



MAPEAMENTO DA LINHA DE COSTA EM PARATY (RJ)

Ana Beatriz Pinheiro ¹
André Luiz Carvalho da Silva ²
Thiago Gonçalves Pereira ³

RESUMO

Este estudo objetivou caracterizar o comportamento da linha de costa no litoral de Paraty, localizado no sul do Estado do Rio de Janeiro entre os anos de 2005 e 2019. O município de Paraty tem sua história marcada pelo Período Colonial brasileiro e recebe anualmente diversos festivais culturais que movimentam o turismo e a economia da região; além de ser um destino muito procurado pelas belas paisagens proporcionadas pelo encontro da Serra do Mar com o oceano. Essa região apresenta uma costa com centenas de ilhas e um litoral recortado, com uma sucessão de pequenas enseadas e estreitas planícies costeiras. A metodologia adotada consistiu na utilização de ortofotos do IBGE (2005), fotografias aéreas adquiridas no Google Earth Pro e ortomosaicos adquiridos com o VANT (2019). Os resultados mostram que o setor sul da praia de Jabaquara, as praias do Pontal, Terra Nova (Centro de Paraty), na porção abrigada do litoral de Paraty, assim como Cepilho e Fora (em Trindade), apresentaram um comportamento erosivo ao longo dos últimos 14 anos. A praia do Rancho (Trindade) e o setor norte de Jabaquara apresentaram um comportamento estável e o centro do arco praial de Jabaquara mostrou uma acreção no mesmo período analisado.

Palavras-chave: Linha de costa, Erosão costeira, Paraty, VANT (veículo aéreo não tripulado).

ABSTRACT

This study aimed to characterize the behavior of the Paraty shoreline, in the south of the state of Rio de Janeiro between the years 2005 and 2019. The history of the municipality of Paraty is marked by the Brazilian Colonial Period and the city annually hosts several cultural festivals that stimulate the region's tourism and economy. It is also a popular destination for the beautiful landscapes provided by the Serra do Mar meeting the ocean. This region features a coast with hundreds of islands and a succession of small embayments and narrow coastal plains. The methodology consisted consists of using orthophotos from IBGE (2005), aerial photographs acquired from Google Earth Pro and ortofotomosaicos acquired with the UAV (2019). The results show that the southern sector of Jabaquara Beach, the beaches of Pontal and Terra Nova (in the center of Paraty - Centro) in the sheltered portion of the coast of Paraty, in addition to Cepilho and Fora (in Trindade), showed erosive behavior over the 14 years analyzed. Ranchos Beach (Trindade) and the northern sector of Jabaquara showed stable behavior and the central sector of the Jabaquara beach arc showed an accretion during the same period analyzed.

Keywords: Shoreline, Coastal erosion, Paraty, UAV (Unmanned Aerial Vehicle).

¹ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra da Universidade Federal Fluminense - UFF, ana_pinheiro@id.uff.br

² Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ, andrelcsilvageouerj@gmail.com

³ Professor Adjunto do departamento de Geografia Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ, thiagopereira.uerj@gmail.com



INTRODUÇÃO

Quase a metade da população mundial vive atualmente a menos de 100 km do litoral (DAVIS e FITZGUERALD, 2004). No Brasil, 58% da população concentra-se na faixa de 200 km do litoral (IBGE, 2018). O acelerado processo de urbanização, marcado por uma grande concentração populacional próximo à costa, tem intensificado diversos problemas, principalmente quando se considera o caráter altamente dinâmico e sensível dos ambientes litorâneos. Este cenário reforça a necessidade de adoção de medidas de gerenciamento voltadas para a proteção das áreas costeiras.

Paraty tem vivenciado diversos problemas, em virtude de um acelerado processo de urbanização, que tem causado danos aos ecossistemas litorâneos e prejuízos à população. A ocorrência de impactos decorrentes de tempestades, como inundações frequentes, danos a estruturas e erosão em determinados locais, são registros da suscetibilidade desse litoral à ação das ondas de tempestade (PINHEIRO et al. 2021). Apesar do litoral do Rio de Janeiro ser bem compreendido em relação à dinâmica e evolução costeira, estudos dessa natureza no litoral de Paraty são escassos. Entretanto são fundamentais para o conhecimento das diversas variáveis relacionadas à dinâmica e ao comportamento da linha de costa, o que pode auxiliar na tomada de decisões relacionadas ao gerenciamento costeiro local. Neste sentido, o presente estudo objetivou caracterizar o comportamento da linha de costa no litoral de Paraty, sul do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1), entre os anos de 2005 e 2019.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Paraty está localizado no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, no sudeste do Brasil (Figura 1). Esta região, conhecida como Costa Verde, é caracterizada pelo domínio da Serra do Mar, possui centenas de ilhas e um litoral recortado, com uma sucessão de pequenas enseadas e estreitas planícies costeiras (MUEHE, 2001; MEDEIROS, 2006). Existem muitas praias do tipo *pocket beach* (praias de bolso), caracterizadas pela extensão reduzida da faixa de areia, separadas por promontórios rochosos (PRANZINI et al., 2013; BOWMAN et al, 2014).

