

RISCOS COSTEIROS E MITIGAÇÃO EM SETORES URBANIZADOS DO LITORAL DO ESTADO DO CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL

Vanda de Claudino-Sales¹

Fabio Perdigão Vasconcelos²

Adely Pereira Silveira³

1 Introdução

Erosão costeira é um problema global, afetando virtualmente todos os países do mundo. Em alguns casos, a erosão atinge estágios que resultam na ocorrência de elevados riscos de desastres socioambientais. As repercussões econômicas desses problemas são diversas, implicando por exemplo em degradação do meio natural, perdas de infraestrutura pública e destruição de propriedades privadas. Esses fatos podem ter sérias consequências na economia (sobretudo turismo e pesca), ecossistemas e saúde pública.

As causas principais da erosão costeira estão associadas com a subida do nível do mar que se encontra em curso globalmente na atualidade, e com o manejo e uso inadequado das áreas costeiras, além de algumas propriedades naturais desses ambientes. Do ponto de vista dos usos, frequentemente os riscos de desastres estão associados com a instalação de equipamentos urbanos e indústrias ou infraestrutura associadas com habitação, lazer e turismo.

No Estado do Ceará, no Nordeste do Brasil, nos anos 1950, um porto industrial foi instalado na capital, Fortaleza. As estruturas associadas ao porto, bem como outros fatores como a destruição das dunas que cruzavam setores do litoral para alimentar as praias (as dunas de *bypass*), produziram erosão intensa a sotamar (nas praias de oeste), responsável pela perda de mais de 500 m de praias em seis décadas, em particular no município vizinho de Caucaia. Por outro lado, no litoral leste, na localidade Praia de Canoa Quebrada, que é famosa nacional e internacionalmente, um recente processo de colapso de falésias resultou de usos inapropriados da área, associado a fatores naturais, criando riscos para a população de habitantes e turistas.

Com a ação da abrasão associada com a subida do nível do mar, essas áreas costeiras estão sob riscos de desastres socioambientais ainda maiores. As condições ambientais associadas com esse quadro de riscos de desastres serão analisadas e discutidas nesse capítulo nas áreas mencionadas. Propostas de mitigação são também consideradas para ambas os setores costeiros analisados.

1 Professora-Doutora do Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Ceará. E-mail: vcs@ufc.br.

2 Professor-doutor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Ceará. E-mail: fabioperdigao@gmail.com.

3 Pesquisadora-doutoranda do Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira (LAGIZC) da Universidade Estadual do Ceará. E-mail: delysilveira@gmail.com.

2 Metodologia

Os dados apresentados aqui resultam de pesquisa bibliográfica, análise de mapas e de imagens de satélite, e de trabalho de campo nas áreas de estudo.

Em relação à Fortaleza-Porto do Mucuripe, os dados de ventos e correntes foram coletados no Ministério da Marinha, através da Diretoria de Hidrografia e Navegação. Os dados de batimetria e subida do nível do mar foram digitalizados a partir das cartas de navegação da Marinha. Finalmente, foram realizadas medições em imagens de satélite do Google Earth, para definir os volumes de relevo disponível e acumulados na faixa litorânea.

Em relação à Canoa Quebrada, foram realizados perfis topográficos com 300 m de extensão em seis diferentes localidades da faixa de praia, usando um equipamento do tipo “estação total”. Foram ainda analisadas imagens de satélite de elevada resolução dos anos 2004, 2008 e 2017, na perspectiva de definir o comportamento do colapso da falésia, e definir a velocidade de recuo. Para a análise e georeferenciamento das imagens, foi utilizado o *software* QGIS, versão 2.12, desenvolvido pelo “Open Source Geospatial Foundation—OSGeo”. Foi utilizado ainda o DATUM SIRGAS 2000, projeção UTM zona 24 S.

3 Características naturais da área de estudo

Ceará é um dos estados da margem equatorial nordestina. Sua área costeira está situada entre as latitudes 2°47'S e 4°50'S, e se estende por 573 km. É caracterizada por longas e planas praias arenosas, irregularmente interrompidas por pontas litorâneas, pequenos estuários com manguezais, falésias, rochas de praia, amplo campo de dunas e pequenas barreiras (CLAUDINO-SALES, 2005, 2002, 1993). As pontas litorâneas são caracterizadas, com raras exceções, pela ocorrência de falésias com altitudes variando entre 3 e 20 m. A Formação Barreiras, que representa sedimentos correlativos da evolução das superfícies aplainadas do interior do continente (PEULVAST; CLAUDINO-SALES, 2002), que cria uma superfície tabular na borda do continente com menos de 40 m de elevação, a qual se estende da faixa de praia até cerca de em média 60 km continente adentro. Ela aflora na faixa de praia na forma de falésias com altitudes situadas entre 3 e 15 m (CARVALHO; CLAUDINO-SALES, 2016) (Figura 1)

As dunas móveis são orientadas primordialmente na direção E-W, e são sobretudo do tipo barcanas e dunas transversais (CLAUDINO-SALES et al., 2017; JIMENEZ et al, 1999). A taxa de migração das dunas varia entre 9 m/ano e 22 m/ano, com uma média da ordem de 11 m/ano (CLAUDINO-SALES et al, 2017). Com frequência, as dunas realizam o transpasse (*bypass*) através de pontas litorâneas, alimentando dessa forma as dunas situadas a barlar. Esse processo é um elemento importante do balance sedimentológico da zona costeira, considerando-se que ele compensa a erosão que ocorre a sotavento das pontas, resultando do barramento que as pontas realizam dos sedimentos transportados pelas correntes de deriva litorânea.

