



MORFODINÂMICA DA PRAIA DE SÃO CONRADO (RJ): POSSÍVEIS IMPACTOS PARA O PROJETO SANCA SPORT PARK

Livia Lopes Monteiro de Souza ¹

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de analisar como o projeto do complexo pode ser impactado pela morfodinâmica da praia de São Conrado, além de, avaliar os riscos associados a eventos extremos que atinjam o litoral e a estrutura da laje onde o projeto será implementado. Para a caracterização morfodinâmica foram estabelecidos três pontos de monitoramento (P01, P02 e P03), estando P01 localizado em frente a estrutura analisada. Foram realizados 12 levantamentos mensais ao longo do ano de 2024, somados a outros 2 extras durante ressacas. Para aquisição dos perfis topográficos transversais à praia foi utilizado o método das balizas de Emery. A partir dos dados extraídos dos perfis foi aplicado o cálculo do volume emerso para análise do balanço sedimentar. Para análise granulométrica, foram coletadas amostras de sedimentos e processadas em laboratório seguindo o método de peneiramento a seco. Considerando os recuos consideráveis e a grande deposição de minerais pesados no P01, os quais indicam a chegada de ondas de alta energia próximas à estrutura durante os eventos de ressaca monitorados, entende-se que o local escolhido para a implementação do Sanca Sport Park, encontra-se dentro do perfil dinâmico da praia de São Conrado, justamente no setor mais sujeito a variações morfológicas, o que pode configurar risco às futuras instalações e, também aos frequentadores do local.

INTRODUÇÃO

O projeto Sanca Sport Park foi proposto pela Associação de Moradores de São Conrado (AMASCO) como sendo um complexo público a ser construído sobre a laje da galeria de esgoto presente no canto esquerdo da praia de São Conrado (setor leste). Contudo, os impactos causados por uma ressaca de abril em 2016 demonstraram a vulnerabilidade da área, quando uma frente fria atingiu o litoral do Rio de Janeiro associada à maré de sizígia ocasionando a queda da ciclovia Tim Maia (na Avenida Niemeyer), vitimando duas pessoas. O impacto das ondas também danificou as rampas de acesso à praia recém-construídas e abriu um buraco na estrutura da laje.

Wright e Thom (2023) destacam que, com o aumento da temperatura da superfície do mar, eventos de tempestades que se sobrepõem à subida do nível do mar tornaram-se cada vez mais frequentes e severos, acentuando as recessões costeiras ao permitir a penetração de ondas destrutivas em direção à terra. Portanto, o crescimento da ocupação da orla significa mais pessoas expostas a esses impactos (Temmerman *et. al.*, 2013).

Nesse sentido, é fundamental que os gestores costeiros levem em consideração aspectos relacionados a dinâmica costeira no contexto atual de mudanças climáticas e

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, livialopesds18@gmail.com.



intensificação de eventos extremos e o caráter dinâmico deste ambiente (Thom, 2020) antes da realização de qualquer intervenção junto a linha de costa, buscando assim minimizar riscos futuros a infraestrutura e aos frequentadores da orla.

Assim, pela carência dessas informações, o presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de contribuir com subsídios que possam auxiliar a gestão costeira deste trecho da orla carioca a partir de uma caracterização do comportamento morfossedimentar sazonal da área de estudo, detalhando a resposta da praia a eventos de ressaca e sua posterior resiliência, sendo possível identificar os setores mais dinâmicos do arco praial e discutir possíveis impactos dessa dinâmica sobre a estrutura do projeto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a caracterização morfodinâmica foram estabelecidos três pontos de monitoramento (P01, P02 e P03) distribuídos ao longo do arco praial, estando P01 localizado em frente a estrutura onde será realizado o projeto, P02 no meio do arco praial e P03 no canto direito, próximo ao promontório da Pedra da Gávea. Foram realizados levantamentos mensais desde janeiro e até dezembro de 2024, além disso, durante a ocorrência de ressacas expressivas, nos meses de maio e julho, foram realizados levantamentos extras.

