

# **O USO E APLICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE ALTA PRECISÃO NA ANÁLISE DA MORFODINÂMICA COSTEIRA DA PRAIA DE MORRO BRANCO, BEBERIBE, CEARÁ**

Bruno Holanda Cruz <sup>1</sup>  
Paulo Roberto Silva Pessoa <sup>2</sup>

## **INTRODUÇÃO**

A zona costeira é um ambiente dinâmico de transição que conecta os ambientes marinhos, terrestres e atmosféricos, além de ser espaço complexo de usos múltiplos que reúne diversas atividades econômicas, culturais, esportivas e sociais.

Um dos aspectos sobre os estudos da zona costeira consiste na análise de processos que, quando integrados, alteram a morfologia de ambientes costeiros e suas feições, como praias, estuários, dunas, falésias e mangues. Alguns desses processos ocorrem de maneira sistemática como o movimento de solapamento que esculpe falésias ativas, ou o transporte eólico que carrega sedimentos de uma direção a outra, caracterizando a zona costeira como um ambiente de dinâmica espacial fluida e constante.

A aplicação de métodos de medição altamente precisos nos estudos e análises da zona costeira é necessária frente a velocidade com a qual esses ambientes podem mudar. A utilização de equipamentos como o RTK, sigla para *Real Time Kinematic*, que é um receptor de sinais GNSS (*Global Navigation Satellite System*), integra um sistema de satélites que emitem informações geodésicas em tempo real com alta precisão (DE OLIVEIRA, 2017).

Situado no litoral leste do estado do Ceará, a 85 km de Fortaleza, o município de Beberibe é limitado ao norte pelo Oceano Atlântico, a leste pelos municípios de Fortim, Aracati e Palhano, a oeste pelo município de Cascavel, e a sul pelos municípios de Morada Nova e Russas. O limite municipal entre Cascavel e Beberibe é determinado pelo rio Choró. A leste do rio inicia a praia de Morro Branco (Figura 1).

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE, holanda.cruz@aluno.uece.br;

<sup>2</sup> Professor do curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE, paulo.pessoa@uece.br

