

**SETORIZAÇÃO DE RISCO A EROÇÃO COSTEIRA NA PRAIA DO  
PARAÍSO, ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM, PA.**

Keren Amanda Viana de Vasconcelos<sup>1</sup>; Sheila Gatinho Teixeira<sup>2</sup>.

**Resumo** – A erosão costeira atua de forma acentuada em grande parte das praias do estado do Pará. A ação antrópica ao longo da costa favorece a intensificação dos processos erosivos e instalação de situações de risco. Nos últimos anos, várias ocorrências de instabilizações relacionadas aos processos erosivos foram registradas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e Defesa Civil na Ilha de Mosqueiro. O objetivo do presente trabalho foi identificar e classificar as áreas de risco a erosão costeira na praia do Paraíso, localizada ao norte da ilha. A metodologia consistiu no georreferenciamento de imagens de alta resolução, seguido de levantamentos de campo, com ênfase na análise de geoindicadores de processos erosivos e indícios de instabilização. Ao final, foi elaborado um mapa de risco no qual foram identificadas aproximadamente 18 propriedades em áreas de risco alto e muito alto a erosão.

**Abstract** – Coastal erosion acts in a large way in most of the beaches of the state of Pará. Anthropogenic action along the coast favors the intensification of erosive processes and the installation of risk situations. In recent years, several occurrences of instability related to erosion processes have been recorded by the Mineral Resources Research Company (CPRM) and Civil Defense in Mosqueiro Island. The objective of the present study was to identify and classify the coastal erosion risk areas on Paraíso beach, located to the north of the island. The methodology consisted in the georeferencing of current high resolution images, followed by field surveys, with emphasis on the analysis of geoindicators of erosive processes and signs of instabilization. At the end, a risk map was made, in which approximately 18 properties were identified in areas of high and very high erosion risk.

**Palavras-Chave** – Mapeamento de risco, Erosão costeira, Ilha de Mosqueiro

---

<sup>1</sup> Geól., Instituto Tecnológico Vale, kerenvasconcelos@gmail.com

<sup>2</sup> Geól., DSc, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), sheila.teixeira@cprm.gov.br

# 1. INTRODUÇÃO

O elevado índice de crescimento urbano ao longo da zona costeira, com construções extremamente próximas ao limite da praia fez com que a percepção de riscos associado a processos erosivos, antes limitado a segmentos relativamente pequenos do litoral, se tornasse mais generalizada. Ao passo que as previsões de mudanças climáticas – com cenários de elevação do nível do mar e aumento da ocorrência de eventos extremos – passaram a fazer parte do conhecimento geral como elementos de aceleração desse risco (MUEHE, 2013). No ano de 2012, com o lançamento do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais, essa questão passou a ser reconhecida e considerada com maior seriedade pelos gestores públicos.

Grande parte das praias do nordeste do estado do Pará sofre erosão de forma acentuada. Nos últimos anos, várias ocorrências de instabilizações relacionadas aos processos erosivos foram registradas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e Defesa Civil na Ilha de Mosqueiro, distrito administrativo do município de Belém, PA. A ilha possui 17km de costa e cerca de 20 praias arenosas com falésias sedimentares do Grupo Barreiras. A Praia do Paraíso, localizada ao norte da ilha (Figura 1), possui maior capacidade hidrodinâmica para transportar sedimentos, apresentando assim tendência natural a erosão (El ROBRINI, 2001).

O objetivo deste trabalho foi realizar a identificação e classificação de situações de risco a erosão costeira existente na praia do Paraíso através de mapeamento de campo, análise da existência de indicadores ou evidências de processos erosivos que possam causar danos a população, e estimativa do número de moradias e pessoas passíveis de serem afetadas. Como produto final, as informações foram sintetizadas em um documento cartográfico na escala de mapeamento de 1:1.000 contendo os graus de probabilidade de ocorrência de processo de instabilização com base nos critérios propostos pelo Ministério das Cidades.