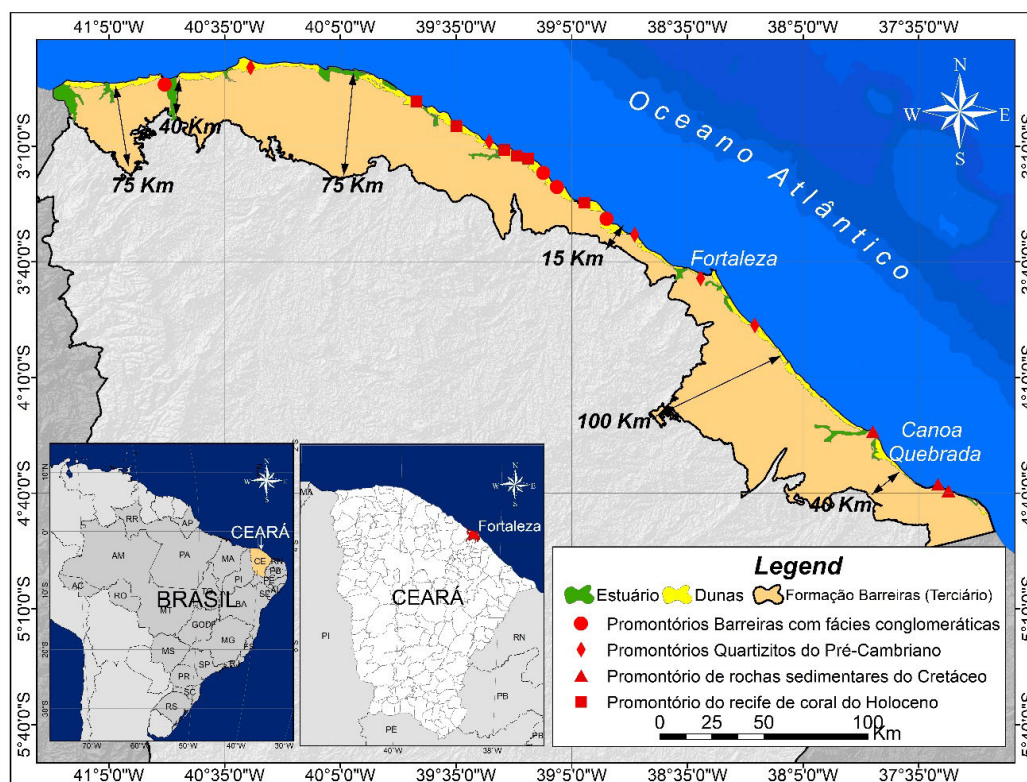


Figura 1. Localização e caracterização geológica e geomorfológica da zona costeira do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil

As condições climáticas são controladas pela ZCIT – Zona de Convergência Intertropical (e.g. WANG et al, 2005). Durante o outono, a ZCIT se encontra na sua posição máxima em relação ao hemisfério sul, resultando em estação chuvosa. Depois de abril, a ZCIT retorna ao hemisfério norte, do que resulta a presença da estação seca (ZANELA, 2007). O clima na zona costeira é tropical subúmido, com precipitação média anual situada entre 1000 mm e 1420 mm/ano (FUNCEME, 2019; CLAUDINO-SALES, 1993).

Em relação às temperaturas, estas permanecem mais ou menos constantes ao longo do ano, com médias anuais da ordem de 27.5°C (FUNCEME, 2019). Os ventos alísios dominam na área, e apresentam um comportamento similar ao da precipitação, mas em sentido contrário. À medida em que a precipitação decresce, a velocidade dos ventos aumenta; durante a estação chuvosa, a velocidade do vento é aproximadamente a metade da velocidade registrada na estação seca. Em média, a velocidade do vento no litoral é da ordem de 8 m/s na estação seca (segundo semestre do ano). Uma característica particular do regime eólico é a direção, sempre de leste para oeste, sobretudo sudeste e nordeste (FUNCEME, 2019).

Quanto às ondas, a direção predominante é 90°. Elas apresentam altura máxima significativa da ordem de 1.0 a 1.5 m (CLAUDINO-SALES et al, 2017; INPH, 1996). As ondas são sobretudo do tipo “sea”, com ocorrências ocasionais de “swell” de Ne (MAIA, 1998). A área é característica de marés semidiurnas, com regime mesotidal, já que as máximas oscilam na faixa de 3,1m (DHN, 2019).

Quanto às variações do nível do mar, a curva mais referenciada é a de Martin e Suguio (1999), que indica um nível de +5 m em torno de 5.1 mil anos. Um aspecto único desse segmento costeiro é o fato de que a zona costeira não é influenciada por tempestades, sendo rara a existência de ondas extremas. Ao contrário, ventos unidirecionais e ondas de mesma direção, ambos persistentes, dominam a dinâmica

costeira, os quais criam uma força que induz ao surgimento de correntes de deriva litorânea direcionadas para oeste. Essas correntes resultam em uma larga taxa de transporte de sedimentos (VASCONCELOS et al, 2007).