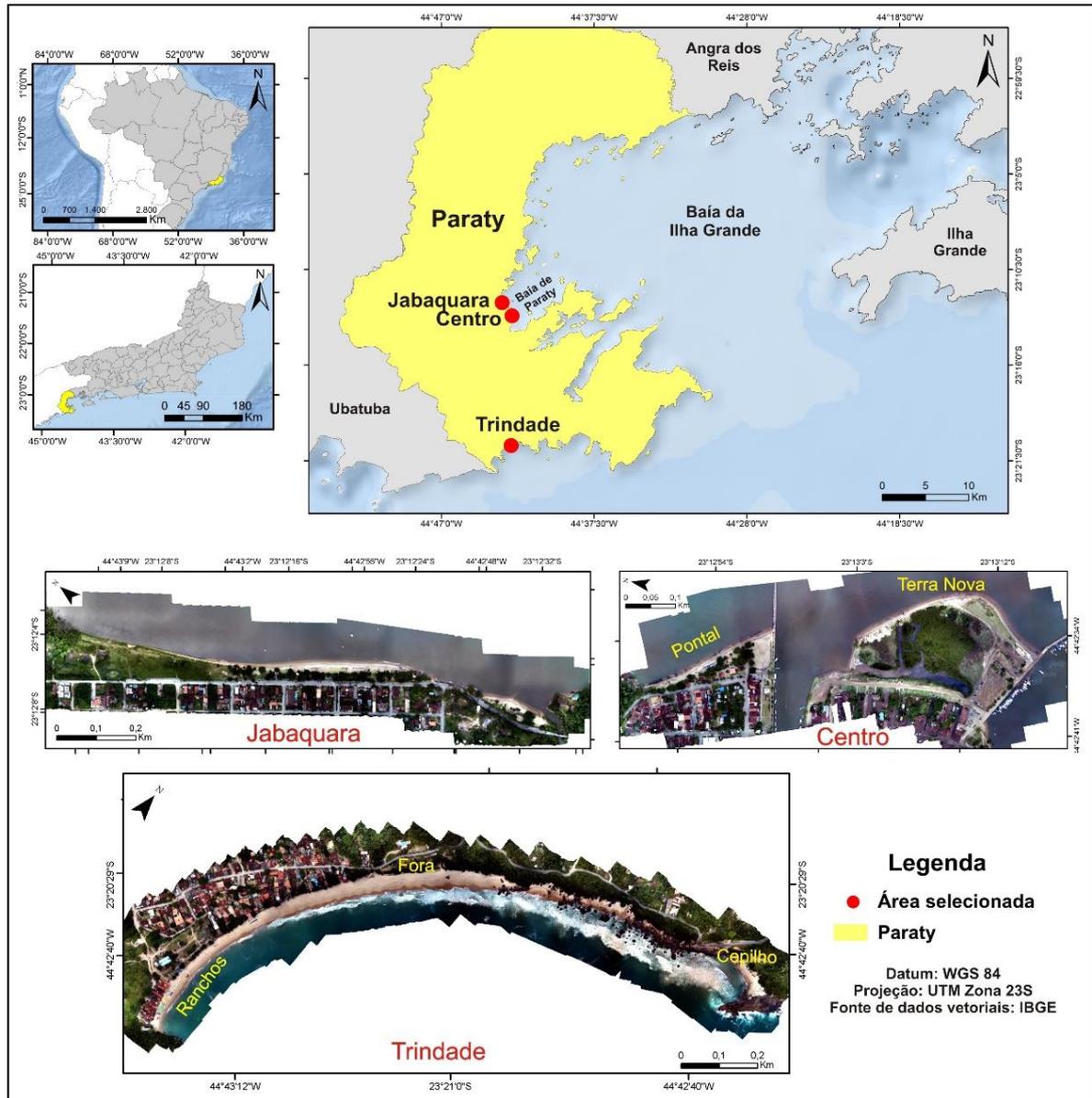


Figura 1. Mapa de localização das áreas estudadas.

Para este estudo foram escolhidas três áreas, com características geográficas distintas (Figura 1). Jabaquara e o Centro de Paraty estão localizadas no setor oeste da Baía da Ilha Grande e, portanto, encontram-se parcialmente abrigadas em relação à incidência direta de ondas. As praias abrigadas de Paraty apresentam características distintas quanto à dinâmica morfológica e sedimentar, e apresentam diferentes níveis de exposição aos eventos de tempestade, que está diretamente associada à direção de incidência das ondas, à localização das praias em relação à abertura da baía e à presença de ilhas (PINHEIRO et al. 2021). Mesmo sujeitas a uma dinâmica de baixa energia e estando abrigadas, as ondas de tempestade podem atingir essas praias, normalmente protegidas, principalmente quando ocorrem



associadas à maré de sizígia, podendo causar impactos nas estruturas costeiras, transposição de ondas e erosão (GODOI et al., 2011; PINHEIRO et al. 2021).

Diferentemente, o arco praiial localizado na Vila de Trindade compreende a parte oceânica desse litoral, exposto à incidência direta das ondas e sujeito às rápidas mudanças nas condições de mar, onde as ondas de tempestade podem chegar a mais de 3 m de altura na arrebentação, eventualmente atingindo construções localizadas dentro da faixa de areia da praia. Todas as áreas estudadas são urbanizadas e possuem algum tipo de infraestrutura, quase sempre muito próximas ou até mesmo dentro dos limites da faixa dinâmica da praia.

Paraty tem sua História marcada pelo Período Colonial Brasileiro e por ter sido sede do mais importante porto exportador de ouro do Brasil no século XVIII. Em 2019, foi reconhecida como patrimônio cultural e natural da humanidade pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura). O turismo é a principal atividade econômica do município (PADILHA, 2016), que atrai visitantes de várias partes do Brasil e do mundo, devido os seus festivais culturais e pela beleza da região. Apesar da rica biodiversidade e geodiversidade, os estudos realizados nesta parte do litoral fluminense ainda são pouco representativos quando comparados a outras áreas no Estado do Rio de Janeiro.

APORTE TEÓRICO

Os ambientes litorâneos são extremamente dinâmicos e recebem continuamente fluxos de energia e matéria por estarem submetidos a uma variedade de processos naturais e também são influenciados pelas atividades humanas (CARTER, 1988). A evolução das linhas de costa ao redor do mundo, tanto devido a fatores naturais quanto induzidos pelo homem, pode ser variável em diferentes escalas temporais e espaciais (STIVE et al., 2002). Elas são vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas em escala global, devido ao aumento do nível do mar e; em escala regional, devido às mudanças no regime de ondas (tempestades). Ambos os impactos dessas mudanças tendem a gerar problemas relacionados à ocorrência de inundações e erosão costeira (MASSELINK et al. 2016). Este cenário é preocupante, principalmente quando se considera o aumento no nível médio do mar (IPCC, 2014), assim como no número e na frequência das tempestades mais intensas a nível global nas últimas décadas (WEBSTER et al., 2005; HOLLAND e BRUYÉRE, 2013). Luijendijk et al. (2018), com base na análise do comportamento do litoral a partir de imagens de satélite, aponta que cerca de 24% das praias arenosas do mundo estão sofrendo erosão. À medida que o nível do mar se eleva, a costa tende a recuar e as estruturas de engenharia construídas junto às praias



tendem a limitar a capacidade de migração dos sedimentos, podendo causar erosão (COOPER et al., 2020).

