia de Pau Amarelo, Pernambuco. O local já havia tido diversas obras para conter a erosão costeira, porém nenhuma trouxe resultados positivos e ciente das aplicações já realizadas a prefeitura da região adotou esse método. (Souza Filho & Souza, cap. XIX, Souza L. 2008).



Figura 38 - Área onde foi inserida o método Bagwall. Fonte: Souza Filho & Souza, cap. XIX

Nos Estados Unidos essa técnica é aplicada a mais de 50 anos, lá é chamado por “Seawall”, sua vida útil é de 50 anos sem necessidade de manutenção. É uma construção cuja garantia de seu dissipador de energia contra os efeitos da subpressão da maré se dá, pois, a sua base é construída abaixo do nível da maré mínima. (Souza L. 2008).

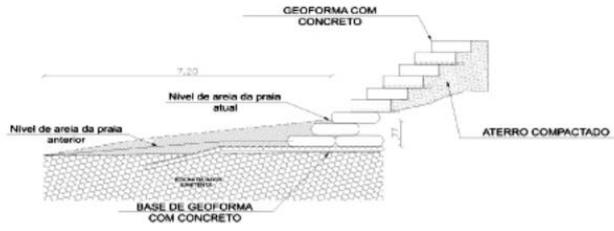
A figura 39 mostra as construções dessa estrutura no estado de Alagoas.

Ano da Construção	Localização	Extensão da Obra (m)	Regime de Maré	Altura Máxima de Maré (m)	Custo de Manutenção
2003	Praia de Japaratinga – Alagoas	300,00	mesomaré	2,60	Nenhum Registro
2004	Praia de Ponta Verde Maceió – Alagoas	150,00	mesomaré	2,80	Nenhum Registro
2008	Praia de Barra Nova Mal. Deodoro – Alagoas	1.250,00	micromaré	1,20	Nenhum Registro
2010	Praia do Icarai Caucaia – Ceará	835,00	mesomaré	3,20	Nenhum Registro

Figura 39 - Demonstrativo das Obras do Bagwall no litoral do estado de Alagoas. Fonte: Souza L. 2011.

A figura a seguir mostra a seção transversal da estrutura do Bagwall aplicada na praia do marra mar. Através dela é possível notar os níveis de areia antes de sua aplicação e depois de sua aplicação.

SECÇÃO TRANSVERSAL
PONTO 1



SECÇÃO TRANSVERSAL
PONTO 2

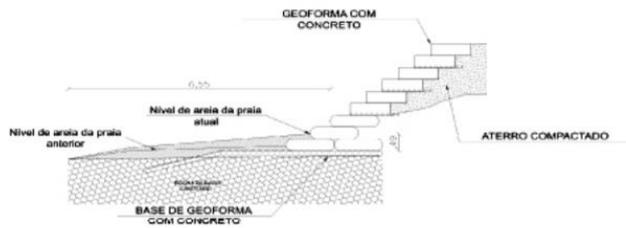


Figura 40 - Seções transversais dos perfis de praia do barra mar Bagwall. Fonte: Souza L. 2008.



Figura 41 - Aplicações do muro na região de Alagoas. Fonte: Souza L. 2008.

A figura 41 mostra alguns locais de aplicações dessa estrutura, mostra praias que conseguiram ter o aumento em sua faixa de nível de areia. Assim temos exemplos reais de aplicações e resultados positivos, onde poderiam ser estudados mais profundamente para a possibilidade de aplicação na região do Massaguaçu, em conjunto com essa estrutura, poderiam ser replantadas a vegetação nativa da região após sua faixa de areia ser reconstruída, trazendo assim uma maior segurança e minimizando a erosão.

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como pode ser observado a erosão no Massaguaçu é um problema atual, mas que já vem sendo vivenciado há alguns anos e que quando começou a ter interferências no dia-a-dia da população iniciou também as intervenções.

As obras de engenharias adotadas pelo DER, foram tomadas a fim de corrigir os danos causados pelos fenômenos que são consequências da erosão e a fim de tentar conter a situação, protegendo a pista, porém não são obras que trataram o problema em si, ou que pode conter o avanço erosivo da região, portanto é um ponto a ser revisto, já que são obras com altos valores de investimentos.

Assim como a construção do Deck pela prefeitura de Caraguatatuba, ficou claro que não tem relação direta com a erosão costeira, não foi uma obra a fim de conter, minimizar ou solucionar o problema, foi uma obra de interesses políticos, a fim de melhorar a paisagem da região para beneficiar o turismo local, porém se a prefeitura já tinha ciência do problema erosivo e de sua gravidade, porque investir em obras que não vão contribuir positivamente em nada com a situação?

