

Potencial de Risco Natural

Moyses Tessler¹

Desde o início da colonização européia, o estabelecimento de populações e o aproveitamento socioeconômico das áreas litorâneas apresentam um ritmo cada vez mais intenso. Essa ocupação do território, que contempla cerca de um quarto da população nacional, tem se estabelecido a partir da apropriação de espaços comuns da Zona Costeira, através de atividades e usos que lhe são próprios, tendo como principais vetores indutores as atividades portuárias, industriais, petrolíferas e de exploração turística.

Intrinsecamente ligadas à ocupação humana por sua relação de causa e efeito, as características geomorfológicas da costa, associadas à dinâmica climática e oceanográfica, conferem relevância ímpar às questões relacionadas a inundações. Assim, a conseqüente perda de espaço físico para desenvolvimento das atividades econômicas e sociais que lhe são inerentes se destaca a partir de uma análise priorística dos riscos de desastres naturais a que estariam submetidos esses espaços de transição dos domínios continental e marinho.

O banco de dados internacional sobre desastres naturais (International Disaster Database – OFDA/CRED – www.em.dat.net – Université Catholique de Louvain, Bruxelas, Bélgica) indica que cerca de 55% dos eventos com causas naturais que atingiram o Brasil entre 1948 a 2006 estiveram relacionados com inundações fluviais e/ou avanços do mar (Figura 1).

As informações disponibilizadas sobre as atuais características erosivas e progradacionais do litoral brasileiro, somadas àquelas disponibilizadas nas cartas de potencial de risco a inundação, compõem um quadro sobre as tendências de evolução morfológica desse compartimento do território brasileiro. Esse conjunto de informações pode, assim, fornecer aos tomadores de decisão subsídios importantes ao planejamento, nos aspectos relacionados à conservação ambiental, à regulamentação de uso do solo ou mesmo à fiscalização dos patrimônios públicos e culturais do litoral, com medidas mais precisas que levem à redução dos riscos de catástrofes, das perdas humanas e patrimoniais.

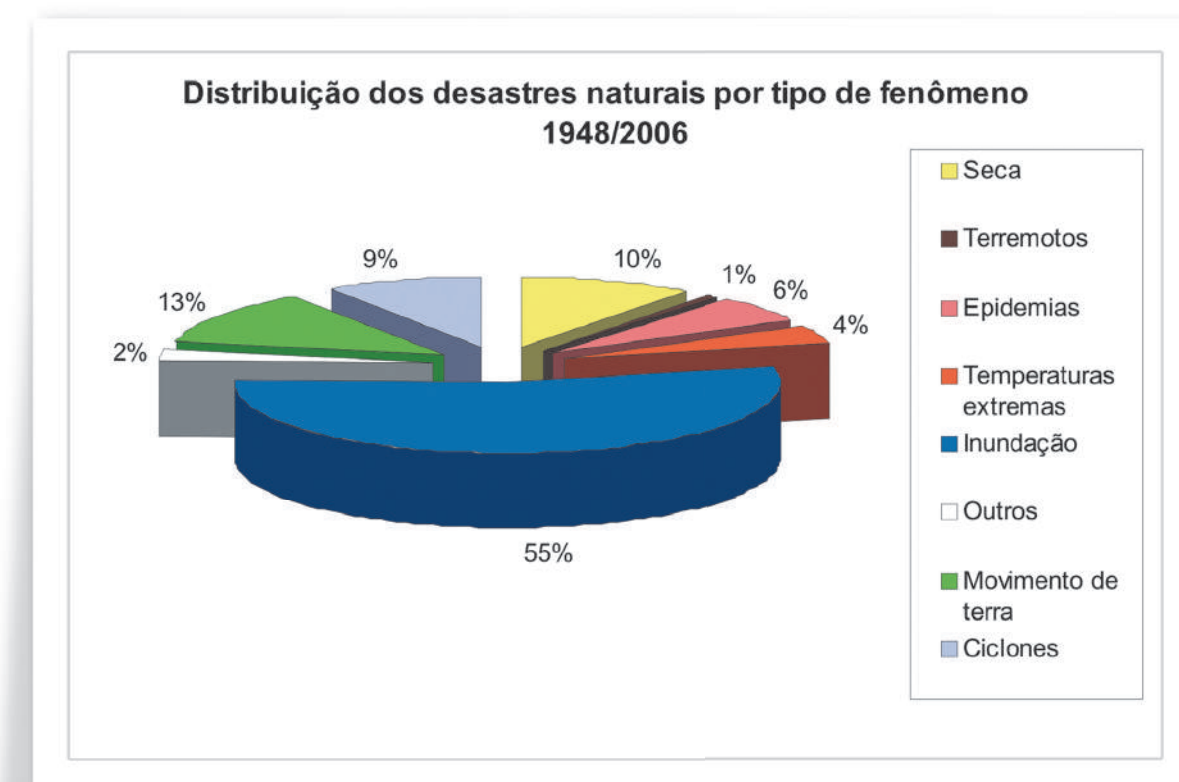


Figura 1: Distribuição dos desastres naturais por tipo de fenômeno no Brasil (1948 - 2006).

¹ – Professor livre docente do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo – IO-USP.



Foto: Ministério do Meio Ambiente.

1 Metodologia

A metodologia de confecção de cartas sobre o potencial de risco à inundação é produto da combinação de aspectos altimétricos com dados populacionais, acrescidos da avaliação dos graus de vulnerabilidade às inundações por eventos meteorológicos extremos, chuvas intensas e perspectivas de elevação do nível do mar. Dessa maneira, os níveis do potencial de risco aqui apresentados estão baseados em dados altimétricos oriundos da SRTM-NASA, disponíveis no Serviço Geológico dos Estados Unidos.