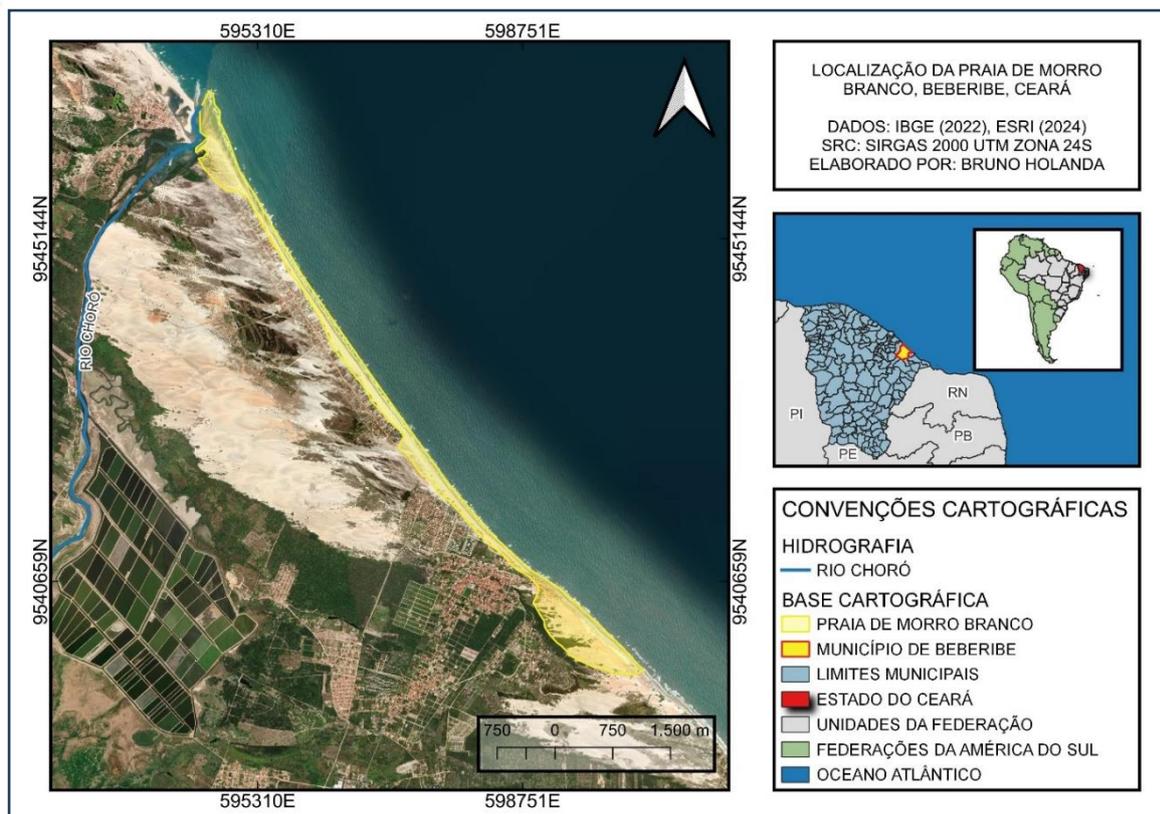


Figura 1: Localização da praia de Morro Branco, Beberibe, Ceará. Elaborado por Bruno Holanda (2024).

A pesquisa consistiu na construção de referencial teórico a partir da leitura de artigos e trabalhos basilares como *Variabilidade topográfica do sistema praia-duna em balneários da costa central e sul do Rio Grande do Sul utilizando RTK* (RODRIGUES, 2019), *Posicionamento GNSS em Tempo Real: Evolução, Aplicações Práticas e Perspectivas para o Futuro* (KRUEGER, 2020) e *Determinação da erosão costeira no estado do Pernambuco através de Geoindicadores* (MARTINS, 2016); três campanhas de trabalho de campo na praia de Morro Branco, Beberibe, Ceará; bem como na análise de dados geodésicos coletados em campo através de equipamento RTK, objetivando: captar perfis de elevação da praia de Morro Branco nos dias de campo; analisar uma possível alteração na morfologia praial no intervalo de tempo entre as três campanhas; e discutir os possíveis fatores dessa alteração.

## METODOLOGIA

Com um perímetro de 5,83 km e uma área de 358,750 m<sup>2</sup>, o recorte espacial foi definido a partir do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, seguindo por um deslocamento de 2,8 km à jusante dividido em 6 setores de análise (Figura 2). Para uma melhor visibilidade do estirâncio e acurácia da medição, os trabalhos de campos foram realizados em períodos de baixa-mar, com maré a 0,2 m às 10:40 no campo do dia 25/04/2024, a 0,5 m às 10:20 no dia

07/06/2024, e 0,1 m às 12:40 no dia 24/07/2024. Os dados de tábua de maré foram retirados da plataforma online do Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil (DNH).



**Figura 2: Localização dos setores de análise dos trabalhos de campo. Elaborado por Bruno Holanda (2024).**

A fim de determinar a elevação topográfica do perímetro, foi utilizado equipamento RTK (*Real Time Kinematic*) de precisão geodésica de aproximadamente 0,02 m, composto por uma base fixa (Figura 3), um rover (Figura 4) e uma coletora digital (Figura 5). Em todas as campanhas, a base foi instalada no topo de uma duna próxima ao terceiro ponto de análise. O rover, por sua vez, é sempre utilizado com um bastão fixado à altura de 2 m. Após a instalação da base e do rover, a coletora é utilizada para se conectar à antena da base através do programa *Field Genius*. É também através deste programa que os dados são armazenados e posteriormente tratados em laboratório. A conexão da base se dá através do método de Posição Média, haja vista que a mesma não foi instalada em um marco geodésico do IBGE. O método de Posição Média localiza a base utilizando dados em tempo real fornecidos por uma constelação de satélites disponíveis no dia e horário de uso do equipamento (OLIVEIRA, 2017). Com a localização da base determinada, o rover pôde ser conectado e utilizado para a coleta de pontos.



**Figura 3: Instalação da Base.**



**Figura 4: Utilização do Rover.**



**Figura 5: Coletora digital.**

O aferimento da elevação topográfica do perfil se dá através do deslocamento do rover a partir da linha de costa seguindo um transecto perpendicular de aproximadamente 120 a 140 m em linha reta em direção ao mar, adentrando até o limite do ante-praia. O deslocamento foi realizado em todos os 6 setores de análise (Figura 6) a partir de pontos fixos chamados pontos de amarração, objetivando a precisão na comparação dos perfis coletados nos trabalhos de campo.