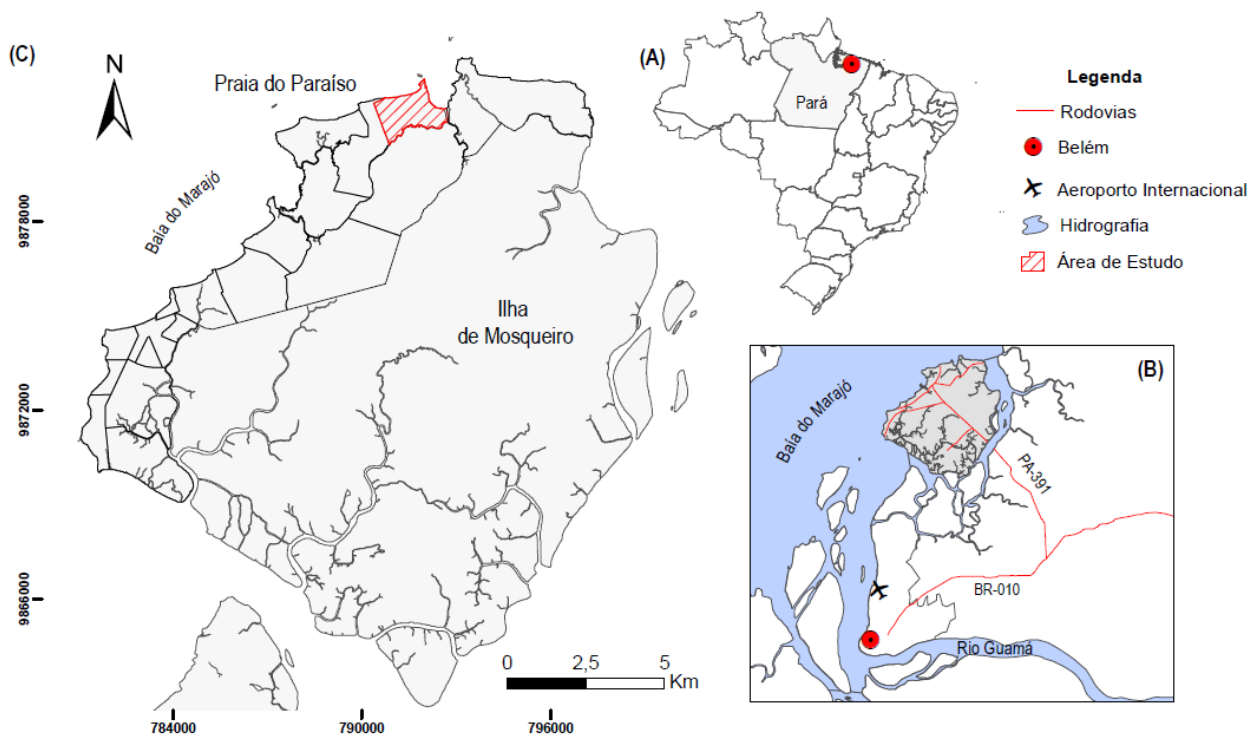


Figura 1: Localização da área de estudo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de mapeamento e classificação de áreas de risco adotada neste trabalho foi baseada na proposta do Ministério das Cidades em conjunto com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (BRASIL, 2007), a qual é empregada nos mapeamentos realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Adicionalmente, também foram utilizados geoindicadores do comportamento da linha de costa propostos por Bush (1999), na intenção de determinar em que estágio a morfodinâmica da praia se encontra, ou seja, se sob condição de estabilidade, erosão ou erosão severa. Em síntese, o presente trabalho foi dividido nas etapas de campo e escritório.

A fim de realizar uma análise espacial do contexto das áreas de risco tanto durante a etapa de campo, como após o levantamento, foram obtidas imagens recentes de satélite, com alta resolução espacial (*GeoEye, CNES/Astrium e Digital Globe*) por meio do software *Google Earth Pro*. Em seguida, executou-se o georreferenciamento no Sistema de Informação Geográfica *ArcGis® 10.1*. Após a etapa do georreferenciamento as imagens de satélite foram transportadas em formato PDF para o aplicativo *PDF Maps*, para subsidiar o mapeamento de campo, assim, a contextualização espacial e delimitação dos limites físicos dos setores pôde ser acompanhada em tempo real.

