

Vulnerabilidade costeira às mudanças climáticas Armação dos Búzios (RJ, Brasil)

Raquel Toste, Gabriela Caiuby, Marcos Freitas e Marta Ribeiro

Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ
Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais – IVIG/COPPE/UFRJ

Abstract

In the context of climate changes, this paper seeks to demonstrate the validity of the preventive measures for potential impacts on the coastal zone, using Armação dos Búzios, Rio de Janeiro State - Brazil, as a case study. In addition to their physical characteristics, this municipality has great economic interest derived from its touristic potential. So, it was analyzed the potential impacted areas and its consequences on local activities. However, due to the absence of market prices for environmental goods, it was used valuation methods related to economic losses caused by the impacts on local activities. Thus it was estimated the environmental and economic vulnerability to climate changes. From the comparison between the costs of preventive measures and the value of goods and services that could be affected, it was possible to find arguments for the deployment of prevention policies. It is suggested the implementation of a cost-benefit analysis for the definition of preventive policies of management and planning, to ensure the maintenance of tourism, a major source of incomes for most Brazilian coastal municipalities.

Palavras-chave: vulnerabilidade ambiental e econômica; políticas de prevenção; mudanças climáticas

INTRODUÇÃO

O nível do mar global flutua ao longo do tempo geológico, contudo as oscilações durante o Quaternário e especialmente na última Era Glacial foram particularmente importantes na formação da linha de costa moderna. Nessa era glacial, o nível do mar (NM) era 120m inferior ao atual, tendo este sido alcançado rapidamente há 6-7000 anos atrás (Harvey, 2006). Após milênios com certa estabilidade, alguns dados indicam que nos séculos 19 e 20 houve uma elevação do NM, alcançando uma taxa média de 1,7mm por ano no século 20 (Church e White, 2006). Contudo, dados recentes indicam que a subida pode estar ocorrendo a taxas maiores (e. g. Church *et al.*, 2008). Essas observações sobre o NM a nível médio global, inclusive com estudos pontuais, onde se observa uma elevação do NM médio relativo, respaldam a preocupação crescente dos pesquisadores em relação a essas flutuações. Isso se deve ao iminente cenário de mudanças climáticas, sendo, justamente a subida do NM um dos principais impactos na zona costeira.

As projeções para um futuro com condições climáticas distintas são feitas a partir de cenários de futuras emissões de gases de efeito estufa, refletindo as tendências nos padrões de desenvolvimento econômico, crescimento populacional e consumo. Baseadas nessas projeções, estima-se que o NM médio global tenha uma sobrelevação variando de 9 a 88cm entre 1990 e 2100, com um valor central de 48cm. Essa elevação se deve primeiramente à expansão térmica da água dos oceanos, seguida da contribuição do derretimento de calotas e placas de gelo (Church *et al.*, 2001 *apud* Klein, 2002), em consequência do aumento da temperatura média da atmosfera e o seguido aumento da temperatura superficial do mar. Além dessa subida, outros impactos decorrem das alterações climáticas, como alterações no clima de ventos, ondas e chuvas que têm consequências incertas nas escalas locais e regionais.

Em face às tendências observadas há uma preocupação crescente acerca da vulnerabilidade costeira, principalmente no que diz respeito à parcela da população que vive próximo à costa. Muitos são os estudos em todo o mundo abordando a vulnerabilidade costeira frente às alterações no clima, contudo, poucos realmente conseguem auxiliar os tomadores de decisão com alternativas claras para a solução e prevenção dos problemas vivenciados hoje e os passíveis de ocorrer futuramente (Helman e Tomlinson, 2009).

Apesar dos problemas relacionados à predição dos efeitos das alterações climáticas e suas amplitudes na zona costeira, atualmente é possível identificar a fragilidade da costa em situações de eventos climáticos extremos, assim como desastres naturais. Dessa forma, essas zonas são as mais susceptíveis à perda de terreno, inundações de baixadas, erosão, salinização dos solos e aquíferos subterrâneos e, ainda, à perda de vidas no caso de eventos de grande proporção (Kaiser, 2007). Além disso, é fato que essa fragilidade é intensificada em locais onde há uma maior pressão antrópica, que devido à saturação do ambiente levam a uma menor resiliência. Nesse sentido, a tendência histórica de ocupação humana das zonas litorâneas, principalmente nas proximidades das capitais, notadamente nas cidades do Rio de Janeiro, Salvador, Maceió, Recife e Fortaleza, agravou nesses locais os problemas da erosão costeira (Klein *et al.*, 2009). Além dessa população ser a mais vulnerável aos eventos extremos e às

mudanças do clima, sua intervenção no ambiente costeiro diminui a capacidade de adaptação e suporte da costa a essas alterações, ou seja, torna o ambiente costeiro mais vulnerável.