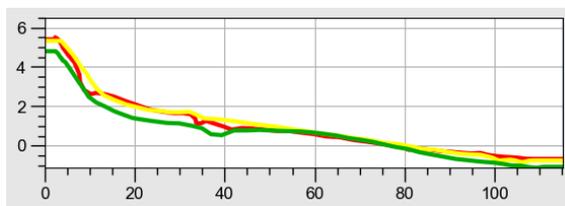
**Figura 6: Deslocamento dos transectos em direção ao mar. Elaborado por Bruno Holanda (2024).**

Na fase laboratorial, os dados coletados pelo equipamento RTK são extraídos da base e da coletora ainda em estado bruto. O arquivo .STH coletado da base é submetido ao software *ToRinex4* que gera, por sua vez, um arquivo .RINEX que deve ser utilizado no Serviço online para pós processamento GNSS do IBGE, a fim de obter o PPP (Posicionamento por Ponto Preciso). Esse processo resulta em um relatório que fornece as coordenadas e altitude corrigidos a partir dos dados coletados em campo.

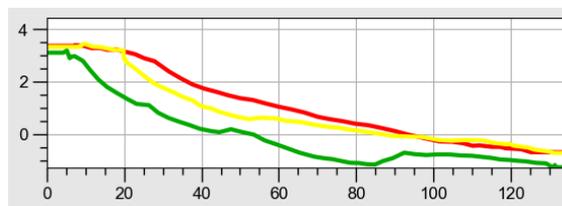
Os dados de coordenada e altitude contidos no relatório são inseridos no *software Field Genius* novamente na forma de um novo ponto, como aqueles coletados em campo. O PPP será utilizado como referência para a correção de todos os outros pontos. A partir da correção, os dados são extraídos para a análise final no *software* *gis* livre *QGis*. Contendo dados de latitude, longitude e elevação, os pontos, agora corrigidos, são submetidos ao *plugin Terrain Profile* que fornece um perfil de elevação a partir de pontos que possuam esses atributos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

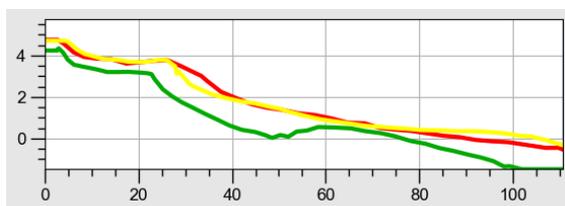
Utilizando o *plugin Terrain Profile*, do *software QGis*, foi possível gerar um perfil de elevação para cada setor comparando o perfil topográfico dos setores analisados em campo:



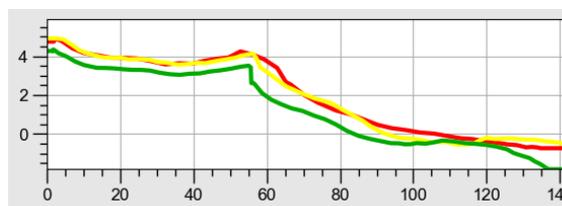
Setor 1 (S1)



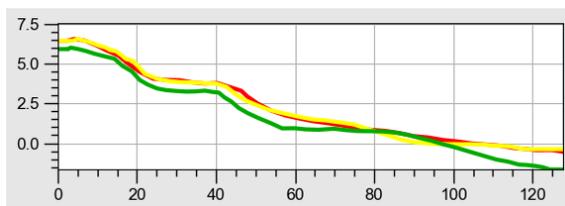
Setor 2 (S2)



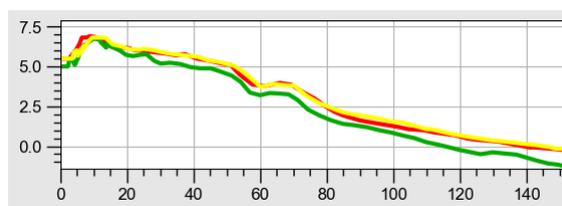
Setor 3 (S3)



Setor 4 (S4)



Setor 5 (S5)



Setor 6 (S6)

Legenda: 25/04/2024 — 07/06/2024 — 24/07/2024 —

Ao analisar os gráficos de elevação topográfica, é possível concluir que o segundo setor de análise sofreu uma alteração altimétrica de aproximadamente 2 metros ao longo das faixas de berma superior e médio no intervalo entre os campos de abril e julho, evidenciando uma erosão acentuada. O setor seguinte, S3, acompanha o comportamento erosivo na transição de berma superior para médio, porém, a dispersão nivela na transição de berma médio para inferior. Os outros setores apresentam uma menor diminuição altimétrica seguindo o padrão registrado no campo de abril de 2024.