As informações de altimetria foram modeladas em sistemas de informação geográfica nos laboratórios do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), constituindo-se em um modelo digital de terreno da Zona Costeira, ao qual foram incorporados os dados referentes à população residente por subdistrito, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de acordo com o Censo 2000.

No refinamento dos cinco níveis de potencial de risco à inundação adotados (muito alto, alto, moderado, baixo e muito baixo), foram consideradas informações relativas à dinâmica costeira, através da utilização de técnicas estatísticas como média ponderada. Setores costeiros sob processos erosivos agregaram valor, mostrando as regiões mais propensas à inundação, uma vez que os processos erosivos tendem a destruir barreiras naturais como restingas, dunas frontais, falésias, mangues etc. Já os setores costeiros que apresentam uma situação de acréscimo de sedimentos e, conseqüentemente, progradação da linha de costa subtrairiam valor quando da determinação de faixas de risco.

No que trata mais especificamente das áreas atualmente submetidas a processos erosivos em nosso litoral, foram utilizados os dados da publicação “Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro”, organizado pelo Dr. Dieter Muehe (MMA, 2006).

Na ponderação dos fatores, a combinação de altitudes inferiores a 10m com a presença de erosão marinha foi considerada o indicador mais crítico para a vulnerabilidade ambiental costeira às inundações. O potencial de risco pôde então ser avaliado a partir do cruzamento dessas informações com os dados populacionais por subdistrito.

2 Discussão

As Cartas 1 (Rio Oiapoque) e 2 (Ilha de Marajó) correspondem ao segmento costeiro do estado do Amapá e parte do Pará, mais especificamente entre os rios Amazonas e Tocantins, abrangendo a face oceânica da Ilha de Marajó.

A costa amapaense corresponde a um segmento altamente energético, com grande mobilidade sedimentar, fortemente influenciado pela intensa descarga hídrica e sedimentar do Rio Amazonas e pelos fatores hidrodinâmicos do setor oceânico, em particular as marés.

Esse setor é representado por costas muito baixas (< 5m), com larguras variáveis de 10 a 120km, quase retilíneas, e submetidas a um contínuo processo de acréscimo sedimentar por contribuição fluvial do Amazonas. A já referida influência das marés é bastante pronunciada, por exemplo, na Ilha de Maracá, onde macromarés, predominantemente semidiurnas, atingem níveis superiores a 9,8m, enquanto no setor mais ao norte, na baía do Oiapoque, essa amplitude é inferior (cerca de 2,7m).

Foto: Museu Paraense Emílio Goeldi.

Ataque frontal de ondas (erosão) – Praia do Farol velho (Salinópolis, PA).

A taxa de ocupação de quase toda a faixa litorânea é muito baixa, com exceção da área urbana da cidade de Macapá e do entorno portuário da cidade de Santana.

Assim, as Cartas 1 e 2 apresentam risco predominantemente médio e baixo, destacando que, em todo o segmento costeiro da Ilha de Marajó, o risco à inundação é, em sua maioria, médio. Isso se relaciona diretamente às baixas cotas do terreno ($< 3\text{m}$) e a uma ocupação humana inexpressiva. Segmentos de nível de risco baixo a muito baixo, como se vê nos municípios de Calçoene e Chaves, por exemplo, estão mais diretamente associados às áreas de progradação.

No setor entre as áreas urbanas de Macapá e de Santana, ocorrem falésias baixas, esculpidas nos sedimentos terciários do Grupo Barreiras, apresentando pronunciado processo de retrogradação. Tais características, quando combinadas à presença das maiores concentrações populacionais do estado do Amapá, constituem-se nos fatores responsáveis pelo único segmento dessas cartas com potencial de risco alto a muito alto.

A Carta 3 (Salgado Paraense) abrange todo o litoral do Pará e um pequeno segmento ao norte do Maranhão. O litoral do primeiro estado é caracterizado por um conjunto de reentrâncias com vales afogados bastante ativos. No trecho costeiro entre o Golfão Marajoara e a proximidade de São João de Pirabas, predominam vales estuarinos esculpidos em sedimentos terciários do Grupo Barreiras, em contato direto com as águas marinhas.

Próximo à divisa com o Maranhão, o deslocamento dos sedimentos dessa formação em direção ao interior possibilitam a presença de costas baixas ocupadas por amplas planícies lamosas, colonizadas por extensos manguezais, recortados por vales afogados, e esculpidas, na maior parte, em terrenos modernos.

Na face oceânica desse segmento, as alturas das ondas incidentes são inferiores a 1,5 m, mas com níveis de variação de marés da ordem de 5m (macromarés). Já nas áreas estuarinas, o regime é de mesomarés, com amplitudes da ordem de 3,5m, estando submetidas a um regime de incidência de ondas de alturas inferiores a 1m.

As características geomorfológicas da costa do Pará constituem-se em entraves físicos a um processo de povoamento intenso do litoral. Porém, alguns trechos desse segmento vêm registrando crescimento populacional desordenado. A densidade populacional desse setor é de aproximadamente 27 habitantes/ km^2 , em contraste com os demais segmentos incluídos na Carta 3, que apresentam densidade de 3,5 habitantes/ km^2 . Valores significativos são observados apenas na região de Belém e adjacências (na ordem de 220 habitantes/ km^2).

