

CAPACIDADE DE CARGA FÍSICA E VULNERABILIDADE DA PRAIA DE GERIBÁ (ARMAÇÃO DOS BÚZIOS - RJ)

Isadora da Silva Santos ¹

Thaís Baptista da Rocha ²

RESUMO

As praias arenosas são feições deposicionais encontradas na interface da terra e do mar, compondo cerca de 31% da linha de costa global. Em decorrência do alto valor socioeconômico relacionado à recreação, turismo e serviços ecossistêmicos, as praias podem estar inseridas em áreas densamente povoadas e, atualmente, são consideradas um ambiente vulnerável frente aos impactos das mudanças climáticas, como aumento do nível do mar e intensificação dos eventos de tempestade. Como forma de avaliar a vulnerabilidade das praias arenosas, o conceito de “capacidade de carga” tem se tornado uma variável a ser considerada nessas avaliações, sobretudo em escala local. Por definição, a capacidade de carga é tida como “o número máximo de pessoas que pode visitar, em simultâneo, determinado destino turístico sem destruir as condições físicas, ecológicas, econômicas e socioculturais e sem causar redução inaceitável da satisfação dos visitantes”. Em face do exposto, o objetivo do trabalho consiste em avaliar a Capacidade de Carga Física (CCF) da praia de Geribá (Búzios) no Estado do Rio de Janeiro, considerando aspectos de ondas, morfometria e ocorrência de ressacas. Para a obtenção dos dados, foram analisadas imagens de satélite do Google Earth Pro (28/12/2021 e 10/02/2024) para o entendimento da variação da largura da praia, bem como a delimitação das áreas analisadas (meio do arco praial e porção leste); levantamento dos dados de reanálise de ondas do modelo Wave Watch III para direção, período e altura significativa das ondas; delimitação das zonas de uso recreativo. O cálculo da CCF considerou: área *solarium* total da praia/área *solarium* utilizada. Na data de 28/12/21, a largura da praia de Geribá foi uma das menores observadas da série histórica, resultando uma CCF de 2,1 m² (46,33%) e 3,5 m² (28,51%) na porção leste e no centro do arco de praia, respectivamente (quanto mais próximo de 1,0 mais intensa é ocupação da praia). A data também abarca os feriados de fim de ano, representando assim um maior trânsito de pessoas na cidade. As condições de ondas se caracterizaram como ondas de tempo bom, com altura média de 1,1 m, período de 8,9s, direção ESE e maré de quadratura. Na data de 10/02/24, a CCF foi de 5,5 m² (18,15%) e 4,7 m² (21,23%) na porção leste e no centro do arco, respectivamente. As condições de ondas se caracterizaram como ondas de tempo bom, com altura média de 1,1, período de 8,3s, direção SE e maré de sizígia. Os resultados indicam que o estoque sedimentar prévio das praias (largura média) influenciam as resultantes de capacidade de carga, já que mesmo sob condições de ondas de tempo bom a capacidade de carga foi próxima de 1,0, sobretudo na parte central do arco. Uma limitação da utilização das imagens do Google Earth é a ausência dos dados de horário de marés, pois o ciclo de preamar e baixa-mar podem ser variáveis importantes neste tipo de avaliação.

Palavras-chave: Praia arenosa, Capacidade de Carga, Vulnerabilidade Costeira.

¹ Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal Fluminense - UFF, isadorasantos@id.uff.br;

² Professor orientador: Doutora, Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense (UFF), thaisbaptista@id.uff.br.

INTRODUÇÃO

Definidas como a interface entre a terra e o mar (Luijendijk & De Vries, 2020), as praias arenosas estão entre as áreas mais vulneráveis aos impactos das mudanças climática (Copertino *et al.*, 2017). Em detrimento do aquecimento do oceano global e derretimento das calotas de gelo, estima-se que o nível do mar aumente de 0,28 a 0,55 metros (SSP1-1.9) até 2100 e 0,63 a 1,01 metros (SSP5-8.5) até o mesmo ano, de acordo com IPCC (2023). As praias arenosas são regiões que historicamente atraíram atividade humanas devido sua rica biodiversidade e potencial turístico (Herrera-Franco *et al.*, 2024), chegando a acomodar recentemente cerca de 898 milhões em costas de baixa elevação (10 metros acima do nível de mar), conforme apontou Reimann *et al.* (2023). Eventos de inundação, erosão e aumento dos eventos de tempestade, estão entre as consequências que os litorais e a população costeira poderão sentir diante do aumento do nível do mar (Rocha, 2023).

