



PREFEITURA DE  
**CAMPOS**

SECRETARIA MUNICIPAL  
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA

 **Mais  
Ciência**

# MAPEAMENTO DA INFRAESTRUTURA EM ÁREAS DE EROSÃO COSTEIRA NA ORLA MARÍTIMA DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

**Orientador: Eduardo Manuel Rosa Bulhões**

Bolsista: Michelly Pacheco Bernardo

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
2022/2023



## SUMÁRIO

RESUMO .....	3
INTRODUÇÃO .....	4
OBJETIVOS .....	11
BREVE REVISÃO CONCEITUAL .....	11
Ecosistemas Costeiros .....	12
A orla marítima de Campos dos Goytacazes .....	15
A orla marítima e a erosão costeira .....	19
A erosão costeira no contexto dos desastres naturais e os eventos detectados em Campos dos Goytacazes .....	23
MATERIAIS E MÉTODOS .....	25
RESULTADOS.....	26
CONCLUSÕES .....	35
REFERÊNCIAS .....	36

## RESUMO

Esse estudo aborda como a Orla Marítima de Campos dos Goytacazes está sujeita a erosão costeira. O litoral de Campos dos Goytacazes tem 33 km e se estende da Barra do Furado (Quissamã-RJ) a Lagoa Salgada (São João da Barra-RJ), formando uma única praia, representada pelo Farol de São Thomé, com suas características morfológicas diferentes, com áreas que apresentam uma vegetação de mangue, restinga, lagos e lagunas, contando com áreas urbanizadas e outras em processo de urbanização. O objetivo deste trabalho consiste no mapeamento das infraestruturas, em classificar e quantificar as edificações e demais estruturas construídas pelo homem posicionadas na frente de praia (*beachfront*) ao longo da orla marítima de Campos dos Goytacazes e correlacionar com as áreas sob processo de erosão costeira, acreção ou estabilidade conforme já mapeadas. No caminho para serem atendidos os objetivos propostos foi feita uma revisão sobre alguns trabalhos técnicos acerca das características da orla marítima de Campos dos Goytacazes e, através do uso de ferramentas de informação

geográfica, foram identificados 799 edificações construídas dentro dos limites oficiais da orla marítima. Os métodos consistiram em reunir as informações sobre as tendências de deslocamento da linha de costa e utilizar ferramentas de geoprocessamento para identificar o quantitativo de edificações dentro dos limites oficiais da Orla Marítima. Os resultados iniciais apontaram que o núcleo urbano mais adensado encontra-se em áreas onde a praia é estável ou em acreção o que é uma condição mais segura. Além disso, um número considerável de edificações encontra-se defrontante com áreas em erosão. Tais edificações defrontantes às áreas em erosão somam um total de 153 sendo a maioria de uso residencial ocupadas em atividades de veraneio. No entanto, foram também identificadas edificações residenciais, comerciais e prédios públicos ocupados permanentemente nessas áreas sujeitas aos processos erosivos.

## INTRODUÇÃO

Em litorais arenosos a linha de costa se movimenta de acordo com o balanço sedimentar e este deve ser entendido como a diferença, em volume, entre o suprimento e a supressão de areias, em determinado segmento costeiro, em um intervalo de tempo definido. A resultante líquida deste balanço sedimentar pode ser positiva, resultando em **acresção** ou avanço da linha de costa; pode ser nula ou quase nula, resultando em **estabilidade**; e pode também ser negativa, resultando em recuo da linha de costa ou **erosão**. Neste contexto, a erosão pode ser um problema quando compromete a estabilidade de estruturas que o homem construiu e valoriza, e para este fenômeno, dá-se o nome de Erosão Costeira (BULHOES, 2020).

O volume de areias movimentadas ao longo do litoral varia de acordo com a capacidade das fontes - como rios, falésias, plataforma continental - em suprir a linha de costa e varia também em razão da intensidade dos processos litorâneos - ondas, ventos, correntes de maré, células de circulação costeira, deriva litorânea, dentre outros - em os mobilizar e transportar, seja para outro segmento litorâneo, seja para a zona

submarina, seja para dentro de um estuário ou para abastecer um campo de dunas. Tais processos são componentes naturais da evolução e dinâmica da paisagem litorânea e ocorrem em intervalos de tempo bastante variados mas, no entanto, a ocupação e os múltiplos usos atribuídos aos ecossistemas costeiros tornam esse tema de especial relevância, uma vez que a instabilidade é notória e pode comprometer as instalações humanas na orla.

As causas da mobilidade positiva (acresção) ou negativa (erosão) da linha de costa podem operar em escalas temporais e espaciais bastante distintas (STIVE; COWELL; NICHOLLS, 2009), podendo ser de cunho evolutivo apontando alguma tendência geológica lenta, de médio ou longo prazo; ou episódica, onde impactos de erosão ou de acumulação, pontuais e esporádicos, de curto prazo, podem modificar abruptamente os volumes de areia depositados na linha de costa.

Já é consensual que a ocupação e as alterações que o homem promove na linha de costa pode aumentar a vulnerabilidade à erosão, ainda que o objetivo seja a proteção costeira (COOPER; PILKEY, 2012). Dois fatores vêm sendo atribuídos à interferência humana nos processos erosivos na costa, a saber: mineração de areias e construção de estruturas costeiras (LUIJENDIJK et al 2018). Sobre o primeiro, a excessiva extração de areias de leitos fluviais e a construção de grandes barragens normalmente resultam em déficit de materiais para abastecer a costa. Água e areia são os recursos minerais mais explorados do planeta e seus impactos diretos ou indiretos invariavelmente chegam ao litoral (YOUNG; GRIFFITH, 2009). Sobre a construção de estruturas costeiras cita-se o dimensionamento de estruturas portuárias (ex. molhes e espigões) em áreas onde existe intenso transporte de sedimentos de rumo dominante e os efeitos erosivos à sotamar das estruturas, conforme exemplo na Figura 1. Soma-se ainda a urbanização que avança sobre as praias e imobiliza faixas ainda ativas da movimentação das mesmas (MUEHE, 2005).

**Figura 1.** Barra do Furado, limite entre os municípios de Quissamã-RJ, ao sul, e Campos dos Goytacazes-RJ, ao norte. Resultante na paisagem costeira dos impactos cumulativos ao longo de aproximados 40 anos desde a instalação das estruturas perpendiculares do tipo guia-corrente, construídas para a manutenção da abertura do canal das Flexas.



**Foto:** Eduardo Bulhões, 2019.

Os impactos de ondas de tempestade (ressacas) em praias já são bem conhecidos e identificados (SALLENGER, 2000) e podem variar em escala crescente desde o "regime de espraiamento" onde o espraiamento das ondas ocupa toda a área não vegetada (berma e face de praia) tornando a praia emersa mais estreita e íngreme; em seguida passando pelo "regime colisional" onde as ondas atingem e erodem a base das dunas frontais, estejam elas bem definidas na paisagem ou ocupadas por estradas, calçadões e outras estruturas construídas pelo homem (Figura 2); em seguida o "regime de transposição de ondas" quando espraiamento das ondas ultrapassam o topo das dunas frontais, ou estradas, calçadões e etc, fazendo com que areia seja transportada para o reverso dessas feições (Figura 3); até o "regime de inundação" onde todo o sistema praiial fica debaixo da lâmina d'água.

**Figura 2.** Estrada da Gaivota, Farol de São Thomé, Campos dos Goytacazes, RJ. Impactos de ondas de tempestade durante evento ocorrido em julho de 2021.



Fonte: Portal do Farol de São Thomé.

**Figura 3.** Estrada da Gaivota, Farol de São Thomé, Campos dos Goytacazes, RJ. Impactos de ondas de tempestade com transposição de ondas durante evento ocorrido em 2014.



Foto: Eduardo Bulhões, 2014.