Essa composição, associada às informações topográficas, resulta em um segmento costeiro de baixo a muito baixo grau de risco natural à inundação. Apenas a região do entorno da capital paraense, de alta densidade populacional, apresenta grau de risco médio a alto. A área mais interna do vale estuarino do Rio Caeté, onde se encontra a cidade de Bragança (no contato dos sedimentos holocênicos com as falésias inativas do Grupo Barreiras), com densidade populacional muito superior à média do litoral paraense, também apresenta risco médio a alto, principalmente nos segmentos de baixas altitudes que ligam aquela cidade com a área costeira nas proximidades de Ajuruteua.

A Carta 4 abrange todo o segmento costeiro do Maranhão, que pode ser geomorfológicamente subdividido em dois trechos, localizados, respectivamente, a noroeste e leste do Golfão Maranhense. O segmento a noroeste entre o Golfão e a divisa com o Pará apresenta características similares às observadas no litoral leste paraense (Carta 3). Já o segmento a leste é mais retilíneo, com-

posto por planícies flúvio-marinhas com a presença de depósitos eólicos, manguezais, praias, barreiras arenosas, lagoas etc.

O padrão de ondas incidentes apresenta alturas médias inferiores a 1,5m, regimes de macromarés a noroeste do Golfão Maranhense e características de mesomarés no litoral oriental. Esse último trecho apresenta deriva litorânea efetiva de sedimentos de leste para oeste (DOMINGUEZ & BITTENCOURT, 1996).

O Golfão Maranhense, uma pronunciada reentrância da linha de costa, constitui-se em um complexo estuarino onde deságuam os afluentes de diversos rios (Mearim, Itapecuru etc.). Nesse complexo, localiza-se São Luís, que corresponde à única concentração populacional significativa (>170 habitantes/ km^2) nesse litoral de baixas altitudes. Dessa forma, apenas a região da capital do Maranhão apresenta risco potencial à inundação variando entre médio e alto. Os demais trechos são, predominantemente, classificados como de graus médio a baixo.

A Carta 5 (Delta do Rio Parnaíba) abrange o segmento mais oriental do estado do Maranhão, na região de Barreirinhas. Lá se desenvolve um extenso campo de dunas (Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses), formado em função da disponibilidade de elevados estoques de sedimentos arenosos transferidos por deriva litorânea ao longo dos litorais dos estados do Ceará e Piauí.

A leste desse campo de dunas, na foz do Rio Parnaíba, encontra-se o único segmento costeiro dessa carta classificado com elevado grau de risco natural (alto a muito alto), especialmente pela presença de pronunciados eventos de erosão associados ao regime de inundações periódicas no baixo curso do rio em períodos de cheia.

O segmento mais a leste dessa carta abrange parte da Zona Costeira do Ceará, a qual se apresenta como uma linha de costa retilinizada, constituída por planícies costeiras dispostas em estreitas faixas de largura média de 2,5km, controladas e individualizadas por projeções do embasa-

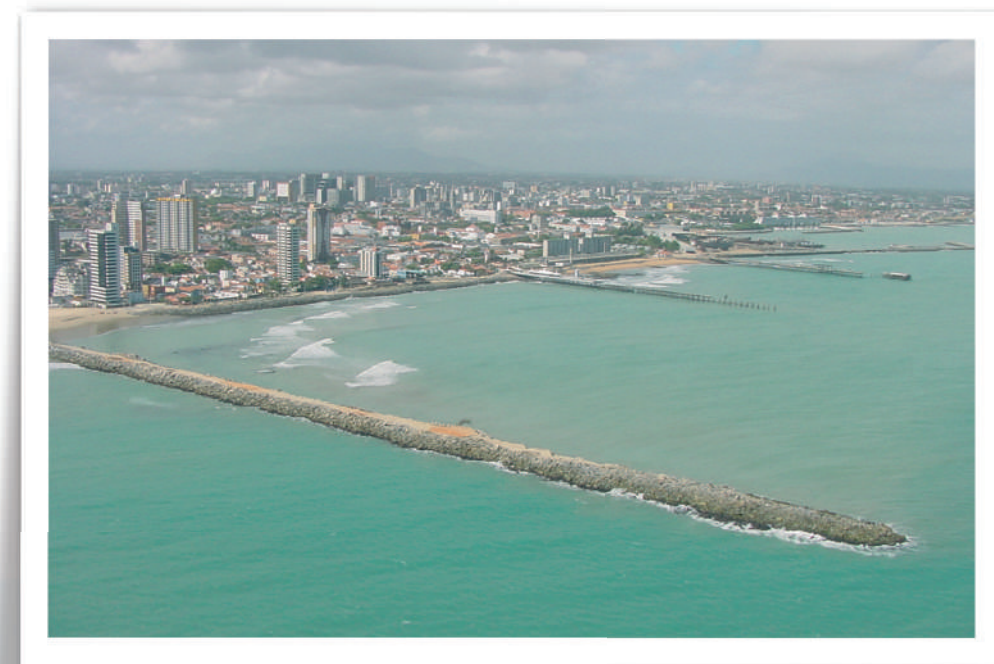


Foto: Alberto Campos

Obras de contenção à erosão costeira, Fortaleza, CE.

mento cristalino em direção ao oceano e por tabuleiros terciários do Grupo Barreiras. Essas planícies são formadas em função da elevada disponibilidade de sedimentos mobilizados por processos eólicos, marinhos, fluviais ou combinados, gerando feições praias quase retas e extensos campos de dunas móveis, que se projetam em direção ao interior do continente por toda a faixa costeira cearense.