Em relação ao nível do mar, salienta-se que ele subiu cerca de 14 cm nos últimos 73 anos, como identificado em Fortaleza (para localização, ver Figura 1). Efetivamente, os dados obtidos através da análise das cartas náuticas de 1945 e 2018 da zona costeira de Fortaleza, levando em conta o nível do mar em ambas as cartas, indicam, portanto, que a subida do nível do mar é um importante elemento para ser considerado na dinâmica atual da zona litorânea do estado (VASCONCELOS et al., 2018).

A subida do nível do mar, associada com usos inadequados e inapropriados da zona costeira, estão produzindo uma grande degradação da área, a qual se caracteriza pela destruição de ecossistemas e geoformas. Esses usos normalmente estão associados com a construção e instalação de equipamentos diversos voltados para o desenvolvimento econômico, os quais, via de regra, resultam em degradação socioambiental, causando problemas de ordem econômica, social e ambiental. Essas situações serão analisadas a seguir, tomando-se como exemplos principais dois segmentos da zona costeira do Estado do Ceará, que são a área do porto/ponta do Mucuripe, em Fortaleza, e a Praia de Canoa Quebrada, na costa oeste (para localização, ver Figura 1).

4 Problemas e riscos ambientais costeiros em Fortaleza, Ceará

A Ponta do Mucuripe, em Fortaleza, representa uma feição rebaixada (com apenas 1,5 m acima do nível da maré média), caracterizado por ser um afloramento de quartzitos pré-cambrianos (Figura 2A). A ponta se dispõe com a direção ESE-WNW, e foi intensamente ancorada por estruturas de engenharia a partir dos anos 1950 (Figura 2B). A deriva litorânea na área, assim como em todo o litoral do Estado, ocorre de leste para oeste. As areias, antes da instalação do porto, faziam o transpasse (*bypass*) através da ponta, alimentando dessa forma as praias a sotavento, por dezenas de quilômetros. Os dois espigões costeiros que foram construídos para proteger o porto das ondas, assim como do assoreamento, acabaram por eliminar o transporte de sedimentos a sotamar (PITOMBEIRA, 1995).

A quantificação do total de areias interceptadas pelo promontório e estruturas associadas ao porto permitiram uma estimativa razoavelmente fidedigna do montante transportado pela deriva litorânea na região, considerado como sendo da ordem de 860.000 m³/ano (MAIA, 1998). A interrupção da deriva litorânea por essas estruturas induziu larga acumulação de areia a barlamar, da ordem de 825.000m³/ano (VASCONCELOS, 2018; MORAIS, 1993).

Desde a instalação do porto, a quantidade total de areia acumulada a barlamar é aproximadamente 26,4 milhões de m³, o que resultou no surgimento de uma praia (a Praia do Serviluz) com cerca de 65,5 ha de área (VASCONCELOS, 2018; para localização, ver figura 2B). No entanto, parte das areias acumuladas no Serviluz, apesar da presença dos espigões costeiros, consegue realizar o *bypass* e ultrapassar essas estruturas, sendo transportada e depositada através da difração de ondas no segmento norte da bacia portuária. Esse processo foi responsável pelo surgimento da Praia Mansa (Figura 3), bem como por uma permanente situação de assoreamento no porto. Por essa razão, dragagens são frequentemente necessárias na bacia portuária, na perspectiva de permitir que navios de maior calado possam atracar sem encalhar. Levantamentos realizados por Vasconcelos (2018) indicaram que o total de areia dragada no porto desde os anos 1950 é da ordem de 21 milhões de m³.