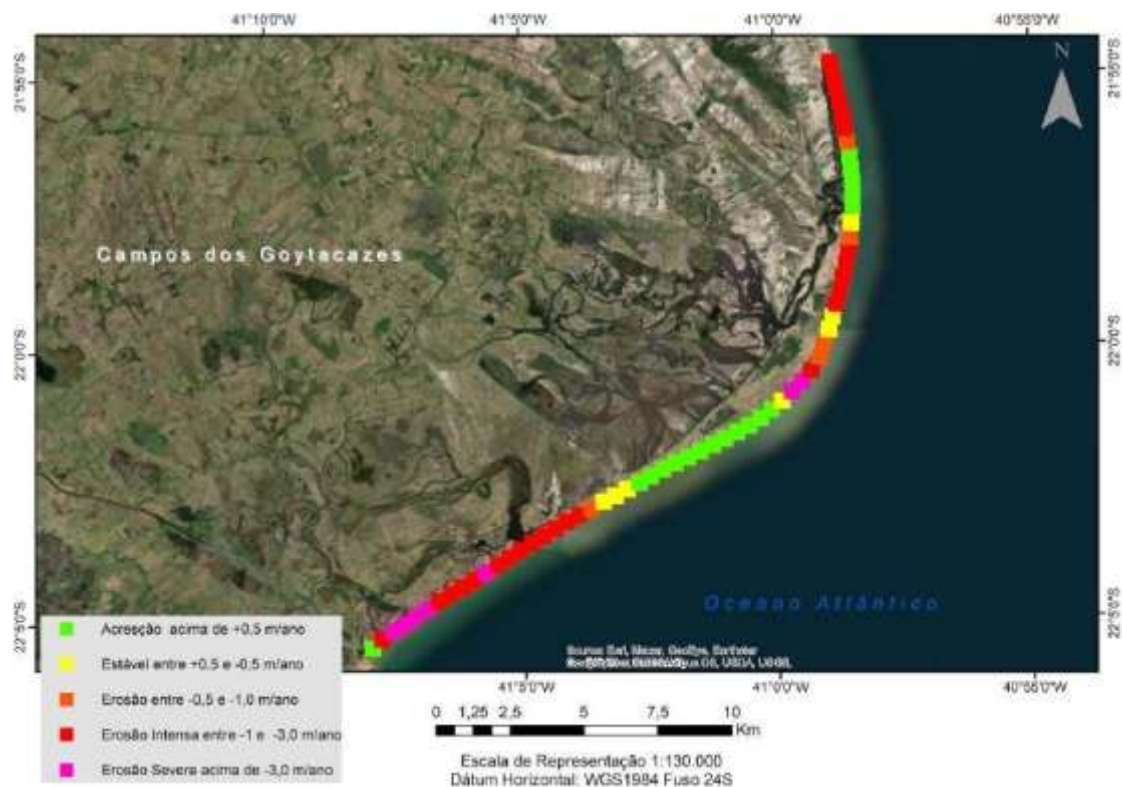
Em relatório recente Bulhoes et al (2021) identificaram para Campos dos Goytacazes o cenário de que mais da metade da orla marítima do município (59%) está atualmente sujeita a uma tendência de erosão costeira, enquanto que outros 41% estão submetidos a condições de estabilidade e acresção. Em relação à mobilidade da linha de costa, as áreas em estabilidade (média 0,0 m/ano) e acresção (média +2,0 m/ano) ocorrem majoritariamente adjacentes ao segmento central da orla do município - mais especificamente em um recorte contínuo desde a rua Maria Teresa (proximidades do Camping e do quiosque "Garota da Orla") ao sul, até três quadras após o quiosque "Última opção", na localidade do Xexé, ao norte - justamente nas áreas onde há maior adensamento da ocupação residencial.

Os segmentos da orla marítima em erosão puderam ser subdivididos em três níveis: erosão (média -0,9 m/ano), erosão intensa (média -2,1 m/ano) e erosão severa (média de -3,5 m/ano) e ocorrem majoritariamente onde não há ocupação, na porção norte da orla municipal, dentro dos limites do PELAG, ou onde a ocupação é esparsa, na porção sul do da orla, o que de certa forma deve ser uma informação que limite o

planejamento de expansão do núcleo urbano neste segmento do litoral (Figura 4).

O principal segmento em erosão na orla municipal é contínuo e se estende por aproximadamente 9 km entre a Barra do Furado até as proximidades da rua Maria Teresa. A área mais crítica de erosão localiza-se ao sul da orla marítima municipal e está associada ao déficit sedimentar promovido pela redução da capacidade natural de transporte de sedimentos promovida pela obra costeira (guia-corrente) na Barra do Furado (Figura 1). Isso gera um recuo erosivo da linha de costa que espalha-se pelo segmento de aproximadamente 9 km em direção à porção central da orla. Além disso, esse segmento já fragilizado pelo déficit de sedimentos e as outras áreas em erosão identificadas, estão submetidas ao impacto de eventos de ondas de tempestade (ressacas) que, em média, duram 36 horas, com ondulações e ventos do quadrante Sul, podendo chegar a 4,0m de altura, ocorrendo cerca de 6 vezes por ano, normalmente entre os meses de abril e setembro (SOUZA et al 2015) . Tais eventos geram impactos colisionais e eventualmente transposição de ondas na praia e na base das dunas frontais.

**Figura 4.** Distribuição das tendências de mobilidade da linha de costa em Campos dos Goytacazes, RJ.



Fonte: Bulhões et al (2021)

No contexto atual de rápidas mudanças climáticas e intensificação dos eventos meteorológicos extremos, uma mudança nos padrões das tempestades, por exemplo, na direção, duração ou magnitude (SLOTT et al 2006) e a investigação dos seus efeitos individuais (tempestade excepcional) ou em grupo de tempestades deverá se traduzir em rápidas mudanças na forma como esses impactos aparecerão na linha de costa (JOHNSON et al 2015), uma vez que tais alterações ao longo do litoral são quase imediatas, envolvem complexidades e não são uniformes. Para tal o mapeamento da infraestrutura instalada em áreas sujeitas à eventos de erosão costeira gera alguma previsibilidade em relação aos danos potenciais e chances para ações preventivas.

## OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é mapear, classificar e quantificar as edificações e demais estruturas construídas pelo homem posicionadas na frente de praia (*beachfront*) ao longo da orla marítima de Campos dos Goytacazes e correlacionar com as áreas sob processo de erosão costeira, acreção ou estabilidade conforme já mapeadas. Especificamente objetiva-se:

- identificar e quantificar as edificações em áreas onde há tendência de erosão costeira;
- identificar e quantificar as edificações em áreas onde há tendência de estabilidade;
- identificar e quantificar as edificações em áreas onde há tendência de acreção;
- elaborar um produto georreferenciado com tais informações e repassar à administração municipal;

## BREVE REVISÃO CONCEITUAL

Ao longo dos séculos a ocupação do litoral se deu por formas que acompanharam os mais diversos interesses. Nos primeiros séculos de dominação portuguesa já apontava para seu uso no aspecto econômico, com a função dos portos que recebiam e enviavam produtos extraídos e cultivados em território nacional aos países europeus para serem comercializados. Bem como, a função que desempenhou na construção de fortes ao longo de toda faixa litorânea brasileira para defesa de possíveis invasões no período de ocupação dessas terras.

Nas décadas seguintes, as funções do litoral se ressignificam, em virtude do avanço da infraestrutura tecnológica da produção, aumento demográfico e fatores climáticos que se materializam na costa. Atualmente outros interesses se manifestam, tais como uso recreativo, interesse energético, habitacional, questões ambientais, entre outros.

Ligadas a essas atividades é que o país apresenta cerca de 26,6% de sua população total vivendo nos municípios da zona costeira, o que segundo o Censo de 2010, corresponde a cerca de 50,7 milhões de habitantes (CENSO, 2010).

Tais interesses convergem concomitantes à dinâmica costeira. Fenômenos de ordem natural nos ambientes costeiros são potencializados ou ainda agravados tornando-se riscos, em função do avanço da ocupação e exploração litorânea (ex. transposição de ondas e erosão costeira). Uma boa definição de risco nas zonas costeiras é a probabilidade de acontecimento de algum perigo (LINS-DE-BARROS, 2009), notadamente associado à processos como erosão costeira, transposição de ondas, acumulação e impactos decorrentes de intervenções na linha de costa (obras costeiras, estruturas portuárias, *resorts*, entre outros) que podem ser exemplos da interação das dinâmicas da zona costeira que, a partir das intervenções antrópicas, aumentam a vulnerabilidade costeira.