O litoral do Ceará, marcado pontualmente por terrenos com cotas altimétricas elevadas, possui um grande número de segmentos costeiros submetidos a processos erosivos associados a campos de dunas barcanas móveis, aos tabuleiros Barreiras e à projeção do embasamento cristalino. Além disso, apresenta baixa densidade demográfica, sendo que apenas nas cercanias de Fortaleza, onde a densidade se apresenta mais elevada, o grau de risco natural se modifica do padrão geral da área, de baixo a muito baixo, para médio a alto.

A Carta 6 (Rio Jaguaribe) engloba desde a região a noroeste da cidade de Fortaleza até a cidade de Natal, no Rio Grande do Norte. Geomorfologicamente, as características dominantes nos segmentos a noroeste do litoral do Estado do Ceará se reproduzem ao longo do segmento mais a sudeste da área. O setor setentrional do litoral potiguar é constituído predominantemente de praias arenosas, desembocaduras fluviais e pequenos segmentos de falésias vivas do Barreiras na linha de costa. Nesse trecho, a energia do litoral é dominada por correntes geradas tanto por ondas como por marés (mista). As ondas apresentam, em média, alturas inferiores a 1,3m na arrebentação e marés de sizígia com amplitudes ao redor de 3,3m.

Nessa região, o predomínio é de riscos naturais à inundações de grau baixo a médio, combinado a uma densidade demográfica pouco significativa. A desembocadura do Rio Jaguaribe apresenta grau de risco muito baixo a médio em face dos mecanismos de progradação observados naquela área, onde os processos de deriva litorânea de sentido geral de leste para oeste são significativos. Nas áreas próximas da cidade de Mossoró, em porções mais internas da região costeira, se estabelece o índice de maior risco natural (médio a alto) de todo o segmento mostrado na Carta 6. Esse grau de risco associa-se às áreas baixas propensas à inundações da drenagem dos rios Apodi e Mossoró.

A Carta 7 (Saliente Nordestino) marca a transição do litoral de direção geral leste/oeste para um litoral de direção geral norte/sul. Seu limite mais ao sul é a cidade de Maceió, abrangendo o setor oriental do litoral potiguar e todo o segmento costeiro dos estados da Paraíba e de Pernambuco.

Nessa região, estão presentes praias arenosas estreitas e planas, desembocaduras fluviais e segmentos onde se estabelece o contato direto das altas falésias do Grupo Barreiras com a atual linha de costa. Nessa porção, predominam ondas de alturas máximas da ordem de 1,5m na arrebentação, gerando correntes de deriva litorânea de sentido de deslocamento de sul para norte.

De acordo com Neves *et al.* (2006), o litoral da Paraíba apresenta cerca de 42% de seu espaço submetido a fenômenos de erosão localizada, 33% de progradação, 21% se encontram em equilíbrio e 4% estão estabilizadas por obras de engenharia. Características geomorfológicas similares se estendem para o litoral pernambucano, que tem maior densidade populacional comparativamente à observada no litoral da Paraíba e de Alagoas. Ao longo de todo esse segmento costeiro, predominam graus de risco natural de baixo a médio, com exceção das áreas de maior concentração urbana (João Pessoa e Recife) e dos segmentos de pronunciados processos erosivos (Paulista, Itapojuca, Suape, Cabo de Santo Agostinho, a própria orla recifense etc.).

A Carta 8 (Rio São Francisco) abrange a porção costeira meridional do Estado de Alagoas, ao sul de Maceió, os cerca de 150km de linha de costa de Sergipe, e a região norte do litoral baiano. Geomorfologicamente, todo esse segmento mantém as características do litoral de orientação geral norte/sul do nordeste brasileiro, com linhas de costa retilíneas e praias de pequena a moderada largura ladeadas pelas falésias do Barreiras, ativas ou não, que se apresentam recortadas por desembocaduras de estuários. Nesse segmento, o predomínio de terrenos moderadamente elevados próximos à atual linha de costa, quando combinados com um baixo nível de ocupação territorial, tem como resultante a predominância de riscos naturais de grau médio a baixo. Graus mais elevados ocorrem nas proximidades de Aracaju (médio a muito alto), em face da concentração urbana no entorno da capital sergipana. O grau mais elevado restringe-se ao segmento localizado



Foto: Alberto Campos.

Falésias no litoral Cearense.



Foto: GERCO - PE.

Muros de contenção, Paulista, PE.



Foto: João Luiz Nicolodi.

Intensa e mal planejada urbanização na orla de Jaboatão dos Guararapes, PE.



Foto: Alberto Campos.

Intervenções físicas na linha de praia visando a minimização dos efeitos erosivos, Ceará.

entre os estuários dos rios Real e Vaza-Barris (médio a alto), sobretudo pelas baixas altitudes médias dos terrenos e os efeitos de dinâmica costeira que condicionam extensas áreas de inundação daquelas regiões estuarinas .

Na região da foz do Rio São Francisco, são descritos os mais severos fenômenos de erosão costeira do País. Bittencourt *et al.* (2006) indicam como causas prováveis as intervenções de barramento do rio a montante de sua foz, principalmente relacionadas à construção de hidroelétricas, o que implica grande potencial de inundação das áreas interiores da drenagem, caracterizando esse setor como de alto risco.