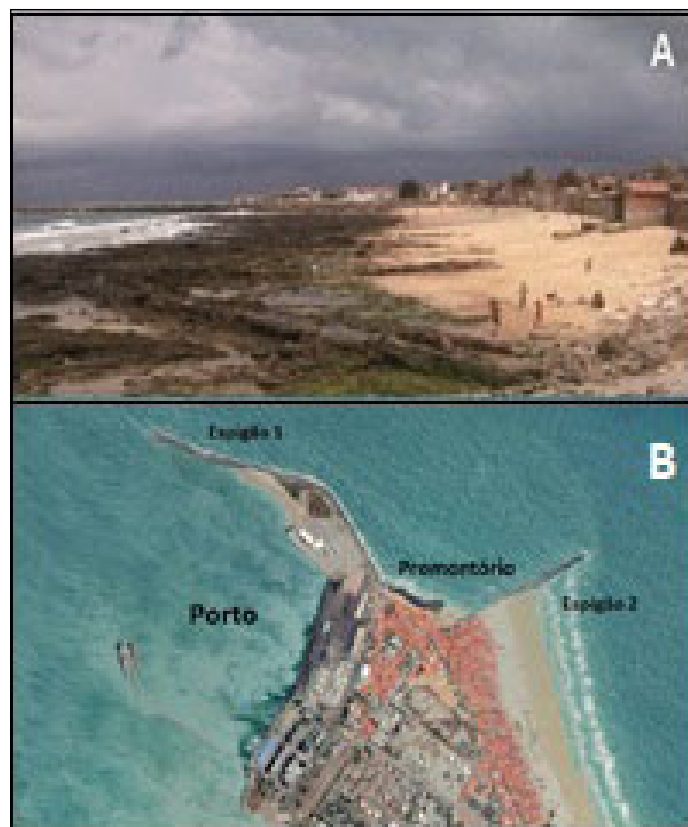


Figura 2. (A) Ponta do Mucuripe, que representa um promontório rebaixado situado no segmento NE da cidade de Fortaleza, é uma feição natural que muda a orientação da linha de costa, de SE-NW para NE-SW. (B) O Porto do Mucuripe, instalado nos anos 1950, conta com dois espigões costeiros que foram construídos para proteger a bacia portuária do ataque das ondas e do assoreamento. Os espigões interromperam a deriva litorânea, que se desloca para oeste.

A interrupção agressiva da tremenda quantidade de areias transportadas pela corrente longitudinal resultou na erosão de mais de 100 m de praias a sotamar da ponta litorânea/porto entre os anos 1960 e 1970 na cidade de Fortaleza (MORAIS, 1980). Numerosas estruturas litorâneas do tipo espigões costeiros foram construídos nesse segmento litorâneo para proteger a linha de costa da erosão (Figura 4). Esses equipamentos, no entanto, produziram uma maior ruptura do transporte longitudinal de sedimentos, de forma a estender a erosão para sotamar, por dezenas e dezenas de quilômetros a oeste (MAIA, 1998; MORAIS, 1980).

Em adição à interrupção da deriva litorânea, as dunas de *bypass*, que transportavam areias de leste em direção a oeste através da ponta litorânea, também foram completamente obstruídas por edifícios e estruturas urbanas, as quais destruíram completamente esse transporte ao longo das últimas décadas (CLAUDINO-SALES et al., 2019, 2017; Figura 5). Praticamente não tem mais areias realizando o *bypass* e alimentando as praias a sotamar (CLAUDINO-SALES et al., 2017; CLAUDINO-SALES, 1993), ou mesmo através da desembocadura do Rio Ceará, sem direção a oeste, para onde as areias se deslocavam antes (VASCONCELOS, 2018; para localização da foz do Rio Ceará, ver Figura 4).



Figura 3. O *bypass* residual de areia através dos espigões costeiros e do promontório resultaram na formação da Praia Mansa, e continua alimentando esse segmento costeiro regularmente. O *bypass* também produz assoreamento na bacia portuária, a qual precisa ser dragada com frequência (Imagem Google Earth, 2019).

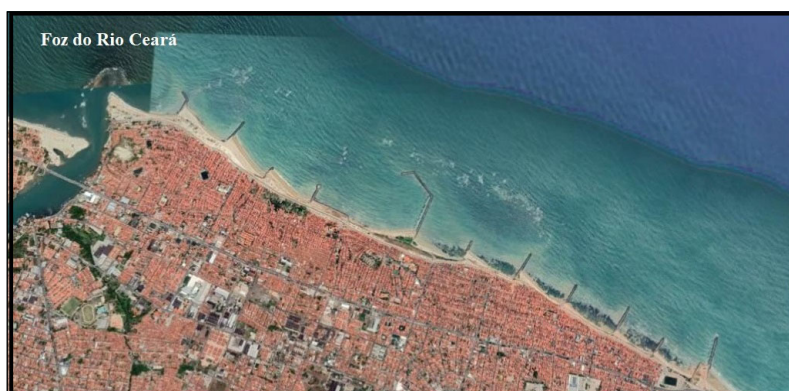


Figura 4. Espigões costeiros instalados no litoral de Fortaleza, para proteger a linha de costa da erosão resultante da interrupção da corrente longitudinal (deriva litorânea) produzida pelo porto e estruturas associadas, construídas a barlamar (a leste da área ilustrada) (Fonte: Imagem Google Earth, 2019).



Figura 5. (A). Costa leste de Fortaleza e entorno do Porto do Mucuri, com largos campos de dunas. A seta vermelha indica a área onde o by-pass de dunas ainda ocorreria logo depois da construção do porto. (B). Completa urbanização do campo de dunas, o que resultou na interrupção do *bypass* de areias para o segmento norte do litoral de Fortaleza.

As consequências dessas situações na dinâmica costeira local são dramáticas. A linha de costa foi destruída em mais de 500 m em 60 anos, 15 km a sotamar do porto (CLAUDINO-SALES et al., 2019, 2017; MAIA, 1998). A erosão ainda se encontra em pleno curso: na Praia de Icaraí, 25 km a sotamar do porto, ocorreu erosão da faixa de praia da ordem de 100 m entre os anos 2004 e 2017 (CLAUDINO-SALES et al., 2017).

A recessão das praias indica que a dinâmica litorânea na área está completamente perturbada. A areia introduzida na deriva litorânea a partir da erosão é a provável fonte dos sedimentos que estão agora acumulando na área em torno do píer de outro porto – o Porto do Pecém, localizado 60 km a sotamar do Porto do Mucuripe, no entorno da Ponta do Pecém (CLAUDINO-SALES et al., 2017). A degradação ilustra as mudanças resultantes de intervenções sociais extremas em um sistema unidirecional, o qual sofre ainda a influência da subida global do nível do mar.