Foram adquiridos perfis topográficos transversais à praia através do método das balizas de Emery (1961). Os perfis foram realizados do limite interno do pós-praia (no caso de São Conrado, o muro do calçadão) até o recuo máximo das ondas, quando possível. A partir dos dados extraídos dos perfis foi possível realizar o cálculo do volume emerso proposto por Birkemeier (1984), o qual viabiliza a análise do volume de sedimentos mobilizados ao longo dos levantamentos, permitindo verificar o acúmulo ou perda de sedimentos em cada ponto de monitoramento ao longo do ano.

Para a análise granulométrica, foram coletadas amostras de sedimentos nos ambientes pós-praia e face praia, crista da berma e berma de tempestade, e zona de surfe, quando as condições do mar fossem favoráveis. As amostras foram processadas em laboratório, seguindo o método de peneiramento a seco descrito por Muehe (1994). Os parâmetros estatísticos de distribuição granulométrica foram obtidos através do software GRADISTAT versão 8, o qual permite caracterizar os sedimentos de acordo com o diâmetro do grão (Santos, 2023) conforme a classificação proposta por Wentworth



(1922). Além disso, foi possível identificar o grau de selecionamento dos sedimentos encontrados em cada subambiente, de acordo com Folk & Ward (1957).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo dados da Marinha do Brasil sobre a ocorrência de ressacas no litoral do Rio de Janeiro, foram registradas 12 ressacas ao longo do ano de 2024. O P01, localizado à leste do arco praial, é o ponto mais morfologicamente dinâmico da praia de São Conrado. Nos gráficos que contêm os perfis registrados (Figura 1) é possível notar a estrutura que limita o pós-praia (limite interno do perfil), na qual pretende-se implementar o projeto do Sanca Sport Park, a qual avança cerca de 7,4 metros sobre a faixa de areia, a partir do limite do calçadão, estando localizada dentro do perfil dinâmico da praia.

Observou-se que o P01 apresenta uma propensão ao estágio morfodinâmico refletivo, e, ao longo do monitoramento foi possível identificar este estágio sobretudo nos perfis de verão, os quais possuem como principal característica a face de praia íngreme. Além disso, também apresentam volumes consideráveis. No que se refere à largura da faixa de areia, tanto os maiores quanto os menores perfis traçados no P01 foram encontrados nos perfis de inverno, conforme pode ser observado no gráfico (Figura 1). O levantamento do dia 23 de maio apresentou o maior perfil registrado no P01, com 119,82 metros de extensão e o maior volume registrado no inverno, 181,13 m³/m.

Foi realizado um levantamento extra no dia 2 de julho para registrar o efeito de ressacas seguidas e que ocasionaram o maior recuo da faixa de areia no P01, com extensão 25,28 metros, além da maior perda de volume observada em todo o arco praial, 135 m³/m de volume perdido, resultando em um volume total de apenas 35 m³/m. Apesar disso, no levantamento do dia 27 de julho o perfil já se encontrava completamente recuperado com volume total de 155,51 m³/m e extensão de 83,78 metros, devido a um terraço já sendo incorporado à berma.

Nota-se que o P01 possui tendência a sofrer recuos consideráveis durante eventos de tempestade vindos de Sudoeste, devido à sua localização mais a Leste no arco praial, recebendo diretamente as ondas vindas dessa direção. Já em agosto foram registradas 3 ressacas, mas apesar dos eventos seguidos, o levantamento ocorrido no dia 24 de agosto apresentou o segundo maior perfil, com extensão de 102,96 metros e volume de 198,35 m³/m, associados à presença do terraço de baixa-mar encontrado, indicando a grande capacidade de recuperação deste ponto.