As Cartas 9 (Baía de Todos os Santos) e 10 (Arquipélago de Abrolhos) compreendem todo litoral baiano, mostrando um litoral onde predominam falésias vivas muito próximas da atual linha de costa ou da projeção do embasamento cristalino, e que acabam por individualizar pequenos segmentos praias retilíneos (i.e. Itacaré), normalmente interrompidos pelas desembocaduras de estuários. Segmentos costeiros com altitudes médias mais elevadas, combinados com baixa densidade de ocupação humana, mostram um quadro em que o grau de risco natural varia de médio a baixo. Pontualmente, esse grau de risco é elevado para alto apenas onde a densidade populacional é mais intensa, ou seja, nos núcleos urbanos da Grande Salvador, Valença, Ilhéus e Porto Seguro, aos quais se associam desembocaduras fluviais.

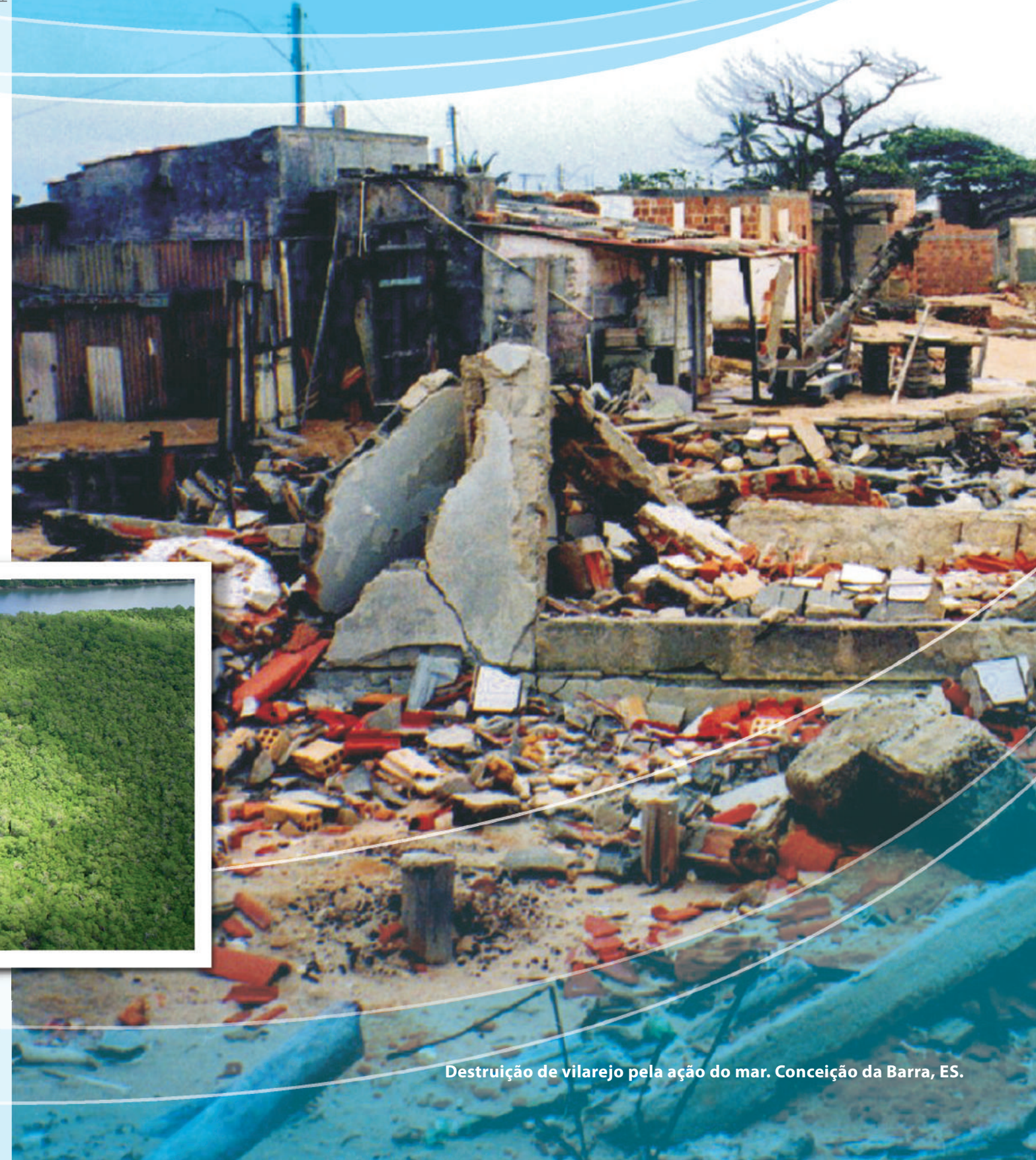
Ainda na Carta 10, pode-se observar que a associação das condicionantes anteriormente citadas com as altas taxas de erosão costeira é que confere à região de São Mateus e Conceição da Barra (Espírito Santo) um grau de risco mais elevado do que o padrão geral observado na Carta 9 e no restante dos trechos da 10.



Foto: Ministério do Meio Ambiente.

Manguezais serão um dos primeiros ecossistemas a sofrerem os impactos das elevações do nível do mar.

Foto: Ministério do Meio Ambiente.



Destruição de vilarejo pela ação do mar. Conceição da Barra, ES.



Foto: Ministério do Meio Ambiente.

Erosão costeira – Maratáizes, ES.