Conceitos importantes para o desenvolvimento da pesquisa surgem no contexto dos desastres naturais, especificamente erosão costeira e sua dinâmica e interferências na estabilidade dos ecossistemas costeiros.

### **Ecossistemas Costeiros**

Os ecossistemas costeiros são reconhecidos como complexos, sensíveis e importantes para o meio ambiente. São singulares, com advindos de processos naturais a partir da influência mútua de processos marinhos e continentais, além de ações sociais que o impactam, sobretudo associadas ao crescimento urbano, tornando-se ambientes propícios ao desenvolvimento econômico de atividades turísticas, portuárias, industriais, petrolíferas, pesqueiras e imobiliárias (SILVA, 2023).

A zona costeira e marinha brasileira se estende da foz do rio Oiapoque (04°52'45"N) à foz do rio Chuí (33°45'10"S) e dos limites dos municípios da faixa costeira, a oeste, até as 200 milhas náuticas, incluindo as áreas em torno do Atol das Rocas, dos arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo e das ilhas de Trindade e Martin Vaz, situadas além do citado limite marítimo. Essa configuração espacial é definida por um conjunto de leis e decretos publicados pelo Governo Federal

nas últimas duas décadas, alguns dos quais decorrentes de acordos internacionais assinados pelo Brasil, entre os quais se destaca a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) (BRASIL, 2010).

Um recorte também relevante para caracterizar o litoral brasileiro compreende o Sistema Costeiro-Marinho (SCM) que, de acordo com a delimitação do IBGE, é determinado pelos grandes ecossistemas marinhos que são grandes porções do oceano localizadas nas bordas dos continentes e definidos a partir de critérios como batimetria, hidrografia, produtividade de interações tróficas e incluem no Brasil, de acordo com (MMA, 2010), vastas áreas de banhados e áreas alagadas (4.849.671 ha), costões rochosos (144.475 ha), dunas (318.312 ha), estuários (6.696.787 ha), lagunas (1.518.426 ha), manguezais (1.225.444 ha), marismas (12.149 ha), praias e restingas (551.961 ha) compondo um mosaico correspondendo genericamente aos "ecossistemas costeiros".

**Figura 4.** Limites do Sistema Costeiro-Marinheiro no litoral brasileiro



Fonte: Silva (2023)

De acordo com Silva (2023) contato e a presença do oceano com a variedade de ecossistemas citados e, por consequência, em razão da ocorrência de processos marinhos e costeiros peculiares, justificam o tratamento dos mesmos como uma

unidade ambiental, observa-se ainda que, em razão da grande extensão do litoral brasileiro, o IBGE (2019) adotou o termo Sistema Costeiro-Marinho e não o termo "Bioma" pois respeita a multiplicidade de feições e características bióticas e abióticas ao longo do litoral brasileiro. Tal classificação também não exclui as áreas dos biomas brasileiros que chegam ao litoral, a saber: pampa, mata atlântica, caatinga, cerrado e amazônia, uma vez que entendeu-se que a porção litorânea desses biomas é influenciada diretamente por processos costeiros e marinhos permitindo então a sobreposição local de nomenclaturas.

O detalhamento dos aspectos geológicos, geomorfológicos e dos domínios biológicos, seja na porção continental, seja na porção marinha, além das peculiaridades dos grandes ecossistemas marinhos (LME<sup>1</sup>) do Sistema Costeiro-Marinho pode ser verificado no IBGE (2019).

### **A orla marítima de Campos dos Goytacazes**

Gomes (2022), ao definir conceitos bem específicos concernentes aos ecossistemas costeiros e ao definir seus limites territoriais, também específicos, verificou que cabe destacar o conceito de Orla Marítima (Figura 5) – “faixa contida na zona costeira, de largura variável, compreendendo uma porção marítima e outra terrestre, caracterizada pela interface entre a terra e o mar - como a principal unidade de gestão da zona costeira” (BRASIL, 2004). Tal decreto apresentou ainda os instrumentos e as competências para a gestão da orla marítima, destacando-se o chamado Plano de Intervenção da Orla Marítima e é neste contexto que se consolida o Projeto Orla. O Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla) surge a partir da articulação interinstitucional federal consolidada entre o MMA e a SPU e é o instrumento que melhor garante a participação dos municípios nas ações consolidadas da gestão costeira (MMA, 2015).

---

<sup>1</sup> *Large Marine Ecosystems*

**Figura 5.** Limites teóricos da orla marítima no Brasil, segundo metodologia proposta no Projeto Orla.



Fonte: Adaptado por Nicolodi e Gruber (2021) de MMA (2006a)

A partir da publicação da Lei Federal nº. 13.240 de 30 de dezembro de 2015, especificamente no Art. 14, a União passa a ser autorizada a transferir a gestão das orlas e praias marítimas aos municípios litorâneos do país, incluindo áreas de bens de uso comum com exploração econômica tais como calçadões, praças e parques públicos, sendo esta transferência formalizada por meio do Termo de Adesão à Gestão de Orlas e Praias (TAGP). Ficam excetuadas algumas algumas áreas como: os corpos d'água; áreas essenciais para a defesa nacional; áreas reservadas à utilização de órgãos federais; áreas destinadas à exploração de serviço público de competência da União; e áreas situadas em unidades de conservação federais (MARTINS et al 2022).

Tal termo, TAGP, passa então a ser regulamentado pela Portaria SPU nº 113 de 12 de julho de 2017 que aprova o modelo do termo de adesão, incluindo seus objetos, finalidades e obrigações específicas; e também pela Portaria SPU nº 44 de 31 de maio de 2019 que amplia a aplicabilidade da portaria anterior para as praias marítimas não urbanas e altera parte o texto das obrigações do município fixando em até um ano o prazo, após a assinatura do TAGP, para a entrega do primeiro relatório de gestão de praias marítimas. Cabe destacar que para o TAGP o termo "praia" é definido como a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se

inicie a vegetação natural, ou em sua ausência, onde comece um outro ecossistema. Tal feição está inclusa dentro dos limites da já definida orla marítima.

Ainda neste contexto a Portaria MMA nº 76 institui o PROCOSTA ou Programa Nacional para a Conservação da Linha de Costa que visa promover a gestão integrada da linha de costa no contexto das mudanças climáticas com a previsão do desenvolvimento de projetos específicos com o apoio do poder público na esfera municipal.

Nessa concepção mais recente do Projeto Orla, a partir de 2016, há um protagonismo exercido pelo Ministério do Turismo (MTur) a partir da sua inserção na Coordenação Nacional, uma vez que o aspecto econômico de exploração turística de praias marítimas passa a ser central. As novas diretrizes apontadas pelo TAGP são aplicáveis mesmo aos municípios que já tenham cumprido etapas de adesão ao Projeto Orla nos anos anteriores, ainda assim, no nível municipal, para que o PGI da orla e a composição do Comitê Gestor ganhem legitimidade junto à sociedade, cabe ao executor local a realização de audiências públicas. É neste sentido mais amplo que o levantamento de informações relevantes pelo CGPO local recai como uma atribuição necessária da municipalidade para as revisões periódicas do PGI, para suas adequações à nova rodada de articulações e exigências da coordenação nacional e estadual e, assim sendo, cabe uma revisão sobre os geoindicadores e parâmetros de qualidade ambiental mais adequados e diagnósticos da realidade da orla marítima local.

Com relação ao Projeto Orla Municipal, o trabalho visa contribuir com as ações do Projeto e para as identificações, as instalações e a infraestrutura presente na orla do município. No contexto atual de rápidas mudanças climáticas e intensificação dos eventos meteorológicos extremos, o mapeamento da infraestrutura instalada em áreas sujeitas a eventos de erosão costeira gera alguma previsibilidade em relação aos danos potenciais e chances para ações preventivas.