4.1 Mitigação e prevenção de riscos na Região Metropolitana de Fortaleza

A medida em que a erosão avança para oeste, donos de casas de veraneio e residências permanentes situadas no contato com o mar tentam proteger suas propriedades com medidas unilaterais, através da construção de estruturas de proteção costeira com recursos próprios, ou pressionando o poder público para tomar atitude semelhante. Dessa forma, muitas intervenções foram feitas nas últimas décadas, do tipo enrocamentos rochosos e “bag-wall”.

Os enrocamentos protegem a costa contra a erosão. No entanto, resultam na perda da faixa de praia, e ampliam o fenômeno a sotamar (Figura 6A). O *bag-wall*, que foi construído nos anos 2010, por outro lado, já foi destruído pela ação das ondas (Figura 6B), mostrando-se ser completamente ineficiente para resolver os problemas criados pela construção do Porto do Mucuripe e pelo insustentável tipo de urbanização que ocorre na zona litorânea de Fortaleza.

Parece claro que a erosão na área não vai cessar com o tipo de intervenção que vem sendo realizada pelos órgãos públicos municipais e indivíduos nas últimas 6 décadas. Efetivamente, faz-se necessário considerar que as ondas são muito ativas, e que falta areia na faixa de praia, extraídas que foram do sistema litorâneo a oeste.

Como indicado por Moraes (1993), as areias dragadas na bacia portuária do Porto do Mucuripe poderiam ser usadas para mitigar o problema da erosão, através da alimentação artificial das praias, como ocorrem em outras áreas do mundo. Vasconcelos (2018) avançou nesse ponto, considerando que a areia dragada poderia ser dispersada ao longo do litoral da Região Metropolitana de Fortaleza a oeste do Porto do Mucuripe, em uma batimetria da ordem de 5 m, a partir de onde a deriva litorânea iria naturalmente transportá-las para as praias a sotamar, reestruturando a dinâmica litoral normal. Essa medida iria desobrigar da necessidade de alimentação artificial, diminuiria os riscos de permanente erosão, assim como a instalação de enrocamentos rochosos, *bag-walls* e outras estruturas de engenharia, implicando assim em menor custo e em menor distúrbio da linha de costa e da vida social relacionada a longo prazo.



Figura 6. (A) Erosão na Praia do Icaraí, situada 25 km a sotamar do Porto do Mucuripe, a qual resulta das intervenções realizadas no litoral de Fortaleza e nas áreas em torno do Porto do Mucuripe. A ascensão mundial do nível do mar também deve ser um fator produtor dessa erosão. (B) *Bag-wall* instalado na Praia do Icaraí nos anos 2010, já destruído pelas ondas.

No entanto, essas indicações técnicas não vêm sendo consideradas pelas autoridades públicas. Assim é que a areias da última dragagem realizada na bacia portuária do Mucuripe, ocorrida em setembro de 2018, exatamente como em quase todas as outras dragagens que ocorreram anteriormente, foram transportadas *offshore*, para serem depositadas distantes da linha de costa. Enquanto isso, a agressiva, dramática, desastrosa e degradante erosão e destruição da parte norte do litoral do Estado do Ceará continua se processando.

5 Problemas e riscos ambientais na Praia de Canoa Quebrada

A Praia de Canoa Quebrada está localizada a 140 km a leste da cidade de Fortaleza, e representa um dos mais visitados destinos turísticos do Nordeste brasileiro, inclusive de turismo internacional (para localização, ver Figura 1). É caracterizada pela presença de falésias ativas modeladas na Formação Barreiras, com a ocorrência de praias estreitas na faixa de estirâncio, bem como pela presença de rochas-de-praia, as quais protegem parcialmente as falésias da ação mais agressiva do mar. Argilas e areias friáveis são os materiais que formam as falésias, as quais se mostram desnudas ou apenas parcialmente protegidas por vegetação (MEIRELES, 1999).

A morfodinâmica na área é bastante expressiva: as fortes chuvas que caracterizam a estação chuvosa produzem ravinas e cristas agudas nas falésias, resultando em transporte e deposição de sedimentos para o sopé, na forma de cones de dejeção (Figura 7). A chuva também contribui para a desestruturação do material da falésia e incremento do lençol d'água subterrâneo, o qual produz dissolução na vertente e aumenta a pressão interna nos sedimentos, assim ampliando a fragilização da feição (VEYRET, 2003).

Um fator antropogênico importante da dinâmica das falésias é a instalação de numerosos equipamentos turísticos no topo dessas feições. Essas estruturas causam compactação de areias, ampliando as ravinas, que evoluem para voçorocas, as quais contribuem para a aceleração dos processos erosivos produzidos pela chuva (CLAUDINO-SALES et al., 2019; MIOSSEC, 2018) (Figura 8). As falésias de Canoa Quebrada têm uma altura média de 15 m e podem ser consideradas de pequeno e médio tamanho. No entanto, a quantidade de material removido dessas feições não é negligenciável, devido a ocorrência de deslizamentos.