METODOLOGIA

Para a caracterização do comportamento da linha de costa foram selecionadas 3 áreas, sendo que duas destas encontram-se na parte abrigada do litoral estudado (Jabaquara e Centro) e outra na parte oceânica (Trindade). Foram utilizadas as ortofotos da base de dados do IBGE (2005), fotografias aéreas (2008, 2011, 2016 e 2017) adquiridas no Google Earth Pro e devidamente georreferenciadas a partir das ortofotos do IBGE; e ortomosaicos adquiridos com um VANT (2019). As ortofotos, as fotografias aéreas e os ortomosaicos foram vetorizadas e posteriormente plotadas no ortofotomosaico de 2019 para a comparação da linha de costa em diferentes momentos. No presente trabalho optou-se pela escolha do contato úmido/seco da praia como indicador da posição da linha de costa (BOAK e TURNER, 2005). A análise do comportamento da linha de costa foi realizada com base na classificação proposta por Luijendijk et al. (2018), que estabelece as seguintes categorias: acreção ($> 0,5$ m/ano), estabilidade ($-0,5$ a $0,5$ m/ano), erosão (-1 a $-0,5$ m/ano), erosão intensa (-3 a -1 m/ano), erosão severa (-5 a -3 m/ano) e erosão extrema (< -5 m/ano). Para isso foi calculado o intervalo entre a linha de costa mais antiga e a mais recente, dividindo pelo período de tempo analisado, tendo assim uma média da movimentação anual da linha de costa (m/ano).

Os ortomosaicos de 2019 foram obtidos a partir de um VANT, da marca *DJI* modelo *Phantom 4 Advanced*, equipado com uma câmera com resolução de 20 megapixels. Os voos foram realizados em condições de tempo ideais, com velocidade do vento inferior a 5 m/s, entre 102 e 110 m de altura. Para tal, foram confeccionados previamente planos de voos executados no software *MAPPILLOT*, onde foram analisados: o tamanho da área de interesse, o grau de cobertura vegetal, a altura de voo, a distância de amostra do solo (GSD) e a distribuição de 27 pontos de apoio. Os pontos de apoio foram distribuídos sobre a área de sobrevoo e georreferenciados com um DGPS (*Differential Global Positioning System*) modelo *GTR-G2 da TechGeo*, para garantir a precisão nas coordenadas e a acurácia dos produtos gerados. As fotografias aéreas foram processadas no software *Agisoft Photoscan Professional*, por meio da aplicação de filtros e máscaras, objetivando a geração dos produtos finais.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Jabaquara

O arco praiial de Jabaquara (Figura 2) possui 1.230 m de extensão, orientação NO-SE e limita-se com a vegetação de manguezal a noroeste e por um estreito canal do rio Perequê-Açu no limite sudeste. É a maior e mais importante praia na área central da cidade de Paraty. Esse trecho da orla de Paraty possui muitas pousadas e restaurantes, e recebe um grande número de frequentadores. A linha de costa no arco praiial de Jabaquara mostrou mudanças significativas ao longo da série histórica observada (Figura 2A). No setor norte de Jabaquara, a linha de costa avançou 8 m em direção ao mar, entre os anos de 2005 e 2016. Entretanto, no período entre 2016 e 2019, pode-se notar que a mesma recuou cerca de 6 m em direção ao continente, para uma posição muito similar a mapeada para o ano de 2005 (Figura 2B). Momentos de avanço e recuo fazem parte da dinâmica natural desse ambiente, em resposta as variações nas condições de mar e aporte de sedimentos (BIRD, 2008). No período de 14 anos, a linha de costa neste setor mostrou um comportamento de estabilidade, com uma taxa de variação de 0,2 m/ano. O centro do arco praiial de Jabaquara apresentou um avanço de cerca de 17 m em direção ao mar entre 2005 e 2019 (Figura 2C), o que aponta para um comportamento de acreção da linha de costa em 14 anos, com uma taxa da variação de 1,2 m/ano.

O setor sul de Jabaquara (Figura 2D) apresentou um avanço da linha de costa de cerca de 5 m em direção ao mar entre 2005 e 2011. No entanto, entre 2011 e 2016 houve um recuo de aproximadamente 13 m, precedido por um rápido avanço de 8,5 m entre 2016 a 2017, quando a linha de costa apresenta uma posição semelhante à observada em 2005. Um forte recuo da linha de costa, de cerca de 12 m, marca o período entre 2017 e 2019. Ao analisarmos o comportamento da linha de costa no período de 14 anos (2005 a 2019), verificou-se o predomínio de um recuo em direção ao continente de aproximadamente 11 m, apesar da variabilidade observada (Figura 2D), indicando um comportamento erosivo, com taxa de variação de -0,7 m/ano. O extremo sul de Jabaquara foi o trecho que apresentou um recuo mais acentuado (Figura 2E). Entre 2005 e 2011, esse setor apresentou um recuo de 6 m em direção ao continente; entre os anos de 2011 e 2016, houve uma redução expressiva de cerca de 14 m, sem posterior recuperação (Figura 2E). A posição da linha de costa entre 2005 e 2019, quando comparadas, permite observar um recuo total em torno de 32 m em direção ao



continente (Figura 2E), resultado de um comportamento erosivo intenso, com uma taxa de variação de $-2,2\text{m/ano}$.