O levantamento de campo foi realizado através do caminhamento ao longo do perímetro urbano da praia do Paraíso priorizando áreas com histórico de solapamentos ou locais onde já foram identificadas situações de risco, ainda que sem registro de acidentes. No local foram observadas as condições das construções e seu entorno, situação topográfica, presença de vegetação e evidências de instabilidade ou de novos processos de instabilização (Figura 2).

CARACTERIZAÇÃO LOCAL	ÁGUA	VEGETAÇÃO	EVIDÊNCIAS DE INSTABILIZAÇÃO
Altura da falésia	Concentração de água de chuva em superfície	Presença de árvores	Trincas na moradia/terreno
Aterro compactado/lançado	Lançamento de água servida em superfície	Vegetação rasteira	Inclinação de árvores / postes / muros
Distância da moradia a falésia	Presença de fossas / rede de esgoto	Área desmatada	Degraus de abatimento
Declividade	Nascentes d'água		Muros/paredes "embarrigados"
Feições erosivas	Vazamentos		Obras de contenção
Presença de blocos de rocha			

Figura 2: Critérios observados em campo para análise de risco. Fonte: Brasil, 2007.

A análise dos geoindicadores (Figura 3). foi realizada de forma conjunta, haja vista que a identificação de apenas um indicador, não possui representatividade para interpretações conclusivas. A classificação dos graus de probabilidade de ocorrência do processo ou risco proposto foi fundamentada naqueles estabelecidos por Brasil, (2007) (Figura 4). Para áreas de alto e muito alto risco, após delimitação da área de risco, foi executada a contagem/estimativa do número de moradias e pessoas que residem na mesma. Já em locais onde predominam situações de baixo a médio risco, por se tratar, no geral de maiores áreas, cuja situações de risco são de caráter potencial e não instalado, não foi realizada a contagem. Deste modo, os setores de baixo e médio risco devem ser considerados como ponto de monitoramento constante, na intenção de acompanhar a evolução do processo.

<b>Estabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetação nativa madura;</li> <li>• Baixo nível de ocupação ou áreas virgens;</li> <li>• Praias reflectivas, com bermas bem desenvolvidas, largas, com elevado suprimento sedimentar;</li> <li>• Falésias recuadas, vegetadas, com médio a baixo ângulo</li> <li>• Estruturas de engenharia ausentes;</li> <li>• Acúmulo sedimentar ou ausência de feições erosivas.</li> </ul>
<b>Erosão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espécies rasteiras bem estabilizadas</li> <li>• Ocupação no topo ou na base das falésias, ocupação esparsa.</li> <li>• Praias intermediárias, com berma, com início do perfil vegetado.</li> <li>• Falésias vivas com face vegetada e inclinação média, com depósitos de tálus estreito ou ausente.</li> <li>• Poucas estruturas de contenção.</li> </ul>
<b>Erosão Severa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura vegetal ausente ou esparsa;</li> <li>• Ocupação total, base e topo de falésias e/ou em contato com a praia;</li> <li>• Praias dissipativas, estreitas e/ou planas;</li> <li>• Exposição de raízes, lama ou escarpa no início do perfil;</li> <li>• Falésias vivas com alta inclinação, sem depósito de tálus ou depósito recente;</li> <li>• Presença de obras de contenção;</li> <li>• Feições erosionais.</li> </ul>

Figura 3: Geoindicadores utilizados para análise do comportamento da linha de costa na ilha de Mosqueiro. Fonte: Adaptado de Bush, *et al.*, 1999.

<b>Grau de Risco</b>	<b>Descrição</b>
<b>R1 Baixo ou sem risco.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</li> <li>2. Não se observam evidências de instabilidade.</li> <li>3. Mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.</li> </ol>
<b>R2 Médio</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</li> <li>2. Observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade, porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</li> <li>3. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos.</li> </ol>
<b>R3 Alto</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</li> <li>2. Observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/ evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</li> <li>3. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos.</li> </ol>
<b>R4 Muito Alto</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</li> <li>2. Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, histórico de deslizamentos, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem das falésias etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.</li> <li>3. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</li> </ol>

Figura 4: Classificação de riscos. Fonte: Brasil, 2007.