No município de Campos dos Goytacazes-RJ, o Projeto Orla é vinculado e abrange as três esferas de poder, juntamente com a representação da sociedade civil. Conforme apontam Bulhoes et al (2016) e Martins et al (2022), teve início em dezembro de 2009 tendo como objetivo promover a gestão sustentável da orla e a preservação ambiental

e o ordenamento da orla denominada Farol de São Thomé. O município é responsável pela adesão e, com a sociedade civil, pela ação mais direta do projeto. Operam nas etapas de diagnóstico, subdivisão em unidades de paisagens e trechos, levantamentos de usos, identificação de problemas e elaboração de cenários desejados. As divergências ocorridas pelo uso das áreas naturais esbarram nas atividades já consolidadas e identificadas como geradoras de problemas como o comércio, a pesca, turismo e construção civil. Sendo consolidado que as alterações e ocupações feitas pelo homem promovem na linha de costa a vulnerabilidade com o aumento da erosão, mesmo que o objetivo seja a proteção costeira.

A planície costeira adjacente à orla do município de Campos dos Goytacazes faz parte da bacia sedimentar da Baixada Campista, no domínio geomorfológico das planícies fluviais e flúvio-marinhas. Trata-se de terras baixas, com amplitudes topográficas inferiores a 20 metros e declividades abaixo de 3%. Essas características conferem a esta área uma rede hídrica complexa, composta majoritariamente por brejos e alagados, escoados por um único canal. São encontrados dois tipos de solos, um areno-argiloso (neossolos) e o outro argilo-siltoso (gleissolos). Os fatores edáficos que regulam esse solo condicionam uma vegetação de influência fluvial/lacustre e de influência marinha com cobertura herbácea. A fitofisionomia local é potencial habitat de espécies adaptadas às lagoas de restinga do Bioma da Mata Atlântica, que pode incluir uma variedade de espécies faunísticas e florísticas (FIRMINO, 2021).

As características sedimentares desta porção do litoral encontram-se sob influência da sedimentação fluvial promovida pelo rio Paraíba do Sul que deposita sedimentos junto ao oceano, sobretudo pelo predomínio do vento Nordeste e das ondas (vagas) geradas, há o transporte das areias majoritariamente para sul, sendo estas as fontes das areias médias e grossas que recobrem a faixa costeira do município e os sedimentos finos (areias e siltes) que recobrem a porção submarina adjacente (BULHÕES, et al 2016). Adicionalmente há uma inversão do transporte litorâneo na porção sul do litoral do município, por ocorrência de ondas fortes do quadrante Sul e Sudeste que acabam por convergir os fluxos para justamente a zona mais protuberante do litoral, formando o chamado Cabo de São Tomé (SOUZA et al 2015; CASSAR; NEVES,

1993).

Os aspectos climáticos e oceanográficos na escala regional permitem compreender a dinâmica sob a qual este segmento litorâneo está sujeito assim como os aspectos gerais dos processos costeiros junto à orla marítima. Souza et al. (2015) indicam que para o litoral norte fluminense os ventos sopram com velocidades médias entre 4 e 13 m/s majoritariamente partindo das direções entre o Nor-Nordeste e o Sul.

Já quanto ao clima de ondas as alturas significativas médias são de 1,6 m, provenientes majoritariamente das direções entre o Leste e o Sul, resultados concordantes com estudos anteriores como Souza (1988), Bastos e Silva (2000) e Pinho (2003). Ainda de acordo com Souza et al (2015) e Amorim e Bulhoes (2017) tal segmento do litoral está sujeito à passagem de aproximadamente 6 eventos mais intensos de ondas (ressacas) por ano e durante essas condições tais eventos têm duração média de 36 horas com altura de ondas acima de 3,2m provenientes do quadrante Sul. Ainda para o segmento do litoral em questão, há uma compartimentação nas condições dinâmicas evidenciada a partir dos trabalhos de Cassar e Neves (1993) e Gonçalves e Silva (2005), ao sul do cabo de São Tomé o transporte residual de sedimentos é para o norte e ao norte do cabo o transporte residual é para o sul. Considerando as condições do ataque de ondas, características granulométricas e formato dos perfis de praia, Ribeiro et al. (2016) calcularam que as condições morfodinâmicas variam, no sentido norte-sul da linha de costa, entre praias intermediárias e refletivas, e tais resultados corroboram o que foi identificado por Bastos e Silva (2000).

#### **A orla marítima e a erosão costeira**

Muehe (2006) destaca as variações do nível relativo do mar, que interferem diretamente na estabilidade da linha de costa. Segundo o autor, é possível considerar uma elevação de pouco mais de 100m em um período de 11.000 anos. Ocorre que as percepções das mudanças no litoral ao longo desse período, se estabeleceram à medida que a ocupação foi se intensificando, principalmente a partir dos fenômenos de erosão costeira. Ainda segundo Muehe (2006), ao analisar a associação entre erosão e urbanização, tem-se dois aspectos: a erosão provocada por interferências de obras

costeiras no balanço sedimentar e as tendências erosivas relacionadas à presença de uma orla imobilizada pela urbanização.

Não raro, obras costeiras desencadeiam processos erosivos (LUIJENDIJK et al., 2018), uma vez que impedem ou retardam o fluxo longitudinal de sedimentos, provocando um déficit do aporte sedimentar necessário para manutenção das faixas de areia. Já os projetos que visam a construção de orlas pavimentadas em função da urbanização, preveem a manutenção de construções já estabelecidas na faixa de resposta dinâmica dos ambientes costeiros, sendo assim, quando sujeitos a eventos de tempestades, sofrem danos provocados pela ação do mar.

Outra motivação para processos erosivos, de acordo com Muehe (2006), pode ser a falta de suprimento sedimentar, seja por esgotamento da fonte natural ou por retenção em algum outro ambiente, como rios e na formação de dunas. Nesses casos predominam, então, fatores naturais no processo de desequilíbrio de disponibilidade de sedimentos para manutenção da linha de costa.

De acordo com Gamboa et al (2019), a posição da linha de costa é resultado das interações entre os sedimentos e processos costeiros associados às ondulações, ao vento, à maré e oscilações no nível do mar, quando analisada a longo prazo. De maneira geral, alterações nesse ambiente são previstas, com variadas intensidades, porém determinadas mudanças significativas que rompem com o equilíbrio natural desse sistema, podem tender processos erosivos, por exemplo.

Gamboa et al (2019) ressaltam ainda que as tendências costeiras, geralmente, são analisadas a longo prazo, estando susceptível a variações regulares e/ou irregulares, mudanças repentinas ou ainda, fenômenos recorrentes. Segundo os autores, exemplos de variações cíclicas regulares são o ciclo diário de marés, bem como os ciclos característicos de maré de sizígia e de quadratura. Enquanto isso, exemplos de variações cíclicas irregulares, podem ser desde as marés meteorológicas à oscilações do nível do mar em períodos de *El Niño* ou *La Niña*.

A estabilidade da linha de costa depende diretamente do balanço de transporte sedimentar, podendo ou não sofrer déficits originando pontos de erosão. A respeito disso Gamboa et al (2019) ressaltam o papel da vegetação e afirmam que:

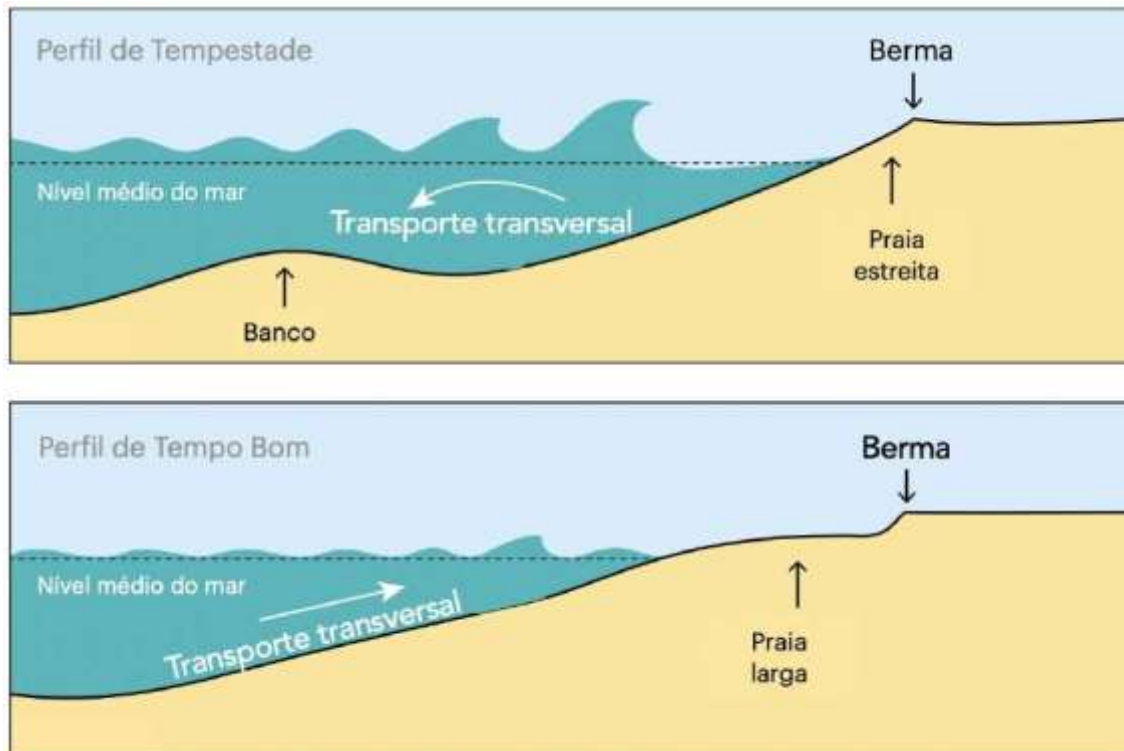
La vegetación terrestre y las algas próximas a la playa influyen directamente en la reducción de la erosión al conglomerar el sedimento y reducir la turbulencia en la columna de agua. Los sitios donde la vegetación costera es densa, la erosión y el transporte de sedimento se ralentizan. (GAMBOA et al., 2019, p. 38)

Se opondo a áreas de déficit sedimentar, os ambientes de deposição se destacam por conter farto volume de sedimentos, podendo desenvolver depósitos de areia, formando, por exemplo, cordões litorâneos, ou ainda, dunas. Segundo os autores (op. cit.), essas formações estão sujeitas a um complexo mecanismo de mobilização de sedimentos, derivados da combinação de movimentos transversais (influenciados pelo regime de ondas) e horizontais (impulsionados por correntes), ou vento no caso das dunas.

Em relação às dunas, estas são conceituadas, segundo Gamboa et al. (2019) como depósitos superficiais de partículas soltas e não consolidadas de sedimentos finos e formadas a partir do transporte eólico que ao encontrar um obstáculo, permite o acúmulo de sedimentos. A mobilização de dunas ocorre devido a incidência de ventos e características climáticas como aridez, que somada à falta de vegetação, movimenta com maior eficiência os grãos de areia.

Ainda em relação ao balanço sedimentar, para os autores (op. cit.), a orientação da praia está diretamente ligada às ondulações e associadas à circulação costeira, logo, há interferência direta na mobilização e direcionamento dos sedimentos. Vale ainda lembrar que, oscilações nas direções das ondas podem surgir em função de mudanças atmosféricas, bem como em decorrência das estações do ano, que resumidamente no inverno mobiliza os sedimentos da praia para áreas mais profundas, enquanto no verão, empurra as areias para parte mais alta, formando respectivamente o que se conhece como “perfil de tempestade” e “perfil de tempo bom” como ilustra o esquema da Figura 6.

**Figura 6** - Perfil de praia e balanço sedimentar no inverno e no verão.



**Fonte:** Adaptado de Gamboa et al (2019).

De acordo com Garrison (2016), o transporte longitudinal é o movimento dos sedimentos ao longo da costa, realizado por ação das ondas. Também conhecido como deriva longitudinal, pode ocorrer de duas maneiras: quando as ondas mobilizam os sedimentos ao longo da praia exposta e quando os sedimentos são conduzidos pelas correntes na zona de arrebentação em direção ao mar. Dessa maneira, em áreas de encosta submersa do leito oceânico íngreme, os sedimentos transportados serão rapidamente direcionados às águas mais profundas, já em encostas menos íngremes, as partículas tendem a ser mobilizadas ao longo da costa por ação das ondas e correntes. Muehe (2001) esclarece que o transporte longitudinal de sedimentos ocorre na zona de surfe e apresenta direção, velocidade e volume variados, que são determinados pelo ângulo de incidência e pela altura da onda na arrebentação.

Entendido sobre a dinâmica desses processos de transporte de sedimentos, é necessário apontar como estas podem ser diretamente impactadas por ações e intervenções antrópicas nas áreas costeiras, podendo dificultar ou até mesmo limitar esses mecanismos de distribuição de areias. A implementação de obras costeiras pode desencadear problemas associados à interrupção do fluxo sedimentar das áreas costeiras.

De acordo com Bulhões (2020), as obras costeiras, chamadas "rígidas" ou "cinzas", como espigões, molhes, quebra-mares, etc, agem diretamente no fluxo de transporte de sedimentos, normalmente reduzindo-os ou interrompendo-os em litorais onde há um fluxo de sedimentos de rumo preferencial. Essas estruturas são construídas seja para abrigar um porto, seja para a proteção frente à erosão costeira, seja para a estabilização de um canal de maré (Figura 3). Nesses casos, as obras costeiras são necessariamente perpendiculares à costa e, de imediato, causam erosão a sotamar e deposição à barlamar das estruturas. Quando tais projetos consideram adequadamente as informações disponíveis sobre a dinâmica costeira, medidas de mitigação dos impactos erosivos à sotamar são planejadas e podem minimizar os impactos negativos.

Já nas áreas onde o transporte longitudinal de areias é pouco significativo as obras costeiras são normalmente dimensionadas para a defesa do litoral frente à ação de ondas de tempestade ou para evitar inundações em áreas mais baixas do litoral. Nessas condições tais obras são paralelas à linha de costa (ex.: diques, muros e paredões) e buscam fixar a posição da linha de costa (Figura 5). Atuam interrompendo o fluxo transversal das areias. Os impactos negativos nesses casos podem levar ao desaparecimento (completo ou sazonal) de uma praia uma vez que há o impedimento do ajuste natural da faixa de areia às condições de ondas (PILKEY; COOPER, 2014 apud BULHÕES, 2020).

### **A erosão costeira no contexto dos desastres naturais e os eventos detectados em Campos dos Goytacazes**

No contexto do Cobrade - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (BRASIL, 2012), amplamente adotado pelos serviços de defesa civil no país, a Erosão

Marinha ou Costeira é um tipo de desastre natural do grupo geológico e do subgrupo erosão. Para tal sistema, trata-se do processo de desgaste mecânico ou químico que ocorre ao longo da linha da costa, seja ela rochosa ou arenosa e se deve à ação das ondas, correntes marinhas e marés. Associado a este tipo de desastre natural não é incomum a ocorrência das marés de tempestade (ressacas) no grupo dos desastres meteorológicos e no subgrupo de sistemas de grande escala/escala regional associado à ocorrência de ciclones. Para o Cobrade as ressacas são ondas violentas que geram uma maior agitação do mar próximo à praia. Ocorrem quando rajadas fortes de ventos fazem subir o nível do oceano em mar aberto e essa intensificação das correntes marítimas carrega um enorme quantidade de água em direção ao litoral. Em consequência, as praias inundam, as ondas se tornam maiores e a orla pode ser devastada alagando ruas e destruindo edificações.

Em litorais arenosos como o de Campos dos Goytacazes, a linha de costa se movimenta de acordo com o balanço sedimentar e este deve ser entendido como a diferença, em volume, entre o suprimento e a supressão das areias, em determinado segmento litorâneo, em um intervalo de tempo definido. A resultante líquida deste balanço sedimentar pode ser positiva, resultando em acresção ou avanço da linha de costa; pode ser nula ou quase nula, resultando em estabilidade; e pode também ser negativa, resultando em recuo da linha de costa ou erosão.

Na chamada "escala da engenharia" (médio prazo) as modificações na linha de costa estão relacionadas às flutuações decadais no suprimento de sedimentos e nos ciclos climáticos, o que, a depender do sequenciamento dos eventos, pode promover mudanças de maior magnitude na posição da linha de costa (COWELL; THOM, 1994). Soma-se a isto o impacto cumulativo de eventos ano a ano e a interferência, também de médio prazo, de infraestrutura construída pelo homem para estabilizar o litoral.