Assim, além do significativo recuo da faixa de areia durante os eventos de tempestade, os perfis de inverno do P01 também apresentaram uma morfologia marcante pós-ressaca, os terraços de baixa-mar, os quais desempenharam papel fundamental no processo de recuperação da praia neste ponto. Todos os terraços de baixa-mar representados no gráfico de perfis do P01 foram encontrados pós-eventos de ressaca, constituindo o processo natural de resiliência da praia, devolvendo gradualmente à porção emersa os sedimentos estocados na porção submersa durante os eventos de tempestade (Castelle e Harley, 2020; Fernandez *et al.*, 2020). Contudo, apesar da notável recuperação da extensão do perfil e do estoque sedimentar pós-evento de tempestade não indicar um processo erosivo, não se pode ignorar os potenciais riscos para as estruturas localizadas próximas a praia (Muehe *et al.*, 2011), devido aos consideráveis recuos ocorridos durante os eventos de maior intensidade.

Em média, P01 apresentou predominância de areia média a fina, com amostras, em sua maioria moderadamente bem selecionadas, em consonância com o proposto por Martins (2003) para sedimentos praias, mas com algumas exceções. Ao observar o gráfico de granulometria (Figura 1), percebe-se a predominância de areia média nos meses referentes ao verão e areia fina nos meses referentes ao inverno. O período de inverno no P01 foi marcado por uma grande acumulação de sedimentos, os quais resultaram nos longos perfis com a presença de terraços de baixa-mar pós-eventos de ressaca. Nos levantamentos nos quais houve registro de terraços de baixa-mar, houve maior predominância de areia média no ambiente de face de praia, com percentuais acima dos 80% em maio e julho, caracterizando amostras muito bem selecionadas e acima dos 70% em agosto, amostra bem selecionada.

Apesar da notável predominância de areia fina nas amostras de face de praia (70,8% de areia fina) e pós-praia (49,7% de areia fina) coletadas durante a ressaca do dia 2 de julho, foi identificada grande quantidade de minerais pesados durante o campo, os quais, assim como sedimentos grossos, também indicam a alta energia das ondas, que retiram o material mais fino e mais leve, propiciando a concentração dos materiais mais grossos e/ou mais pesados nessas condições (Komar, 2007; Sousa *et al.*, 2017).

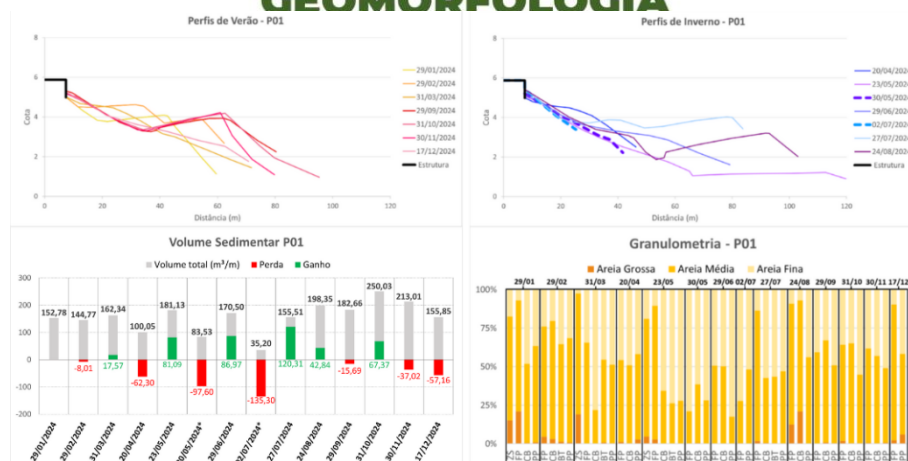


Figura 1. Perfis de Verão e Inverno. Volume Sedimentar e Variação Granulométrica registrada no P01 ao longo de todos os monitoramentos. Siglas: ZS – Zona de surfe; FP – Face de praia; CB – Crista da berma; BT – Berma de tempestade; PP – Pós-praia.