Figura 7. Sulcos e ravinas no topo e cones de dejeção na base das falésias de Canoa Quebrada (Foto: Silveira AP).



Figura 8. Ocupação do topo e da base das falésias em Canoa Quebrada (Foto: Silveira AP).

A ocorrência de sucessivos episódios de deslizamentos na área é uma resposta à ação combinada de vários fatores: a natureza friável das argilas e arenitos que sustentam as falésias; a elevada alteração de caráter antropogênico; a elevada intensidade de precipitação; a intensa ação das ondas; a subida do nível do mar, e finalmente, a declividade das vertentes.

As falésias apresentam declividade abaixo de 45° e são caracterizadas pela ocorrência de recuo controlado por deslizamentos gravitacionais, muito mais do que por colapsos abruptos (Figura 9). Junto com a energia das ondas e com o fenômeno de

subida do nível do mar, além da amplitude de maré e granulometria dos sedimentos, essa inclinação influencia diretamente a ação dos processos erosivos que atingem as falésias na atualidade (MERLOTTO et al, 2014; BIRD, 2000).

A análise de seis pontos onde perfis topográficos foram realizados indicam que de leste para oeste (perfis 1, 2, 3, Figura 10), a vertente apresenta deslizamentos suaves, enquanto que no segmento mais a oeste, onde os perfis assumem ângulos de mais de 45° (perfis 5 e 6, Figura 10), ocorrem os deslizamentos mais intensos. A análise de imagens de satélites contendo uma série temporal de 13 anos (os anos 2004, 2008 e 2017) indica que a velocidade de recuo das falésias de Canoa Quebrada é muito intensa quando comparada com rochas duras.

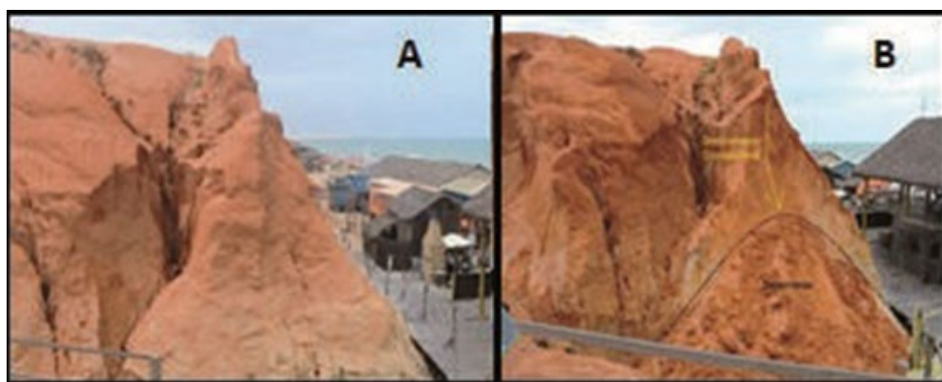


Figura 9. (A) Falésia em janeiro de 2017, e na direita, em fevereiro de 2018. (B) Erosão na falésia, a partir de recuo produzido por deslizamento gravitacional. (Foto: Silveira AP)

A velocidade de recuo das vertentes dessas feições ao longo dos 5 km da linha de costa de Canoa Quebrada foi calculada em três diferentes secções, com os seguintes resultados: a leste, o recuo foi pequeno, da ordem de 90 cm entre 2004 e 2017, representando um recuo médio de 8,2 m por século. Nas áreas centrais, a qual conta com inúmeros equipamentos turísticos, o recuo foi mais acentuado, da ordem de 1,2 m nos 13 anos, representando aproximadamente 10,9 m por século. Para oeste, que representa a área mais atingida pelas ondas em função da menor presença de rochas-de-praia, a falésia recuou em 1,7 m em 13 anos, equivalendo a 15,5 m por século. A velocidade média de recuo da falésia na área considerada é da ordem de 11,5 m por século.

Foi observado também que a linha de ruptura da falésia na imagem de 2017 apresenta ravinas e voçorocas que não existiam em 2004. Esse fato indica intensa ação morfogenética através dos anos. Em 2004, a ação de processos marinhos na base da falésia era dominante, ocorrendo um recuo uniforme da vertente. A análise da imagem de 2017 indica que ocorreu uma mudança na relação de forças entre os processos ativos, que passaram a ser mais continentais, subaéreos, do que comandados pela ação de ondas ou da presença do mar.

5.1 Mitigação e prevenção de riscos ambientais na Praia de Canoa Quebrada

A velocidade média de recuo das falésias de Canoa é compatível com a natureza pouco resistente dos sedimentos que as compõem. No entanto, esse recuo está ocorrendo de forma muito veloz, se considerarmos a presença de um núcleo urbano e estruturas turísticas localizadas nas proximidades do topo e da base das vertentes dessas feições.