Dentre as múltiplas possibilidades de analisar e avaliar a vulnerabilidade das praias arenosas, a capacidade de carga aparece como um método efetivo para tais problemáticas, sobretudo em escala local (Medeiros *et al.*, 2016). A capacidade de carga é definida como “o número máximo de pessoas que pode visitar, em simultâneo, determinado destino turístico sem destruir as condições físicas, ecológicas, econômicas e socioculturais e sem causar redução inaceitável da satisfação dos visitantes” (OTM, 1981 pg. 5).

Através da implementação de variáveis físicas (morfologia da praia; aumento do nível do mar; ondas; área disponível para recreação e seus respectivos usos como caminhada, prática de esportes etc.), de variáveis econômicas (número de pessoas hospedada em determinada localização, valor médio de cada hospedagem, despeças dos usuários e análise de resorts, prédios, pousadas, *airbnb*) e da realização de questionários com os usuários das praias a fim de avaliar os serviços oferecido como bares, local de estacionamento, acessibilidade, banheiro etc., é que a capacidade de carga se torna uma ferramenta importante nos estudos costeiros voltados na avaliação e análise da vulnerabilidade de praias arenosas (Dóriga *et al.*, 2019; Provost *et al.*, 2021; Silva e Souza, 2024).

Mediante ao cenário exposto, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a capacidade de carga física (CCF) da praia de Geribá (Búzios), no Estado do Rio de



Janeiro. O interesse analítico em Geribá, mais especificamente em Búzios, se dá a partir da percepção de que o município é fortemente marcado pelo turismo costeiro, sendo esse considerado a principal atividade econômica da região. A praia de Geribá, conforme apontado por Paula *et al.* (2020), está entre as principais áreas turísticas da cidade e que atrai diversas atividades de lazer e possui ampla rede de restaurantes, induzindo ainda mais a procura por tal praia. Para além de tal interesse, identificou-se um gap relacionado a essa temática, sendo assim reforçado a necessidade de analisar e avaliar a capacidade de carga física da praia de Geribá.

METODOLOGIA

Para a obtenção dos dados examinados, o trabalho foi dividido em duas etapas (Figura 1): levantamento de imagens de satélite do Google Earth Pro e posterior análise no software ArcGis 10.8 e levantamento dos dados de reanálise de ondas do modelo *Wave Watch III*. Diante da série histórica do Google Earth Pro, selecionou-se as imagens 28/12/2021 e 10/02/2024, ambas imagens Landsat/Copernicus, com resolução espacial de 15 metros. As imagens do Google Earth Pro serviram para delimitar as áreas analisadas (Figura 2), bem como compreender a variação da largura da praia dos pontos supracitados. Vale ressaltar que os valores referentes à largura são estimados, visto que não há validação dos mesmos.