O P02, localizado no centro do arco praiar, tem o pós-praia limitado pelo muro do calçadão, que possui 2 a 3 metros de altura, a depender do volume de sedimentos depositados em sua base. Tal qual o P01, os perfis de verão do P02 também têm como característica a presença de uma face de praia íngreme, como pode ser observado na Figura 2. Além disso, apresentam considerável extensão e volume de sedimentos, sendo possível identificar a presença de um terraço de baixa-mar no perfil de janeiro, o maior perfil encontrado no P02.

No levantamento do dia 23 de maio foi possível observar um recuo bastante significativo do perfil, com uma extensão de 24,08 metros, apesar da maré vazante de sizígia e em oposição ao P01, não foi capaz de recuperar o estoque sedimentar perdido em abril, caracterizando a primeira perda seguida e significativa do arco praiar, com volume total de 60,54 m³/m. Além do recuo, neste levantamento foi identificado pela primeira vez no P02 a presença de uma escarpa erosiva junto a porção mais interna do pós-praia e um perfil bastante íngreme.

A partir do levantamento extra realizado em 30 de maio, em função de uma nova ressaca, foi possível encontrar blocos sob uma escarpa erosiva de 2,4 metros de altura. Além da morfologia notável, este levantamento também marcou o terceiro mês do P02 em déficit de sedimentos, com o menor perfil de todo o arco praiar, com extensão de apenas 5,1 metros e 13,50 m³/m de volume. A partir de julho, notou-se também a presença de bolsas de concreto, as quais podem ter contribuído com o fenômeno de reflexão das ondas e potencializando a retirada dos sedimentos deste ponto.



Assim, devido às ressacas seguidas registradas a partir de maio até agosto o P02 apresentou grande dificuldade para se recuperar devido à sua exposição no centro do arco praial, mantendo então perfis bastante curtos durante todo o inverno. Tal comportamento morfodinâmico do centro do arco praial de São Conrado, difere-se do encontrado por Pena (2017), que identificou certa estabilidade neste ponto, associada a presença de restinga nessa área, o que não condiz com a realidade encontrada em 2024.

De setembro em diante, com a ausência de registros de eventos de ressacas, o centro do arco praial demonstrou resiliência voltando a apresentar bermas bem pronunciadas e uma expressiva recuperação com um ganho de 98,03 m³/m de volume entre os meses de agosto e setembro. O degrau observado na porção mais interior dos perfis nestas datas é referente a presença dos blocos e bolsas de concretos, a partir dos quais os perfis foram traçados.

O P02 também apresenta predominância de areia média a fina (Figura 2), contudo, se comparado ao P01, a presença de areia média é ainda mais acentuada. Além disso, a presença de areia grossa é mais frequente, ocorrendo em quase todas as amostras, ainda que em pequenas quantidades. O grau de selecionamento predominante das amostras também é de moderadamente bem selecionadas.

Destaca-se a amostra de face de praia do levantamento do dia 29 de janeiro, com cerca de 80% de areia grossa, associada a morfologia do perfil, o qual consistia em uma berma e face de praia íngremes conectados a um terraço de baixa-mar, e que de acordo com Calliari *et al.* (2003) perfis com essas características aproximam-se do estágio refletivo durante a ocorrência da preamar, propiciando a presença de sedimentos mais grossos.

A forte presença de areia média no P02 e certas quantidades de areia grossa corroboram com o que anteriormente foi observado nos perfis, o P02 demonstra ser o ponto mais exposto à ação direta de ondas, principalmente as de sul e sudoeste com maior ocorrência no período de inverno.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