Em vista disso, a única intervenção que foi pensada na praia, foi a intervenção feita por uma moradora da região, que foi o plantio do Jundu, essa intervenção não corrige os danos causados pela consequência da erosão, mas contém e impede que novos danos aconteçam, ela diminui a erosão no local, é uma intervenção voltada pra praia e gera resultados positivos ao longo dos anos.

Talvez a solução para o problema seja justamente em combinar intervenções de engenharia com intervenções ambientais, ou seja, algumas obras são necessárias para reconstruir a pista, pois esses fenômenos geram estragos que necessitam ser reparados, mas não adianta pensar apenas em uma solução imediatista, que soluciona o estrago, mas não elimina a causa raiz do problema.

10. CONCLUSÃO

Através da pesquisa e análises de estudos feitos sobre o tema é visível que a erosão costeira é um problema de grande magnitude por se tratar de algo que atinge muitas regiões litorâneas do país. Pode-se concluir que até hoje não se sabe com total exatidão sua origem, o que pode ser firmado é que ela é um fenômeno natural do meio ambiente, porém o ser humano pode interferir acelerando seu processo e intensificando o seu grau de agressividade. O que temos hoje são indicadores que ajudam a identificar se há existência ou não de erosão no local avaliado e em qual grau de agressividade está e isso contribui bastante nas decisões sobre intervenções a serem aplicadas.

Caraguatatuba contém cerca de 60% de praias arenosas com risco de erosão, atualmente a região que mais se destaca é a Massaguaçu, por ter um nível bem avançado da erosão ao ponto de interferir na rodovia, trazendo danos e riscos à população local.

Já foram aplicados diversos métodos de contenção na região que infelizmente não foram eficientes. Diante das análises feitas, conclui-se que as medidas adotadas foram voltadas para a recuperação da via, a preocupação principal era em reparar danos, para que o trânsito local fluísse bem e na segurança dos usuários da via. As obras eram de caráter emergências e sem medidas para conter o problema erosivo em si.

Portanto, esses altos investimentos que vem sendo adotado na região do Massaguaçu, principalmente pelo DER, que é o órgão responsável pela rodovia, deveriam ser melhores analisados. A Prefeitura de Caraguatatuba e o DER deveriam agir em conjunto, pensando em soluções que tratem o problema da erosão além de reparar danos.

Existem diversos métodos que ajudam a conter a erosão, a sugestão do método Bagwall é justamente por ser um método onde traria uma solução emergencial, pois seria possível reparar os danos da rodovia e também seria uma solução que ajudaria no tratamento da erosão, pois ela ajuda a minimizar as energias das ondas fazendo com que o equilíbrio sedimentar seja positivo, ajudando assim no alargamento da faixa de areia.

Além disso, como pode ser observado, a intervenção feita pela Sra. Shananda Rosa Raffi foi muito positiva, ela adotou uma medida natural como intervenção, fazendo o replantio do Jundu que é uma planta nativa da região e muito importante por prevenir que a erosão aconteça, suas raízes ajudam a segurar os grãos de areia. Em vista disso e com o alargamento da faixa de areia da região proporcionado pelo método Bagwall, seria possível o replantio dessa vegetação

natural, reforçando ainda mais a proteção contra a erosão costeira, resumindo seria uma combinação perfeita.

Essa solução traria resultados positivos a longo prazo, e por mais que seu custo inicial seja elevado, se for analisar o tanto de gastos que já se teve com intervenções mal sucedidas na região, seria um método a se pensar.

11. REFERÊNCIAS

Alunos do CIEFI Massaguaçu fazem plantio de jundu na orla. **Prefeitura Municipal Caraguá – Secretária de Educação.** 2018. Disponível em: <https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2018/07/alunos-do-ciefi-massaguacu-fazem-plantio-de-jundu-na-orla/>. Acesso em: 21 maio 2021.

ANDRADE, C. E.; CUNHA, C. M. L. **Análise do Relevo do Litoral Norte Paulista (Brasil) Através da Carta Geomorfológica.** 11 p. Universidade de Coimbra, 2010. Disponível em: <https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/cleberon>. Acesso em: 10 jun. 2021.

APAMLN. **Meio Físico Marinho.** V. 2. Disponível em: https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/APAM_LN/APAMLN_Meio_Fisico_Marinho.pdf. Acesso em: 02 jun 2021.