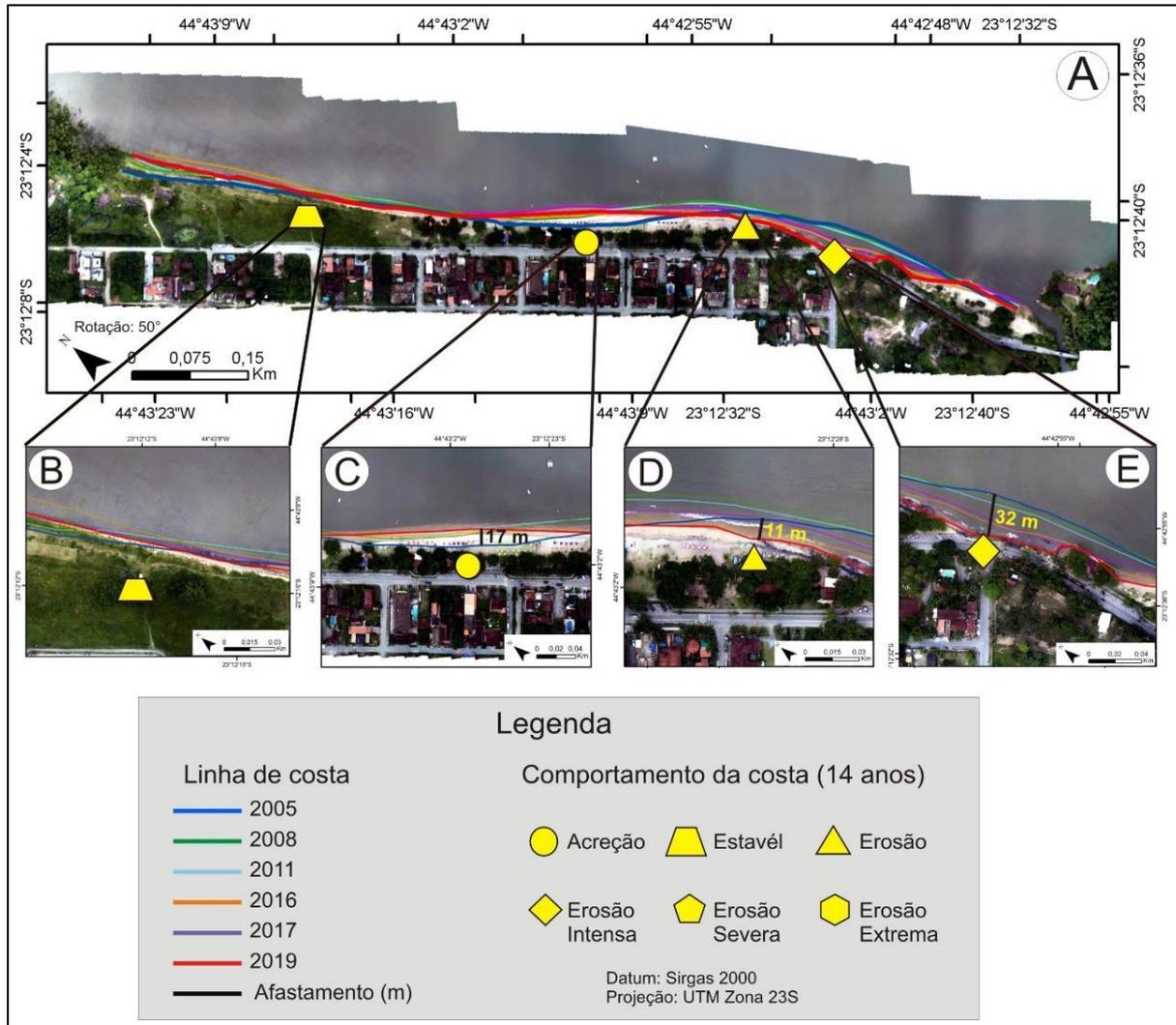


Figura 2. Mapa de variação da linha de costa na praia de Jabaquara.

Estudo realizado por Pinheiro et al. (2021) entre os anos de 2016 e 2018, mostraram que o setor norte de Jabaquara apresentou alterações discretas com ganho de sedimentos no verão (22%), seguida por pequenas perdas no inverno (18%), exibindo perfis muito semelhantes entre as estações, o que aponta para a mesma estabilidade observada a partir do mapeamento da linha de costa entre 2005 e 2019. O extremo sul da praia de Jabaquara é o mais preocupante, apresentou uma redução acentuada de 70% no volume de sedimentos em dois anos (2016 a 2018) e um recuo de 7 m da escarpa de tempestade no limite interno da praia, evidenciando um acentuado recuo da linha de costa, que corroboram com os dados apresentados nesse estudo.



As ondas que chegam à praia são de baixa energia, com altura inferior a 40 cm sob condição de tempo bom e não ultrapassam 1 m durante condições de tempestade (PINHEIRO et al., 2021). No entanto, durante eventos de maior intensidade as ondas atingem as estruturas localizadas dentro e/ou próximo a praia. Para minimizar o impacto das ondas de tempestade neste trecho, em 2018 a prefeitura construiu um muro de contenção, que posteriormente foi destruído por essas ondas (Figura 3B). O processo erosivo se acentuou a partir de sucessivos eventos de tempestade ocorridos em 2016. Em outubro de 2016, um forte ciclone extratropical atingiu os litorais sudeste e sul do Brasil (CPTEC/INPE, 2016) e esse evento foi considerado um dos maiores já registrados nos últimos 40 anos na costa do Rio Grande do Sul (OLIVEIRA et al., 2019). A partir de então, foram observadas diversas evidências de erosão nesse setor da praia de Jabaquara, conforme indicadas por Bird (2008) e Souza (2009), como: exposição de raízes, com posterior tombamento de árvores (Figura 3A); destruição de estruturas construídas na retaguarda da praia (Figura 3B); elevada concentração de minerais pesados em um pós-praia estreito (Figura 3A); evidencia de transposição de ondas durante eventos de maior intensidade, causando constantes inundações nas ruas próximas à praia (Figura 3C e D).