Já na "escala dos eventos" (curto prazo), fenômenos como a erosão e inundação costeira ocorrem em função de tempestades extremas, notadamente geradas por ciclones tropicais, subtropicais ou extratropicais, em alguns casos associados à teleconexões com ENSO<sup>2</sup>, e cada vez mais frequentes em determinado segmento

---

<sup>2</sup> El-Niño Oscilação Sul

costeiro o que induz a modificações rápidas pela perda ou ganho de sedimentos, e isso já vem sendo bem documentado no Brasil e no mundo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A estratégia metodológica incluiu materiais e métodos simples de identificação das propriedades e infraestrutura inseridas nos limites da orla marítima municipal.

Inicialmente foram delimitadas as áreas em acreção, estabilidade ou erosão costeira na orla marítima de Campos dos Goytacazes conforme apontadas pelo diagnóstico recente publicado por Muehe (2018), Capítulo Rio de Janeiro, avaliadas em consonância com o trabalho de Luijendijk et al. (2018) que utilizaram imagens de satélite entre 1984 e 2016 para calcular taxas de erosão costeira a cada 500 metros ao longo do litoral mundial. Esses dois trabalhos permitem a identificação das áreas em erosão na área de estudo, assim como determinar os intervalos específicos de acreção, estabilidade e erosão para classificar as áreas em: acreção (taxas de avanço da linha de costa acima de 0,5 metros por ano); estabilidade (taxas de avanço ou recuo da linha de costa entre -0,5 e 0,5 metros por ano); erosão (taxas de recuo da linha de costa entre -0,5 e -1,0 metros por ano), erosão intensa (taxas entre -1,0 e -3,0 metros por ano), erosão severa (taxas entre -3,0 e -5,0 metros por ano) e erosão extrema (taxas superiores a -5,0 metros por ano).

Em seguida, utilizando imagens de satélite recentes disponíveis na base do Google Earth, foram identificados o quantitativo e a posição das edificações dentro dos limites da orla marítima de Campos dos Goytacazes. Com esses resultados e utilizando sistemas de informação geográfica foram mapeadas e quantificadas a infraestrutura construída ao longo da orla.

Levantamentos em campo adicionais permitiram identificar as tipologias de ocupação definida na forma de mapeamento de uso do solo dentro dos limites da orla marítima municipal. Para tal execução as infraestruturas, agora definidas enquanto edificações foram classificadas por tipo de uso, a saber: residencial, comercial ou público e por tipo de ocupação, a saber: ocupada permanente, ocupada veraneio, desocupada. A classe indefinido foi utilizada quando a identificação tanto do uso quanto do padrão

de ocupação não foi permitida no campo.

Por fim, também utilizando sistemas de informação geográfica, serão sobrepostas as informações sobre as tendências de mobilidade da linha de costa (acresção, estabilidade e erosão) e infraestrutura construída na orla para atender os objetivos específicos deste trabalho que são quantificar e identificar o que há de infraestrutura dentro das áreas de erosão costeira ao longo da orla do município. Tais resultados devem gerar como produto final mapas e bases de dados que podem ser úteis para o planejamento e gestão costeira e também para a defesa civil municipal.

## RESULTADOS

A distribuição dos 61 perfis de análise da tendência de movimentação da linha de costa em Campos dos Goytacazes pode ser observada nos pontos coloridos da Figura 7. Os perfis foram categorizados entre: Acresção (verde) quando a taxa de mobilidade apresenta uma tendência positiva acima de 0,5 metros por ano; Estável (amarelo) quando a taxa de mobilidade no período apontou uma tendência entre +0,5 e -0,5 metros por ano; Erosão (laranja) foi a classificação dada quando as taxas apontam tendência negativa a partir de -0,5 até -1,0 metros por ano; Erosão Intensa (vermelho) quando a tendência de recuo da linha de costa no período situou-se entre -1,0 até -3,0 metros por ano e; Erosão Severa (lilás) foi a classificação atribuída quando as taxas de recuo anual da linha de costa foram na ordem superior a -3,0 metros por ano.

**Figura 7** - Distribuição das tendências de mobilidade da linha de costa em Campos dos Goytacazes, RJ.

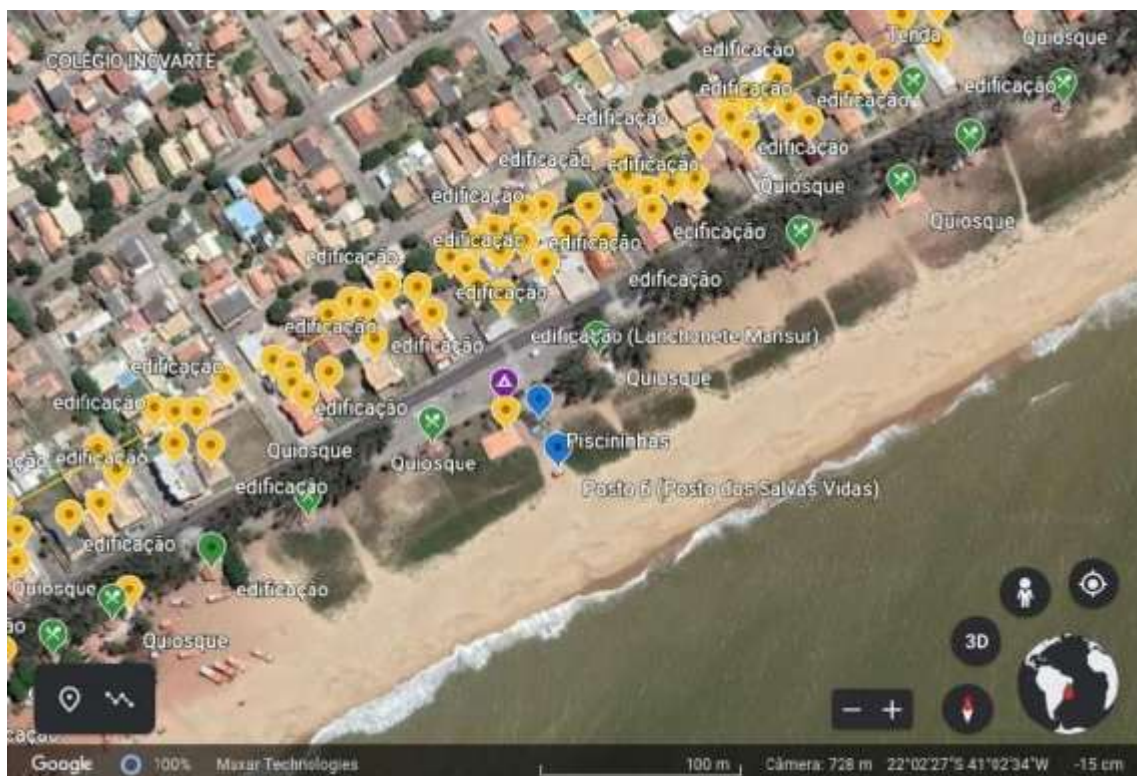


Considerando que cada perfil representa um segmento de 500 metros (ou 250 metros para cada lado) da linha de costa o somatório das áreas em acreção (em verde no mapa) foi de 9 km (n=18 perfis) sobretudo localizadas no segmento central da orla campista, notadamente junto às áreas mais urbanizadas. As áreas tidas como em estabilidade (amarelo no mapa) representam um segmento de 3,5 km (n=7 perfis) e se concentram, grosso modo, no entorno das áreas em acreção. Os perfis em erosão representam segmentos que somados correspondem a 18,5 km (n=37 perfis) distribuídos sobretudo na porção ao sul e ao norte da linha de costa. Conforme resultados já publicados por Bulhoes et al. (2021), tais segmentos da orla marítima em

erosão puderam ser subdivididos em três níveis: erosão (média -0,9 m/ano), erosão intensa (média -2,1 m/ano) e erosão severa (média de -3,5 m/ano) e ocorrem majoritariamente onde não há ocupação, na porção norte da orla municipal, dentro dos limites do PELAG, ou onde a ocupação é esparsa, na porção sul da orla, o que de certa forma deve ser uma informação que limite o planejamento de expansão do núcleo urbano neste segmento do litoral. Ao sul, este segmento em erosão é contínuo e se estende por aproximadamente 9,0 km entre a Barra do Furado até as proximidades da rua Maria Teresa. Gomes (2022) verificou que esta é a área também com maior tendência de expansão da ocupação urbana na orla do município.