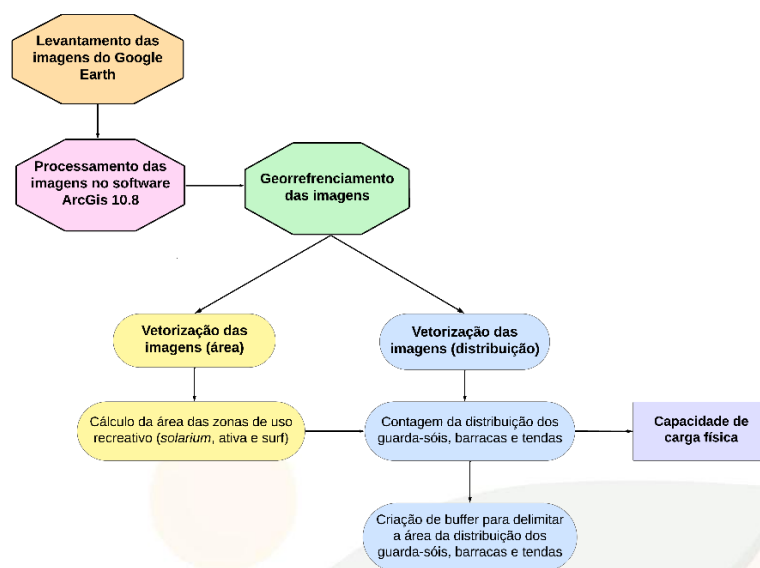


Figura 1. Esquema contendo as etapas do desenvolvimento do trabalho.



Figura 2. Mapa de localização da praia de Geribá, com destaque para as porções analisadas.

Subsequente ao levantamento das imagens de satélite, as mesmas foram georreferenciadas e vetorizadas na escala 1:1000 no software ArcGis 10.8. Na primeira vetorização, delimitou-se dois polígonos de 200 metros de comprimento (referentes as porções analisadas do estudo), mas com largura variante pois o limite foi até a última quebra das ondas. Com os polígonos delimitados, foram zoneadas as regiões de uso recreativo (*solarium*, ativa e surf) sendo obtido posteriormente a área (m²) de cada zona identificada para a aquisição da capacidade de carga física. Na segunda vetorização, foi mapeado a distribuição dos guarda-sóis, barracas e tendas presentes nos setores analisados, criando um *shapefile* de pontos para contabilizar os mesmos, gerando em seguida um buffer de 2 metros para atingir a área utilizada pelos guarda-sóis, barracas e tendas (m²).

Para a aquisição da capacidade de carga física se escolheu a área da zona *solarium* por ser reconhecida em ambas as porções e nas duas datas selecionadas (28/12/2021 e 10/02/2024). Foi empregada então a seguinte fórmula para extração da capacidade de carga física:

$$CCF = \frac{\text{Área total da zona solarium}}{\text{Área da zona solarium utilizada}}$$



Por fim, os dados de reanálise de ondas foram extraídos através da plataforma NOAA-Easier Access to Scientific Data (<https://erddap.aoml.noaa.gov/>) na localização de -22.5 a -22.0N; -41.5 a -42.0E. Nessa plataforma são fornecidos dados do modelo *Wave Watch III* desde o ano de 2013, sendo selecionado apenas os anos referentes as imagens de satélite (2021 e 2024). Dentre as múltiplas variáveis apresentadas pelo modelo, foram priorizadas as variáveis “altura significativa de onda”, “período de pico” e “direção de ondas”. Vale pontuar que a disponibilidade desses dados é aberta para qualquer usuário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como exposto anteriormente, a praia de Geribá foi analisada em duas datas distintas com o intuito de identificar sua variação de largura, o comportamento das ondas além da distribuição de pessoas (zonas de uso recreativo) e de barracas, guarda-sóis e tendas presentes na porção do meio e leste do arco praial. Para tais análises foram utilizadas ferramentas SIG. Na imagem do dia 28/12 observou-se apenas duas zonas de uso recreativo: *solarium* e ativa. A área obtida no meio do arco foi de 7533 m² na *solarium* e 4623 m² na zona ativa, já na porção leste foi identificado 4844 m² na zona *solarium* e 1478 m² na zona ativa (Figura 3). Quanto aos perfis topográficos, nota-se certo encurtamento dos mesmos em relação às demais imagens da série histórica disponibilizada pelo Google Earth Pro (Figura 4): o perfil do meio tinha 43,56 metros e de leste 26,17 metros. De acordo com os dados de reanálise de ondas, no levantamento do referido dia, prevaleceram ondas de tempo bom com altura média de 1,1 metro, período de 8,9 segundos, direção ESE e maré de quadratura.