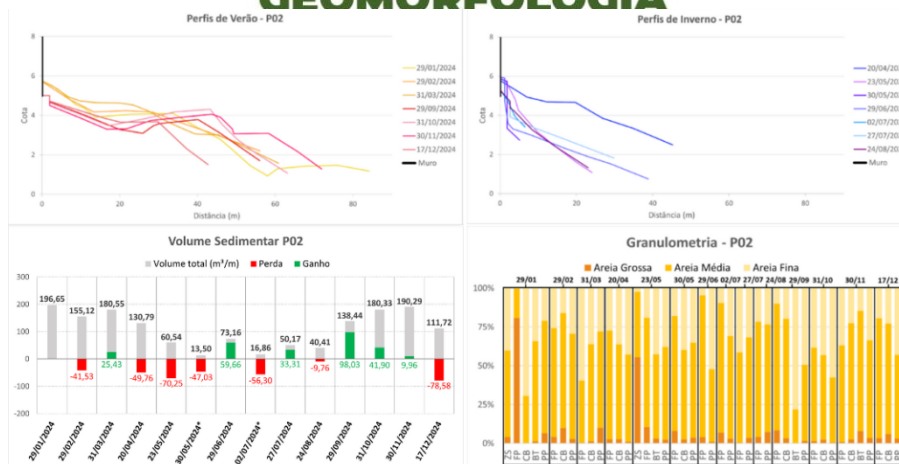


Figura 2. Perfis de Verão e Inverno. Volume Sedimentar e Variação Granulométrica registrada no P02 ao longo de todos os monitoramentos. Siglas: ZS – Zona de surfe; FP – Face de praia; CB – Crista da berma; BT – Berma de tempestade; PP – Pós-praia.

Por fim, o P03, na extremidade oeste da praia de São Conrado, apresentou a maior estabilidade do arco praial, associada à proximidade com o promontório da Pedra da Gávea que oferece certa proteção frente a incidência de ondas de Sudoeste, direção predominante das ondas de ressacas que atingem a praia (Pena, 2017). O P03 sofreu uma alteração devido ao uso da praia como pista de pouso de asa delta no ponto utilizado para realizar os levantamentos até o mês de março. Porém, não foram observadas mudanças significativas que pudessem interferir na análise.

A maioria dos perfis de verão do P03 (Figura 3) apresentaram extensão próxima aos 70 metros e volume acima dos 200 m³/m. No que se refere aos perfis de inverno, ainda que tenha ocorrido um recuo considerável em relação ao demais durante a ressaca do dia 2 de julho, com extensão de 31,55 metros e volume de 101,95 m³/m, ainda manteve preservada a porção do pós-praia mais próxima ao muro. Além disso, já apresentou recuperação parcial no levantamento seguinte. Os demais perfis mantiveram extensões em torno dos 60 metros e volumes próximos dos 180 m³/m.

A estabilidade encontrada nos perfis topográficos também é identificada nas amostras com predominância de areia média a fina quase constante entre os meses de fevereiro a julho, com maior presença de areia média apenas nas amostras de face de praia (Figura 3). Além disso, as amostras também apresentam grau de selecionamento predominante como sendo moderadamente bem selecionadas.

Contudo, apesar de ser apontado como o ponto mais abrigado do arco praial de São Conrado, o P03 é o único no qual foi encontrada considerável deposição de areia

muito grossa, como é possível observar nas amostras de zona de surfe (22,1 % de areia muito grossa) e face de praia (4,8% de areia muito grossa) do dia 24 de agosto. Essa amostra de zona de surfe também foi a única do arco praial a ser classificada com pobremente selecionada, contendo frações de areia de muito grossa a fina, o que pode significar que o retrabalhamento no ambiente por meio da ação das ondas, pós-ressaca, até aquele momento não foi eficaz no processo de selecionamento das partículas, além disso indicam a mudança significativa de energia do ambiente onde, possivelmente, os sedimentos mais grossos depositados durante a ressaca foram recobertos pelos sedimentos finos depositados pelas ondas de tempo bom pós-evento (Folk & Ward, 1957; Oliveira et al., 2018).

A entrada de ondas de Sudeste em agosto pode ter causado a mudança morfológica encontrada neste perfil, já que as ondas de Sudoeste sofrem a interferência do promontório da Pedra da Gávea, não atingindo diretamente este ponto. Neste levantamento foi identificado um possível recuo da faixa de areia durante o evento, seguido da recuperação apresentando o estágio morfodinâmico de terraço de baixa-mar. Foram encontrados em campo sedimentos mais grossos tanto no terraço, quanto na face de praia, além da presença de minerais pesados próximos a berma.