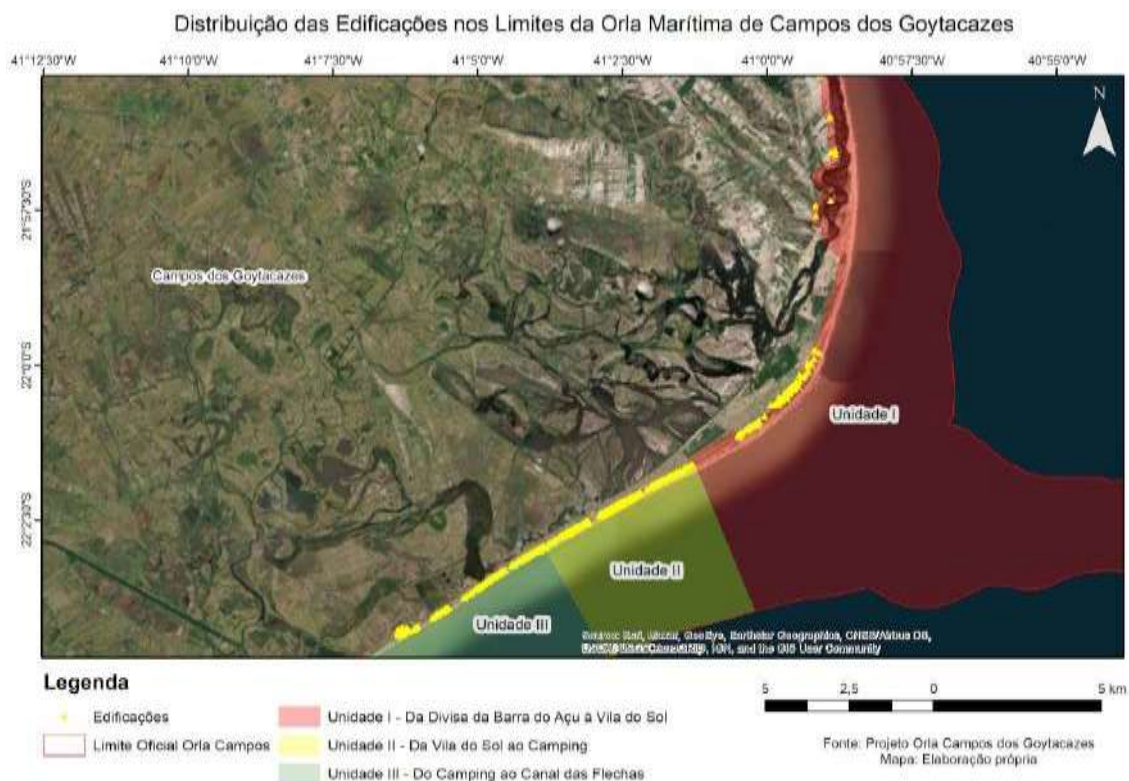
Sobre os aspectos da ocupação dentro dos limites da orla marítima de Campos dos Goytacazes, os resultados aqui produzidos permitiram identificar a localização das edificações (exemplo na Figura 9) de uma forma geral como casas, edifícios, quiosques, dentre outros e armazenar tal informação em um sistema de informação geográfica.

**Figura 9.** Exemplo da identificação das edificações ao longo da orla marítima de Campos dos Goytacazes.



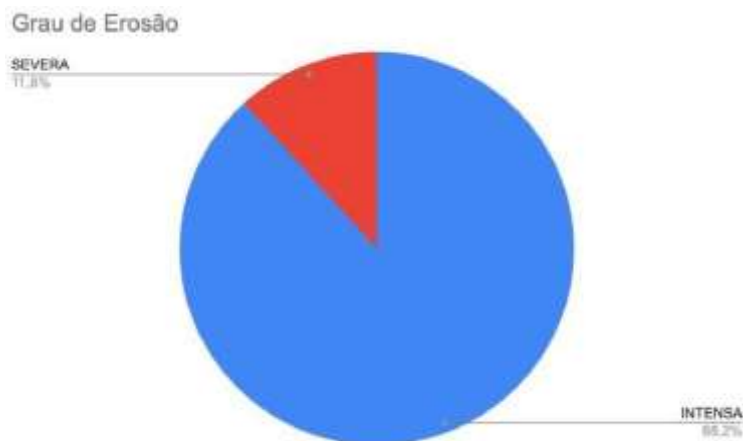
O número total de edificações identificadas foi de 799 e elas estão distribuídas entre as três unidades de paisagem da orla municipal, a saber: 22% (n=177) na Unidade I - Da Divisa da Barra do Açú à Vila do Sol; 46% (n=368) na Unidade II - Da Vila do Sol ao Camping; e 32% na Unidade III - Do Camping ao Canal das Flechas. Tal distribuição pode ser verificada no mapa síntese da Figura 10.

**Figura 10** - Distribuição das Edificações ao longo dos limites da Orla Marítima de Campos dos Goytacazes.



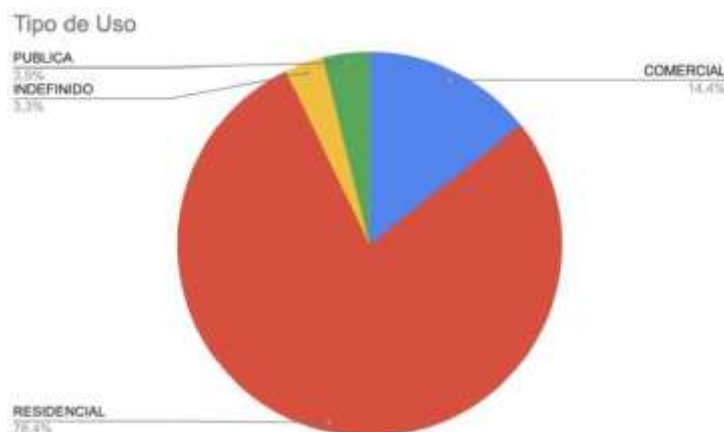
Uma vez identificadas as edificações ao longo da orla marítima da orla do Farol de São Tomé e identificados os segmentos do litoral que encontram-se sob a influência de tendências de deslocamento erosivo da linha de costa, através de levantamentos de campo foram identificadas 153 edificações posicionadas na frente erosiva ao longo da orla marítima e as campanhas de campo permitiram identificar algumas de suas características principais. De todas as edificações na frente erosiva 88% (n=135) estão em áreas de erosão intensa, onde as taxas de erosão situam-se entre 1 e 3 metro por ano enquanto que 12% (n=18) estão posicionadas em áreas de erosão severa, onde as taxas de erosão são entre 3 e 5 metros por ano (Figura 11).

**Figura 11** - Distribuição percentual das edificações na frente erosiva quanto ao grau de intensidade do fenômeno



Quanto à tipologia de uso dessas edificações posicionadas na frente de praia nas áreas em erosão na orla do município 78% (n=120) foram caracterizadas como uso Residencial, 14% (n=21) como uso Comercial, em maioria bares e quiosques, 4% (n=6) são edificações públicas (posto de saúde, camping, etc) e outras 3% (n=5) foram edificações não identificadas (Figura 12).