### 3. RESULTADOS

Durante o levantamento de campo na Praia do Paraíso foram observados geoindicadores como ausência da zona pós praia sob maré alta, presença de falésias ativas, processo de sobrelavagem frequente e vegetação inclinada e derrubada ao longo da linha de praia, o que evidencia a tendência a erosão.

A supressão vegetal, seguida do lançamento de aterro e construção de estrada pavimentada que dá acesso à praia, causou nítida interferência no perfil praial. Além disso, o despejo de água servida observado em alguns pontos da praia, somado ao elevado índice pluviométrico anual da região e ao hábito de regar os gramados e jardins sobre as falésias, acentua o escoamento superficial favorecendo a ocorrência de deslizamentos de terra.

Igualmente, a construção de edificações, pátios, piscinas e muros na borda das falésias, observadas ao longo das porções central e leste da praia, acrescentam peso e diminuem a estabilidade, favorecendo a ocorrência de deslizamentos. Foram identificadas residências e estabelecimentos comerciais, com indícios de instabilização diante do processo erosivo em todos os setores da praia.

Na porção extremo leste da praia foram observadas casas de alvenaria situadas na borda da falésia ativa, algumas com muro de gabião em estrutura de madeira (Figura 5 A), a fim de conter a erosão costeira. Outras com muro de concreto em sua base (Figura 5 B), porém, aparentemente sem rachaduras. Com relação aos estabelecimentos comerciais, foram observados, tanto restaurantes sobre a falésia como barracas dentro do estreito pós praia. Neste setor também foram observadas várias árvores inclinadas. No restaurante Paraíso Nika, o muro de concreto é atingido pelas duas marés altas diárias e apresenta-se parcialmente danificado, com solapamento de sua porção superior. Deste modo, este setor da praia foi classificado como de alto de risco (R3) (Figura 6).

No segmento central da praia existem restaurantes instalados no topo da falésia que pode chegar a cerca de 8 metros de altura (Figura 5 C). Dentre estes, alguns apresentam abundantes evidências de instabilização. O restaurante Hotel Fazenda Paraíso encontra-se sobre uma falésia extremamente ativa, ladeado por várias árvores caídas na praia e apesar de possuir muro de concreto em sua base, exhibe graves defeitos estruturais internos, como trincas no piso do estabelecimento. Ainda nas adjacências, observou-se os restos de uma propriedade afetada pelo desabamento decorrente do processo erosivo. Sendo assim, este setor foi classificado como área de muito alto risco (R4) (Figura 6).

No segmento praial oeste existem várias barracas de madeira assentadas sobre a areia, sendo atingidas diariamente pelas ondas. Estas barracas constituem alvos extremamente frágeis, e que embora possuam histórico de desabamentos, sempre voltam a ser reconstruídas. No percurso longitudinal as mesmas, o avanço da erosão é notável e afeta a estrutura de contenção da estrada pavimentada, que exhibe abatimentos (Figura 5 D). Com base nestas feições classificou-se este segmento como área de muito alto risco a erosão (R4) (Figura 6).

Segundo a metodologia utilizada pela CPRM e adotada no presente trabalho, após a fase de análise e classificação do grau de risco para os locais visitados, realizou-se a delimitação e estimativa do número de residências que se encontram, atualmente, dentro dos setores de alto e muito alto risco. A estimativa do número de pessoas baseia-se na proporção de 1:4, ou seja, a cada propriedade 4 pessoas são estimadas. Na praia do Paraíso foram delimitadas 18 propriedades, sendo 6 em situação de alto risco e 12 em situação de muito alto risco.



Figura 5 – A: Restos de uma propriedade e árvores caídas; B e C: Barracas situadas na borda da falésia sob erosão; D: Destruição da estrada pavimentada que dá acesso à praia e barraca sendo reconstruída.