Um indicador para a manutenção do comportamento erosivo do setor 1 é a presença da plataforma de abrasão do monumento natural das falésias de Morro Branco, haja vista que o transecto do S1 passa diretamente por cima da mesma, como visto na figura 6, servindo como barreira de transporte sedimentar. Já os setores 2 e 3 se caracterizam por serem áreas com presença de barracas de praia e restaurantes com alto índice de balneabilidade e frequência turística, gerando uma maior presença humana nos três estágios de berma, superior, inferior e médio. O setor 4 se localiza em um vazio, com apenas algumas construções abandonadas e baixa ou nenhuma presença de banhistas. Os setores 5 e 6 se caracterizam por serem áreas residenciais, porém, apresentando também uma baixa presença de banhistas.

Utilizando dados de previsão atmosférica da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), o modelo de previsão de ondas *Wavewatch III*, da plataforma *Surfguru*, e a tábua de marés fornecida pelo Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil, foi possível catalogar dados marítimos de velocidade e direção de ventos, altura e período de ondas, e altura de marés do intervalo entre os dias 25/04/2024 e 24/07/2024. A média (Tabela 1) desses atributos resultou nas seguintes aferições:

<b>VELOCIDADE DO VENTO</b>	9,00 km/h
<b>DIREÇÃO DO VENTO</b>	E-SE
<b>ALTURA DA ONDA (SURF)</b>	0,55 m
<b>PERÍODO DE ONDA</b>	7,82 s
<b>ALTURA DA MARÉ</b>	1,55 m

**Tabela 1: Média dos dados coletados.**

A partir desses dados foi possível determinar que o direcionamento médio do vento e o transporte eólico somados às características de uso e habitação dos setores analisados

favoreceram as alterações observadas nos setores 2 e 3, evidenciando que parte da praia de Morro Branco sofre com uma acentuada erosão sedimentar.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da metodologia aplicada na pesquisa, e os resultados obtidos ao final, é seguro afirmar que a utilização de equipamentos de alta precisão como o RTK são primordiais para o monitoramento de ambientes de alta dinâmica e rápida alteração. Em um intervalo de 90 dias, foi possível registrar uma alteração altimétrica notável nos setores 2 e 3 causadas por ação tanto natural quanto antrópica. A utilização de métodos de análise como os utilizados neste trabalho são basilares para a compreensão do comportamento erosivo e a mitigação de possíveis eventos extremos.

**Palavras-chave:** Zona Costeira; Morfodinâmica; Real Time Kinematic; Geografia.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro imprescindível para a realização desta pesquisa. Ao meu orientador Paulo Roberto Silva Pessoa pela orientação, parceria e amizade que me inspiram a continuar trilhando o caminho da produção científica. E por fim, aos meus queridos colegas de laboratório Wesleyane Braga, Holdermes de Moraes, Raul Vanderson e Samyra Freitas pela estimada ajuda nos trabalhos de campo.

## **REFERÊNCIAS**

**Central de previsões - Surf guru.** Disponível em: <<https://surfguru.com.br/previsao/>>. Acesso em: 17 jul. 2024.

DA, G. et al. **VARIABILIDADE TOPOGRÁFICA DO SISTEMA PRAIA- DUNA EM BALNEÁRIOS DA COSTA CENTRAL E SUL DO RIO GRANDE DO SUL UTILIZANDO RTK-GPS.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.redebraspor.org/livros/2019/Braspor%202019%20-%20Artigo%2016.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2024.

DE OLIVEIRA, Janaina Gouveia. Comparativo entre topografia clássica x RTK para locações de obras. **e-RAC**, v. 6, n. 1, 2017.

KRUEGER, Claudia Pereira et al. Posicionamento GNSS em Tempo Real: Evolução, Aplicações Práticas e Perspectivas para o Futuro. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, p. 1359-1379, 2020.

MARTINS, K. A. et al. DETERMINAÇÃO DA EROSÃO COSTEIRA NO ESTADO DE PERNAMBUCO ATRAVÉS DE GEOINDICADORES. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 3, 1 set. 2016.

NOAA. **National Oceanic and Atmospheric Administration**. Disponível em: <<https://www.noaa.gov/>>. Acesso em: 03 ago. 2024.

**Serviço online para pós-processamento de dados GNSS | IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html>>. Acesso em: 30 jul. 2024.

**Tábuas de Maré | Centro de Hidrografia da Marinha**. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>>. Acesso em: 15 jul. 2024.