A Carta 11 (Rio Doce) abrange o litoral capixaba e o norte fluminense, os quais, geomorfologicamente, delimitam o início (ou o final) do litoral nordestino. Nesse trecho, predominam os tabuleiros e as falésias do terciário (Barreiras), promontórios cristalinos pré-cambrianos e as planícies flúvio-marinhas quaternárias. Já entre as desembocaduras dos rios São Mateus e Itabapoana, os tabuleiros e as falésias do Barreiras estendem-se ao longo de todo o litoral, apresentando falésias mortas, vivas e terraços de abrasão marinha. As planícies sedimentares costeiras apresentam-se pouco desenvolvidas, sendo a planície da desembocadura do Rio Doce a mais significativa.

Esse setor é constituído por segmentos costeiros identificados como de risco natural médio a baixo. Apenas três localidades recebem classificação de maior risco (médio a muito alto): Rio Doce, a região da grande Vitória e as áreas interiores da drenagem do Rio Paraíba do Sul.

A drenagem do Rio Doce em seu segmento final de curso, a partir de Linhares, desenvolve-se em terrenos baixos, apresentando marginalmente ao seu curso principal um conjunto de afluentes associados a lagoas. A atribuição de graus de risco mais elevados prende-se a fenômenos potenciais de inundação em terrenos rebaixados, de ocupação humana pouco mais elevada do que a média de ocupação da região. Vitória, Vila Velha e Guarapari possuem as maiores densidades populacionais instaladas em áreas litorâneas rebaixadas, com índices de densidade demográfica superiores à média de ocupação do litoral capixaba.

A drenagem do Rio Paraíba do Sul, na região de Campos dos Goytacazes, desenvolve-se em terrenos muito próximos das altitudes do nível do mar, através de áreas densamente povoadas, tendo na sua retaguarda o complexo cristalino pré-cambriano. Essa configuração geomorfológica, associada à densidade populacional do norte fluminense, caracteriza os vetores que implicam a definição de elevados graus de risco natural à inundação para a área. A cidade de Atafona, localizada na margem sul da desembocadura do Rio Paraíba do Sul, apresenta um dos mais intensos fenômenos erosivos de todo o litoral sudeste do Brasil (MUEHE *et al*, 2006).

Os segmentos oriental e central do Estado do Rio de Janeiro estão representados na Carta 12 (Rio Paraíba do Sul), marcando a mudança de orientação geral da linha de costa de uma direção predominantemente norte/sul para sudeste/noroeste. O segmento oriental que se estende desde os limites com o estado do Espírito Santo até a região de Cabo Frio é amplamente dominado pela orla da planície do Rio Paraíba do Sul, sendo a mesma associada a sistemas de estreitos cordões litorâneo transgressivos. A partir das proximidades de Macaé até o Cabo Frio, o litoral apresenta planícies costeiras de cristas de praia separadas por promontórios rochosos do embasamento cristalino.

O segmento compreendido entre Cabo Frio e a Baía da Guanabara apresenta uma orla formada por estreitos cordões litorâneos separados por promontórios rochosos, com o desenvolvimento de lagunas à retaguarda dos cordões. Esse segmento também é conhecido como Região dos Lagos. A orientação geral da linha de costa, que expõe diretamente esse segmento costeiro para as direções ao sul (com incidência de ondas dos quadrantes a sul), o submete periodicamente a ação de fortes tempestades, ocasionando eventos erosivos de maior magnitude.

Os graus mais elevados de risco à inundação identificados no litoral oriental fluminense estão associados à região da cidade de Macaé, que, nas últimas duas décadas, vem experimentando um acentuado desenvolvimento urbano vinculado às atividades de exploração petrolífera na plataforma continental contígua. Na região de Cabo Frio, o incremento populacional das áreas urbanas, em uma topografia que intercala terrenos mais elevados (promontórios e morros) com planícies costeiras de baixas altitudes, induz o aumento do potencial de risco a que está submetida a área.

Nas regiões próximas a Saquarema, os riscos são mais elevados quando se comparados ao que é predominante no litoral fluminense (baixo a médio). Tal característica está vinculada ao fato de que essa é a localidade mais densamente povoada ao longo de todo o estreito segmento de cordões arenosos dispostos ao nível do mar, que separa a Lagoa de Araruama do domínio marinho, representando o ponto mais susceptível aos efeitos da ação marinha sobre tais cordões.



Foto: Ministério do Meio Ambiente.

A erosão costeira traz prejuízos ao patrimônio público e privado em Maricá, RJ.

A rebaixada área da Baía da Guanabara (Carta 12) está disposta ao longo de um eixo de falha que se prolonga em direção ao oceano a partir do complexo cristalino. Para essa depressão, convergem todas as redes de drenagem proveniente da Serra do Mar dispostas na retaguarda da baía, e que foram obstruídas nos seus baixos cursos pelos elevados níveis do mar no Holoceno.

Em contraste com as praias oceânicas localizadas nas suas bordas externas, constantemente expostas aos ciclos de tempestade originadas de quadrantes a sul, as linhas de costa do interior da Baía apenas esporadicamente sofrem os efeitos de eventos mais energéticos. Porém, seu entorno congrega uma das maiores densidades populacionais do País, por vezes dispostas ao longo dos baixos cursos dos rios que deságuam no sistema. Em situações de maré excepcionais (associadas a passagens de sistemas frontais que afogam as drenagens em seus baixos cursos), acompanhadas de precipitações intensas no complexo serrano à retaguarda (que aumentam o volume das descargas fluviais), a área do contorno interno da baía, mais rebaixada, fica exposta a fenômenos de inundação. Essa conjugação de alta densidade populacional assentada em terrenos próximos do nível do mar e dinâmica marinha adversa confere um alto grau de risco natural à quase totalidade da Baía da Guanabara.