Figura 3. Danos causados pelos eventos extremos ocorridos em 2016 no litoral de Paraty. Fotos: A - André Silva, 2016; B - André Silva, 2019; C, D e E - Nelson Costa, 2016; F - www.g1.globo.com; G, H e I - Associação de Moradores de Trindade (AMOT), 2016.



Grande parte dos sedimentos erodidos no setor sul deste arco de praia podem ter sido transportados pela ação das correntes de maré em direção a noroeste (centro do arco de praia) (Figura 2A), onde houve um avanço da linha de costa de cerca de 17 m em direção ao mar, (Figura 2C). As correntes de maré podem ser um processo importante em ambientes restritos como estuários e baías (NORDSTROM, 1989; VILA-CONCEJO et al., 2020). Nessas áreas, as correntes de maré podem contribuir para o processo de erosão e deposição, por meio da redistribuição de sedimentos ao longo da costa; além, de exportar sedimentos para áreas submersas com maiores profundidades, onde os materiais não podem mais ser remobilizados por ondas de baixa energia (VILA-CONCEJO et al., 2020).

Centro de Paraty

A área central de Paraty, próximo ao Centro Histórico, é um dos locais mais urbanizados e, conseqüentemente, mais modificados da cidade. Ao norte do rio Perequê-Açu, na praia do Pontal, a posição da linha de costa apresentou mudanças significativas em 14 anos (2005-2019), principalmente nas proximidades do molhe de pedras (Figura 4). Nesse local, houve um recuo em direção ao continente de aproximadamente 35 m no período entre 2005 e 2019 (Figura 4), apesar de se tratar de um trecho sujeito a uma baixa dinâmica. Esse cenário aponta para um comportamento de erosão intensa, com uma taxa de variação de -2,5 m/ano. Ao sul do rio Perequê-Açu, houve mudanças na posição da linha de costa, com destaque para o setor norte que apresentou um recuo de cerca de 49 m entre 2005 a 2019 (Figura 4), indicativo de uma erosão severa, com uma taxa de variação de -3,5 m/ano. O setor sul, próximo ao píer, apresentou um recuo de aproximadamente 18 m no mesmo período, evidenciando um comportamento erosivo intenso, com uma taxa de variação de -1,3 m/ano. Essa região central é frequentemente inundada durante períodos de maré alta, combinados com ondas de tempestade (inferiores a 1 metro). Embora sejam áreas abrigadas com ondas de baixa energia, durante eventos extremos, o nível da água cobre toda a praia e invade calçadas e ruas paralelas à praia (Figura 3E e F).

As áreas centrais de Paraty (Jabaquara e Centro) sofreram repetidas modificações ao longo do processo de expansão urbana (BENCHIMOL, 2007; VILLENA et al., 2013), que podem ter modificado a hidrodinâmica local, interrompendo o transporte de sedimentos ao longo da costa, o aporte de materiais provenientes dos rios e, com isso, colaborado para o processo de erosão observado neste estudo. As alterações nos cursos dos rios do município e a



construção de um mole entre as décadas de 1970 e 1980 na margem do rio Perequê-Açu, fizeram com que a Praia do Pontal, que antes recebia uma contribuição sedimentar expressiva (BENCHIMOL, 2007), passasse a sofrer problemas severos de erosão. Como consequência, deu-se início uma acumulação de sedimentos na margem oposta, em frente ao Centro Histórico, na área chamada de Terra Nova (BENCHIMOL, 2007). A construção de estruturas rígidas do tipo molhe ou quebra-mar pode interromper a troca de sedimentos ao longo da costa pela corrente de deriva litorânea, fazendo com que haja um acúmulo de areias em um dos lados da estrutura e um déficit no lado oposto à mesma (DAVIS JR e FITZGERALD, 2004; BIRD, 2008). Vários estudos têm relatado os efeitos negativos dessas estruturas, que geralmente resultam em mudanças na dinâmica sedimentar (DIAS e KJERFVE, 2009; TSOUKALA et al., 2015; BOER et al., 2019; CASTILLO et al., 2021). Mesmo com novas intervenções realizadas pela prefeitura com o intuito de conter o problema da erosão na praia do Pontal (BENCHIMOL, 2007), foi possível notar com esse estudo, que o processo de erosão continua e parece se estender a Terra Nova (Figura 4).