Através do apontamento de Sales (2010), que destaca que os meses em que Búzios mais recebe turista é dezembro e março, é possível justificar a presença considerável de guarda-sóis, barracas e tendas em ambas as porções do arco praial, mesmo sob condições de mar agitado e faixa de areia curta. No dia 28/12 foi verificada área de 2250 m² no meio e 2350 m² na parte leste (Figura 5).



Figura 3. Área dos polígonos e zonas de uso recreativo (A = Zona Solarium e B = Zona Ativa) das porções analisadas no arco praial de Geribá.

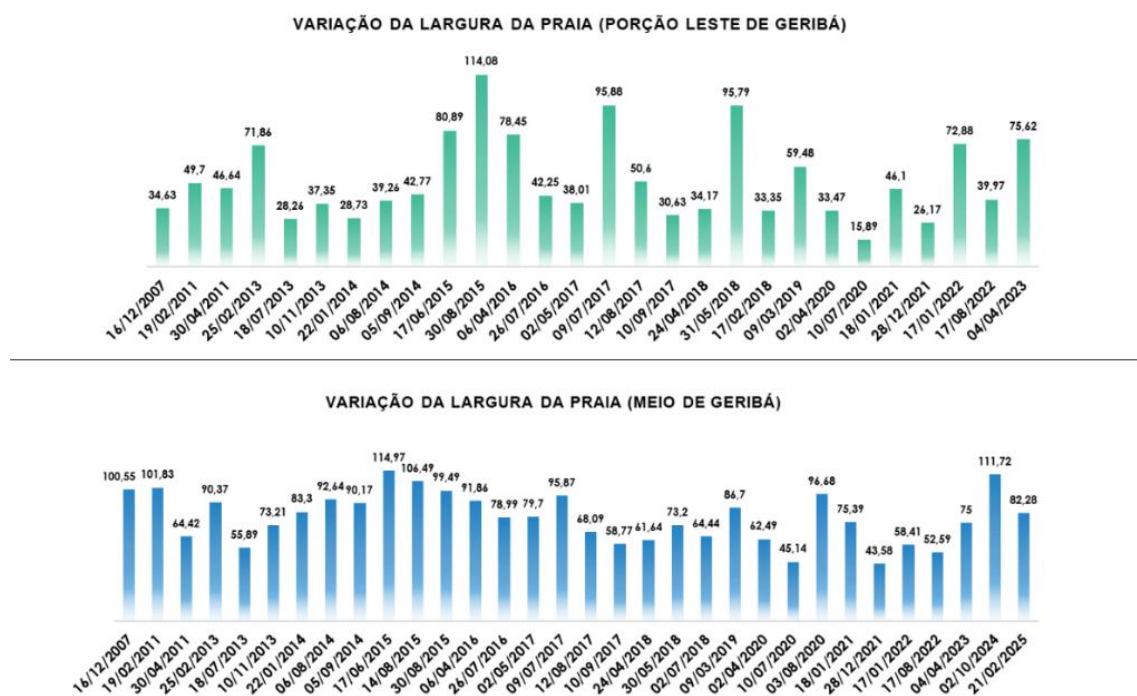


Figura 4. Largura da praia extraída das imagens do Google Earth Pro. As imagens apresentam datas distintas devido à qualidade das mesmas ou por presença de nuvens.



Figura 5. Área da distribuição dos guarda-sóis, barracas e tendas em ambas as porções do arco praial.

Na imagem de satélite do dia 10/02 já é possível analisar uma dinâmica distinta: ondas de tempo bom com altura média de 1,1 metro, período de 8,3 segundos, direção SE e maré de sizígia; presença de três zonas de uso recreativo (*solarium*, ativa e surfe) e largura de praia maior. Em decorrência da menor energia de ondas, os perfis topográficos se demonstraram maiores (Patch & Griggs, 2006), expressando assim 111,72 metros no meio e 75,62 metros na porção leste. Dentre as três zonas de uso recreativo (Figura 6), destaque-se a zona *solarium* do meio do arco praial, com cerca de 12716 m² de área, seguido de 10552 m² na zona ativa e 3291 m² na zona de surfe. Esse significativo valor de área se deu pelo aumento da concentração de usuários em virtude do alargamento da faixa de areia, associado também a época do ano, conforme apresentou Silva *et al.* (2009).