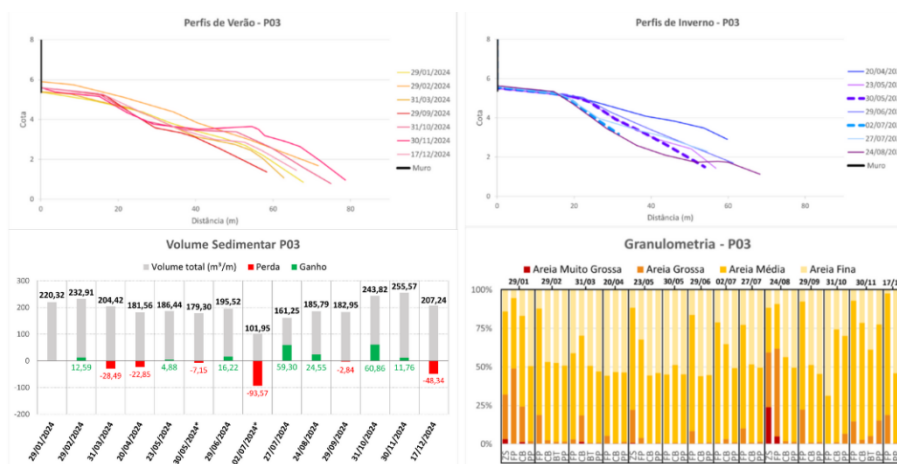


Figura 3. Perfis de Verão e Inverno. Volume Sedimentar e Variação Granulométrica registrada no P03 ao longo de todos os monitoramentos. Siglas: ZS – Zona de surfe; FP – Face de praia; CB – Crista da berma; BT – Berma de tempestade; PP – Pós-praia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, a praia de São Conrado apresentou grande variabilidade morfológica ao longo do monitoramento, assim como esperado de uma praia caracterizada como intermediária, ora apresentando características mais dissipativas, ora apresentando



características mais refletivas. Considerando a estabilidade encontrada no P03, os recuos consideráveis ocorridos no P02 e a grande acumulação de sedimentos pós-ressaca no P01, durante o período de inverno, com maior incidência de ondas de tempestade vindas de Sudoeste, infere-se que a deriva oeste-leste ocorre mais fortemente entre o centro e a porção mais a leste do arco praial, neste caso o extremo oeste fica protegido pela presença do promontório rochoso. A entrada direta das ondas de Sul e Sudoeste sobre o centro do arco praial e a retirada de considerável volume de sedimentos do P02 parece justificar os grandes volumes encontrados no P01 pós-ressaca, inclusive apresentando volumes maiores do que os encontrados nos primeiros perfis de verão observados.

Enfim, no que se refere ao projeto Sanca Sport Park, apesar do P01 demonstrar resiliência, tendo boa recuperação da faixa de areia pós-ressaca, não é um ponto abrigado, estando sob forte influência da entrada de ondas de tempestade. Entende-se, portanto, que a implementação do Sanca Sport Park dentro do perfil dinâmico da praia de São Conrado poderia, futuramente, configurar risco para a estrutura a ser instalada e a população local que frequentaria as instalações, levando em consideração os recuos consideráveis sofridos pelo P01 e a grande deposição de minerais pesados durante os eventos de ressaca monitorados, indicando a chegada de ondas de alta energia próximo a estrutura e os impactos já sofridos pela estrutura durante os eventos de 2016. Além disso, não se pode ignorar o atual contexto de mudanças climáticas o qual tem gerado a intensificação de eventos extremos e subida do nível do mar, condições que propiciam a penetração das ondas de tempestade cada vez mais em direção à terra, aproximando-se cada vez mais do local escolhido para realização do projeto, sobretudo considerando a exposição direta da praia à entrada de ondas de tempestade vindas do quadrante Sul devido a sua orientação no litoral carioca.