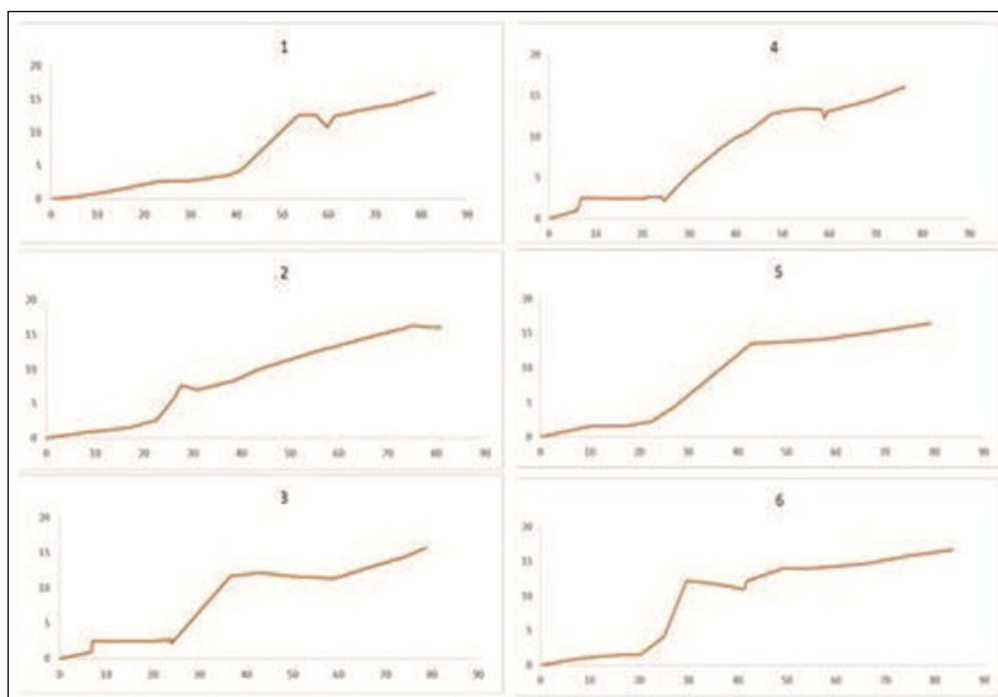


Figura 10. Perfis topográficos das falésias de Canoa Quebrada

A prevenção de riscos ambientais nunca esteve presente no planejamento urbano de Canoa Quebrada. Fatores naturais e antropogênicos não foram levados em consideração durante a expansão do sítio urbano em direção às falésias. No entanto, as falésias de Canoa Quebrada são frágeis, apresentando elevados riscos de ocorrência de deslizamentos, como indicado pelos levantamentos realizados e aqui expostos. Esses fatores necessitam serem levados em conta na continuidade da ocupação e expansão do aglomerado urbano, sob pena de produzir perdas materiais, degradação ambiental e riscos de perda de vida ou de acidentes e desastres com o público em geral.

Percebe-se que na parte central da praia, ocorrem equipamentos localizados muito próximos do sopé das falésias, criando grande risco de serem soterrados por materiais oriundos do topo, por meio dos frequentes deslizamentos que ali ocorrem. Nessa área central, é fortemente indicado que essas estruturas sejam removidas, assim assegurando a segurança do público que frequenta ou habita a área.

Conclusões

A zona costeira do Estado do Ceará caracteriza um ambiente de elevada beleza paisagística. Sendo destinação turística importante, assim como área de habitação muito procurada, essa zona costeira apresenta um grande valor econômico, social e cultural. O turismo ao longo da faixa costeira, particularmente em praias arenosas, constitui uma entrada de divisas para o estado. As populações de povos praianos aí exercem também suas tarefas cotidianas de forma tradicional. Em adição, o crescimento das atividades urbanas nessas áreas induz a instalação de muitas estruturas que são chave para o funcionamento da vida urbana e econômica das populações. Assim, esses setores são muito vulneráveis a numerosas forçantes e estressores naturais e antropogênicos.

A erosão nas praias da Região Metropolitana de Fortaleza e o colapso das falésias de Canoa Quebrada produzem danos para a população, seja através da alteração do ecossistema marinho, seja através da redução da pesca artesanal, da subsistência, do lazer, da recreação e do turismo. Essa situação leva a grandes perdas econômicas,

sociais e culturais, resultando em diminuição de emprego, decréscimo de renda, desvalorização do ambiente e desestruturação dos modos de vida dos povos praianos. Nesse contexto, faz-se necessário melhor planejar a ocupação e os usos desses segmentos costeiros, na perspectiva de promover um desenvolvimento realmente sustentável e pautado na justiça socioambiental.