A região ocidental do litoral fluminense e o litoral central e norte paulista estão representados na Carta 13 (Baía da Ilha Grande). A localização do complexo costeiro (Serra do Mar) próximo à atual linha de costa, ao sul da Baía da Guanabara, com seus promontórios que individualizam pequenos segmentos praias, associados às enseadas conspícuas e a pequenas planícies sedimentares formadas nas reentrâncias da Serra, configuram, geomorfologicamente, uma região de desníveis topográficos acentuados e com ocupação humana permanente de baixa densidade. Como fato comum ao longo de quase todo o litoral brasileiro, apenas em períodos de veraneio as regiões praias distantes das grandes cidades recebem um grande afluxo de população temporária. Dessa forma, grande parte



Foto: Ministério do Meio Ambiente.

Erosão em Conceição da Barra, ES.

dessa costa não apresenta grau de risco elevado, ao contrário do que se observa no extremo sul da carta, na Baixada Santista.

A Marambaia recebeu tratamento diferenciado das demais regiões do litoral, pois, embora sua densidade populacional seja irrelevante, lhe foi atribuída alto grau de risco, uma vez que situações climáticas e oceanográficas excepcionais conjugadas podem submeter essas áreas de baixas altitudes a graus de risco à inundação elevados. Por outro lado, as condições oceanográficas, em especial os sistemas de ondas incidentes de alta energia, provenientes dos quadrantes a sul da área, vinculados ao deslocamento dos sistemas frontais que atingem diretamente a face marinha do cordão arenoso da Restinga da Marambaia, expõem a estabilidade da feição em seu segmento central, normalmente transpassado pelas ondas dos ciclos de tempestade, associando à tendência erosiva do flanco lagunar localizado à retaguarda e justificando sua classificação de risco elevado, mesmo que em área de adensamento populacional insignificante.



Foto: Eduardo Nuber.

Destruição de rodovia, Massaguaçu, SP.



Foto: Ministério do Meio Ambiente.

A região da Baixada Santista que congrega a baía e o estuário de Santos, bem como as áreas urbanizadas de seu entorno, abriga o maior porto marítimo do País e complexos industriais assentados nas pequenas planícies flúvio-marinhas que se desenvolvem no interior das enseadas, próximas à base dos altos contrafortes da Serra do Mar. A alta densidade populacional da região, suas peculiares características socioeconômicas e sua configuração geomorfológica de reentrância acentuada no domínio do complexo cristalino são os critérios que determinam, para a quase totalidade da área, a atribuição de um grau de risco natural elevado (alto a muito alto).

Ao sul da Baixada Santista, o complexo da Serra do Mar apresenta seus contrafortes deslocados para áreas mais interiores. Essa configuração possibilitou que os eventos do Quaternário ligados às variações relativas do nível marinho modelassem amplas planícies costeiras de cordões litorâneos, com o estabelecimento de sistemas estuarino-lagunares e de drenagens fluviais ligados ao oceano por desembocaduras e foz de rios.

Um cenário de amplos anfiteatros ocupados por tais sistemas é a característica geomorfológica predominante na Carta 14 (Baía da Paranaguá), que abrange o setor costeiro ao sul da Baixada Santista (SP) até a região de Itajaí, no litoral catarinense. Nesse segmento, estão presentes três importantes portos marítimos (Paranaguá, São Francisco do Sul e Itajaí). Tais municípios e/ou as regiões circunvizinhas possuem densidades populacionais significativamente maiores que a média de habitantes por km² do litoral sudeste brasileiro. Essa conjunção de fatores topográficos, populacionais e a importância socioeconômica desses núcleos urbanos, combinadas a fatores de instabilidade na linha de costa, determinam potenciais de risco natural médio a alto no segmento.

Os núcleos urbanos do litoral sul paulista (Itanhaém e Peruíbe) também recebem classificação de risco mais elevada, diferentemente do sistema costeiro Cananéia-Iguape, que, embora possua características geomorfológicas similares à região de Paranaguá, apresenta uma diminuta densidade populacional.



Foto: R. J. Angulo.

Destruição de casas pela ação do mar. Litoral do Paraná.



Foto: R. J. Angulo.

Tentativa de contenção ao avanço do mar. Matinhos, PR.



Foto: Ministério do Meio Ambiente.

Praia dos Amores, SC.

Na análise das Cartas 15 (Ilha de Santa Catarina) e 16 (Lagoa dos Patos), destaca-se a costa ao sul da cidade de Laguna, que tem como característica uma longa barreira arenosa com orientação geral nordeste/sudoeste, apresentando alternância de segmentos levemente côncavos e convexos até os limites meridionais do território nacional (Barra do Chuí).

A correlação entre a morfologia do litoral sul e da plataforma continental – altura significativa de ondas não superior a 1,5m e um regime de micro maré (< 1m) – caracteriza toda essa porção do território, como um exemplo de barreira arenosa condicionada pelo regime dinâmico dominante. Essa é a razão pela qual existam, ao longo de toda essa costa, poucas desembocaduras lagunares e numerosas lagunas separadas do oceano por feições arenosas.

Nesse trecho, o grau de risco natural predominante é médio a muito baixo, uma vez que os fatores topográficos e de ocupação humana não convergem para a existência de potenciais de risco mais críticos.

Em oposição a esse padrão geral, são atribuídos graus de risco natural mais elevado para a região interna da Ilha de Santa Catarina e o correspondente segmento no continente (São José e Palhoça), principalmente em função da elevada ocupação urbana nessas áreas.