Palavras-chave: Morfodinâmica, Análise granulométrica, Grau de selecionamento, impactos de ressacas.

REFERÊNCIAS

AMASCO. **Complexo Público a ser implantado na orla de São Conrado**. 08 de julho de 2022. Disponível em: < <https://www.amasco.org.br/complexo-publico-a-ser-implantado-na-orla-de-sao-conrado/>>. Acesso em: 05 jun. 2025.

BIRKEMEIER, W. A. **A user's guide to ISRP: The interactive survey reduction program**. Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, p. 118. 1984.



- CALLIARI, L. J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO JR., E. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, 51, p.63-78, 2003.
- EMERY, K. O. 1961. A Simple Method of Measuring Beach Profiles. **Limnology and Oceanographic**, v. 6. p. 90-93.
- FERNANDEZ, G. B.; ROCHA, T. B.; OLIVEIRA FILHO, S. R.; VASCONCELOS, S. C.; SILVA, A. L. C.; PEREIRA, T. G.; MOULTON, M. A. B. Evolução Morfodinâmica de Planícies Costeiras: do Quaternário aos Eventos Atuais. In: CARVALHO JÚNIOR O. A. et al. (Org.). **Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira**. 1ª ed. Brasília: Selo Caliandra, 2022, v. 1, 305 p.
- FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, p.3-26, 1957.
- KOMAR, P. D. The entrainment, transport and sorting of heavy minerals by waves and currents. In: MANGE, M. A.; WRIGHT, D. T. (Org.), **Heavy Minerals in Use**. Oxford: Elsevier, p. 3-48, 2007.
- MARTINS, L. R. Recent Sediments and Grain-Size Analysis. **Gravel**, v. 1, p. 90-105, 2003.
- MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: CUNHA, S.; GUERRA, A. (Orgs.). **Geomorfologia: exercício, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 191-238.
- MUEHE, D. Erosão Costeira – Tendência ou Eventos Extremos? O Litoral entre Rio de Janeiro e Cabo Frio. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 3, p. 315-325, 2011.
- OLIVEIRA, E. B.; NICOLODI, J. L.; MARINHO, C.; MACHADO JÚNIOR, V. C. Caracterização sedimentológica da praia de Arambaré, Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 4, p. 665-678, 2018.
- PENA, J. N. **Dinâmica Geomorfológica das Praias Oceânicas Urbanas da Cidade do Rio de Janeiro e Impactos Associados a Ressacas do Mar: Uma Contribuição à Gestão Costeira**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2017.
- SANTOS, I. S. **Caracterização morfossedimentar e os efeitos das ondas de tempestade no arco praial do Leblon ao Arpoador (Rio de Janeiro)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia do Departamento de Geografia e Meio Ambiente da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2023.
- SOUSA, S. S. C. G.; CASTRO, J. W. A.; GUEDES, E. Variações granulométricas e minerais pesados das praias do Norte do Estado do Rio De Janeiro, SE, Brasil: condições de distribuição e deposição dos sedimentos. **Geociências**, n. 2, v. 36, p. 365-380, 2017.
- TERMMMERMAN, S.; MEIRE, P.; BOUMA, T. J.; HERMAN, P. M. J.; YSEBAERT, T.; DE VRIEND, H. J. Ecosystem-based coastal defence in the face of global change. **Nature**, v. 504, p. 79-83, 2013.
- THOM, B. Future challenges in beach management as contested spaces. In: JACKSON, D.; SHORT, A. (Org.). **Sandy Beach Morphodynamics**. Amsterdã: Elsevier, 2020.
- WRIGHT, L. D.; THOM, B. G. Coastal depositional landforms: a morphodynamic approach. **Progress in Physical Geography**, v. 1, p. 412–459, 1977.
- WRIGHT, L. D.; THOM, B. G. Coastal Morphodynamics and Climate Change: A Review of Recent Advances. **Journal of Marine Science and Engineering**, v. 11, n. 10, 2023.