Referências

- BIRD, E. **Coastal Geomorphology**: An Introduction. Chichester: Wiley, 2000
- CARVALHO, A. M.; CLAUDINO-SALES V. Contribuição do transporte eólico no processo de evolução da linha de costa. **Mercator**, v. 15, n. 2, p. 105-115, 2016.
- CASTRO, J.W.A. Burying processes carried out by a mobile transversal dunefield, Paracuru County, state of Ceará, Brazil. **Environmental Geology**. n. 49, p. 214-218, 2005.
- CLAUDINO-SALES, V. **Cenários litorâneos**: natureza e ambiente na cidade de Fortaleza, Ceará. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 1993.
- CLAUDINO-SALES, V. Les littoraux du Ceará Evolution géomorphologique de la zone côtière de l'Etat du Ceará, Nordest du Brésil [Thesis]. Paris: Université Paris-Sorbonne, 2002
- CLAUDINO-SALES, V. Os litorais cearenses. In: BORZACCHIELLO, J.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. (Org.). **Ceará**: um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005. p. 189-210.
- CLAUDINO-SALES V, WANG P, CARVALHO AM. Interactions between various headlands, beaches and dunes in the coast of Ceará state, Northeast Brazil. **Journal of Coastal Research**. n. 34, p. 413-428, 2018.
- CLAUDINO-SALES, V.; WANG, P.; VASCONCELOS, F.P.; SILVEIRA, A. P. Environmental Problems and Coastal Mitigation in South America: Examples from Northeast Brazil and Northern Colombia. IN: LIN, M. (Org.). **Estuaries and Coastal Zones**: Dynamics and Response to Environmental Changes. London: Intech Open, 2019
- DHN-DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. **Tábua de Marés do Porto do Mucuripe**. Fortaleza, 2019
- FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos). **Dados dos postos pluviométricos do Estado do Ceará**. Disponível em: funceme.br/calendario/produto/municipio/. Acesso em: 10 mar. 2019.
- INPH-INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS HIDROVIÁRIAS. **Simulação do regime de ondas no Pecém, Ceará**. (Report). Rio de Janeiro, 1996.
- JIMINEZ, J. A.; MAIA, L. P.; SERRA, J.; MORAIS, J. O. Aeolian dune migration along the Ceara Coast, northeastern Brazil. **Sedimentology**. v. 46, n. 4, p. 689-701, aug. 1999. DOI: 10.1046/j.1365-3091.1999.00240.x
- MAIA, L. P. **Procesos costeiros y balanceo sedimentario ao largo de Fortaleza (NE Brasil)**: Implicaciones para un gestión adecuada de la zona litoral [Thesis]. Barcelona: University of Barcelona, 1998.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K. Variation of coastal dynamics during the last 7000 years recorded in beach-ridge plains associated with river mouths: Example from the central Brazilian coast. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. n. 99, p. 119-140, 1999.
- MEIRELES, A. J. A. Falésias do litoral leste do estado do Ceará: análise dos processos morfogenéticos e impactos ambientais. **Revista Geonotas**. v. 3, n. 2, p. 1-29, 1999.
- MIOSSEC, A. De l'érosion cotière en general et le cas français en particulier. **La Géographie Terre de Hommes**. Numéro Especial: L'érosion, n. 1571, p. 28-34, Octobre-Décembre, 2018.
- MORAIS, J. O. Geological assessment of environmental impact on the Littoral of Fortaleza, Ceará, Brazil. **Urban Risk**. n. 4, p. 23-39, 1993.

- MORAIS, J. O. **Aspectos de geologia ambiental costeira do Município de Fortaleza, Ceará** [Thesis]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1980.
- MERLOTTO, A.; BÉRTOLA, G. R.; ISLA, F. I.; CORTIZO, L. C.; PICCOLO, M. C. Short and medium-term coastal evolution of Necochea municipality, Buenos Aires province, Argentina. **Environment and Earth Science**. n. 71, p. 1213-1225, 2014. DOI: 10.1007/s12665-013-2525-6.
- PASKOFF, R. **Les Littoraux**: L'impact des aménagements sur leur évolution. Paris: Editora Armand Colin, 2010.
- PEULVAST, J. P.; CLAUDINO-SALES, V. Surfaces d'aplanissement et géodynamique. **Géomorphologie**: relief, processus, environnement. v. 11, n. 4, p. 249-274, 2002.
- PITOMBEIRA, E. S. Litoral de Fortaleza – Ceará – Brasil, um exemplo de degradação. In: SIMPÓSIO SOBRE PROCESSOS SEDIMENTARES E PROBLEMAS AMBIENTAIS NA ZONA COSTEIRA DO NORDESTE DO BRASIL. 1., 1995, Recife. **Anais [...]**. Recife: ABEQUA, 1995. p. 59-62.
- VASCONCELOS, F. P.; MORAIS, J. S. D.; DINIZ, M. T.; REGO-FILHO, F. F.; ROCHA, G. C. Determination of shoreline variations of the metropolitan region of Fortaleza (Ceará State - Brazil) using methodology of GIS. In: COASTGIS 2007, Santander, Spain. **Proceeding [...]**. Santander, Spain: Copicentro-Bonifaz, 2007. v. 2, p. 233-343.
- VASCONCELOS, F. P. **Dinâmica costeira do litoral de Fortaleza e os impactos da construção dos aterros das praias do Meireles (Beira-Mar) e Iracema sobre o litoral de Caucaia (Report)**. Universidade Estadual do Ceará - UECE. Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira – LAGIZC. Fortaleza, 2018.
- VEYRET, Y. **Les Risques**. Paris: SEDES, 2003.
- WANG, W.; SAHA, S.; PAN, H. L.; NADIGA, S.; WHITE, G. Simulation of ENSO in the new NCEP coupled forecast system model (CFS03). **Weather Review**. n. 133, p. 1574-1593, 2005.
- ZANELA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará. In: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W. C.; MEIRELES, A. J. A. (Ed.). **Ceará**: um novo olhar geográfico. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 169-188.