Na porção leste, sobressaiu-se a zona ativa em relação à *solarium*, diferenciando do padrão observado no trabalho: na zona *solarium* observou-se 3505 m²; 9154 m² na zona ativa e 2653 m² na zona de surfe. Tal cenário também foi detectado por Medeiros *et al.* (2016), e justificado pelo fato dessa zona ser mais procurada pelos usuários. Outro apontamento levantado pelos autores está relacionado a variação da largura de praia mediante a variação dos níveis das marés, fato que ficou claramente comprovado pelas imagens de satélite analisadas.



Figura 6. Área dos polígonos e zonas de uso recreativo (A = Zona Solarium, B = Zona Ativa e C = Zona de Surfe) das porções analisadas no arco praial de Geribá.

Em relação a distribuição dos guarda-sóis, barracas e tendas, a porção do meio além de evidenciar a maior área *solarium* também demonstrou a maior área de distribuição dos guarda-sóis: 2825 m². Em contrapartida, apesar dos largos perfis e da época do ano, a área da parte leste foi a menor dentre as demais, 675 m² (Figura 7).



Figura 7. Área da distribuição dos guarda-sóis, barracas e tendas em ambas as porções do arco praial.

Diante da exposição dos valores referentes à área solarium de cada porção analisada e do dia da imagem de satélite, a capacidade de carga física foi calculada. De forma geral, os dados referentes a capacidade de carga física expressaram baixos níveis de conforto para os usuários: no dia 28/12 foi 3,3 m² no meio e 2,0 m² na porção leste, já no dia 10/02 foi obtido 4,5 m² no meio e 5,2 m² porção leste. Conforme classificado por Yepes *et al.* (1999), o valor de 3,3 m² se enquadra como saturação; 2,0 m² como intolerável; 4,5 m² aceitável e 5,2 m² como grau de conforto regular. Venon (2009) observou em seu estudo que nos meses de dezembro e fevereiro a zona solarium também foi considerada como intolerável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A praia de Geribá é marcada por um expressivo turismo costeiro, potencializado ainda mais na época do verão (dezembro e março), contudo a noção de conforto dessa praia baixa. Como apontado nos dados referentes a capacidade de carga física, em média a praia de Geribá é classificada em saturação, sendo destacada a porção leste do arco praial. A variação da largura da praia associada a distribuição dos guarda-sóis, barracas e tendas, faz com que essa apresente tal saturação, uma vez que essa praia é uma das mais procuradas pelos usuários em decorrência de amplas atividades de lazer bem como rede de restaurantes e bares.

Os resultados também indicam que o estoque sedimentar prévio das praias (largura média) influenciam as resultantes de capacidade de carga, já que mesmo sob



condições de ondas de tempo bom a capacidade de carga foi classificada como baixa, sobretudo na parte central do arco (3,3 m²).

A utilização do Google Earth Pro como ferramenta de análise embora eficaz apresenta certas limitações, e uma delas é a ausência da disponibilidade de dados referentes ao horário dos ciclos das marés. O ciclo de preamar e baixa-mar podem ser variáveis importantes neste tipo de avaliação. Na imagem do dia 28/12 por exemplo, visualmente parece que o levantamento ocorre sob vigência de ressaca contudo nos dados de reanálise de ondas apontou para vigência de ondas de tempo bom para ambas as imagens. Isso pode indicar que possivelmente na captura da imagem, a maré estava alta (preamar). Outra limitação está relacionada a imprecisão dos valores dos perfis topográficos, outra variável importante.

REFERÊNCIAS

COPERTINO, M.S.; GARCIA, A.; Turra, A.; Ciotti, A.; Gherardi, D. F. M.; Denadai, M. R.; MOLLER JUNIOR, O. O.; Abdallah, P. R.; HORTA, P. A.; Kikuchi, R. K. P.; Ghisolfi, R.; Klein, A. H. F.; Siegle, E.; SOUZA, P. H. G. O.; Lana, P. Zonas Costeiras. In: Carlos Nobre; José Marengo. (Org.). Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar. 1ed.Bauru: Canal 6 Editora, 2017, v. 1, p. 307-366.