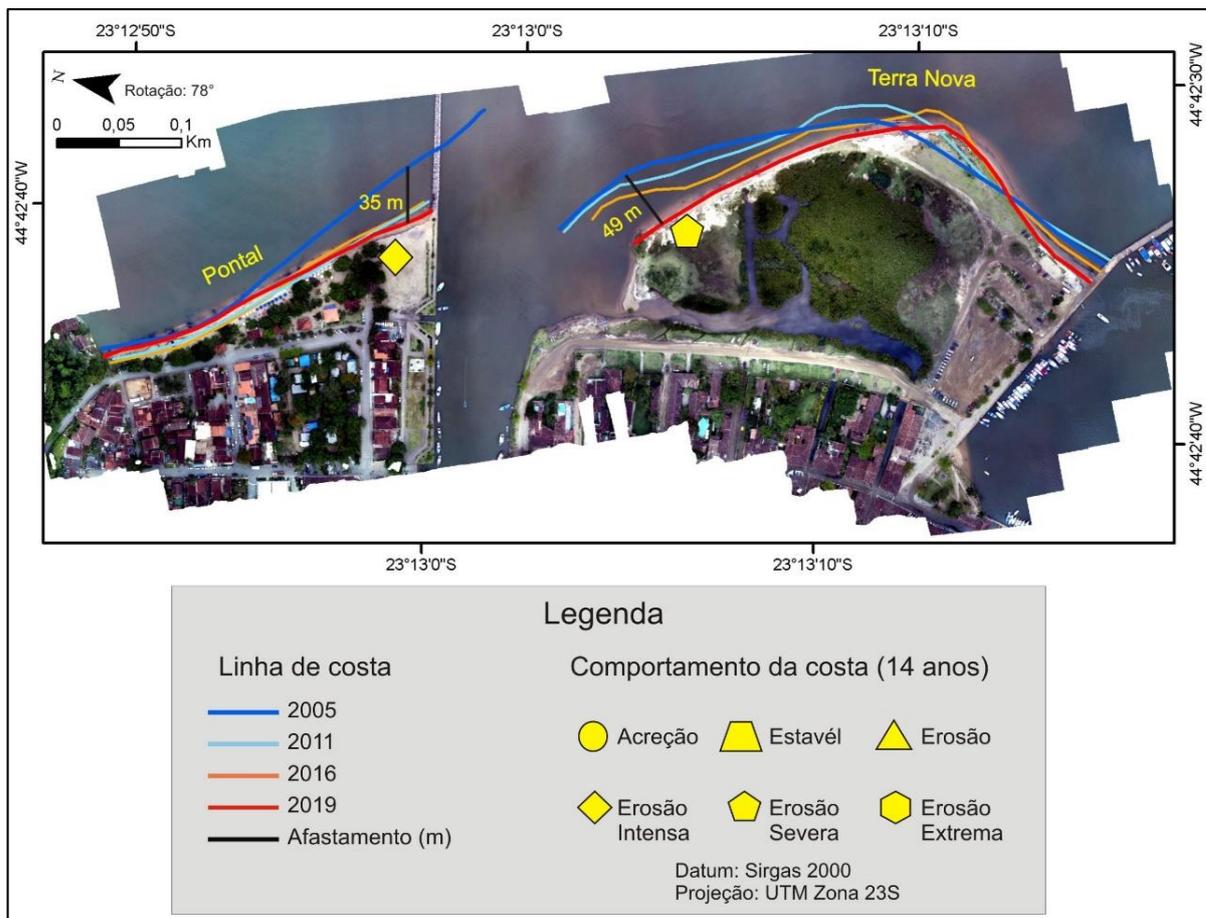


Figura 4. Mapa de variação da linha de costa na área central de Paraty.



Além disso, as praias abrigadas apresentam características que também podem ter contribuído para esse processo, como a baixa troca de sedimentos com praias adjacentes, a lenta recuperação pós-tempestade e a baixa energia das ondas predominantes (NORDSTROM, 1989; JACKSON et al., 2002). Também apresentam características que favorecem a densa ocupação (NORDSTROM, 1989; VILA-CONCEJO et al, 2020), o que pode gerar danos ainda maiores durante eventos extremos. O processo erosivo, especialmente na praia de Jabaquara, se acentuou a partir de sucessivos eventos de tempestade ocorridos em 2016, como também verificado por Pinheiro et al. (2021). Isso é ainda mais preocupante quando se considera que o provável cenário de um aumento do nível médio do mar (IPCC, 2014), juntamente com o aumento no número e na frequência das tempestades mais intensas a nível global nas últimas décadas (WEBSTER et al., 2005; HOLLAND e BRUYÉRE, 2013). O processo de erosão nas áreas centrais de Paraty (Jabaquara e Centro) pode estar associados a alguns fatores, como: à suscetibilidade à ação das ondas de tempestade; baixa troca de sedimentos com praias adjacentes, devido à baixa energia das ondas; a lenta recuperação pós-tempestade das praias de baixa energia; e, principalmente, as intervenções realizadas nessa região, que podem ter alterado a hidrodinâmica e o aporte de sedimentos para as praias.

Trindade

O litoral da Vila de Trindade possui orientação NE-SO e é limitado por costões rochosos (Figura 5A). A praia do Cepilho, no setor nordeste, é uma *pocket beach* (praia de bolso), com 340 m de extensão, separada das demais por afloramentos do embasamento cristalino. Em direção à sudoeste (na área central da vila) estão localizadas as praias de Fora e Ranchos (Figura 5A), num arco praial com 1,5 km de extensão. Entre os anos de 2005 e 2017, a praia dos Ranchos, apresentou um avanço em direção ao mar de cerca de 12 m (Figura 5B). Entretanto, em apenas dois anos (2017 e 2019) houve um recuo de 9 m, para uma posição similar a inicial (ano de 2005) (Figura 5B). Essas variações apontam para um comportamento estável deste setor no período analisado, com uma taxa de variação de 0,3 m/ano. Entretanto, esse trecho é o mais preocupante, pois é comumente atingido por grandes ondas de tempestade, que tem causado danos às construções localizadas dentro e/ou próximo à faixa de areia da praia, além do tombamento de árvores e inundação, como ocorrido em agosto de 2016 (Figura 3 G a I). A praia de Fora (meio do arco praial), entre 2005 e 2019, apresentou um recuo em direção ao continente de cerca de 32 m (Figura 5C), o que sugere um comportamento erosivo intenso da linha de costa, com uma taxa de variação de -2,2 m/ano.



Na praia do Cepilho, de 2005 a 2019, houve um recuo em direção ao continente de 35 m (Figura 5D); sendo mais intenso no período entre 2017 e 2019 (22 m). Tais mudanças apontam para um processo de erosão intensa, com uma taxa de variação de -2,5 m/ano.