Em Rio Grande, RS, está a desembocadura da Lagoa dos Patos, que é fixada artificialmente por duas estruturas de aproximadamente 4,5km de comprimento perpendiculares à linha de costa (molhes da Barra de Rio Grande). No interior do estuário está o principal núcleo urbano (com algo em torno de 200.000 habitantes), assentado em terrenos baixos, planos e sobre espaços expandidos por aterramento do espelho d'água. Os terrenos ocupados para moradia convivem com espaços dominados pelas atividades de um dos mais importantes portos do País, combinadas a um pólo industrial e petroquímico de relevância para o estado. Na porção litorânea propriamente dita, expande-se a atividade turística, com concentração de habitação de segunda residência (ca-



Fotos: Ministério do Meio Ambiente.



Exemplo de processo erosivo ao longo do tempo. Farol da Conceição, litoral sul do Rio Grande do Sul.

racterística dos balneários gaúchos), e, que em períodos de veraneio, atrai quase 100.000 visitantes. Ao somar-se a esse quadro uma dinâmica costeira de alta energia, observa-se na região de Rio Grande um dos mais elevados graus de risco à inundação de todo o litoral brasileiro (muito alto).

3 Conclusão

Mudanças globais relacionadas ao clima vêm sendo discutidas em todo o mundo, com previsões de cenários que oscilam desde os mais tênues aos mais drásticos e alarmistas. Independentemente do quanto esses cenários são precisos e realísticos, torna-se indiscutível e urgente a busca de soluções e medidas adaptativas aos efeitos dessas mudanças, tanto por parte dos governos quanto da sociedade.

Nas zonas costeiras, em particular, esses efeitos já podem ser observados principalmente pelas variações na dinâmica costeira (ondas e correntes) e pela intensificação de eventos extremos, como tem ocorrido sistematicamente, por exemplo, nos Estados Unidos. No Brasil, a passagem do “Furacão Catarina” pelo litoral sul catarinense e norte do Rio Grande do Sul em 2004 trouxe à tona a discussão sobre adaptação e mitigação às mudanças climáticas.

Além desses fatores, o aumento relativo do nível médio do mar, mesmo que de algumas poucas dezenas de centímetros ao longo do próximo século, é de grande significado e importância, mesmo que não venha a causar inundações de grandes proporções em áreas topograficamente situadas próximas ao atual nível médio do mar. A perda de terras no litoral, em áreas de baixa altitude, pode rapidamente destruir variados e importantes ecossistemas como lagunas, lagoas e manguezais, além de refletir perdas de patrimônio público e privado.

O aumento do nível médio marinho pode alterar o equilíbrio energético na costa, causando grandes mudanças na dinâmica sedimentar, implicando, inclusive, a erosão de amplas áreas costeiras, muitas delas com ocupação densa, ou ainda recobertas, no caso do Brasil, por ecossistemas tropicais e subtropicais habitados por fauna e flora diversas.

O Macrodiagnóstico mostrou que, na grande maioria do território costeiro brasileiro, predominam relevos pouco elevados, conjugados a extensas áreas com baixas taxas de ocupação humana, o que lhe confere, genericamente, graus de potencial de risco à inundação médio a muito baixo, um quadro que não necessariamente se confirmará, ao persistirem os padrões desordenados de ocupação do território.

Ainda que as leituras aqui efetuadas se constituam numa primeira aproximação de escala nacional, quando combinadas aos demais planos de análise, mostram que a aplicabilidade do instrumental utilizado para a determinação do atual potencial de risco à inundação da Zona Costeira está em subsidiar respostas de curto e médio prazo para salvaguarda da vida humana em áreas de vulnerabilidade, na perspectiva de melhor aplicação de investimentos públicos e privados em obras costeiras, na revisão/formulação de políticas setoriais como a habitacional, de transportes (especialmente a portuária), de energia, de turismo, por exemplo. Por fim, ainda que os piores cenários não se consolidem, as áreas aqui ressaltadas constituem-se em setores costeiros que necessitam de uma ação de intervenção mais imediata, visando a um planejamento e ordenamento do espaço, servindo também de modelo à reflexão dos históricos processos de ocupação e utilização dos ambientes de transição continente/oceano do território nacional.

Referências Bibliográficas

- BITTENCOURT, A.C.P.; OLIVEIRA, M.B.de; DOMINGUEZ, J.M.L. 2006 – Sergipe. *In: Erosão e progradação do litoral brasileiro*. Ministério do Meio Ambiente, MMA/Brasília. Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM). Dieter Muehe (organizador). p.:212-218, 2006.
- DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S. 1996. **Regional assessment of long term trends of coastal erosion in northeastern Brazil**. *Anais da Academia Brasileira de Ciência* 68(3): 355 – 371.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA/Brasília. 2006. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Ministério do Meio Ambiente, MMA/Brasília. Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM). Dieter Muehe (organizador). 476p. 2006.
- MUEHE, D.; LIMA, C.F.; LINS-DE-BARROS, F.M. 2006. *In: Erosão e progradação do litoral brasileiro*. Ministério do Meio Ambiente, MMA/Brasília. Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM). Dieter Muehe (organizador).p.:265-296. 2006.
- NEVES, S.M.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. 2006. Paraíba. *In: Erosão e progradação do litoral brasileiro*. Ministério do Meio Ambiente, MMA/Brasília. Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM). Dieter Muehe (organizador). p.:173- 178. 2006.



Foto: GERCO - PE.

A elevação do nível do mar coloca em risco áreas como a Ilhota da Coroa do Avião, PE.