Associação de Surf apoia projeto de Recifes Artificiais da Prefeitura de Caraguatatuba na Praia do Masaguaçu. **Prefeitura Municipal Caraguá.** 2019. Disponível em: <https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2019/09/associacao-de-surf-apoia-projeto-de-recifes-artificiais-da-prefeitura-de-caraguatatuba-na-praia-do-massaguacu/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

AZEVEDO, N.H.; MARTINI, A.M.Z.; OLIVEIRA, A.A.; SCARPA, D.L.; PETROBRAS:USP, IB, LabTrop/BioIn (org.). **Ecologia na restinga: uma sequência didática argumentativa.** 1ed. São Paulo: Edição dos autores, Janeiro de 2014. 140p. Disponível em: http://labtrop.ib.usp.br/lib/exe/fetch.php?media=projetos:restinga:restsul:divulga:apostila:ecologia_na_restinga_cap2p22-41.pdf Acesso em: 07 out. 2021

BARBOSA, B. S.; SILVA, F. A. S.; MARTINS, P. T. **Análise das soluções adotadas para o controle dos processos erosivos na praia Massaguaçu, Caraguatatuba – SP.** 2014. 22 p. Dissertação. Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2014. Disponível em: https://www.balαιοaicara.com.br/Arquivos/Meio_Ambiente/TCC_FINALIZADO.pdf. Acesso em: 21 maio 2021

Calçada desmorona na praia do Massaguaçu em Caraguatatuba. **G1 Vale do Paraíba e Região.** 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2021/04/22/calçada-desmorona-na-praia-do-massaguacu-em-caraguatatuba.ghtml>. Acesso em: 18 jan. 2022.

CECCARELI, T. S. **Paradigmas para projetos de obras marítimas no contexto das mudanças climáticas.** 2009. 125 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-15092009-155543/publico/DissertacaoTalitaREVISADAOK.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022

Deck destruído no Massaguaçu é retirado para segurança de usuários. **Prefeitura Municipal Caraguá**. 2019. Disponível em: <https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2019/07/deck-destruido-no-massaguacu-e-retirado-para-seguranca-de-usuarios/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

Der Inicia Obras de Contenção na Orla do Massaguaçu. **Prefeitura Municipal Caraguá**. 2020. Disponível em: <https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2020/11/der-inicia-obras-de-contencao-na-orla-do-massaguacu/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

DER TAUBATE – Serviço de Assistência Técnica. Destinatários: Nathalie dos Santos. 27 Jan. 2022. 1 mensagem eletrônica.

Destruídas pela erosão, DER inicia obra para recuperar pista da Rio – Santos em Caraguatatuba (SP). **Costa Norte da Comunicação**. 2021. Disponível em: <https://costanorte.com.br/cidades/caraguatatuba/destruidas-pela-eros-o-der-inicia-obra-para-recuperar-pista-da-rio-santos-em-caraguatatuba-sp-1.306692>. Acesso em: 10 jan. 2022.

IBGE. **Caraguatatuba**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/caraguatatuba/historico>. Acesso em: 08 out. 2021

IG – Instituto Geológico. **Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente**. São Paulo, SP; IG, 2017. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2012/03/mapa-de-risco-a-erosao-costeira-no-litoral-paulista/>. Acesso em: 30 abr. 2021.

LAMOUR, M. R.; NOVAK, L. Avaliação do Risco à Erosão Costeira em Praias Urbanizadas do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 22, n. 1, p. 163-185. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v22i1.1661>. Acesso em: 10 maio 2021.

Massaguaçu: Obras contra erosão na orla e pista são iniciadas pelo DER. **Prefeitura Municipal Caraguá**. 2021. Disponível em: <https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2021/05/massaguacu-obras-contr-erosao-na-orla-e-pista-sao-iniciadas-pelo-der/>. Acesso em: 16 jan. 2022.

NUBER, E. **Evolução morfológica e sedimentológica do Arco Praial de Massaguaçu, Litoral Norte de São Paulo**. 2008. 143 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências, área de Oceanografia (Química e Geológica)) Universidade de São Paulo Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2008. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-30062009-145019/publico/Diss_Eduardo_Nuber.pdf Acesso em: 07 out. 2021

PRADO, L. T. **História da Cidade, O Habitante Primitivo de Caraguatatuba, Os Gueromimis**. Câmara Municipal de Caraguatatuba. Caraguatatuba, SP. Disponível em: <https://www.camaracaragua.sp.gov.br/sobre-o-municipio>. Acesso em: 08 out. 2021.