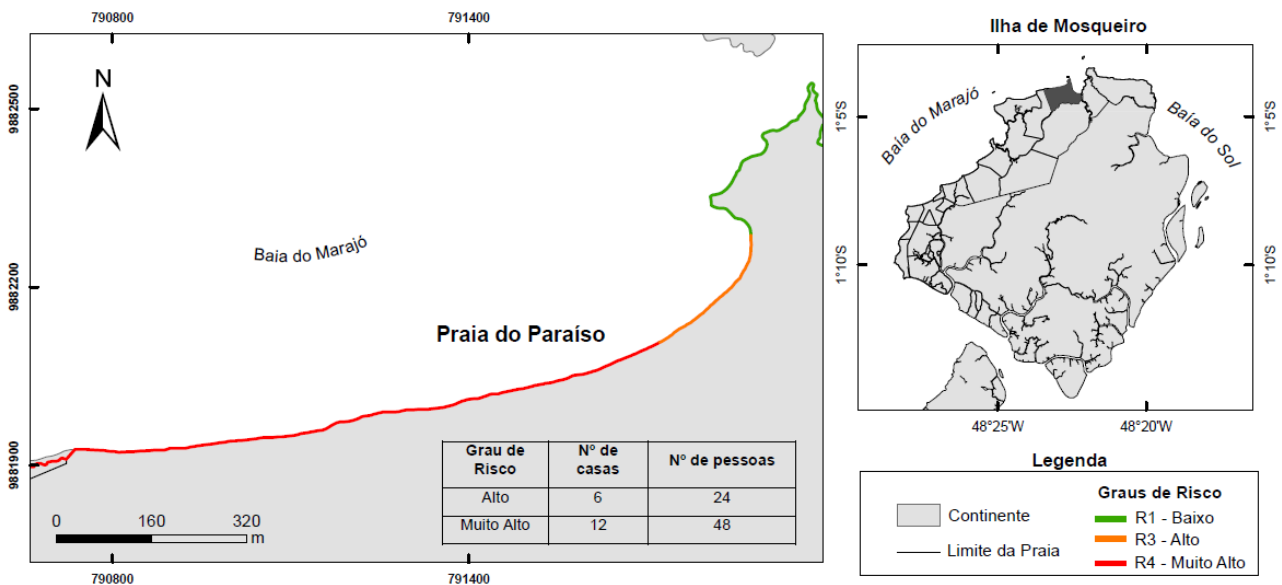


Figura 6: Setorização de risco da praia do Paraíso

#### 4. CONCLUSÕES

A avaliação da vulnerabilidade natural em conjunto com a interferência antrópica no meio, permitiu a atribuição de graus de risco para a Praia do Paraíso. Observou-se que a ação antrópica intensifica a erosão costeira à medida que interfere no perfil praial e no balanço sedimentar. Deste modo, transforma a vulnerabilidade natural em risco geológico principalmente em virtude da urbanização da orla sem obedecer aos critérios sugeridos pela legislação ambiental e pela presença de residências e estabelecimentos comerciais sites no topo das falésias ou dentro da face praial. No mais, outros elementos também podem ser considerados como indutores do processo erosivo local, como a sazonalidade climática, acompanhada da ampla variação de marés e ação das ondas sobre as falésias compostas por sedimentos friáveis.

A setorização da praia do Paraíso resultou na classificação de áreas de alto e de muito alto risco a erosão costeira, que mostram um grande número de indícios de instabilidade, evidenciando que o processo de desestabilização se encontra em estágio avançado de desenvolvimento. Mantida as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de altas marés e/ou tempestades.

Considerando-se que o ambiente praial é altamente dinâmico é necessária a revisão constante das áreas mapeadas e de outras não indicadas, que podem ter seu grau de risco alterado, ou seja, o grau de risco de determinada área delimitada em campo nesse momento pode evoluir futuramente.

## 6. REFERÊNCIAS

BUSH, David M. et al. Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. *Ocean & Coastal Management*, v. 42, n. 8, p. 647-670, 1999.

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Brasília, DF, 176p, 2007. Disponível em: [https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro\\_Mapeamento\\_Enconstas\\_Margens.pdf](https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Mapeamento_Enconstas_Margens.pdf) Acesso em: 30 de abril, 2018.

EL-ROBRINI, M.H.S. Estudo da variabilidade morfo-sedimentar sazonal de praias estuarinas - Ilha de Mosqueiro. 2001. 69f. Dissertação (mestrado em geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

MUEHE, D. Erosão costeira, mudança do clima e vulnerabilidade. GUERRA, A. José T. JORGE, M. C. O. (Orgs.). Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.