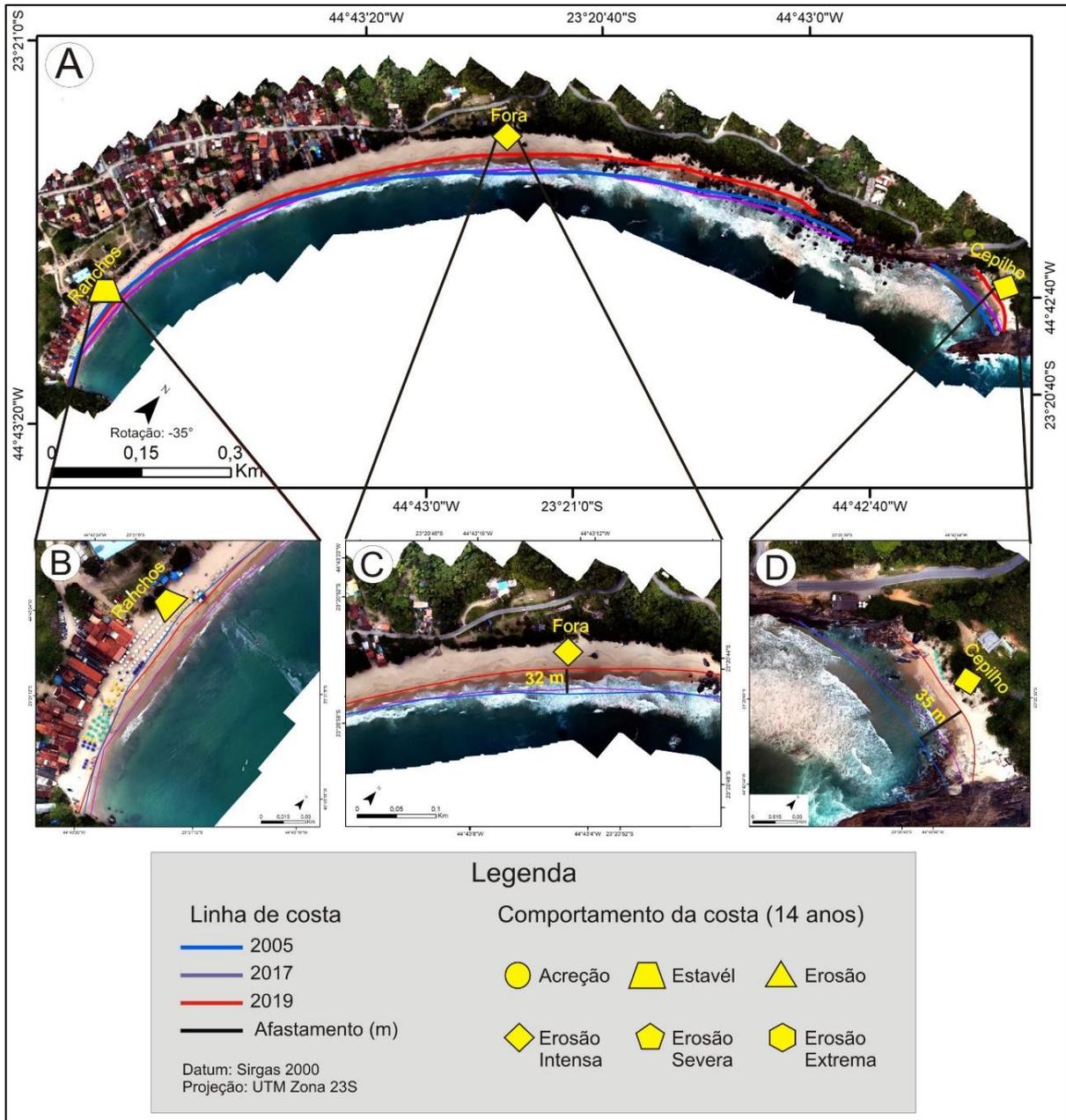


Figura 5. Mapa de variação da linha de costa na área de Trindade.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As praias de Jabaquara e da área central de Paraty, regiões abrigadas no litoral estudado, apresentaram um comportamento erosivo com recuo da linha de costa ao longo dos 14 anos analisados. O meio do arco praiial de Jabaquara foi o único que apresentou um comportamento de acreção com avanço da linha de costa. O processo de erosão nas áreas centrais de Paraty (Jabaquara e Centro) pode estar associados a alguns fatores, como: à suscetibilidade à ação das ondas de tempestade; baixa troca de sedimentos com praias adjacentes, devido à baixa energia das ondas; a lenta recuperação pós-tempestade das praias de baixa energia e, principalmente, as intervenções realizadas nessa região, que podem ter alterado a hidrodinâmica e o aporte de sedimentos para as praias. As praias localizadas em Trindade também mostraram um comportamento erosivo, com recuo da linha de costa durante o período analisado, exceto a praia dos Ranchos, que mostrou um comportamento estável no mesmo período. Porém devido a exposição direta às ondas, durante os eventos de tempestade, as ondas podem atingir 3 m de altura e alcançar as construções localizadas próximo à faixa de areia da praia, causando danos e inundações.

Eventos de erosão e inundação costeira podem se tornar mais frequentes, devido ao provável cenário de aumento no nível médio do mar, juntamente com as mudanças climáticas em andamento. Portanto, estudos sobre o manejo e gestão de áreas costeiras se tornam cada vez mais necessários.

REFERÊNCIAS

BENCHIMOL, M. F. **Gestão de unidades de conservação marinhas: um estudo de caso da área de proteção ambiental da Baía de Paraty - RJ**. MSc Dissertation. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2007.

BOAK, E.H. & TURNER, I.L. Shoreline definition and detection: a review. **Journal of Coastal Research**, 21(4), 2005.

BOER, W.; MAO, Y.; HAGENAARS, G.; VRIES, S.; SLINGER, J.; VELLINGA, T. Mapping the Sandy Beach Evolution Around Seaports at the Scale of the African Continent. **Journal of Marine Science and Engineering**, 7, p. 151, 2019. Doi.10.3390/jmse7050151



CARTER, R. W. G. **Coastal Environments: An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines**. 1. ed. Academic Press, London, 1988.

CASTILLO, G. B.; MURILLO, L. F. S. Cambios en la línea de costa en el Caribe Sur de Costa Rica durante el periodo 2005-2016. *Revista de Ciencias Ambientales. Tropical Journal of Environmental Sciences*, 55 (2), p. 111-140, 2021. Doi: 10.15359/rca.55-2.6

COOPER, J. A. G.; MASSELINK, G.; COCO, G.; SHOR, A. D.; CASTELLE, B.; ROGERS, K.; ANTHONY, E.; GREEN, A. N.; KELLEY, J. T.; PILKEY, O. H.; JACKSON, D. W. T. Sandy beaches can survive sea-level rise. *Nature Climate Change*, 10, p. 993-995, 2020.