GRICELDA HERRERA-FRANCO, BETHY MERCHÁN-SANMARTÍN, JHON CAICEDO-POTOSÍ, JOSUÉ BRIONES BITAR, EDGAR BERREZUETA, PAÚL CARRIÓN-MERO. A systematic review of coastal zone integrated waste management for sustainability strategies, *Environmental Research*, Volume 245, 2024, 117968, ISSN 0013-9351.

IPCC, 2023: *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115.

LUIJENDIJK, A.; DE VRIES, S. Global beach database. In: JACKSON, D.W.T.; SHORT, A. D (eds). *Sandy Beach Morphodynamics*. Elsevier, 2020, p. 641-658.

MEDEIROS, E. C. DE S.; MAIA, L. P.; ARAÚJO, R. C. P. DE. Capacidade de carga de uma praia sob o impacto do processo de erosão costeira (praia do Icarai). Subsídios para o gerenciamento costeiro do estado do Ceará, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 16, n. 2, p. 185–193, 2016.

PATSCH, K. B., & GRIGGS, G. B. (2006). *Littoral Cells, Sand Budgets, and Beaches: Understanding California's Shoreline*. Oakland, California: California Sediment Management Group.



PAULA, Bárbara Tavares de; SILVA, Fernanda Cristina da; FARIA, Evandro Rodrigues de. Políticas públicas para o turismo sustentável: o caso de Armação dos Búzios – RJ. *Revista Turismo em Análise*, São Paulo, Brasil, v. 31, n. 2, p. 316–338, 2020.

PROVOST, E. J., COLEMAN, M. A., BUTCHER, P. A., COLEFAX, A., SCHLACHER, T. A., BISHOP, M. J., CONNOLLY, R. M., GILBY, B. L., HENDERSON, C. J., JONES, A., LASTRA, M., MASLO, B., OLDS, A. D., & KELAHER, B. P. (2021). Quantifying human use of sandy shores with aerial remote sensing technology: the sky is not the limit. *Ocean and Coastal Management*, 211, 1-9.

REIMANN L, VAFEIDIS AT & HONSEL LE (2023). Population development as a driver of coastal risk: Current trends and future pathways. *Cambridge Prisms: Coastal Futures*, 1, e14, 1–12.

SALES, Elias Júnior Câmara Gomes. O lugar do turismo em Armação dos Búzios - RJ: ordenamento territorial e questões socioespaciais. 2010. 126 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

SILVA, I. R.; RODRIGUES DE SOUZA FILHO, J.; ANDRADE LEITE BARBOSA, M.; REBOUÇAS, F.; SOUZA MACHADO, R. A. (2009). Diagnóstico ambiental e avaliação da capacidade de suporte das praias do bairro de Itapoã, Salvador, Bahia. *Sociedade & Natureza*, 21(1), 71-84.

SILVA, J. J. da; SOUZA, C. R. de G. Proposta metodológica para avaliação da capacidade de carga recreativa em praias. *Contribuciones a las ciencias sociales*, [S. l.], v. 17, n. 3, p. e5966, 2024.

UXÍA LÓPEZ-DÓRIGA, JOSÉ A. JIMÉNEZ, HERMINIA I. VALDEMORO, ROBERT J. NICHOLLS. Impact of sea-level rise on the tourist-carrying capacity of Catalan beaches. *Ocean & Coastal Management*, Volume 170, 2019, Pages 40-50, ISSN 0964-5691.

VENSON, G. R. Estudo da Capacidade Física e Social como uma Ferramenta de Gestão Ambiental na Praia Brava do Município de Itajaí no Litoral Centro-Norte de Santa Catarina. Dissertação do Programa de Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental, UNIVALI. 2009.

YEPES, V.; ESTEBAN, V.; SERRA, J. (1999). Gestión turística de las playas. Aplicabilidad de los modelos de calidad. *Revista de Obras Públicas*, 3385: 25-34.