Prefeitura de Caraguatatuba contrata empresa para concluir obras do deck do Massaguaçu. **Prefeitura Municipal Caraguá**. 2018. Disponível em: <https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2018/11/prefeitura-de-caraguatatuba-contrata-empresa-para-concluir-obras-do-deck-do-massaguacu/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

Prefeitura de Caraguatatuba recebe anuência do MPF e Inicia Ações para Estabilização do Deck do Massaguaçu. **Prefeitura Municipal Caraguá**. 2018. Disponível em: <https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/2018/05/prefeitura-de-caraguatatuba-recebe-anuencia-do-mpf-e-inicia-aco-es-para-estabilizacao-do-deck-do-massaguacu/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

Recifes Artificiais e Material Geotêxtil são usados contra erosão costeira. In: Mecânica de Comunicação – SOBRATEMA. **SOBRATEMA Conhecimentos que constrói**. São Paulo, 09 ago. 2019. Disponível em: <https://www.sobratema.org.br/Blog/Exibir/310418>. Acesso em: 16 jan. 2021

RIBEIRO, J. S.; SOUSA, P. H. G. O.; VIEIRA, D. R.; SIEGLE E. Evolução da Vulnerabilidade à erosão costeira na Praia de Massaguaçu (SP), Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. v. 13, n. 3, p. 253-265. 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340142002.pdf>. Acesso em: 20 maio 2021.

ROGACHESKI, C. E. **A Dinâmica Sedimentar e a Caracterização de Zonas de Erosão Acentuada (ZEA) ao Longo do Arco Praial de Massaguaçu, SP**. 2010. 182 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências, área de Oceanografia Geológica) Universidade de São Paulo Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2010. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-04082011-153759/publico/DISSERTACAO_FINAL.pdf. Acesso em: 05 out. 2021

SIMION, B. I.; ESTEVES, L. S. Avaliação Qualitativa do Desempenho dos Recifes Artificiais Multifuncionais (RAM). **Revista da Gestão Costeira Integrada**. v. 10, n. 1, p. 127-145. 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340128008.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

SOUSA, P. H. G. O, Erosão Costeira. **IOUSP – Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo**. São Paulo. Disponível em: <https://www.io.usp.br/index.php/infraestrutura/museu-oceanografico/50-portugues/publicacoes/series-divulgacao/gestao-costeira/823-erosao-costeira.html> Acesso em: 04 maio 2021

SOUZA, C. R. G. 2009. A Erosão nas Praias do Estado São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento e Risco. In: Bononi, V.L.R., Santos Junior, N.A. (Org.), **Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: A Síntese de Um Ano de Conhecimento Acumulado**, pp.48-69, Instituto de Botânica – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. (ISBN 978-85- 7523-025-1).

SOUZA, C. R. G.; LUNA, G. C. Taxas de retrogradação e balanço sedimentar em praias sob risco muito alto de erosão no município de Ubatuba (Litoral Norte de São Paulo). **Quaternary and Environmental Geosciences**. Paraná, v. 1, n. 1, p. 02-17, jun./jul. 2009. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/abequa/article/view/14489/10570>. Acesso em: 30 abr. 2021.

SOUZA, C. R. G.; LUNA, G. C. Variação da linha de costa e balanço sedimentar de longo período em praias sob risco muito alto de erosão do município de Caraguatatuba (Litoral Norte de São Paulo, Brasil). **Revista da Gestão Costeira Integrada**. v. 10, n. 2, p. 179-199. 2010. Disponível em: https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-176_Souza.pdf. Acesso em: 03 maio 2021.

SOUZA, C. R. G. Praias arenosas oceânicas do estado de São Paulo (Brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. **Revista do Departamento de Geografia - USP**. v. especial 30 anos, p. 307-371. 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53853>. Acesso em: 03 maio 2021.

SOUZA, C. R. G. (Org.) Perigos Costeiros e Mudanças Climáticas: Passado-Presente-Futuro. **Ciência Hoje**. 2021. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/perigos-costeiros-e-mudancas-climaticas-passado-presente-futuro/>. Acesso em: 15 jul. 2021.

SOUZA, M. A. L. Benefícios Ambientais no Controle de Erosão Costeira com o uso do Dissipador de Energia “Bagwall” no Litoral de Alagoas. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. v. 8, n. 2, p. 139-148. 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340124011.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

SOUZA, M. A. L. Recuperação de Praias com o uso do Dissipador de Energia Bagwall no litoral dos Estados de Alagoas e do Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. v. 11, n. 4, p. 487-489. 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340135011.pdf> Acesso em: 20 jan. 2022.

SOUZA, M. A. L.; SOUZA FILHO, M. A. L. Proteção Costeira com uso do Dissipador de Energia Bagwall na praia de Pau Amarelo, Paulista, Pernambuco, Brasil. **Braspor**, p. 334-345. 2017. Disponível em: <https://www.redebraspor.org/livros/2017/Braspor%202017%20-%20Artigo%2019.pdf> Acesso em: 20 jan. 2022.

WINGE, M. **Glossário Geológico**. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/costa.htm> Acesso em: 30 out. 2021.