BIRD, E. C. F. **Coastal Geomorphology: An Introduction**. 2. ed. Inglaterra: Other Wiley Editorial Offices, 2008.

BOWMAN, D.; ROSAS, V.; PRANZINI, E. Pocket beaches of Elba Island (Italy) e Planview geometry, depth of closure and sediment dispersal. *Journal Estuarine, Coastal and Shelf Science*. p.37- 46, 2014.

CPTEC/INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, 2016 [consulta: 10.11.2016]. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br>

DAVIS JR, R. A., FITZGERALD, D. M. **Beaches and Coasts**. 1 ed. Blackwell Publishing, 2004.

DIAS, G. T. M.; KJERFVE, B. Barrier and Beach Ridge Systems of the Rio de Janeiro Coast. In: DILLENBURG, S. R., HESP, P. A. **Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil**. Berlin: Springer-Verlag, p. 225-252, 2009.

GODOI, V. A., CALADO, L., WATANABE, B. W., YAGINUMA, L., PEREIRA, M. B. Evento extremo de ondas na baía da Ilha Grande: um estudo de caso. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, 5, p. 28-44, 2011.

HOLLAND, G., BRUYÈRE, C.L. Recent intense hurricane response to global climate change. *Climate Dynamics*, 42, p. 617–627, 2013.



IBGE. Concentração da população Faixa litorânea. 2018. Disponível em: https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_distribuicao_populacao.pdf.

Acesso em: 08 jul. 2021.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Genebra, 2014.

JACKSON, N.L., NORDSTROM, K.F., ELIOT, I. & MASSELINK, G. “Low energy” sandy beaches in marine and estuarine environments: a review. **Geomorphology**, 48, p. 147-162, 2002.

KIM, I. H., LEE, H. S., KIM, J. H., YOON, J. S., HUR, D. S. Shoreline change due to construction of the artificial headland with submerged breakwaters. **Journal of Coastal Research**, 72, p. 145-150, 2014.

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R.; BAART, F.; DONCHYTS, G.; AARNINKHOF, S. The State of the World’s Beaches. **Nature Scientific Reports**, 8, p. 6641, 2018.

MASSELINK, G.; CASTELLE B.; SCOTT, T.; DODET, G.; SUANEZ, S.; JACKSON D.; FLOC’H, F. Extreme wave activity during 2013/2014 winter and morphological impacts along the Atlantic coast of Europe. **Geophys. research letter**, 43, p. 2135–2143, 2016.

MEDEIROS, M. F. **Estudos da sequência sedimentar holocênica das baías da ribeira e parati (Baía Ilha Grande – RJ) através de métodos sísmicos e análise de testemunhos.** 126 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

MUEHE, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. 2 ed., Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 273 -337, 2001.

NORDSTROM, K.F. Erosion control strategies for bay and estuarine beaches. **Coastal Management**, 17, 25-35, 1989.

OLIVEIRA, U. R.; SIMÕES, R. S.; CALLIARI, L. J.; GAUTÉRIO, B. C. Erosão de dunas sob ação de um evento extremo de alta energia de ondas na costa central e sul do Rio Grande



do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 20, p.137-158, 2019.
Doi.10.20502/rbg.v20i1.1352

PADILHA, M. N. Turismo, Patrimônio Histórico e Transformações Socioespaciais em Cidades Tombadas. O caso de Paraty. **Revista Rosa dos Ventos-Turismo e Hospitalidade**, 8, p. 1-16, 2016.

PRANZINI, E.; ROSAS, V.; JACKSON, N.L.; NORDSTROM, K.F. Beach changes due to sediment delivered by streams to pocket beaches during a major flood. **Geomorphology**. p. 36-47, 2013.

PINHEIRO, A. B. (2018). **Geomorfologia de praias e sensibilidade ambiental no litoral de Paraty (RJ) à potenciais eventos de derramamento de óleo. 2018**. Dissertação de Mestrado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Faculdade de Formação de Professores, São Gonçalo, Brasil.

PINHEIRO, A. B.; SILVA, A. L. C.; BAPTISTA NETO, J. A. Dynamics and storm records on sheltered beaches: Paraty, southeast coast of Brazil. **Journal of Sedimentary Environments**. Springer Nature Switzerland, 1, p. 1-17, 2021. Doi.org/10.1007/s43217-021-00075-2.

SOUZA, C. R. G. A. Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, 9, 17-37, 2009.

STIVE, M. J. F; AARNINKHOF, S. G. J.; HAMM, L.; HANSON, H.; LARSON, M.; WIJNBERG, K.M.; NICHOLLS, R.J.; CAPOBIANCO, M. Variability of shore and shoreline evolution. **Coastal Engineering**, 47, 211-235, 2002.

TSOUKALA, V. K., KATSARDI, V., HADJIBIROS, K., MOUTZOURIS, C. I. Beach Erosion and Consequential Impacts Due to the Presence of Harbours in Sandy Beaches in Greece and Cyprus. **Environ. Process**, 2, p. 55–71, 2015. Doi. 10.1007/s40710-015-0096-0

VILA-CONCEJO, A, GALLOPB, S. L., LARGIER, J. L. Sandy beaches in estuaries and bays. In: Jackson, D. W. T., Short, A. D. **Sandy Beach Morphodynamics**. Elsevier, Estados Unidos, p. 343-362, 2020.



XIV ENCONTRO NACIONAL DE
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM

GEOGRAFIA

XIV ENANPEGE
TEMPO DIGITAL

VILLENA, H. H., PEREIRA, S. D., GERALDES, M. C., CHAVES, H. A. F., HERMS, F. W., FERREIRA, M. G., ALMEIDA E. R., BARROS, I. P., MAFIA, J. R. (. Morfologia de fundo e cobertura sedimentar da Baía de Paraty. **Revista Interações Homem-Meio nas Zonas Costeiras Brasil/Portugal**. 1, p. 263 -277, 2013.

WEBSTER, P. J., HOLLAND, G. J., CURRY, J. A., CHANG, H. R. Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment. **Science**, 309, p. 1844-1846, 2005.