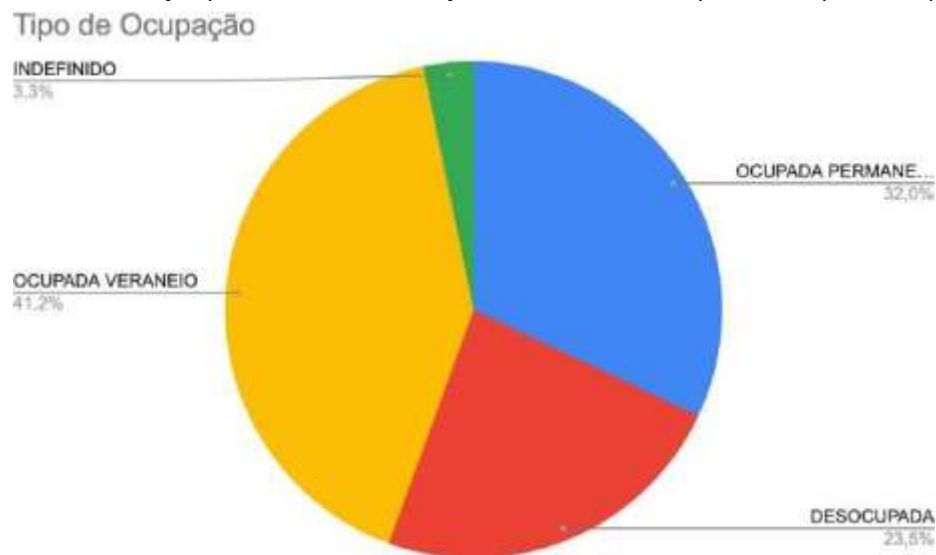
**Figura 12** - Distribuição percentual das edificações na frente erosiva quanto ao grau de intensidade do fenômeno



Outro tipo de informação levantada foi acerca do tipo de ocupação e dentre essas

153 edificações identificadas na frente de praia nas áreas em erosão, a maior parte 41% (n=63) é ocupada apenas em atividades de veraneio. Em seguida, com 32% (n=49) são as edificações ocupadas permanentemente, outras 23% (n=36) estão desocupadas e outras 3% (n=5) não puderam ser propriamente identificadas (Figura 13).

**Figura 13** - Distribuição percentual das edificações na frente erosiva quanto ao tipo de ocupação.



O mapa da Figura 14 apresenta a distribuição dessas edificações na frente de praia nas áreas de erosão ao longo da orla marítima do município e as figuras 15, 16 e 17 apresentam alguns exemplos de edificações identificadas no campo.

**Figura 14** - Distribuição das Edificações da Frente de Praia inseridas nas áreas em Erosão na Orla Marítima de Campos dos Goytacazes.



**Figura 15** - Edificação de uso residencial e ocupação permanente dentro da frente de praia e da faixa de erosão intensa ao longo da orla marítima de Campos dos Goytacazes. Foto da Autora.



**Figura 16** - Edificação de uso residencial e ocupação de veraneio dentro da frente de praia e da faixa de erosão severa ao longo da orla marítima de Campos dos Goytacazes. Foto da Autora.



**Figura 16** - Edificação de uso público e ocupação permanente dentro da frente de praia e da faixa de erosão intensa ao longo da orla marítima de Campos dos Goytacazes. Foto da Autora.



## CONCLUSÕES

No caminho para serem atendidos os objetivos propostos foi feita uma revisão sobre alguns trabalhos técnicos acerca das características da orla marítima de Campos dos Goytacazes e, através do uso de ferramentas de informação geográfica, foram identificados 799 edificações construídas dentro dos limites oficiais da orla marítima. Adicionalmente, foram compiladas as informações sobre as tendências de deslocamento da linha de costa ao longo da orla do município e tais dados encontram-se disponíveis a cada 500 metros e indicam avanço (acrecção) da linha de costa, estabilidade ou erosão (recoo) da linha de costa.

Os resultados iniciais apontam que o núcleo urbano mais adensado encontra-se em áreas onde a praia encontra-se estável ou em acreção o que é uma condição mais segura. No entanto, um número considerável de edificações encontra-se defronte com áreas em erosão. Tais edificações em áreas de erosão somam 153 ao longo da orla marítima do município. Essas foram todas visitadas em atividades de campo e concluiu-se que a maioria é de uso residencial, ocupada sobretudo em temporada de veraneio. No entanto, existem também residências, estabelecimentos comerciais e prédios públicos ocupados permanentemente nestas áreas na frente erosiva da orla do Farol de São Tomé e tais edificações estão todas agora mapeadas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas/Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros, 2010. 148p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional (MI). Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública por municípios, estados e Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos; e dá outras providências. Brasília, 2012. Anexo 1 - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres(COBRADE),Brasília,2012c.Disponível em: [https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/Links/09062014\\_Instrucao\\_normativa\\_de\\_01\\_de\\_agosto\\_de\\_2012.pdf](https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/Links/09062014_Instrucao_normativa_de_01_de_agosto_de_2012.pdf). Acesso em: 10 jan. 2023.

BULHÕES, E. Erosão costeira e soluções para a defesa do litoral. In: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (orgs.) Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p. 655-688. ISBN 978-65-992571-0-0

BULHÕES, E.; SOUZA, B.; GOMES, T.B. Taxas de Mobilidade da Linha de Costa e Aspectos da Erosão Costeira na Orla Marítima de Campos dos Goytacazes. Relatório Técnico, 01/2021, Unidade de Estudos Costeiros, Universidade Federal Fluminense, 2021.

COOPER, J.A.G; PILKEY, O.H. (Orgs). Pitfalls of Shoreline Stabilization. 1.ed. London: Springer, 2012. 340p.

COWELL, P.J. THOM, B.G. Morphodynamics of coastal evolution. In: Carter, R.W.G., Woodroffe, C.D. (Eds.), Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 33–86, 1994.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em IBGE | Censo 2010, acesso jan. 2021

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000. IBGE-Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 2019, 164p

GOMES, T.B. Mapeamento de geoindicadores e parâmetros de qualidade ambiental na orla de Campos dos Goytacazes, RJ. Dissertação de Mestrado (Geografia). Universidade Federal Fluminense, 129p, 2022

JOHNSON, J. M.; MOORE, L. J.; ELLS, K.; MURRAY, A. B.; ADAMS, P. N.; MACKENZIE, R. A.; JAEGER, J. M. [Recent shifts in coastline change and shoreline stabilization linked to storm climate change.](#) Earth Surface Process Landforms, v.40, n.5, p.569–585, 2015.

LUIJENDIJK; A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R.; BAART, F.; DONCHYTS, G.;

AARNINKHOF, S. The state of the world 's beaches. Nature Scientific Reports, v. 8, n. 6641, 2018.

MARTINS, M.C.B.S.; BULHOES, E.; GOMES, T.B. A gestão costeira no brasil e uma análise do Projeto Orla em um município do norte fluminense In: SOUTO, R.D (org.) Gestão Ambiental e Sustentabilidade em Áreas Costeiras e Marinhas: Conceitos e Práticas, Volume 2. Capítulo 18. p. 363-380, 2022.

MUEHE, D. Aspectos Gerais da Erosão Costeira no Brasil. Revista Mercator, v. 4, n. 7, p. 97-110, 2005.

MUEHE, D. (Org). **Panorama da Erosão Costeira no Brasil**. 1.ed. Brasília: MMA, 2018.

SALLENGER Jr, A.H. [Storm impact Scale for Barrier Islands](#). Journal of Coastal Research, v. 16, n. 3, p.890-895, 2000

SILVA, M.B. Análise da erosão na zona costeira brasileira na perspectiva da geografia marinha. Dissertação de Mestrado (Geografia). Universidade Federal Fluminense, 2023

SLOTT, M.J.; MURRAY, A.B.; ASHTON, A.D.; CROWLEY, T.J. [Coastline responses to changing storm patterns](#). Geophysical Research Letters, v. 33, L18404, 2006.

SOUZA, T.A.; BULHOES, E.; AMORIM, I.B.S. Ondas de Tempestade na Costa Norte

Fluminense. Quaternary and Environmental Geosciences, v. 6, n. 2, p. 10-17, 2015.

STIVE, M.J.F., COWELL, P., NICHOLLS, R.J., 2009. Beaches, cliffs and deltas. In: SLAYMAKER, O.; SPENCER, T.; EMBLETON-HAMANN, C. (Eds.). Geomorphology and Global Environmental Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2009. p. 158–179.

YOUNG, R.; GRIFFITH, A. Documenting the global impacts of beach sand mining. Geophysical Research Abstracts, v. 11, 2009.