Assim, a preocupação relacionada à costa é cabível, já que esta oferece serviços ambientais essenciais para a manutenção da qualidade ambiental, o que inclui funções de regulação como o controle nos padrões de sedimentação e erosão, na composição química dos oceanos e da atmosfera e na manutenção de habitats para os diversos organismos. Somado a isso, encontra-se a função de manutenção da resiliência da costa a desastres naturais (Nicholls e Branson, 1998 *apud* Klein, 2002).

Outra questão relevante é o papel econômico desempenhado pelas zonas litorâneas, que incluem o turismo e a pesca, bases da economia de muitas cidades litorâneas no Brasil. Além disso, sendo a zona costeira a interface entre continente, atmosfera e oceano, ela se torna vulnerável às mudanças nos diversos agentes ambientais desses três grandes sistemas.

No Brasil, alguns estudos foram realizados acerca da vulnerabilidade da costa, tanto em relação às mudanças climáticas considerando os diversos efeitos (Tagliani *et al.*, 2010; Klein *et al.*, 2009) quanto aos aspectos isolados, como à erosão costeira (e.g. Mazzer *et al.*, 2008; Morais *et al.*, 2008; Pinheiro *et al.*, 2006; Lins de Barros, 2005) e a salinização de solos e aquíferos (e.g. Herlinger e Viero, 2007; Silva Júnior e Pizani, 2003). Ainda assim, apesar do presente esforço, há um desconhecimento pretérito das variáveis ambientais e falta de investigações sobre engenharia costeira (Klein *et al.*, 2009). Além disso, devido à longa extensão da costa brasileira mais estudos são necessários para a compreensão dos impactos no território e das particularidades de cada região do nosso litoral.

Neves e Muehe (2008) identificaram dez compartimentos geomorfológicos distintos ao longo da costa brasileira, incluindo manguezais e recifes de coral, onde a erosão costeira tem sido observada ou onde o risco de prejuízo ambiental é mais acentuado. Já no estudo realizado por Klein (*et al.*, 2009) é apresentada uma compartimentação geomorfológica do litoral mais adequada às questões associadas às mudanças climáticas, direcionando a classificação segundo as feições geomorfológicas predominantes e vulnerabilidades associadas à elevação do nível do mar e inundação. A partir desses compartimentos diferenciados, foram avaliadas as consequências e os impactos de alterações no clima, e segundo este estudo, que usou duas metodologias distintas de valoração de patrimônio em risco, os impactos econômicos para o Estado do Rio de Janeiro seriam os maiores para do território nacional. A partir da metodologia de Nicholls (*et al.*, 2008), a microrregião mais vulnerável seria a do Rio de Janeiro cujo patrimônio em risco estaria avaliado em R\$ 55,6 bilhões, seguido de Salvador com um patrimônio em risco avaliado em R\$ 14 bilhões), o que revela um impacto consideravelmente maior do primeiro para o segundo colocado.

Por outro lado, a partir da identificação dos atributos e serviços ambientais a serem potencialmente impactados, métodos de valoração ambiental permitem avaliar em termos monetários a perda relacionada às alterações no clima. De fato, os recursos naturais e ambientais geram diversos bens e serviços que são refletidos no bem-estar geral dos indivíduos. No entanto, somente parte desses benefícios pode ser facilmente mensurada quando relacionada com o sistema de mercado, outros, relacionados, por exemplo, a recreação e turismo, por não possuírem preços de mercado, são difíceis de serem mensurados monetariamente através da teoria econômica tradicional (Pearce, 1993). Na busca de uma solução para o estabelecimento de um valor monetário para os benefícios ambientais são utilizados métodos de valoração ambiental que captam e atribuem valores para os bens e serviços gerados pelo meio ambiente. Logo, a partir da estimativa dos valores (uso, opção e não-uso) dos recursos naturais é possível fornecer subsídios para a implantação de políticas de prevenção e mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Assim, o valor estimado dos recursos naturais pode servir como parâmetro para a determinação do montante a ser investido em tais medidas (Finco e Abdallah, 2003).

É importante definir que entre os diversos métodos de valoração desenvolvidos para estimar o valor dos recursos ambientais destacam-se: o método da produção sacrificada, que visa medir o dano ambiental a partir da perda de produção por ele causada (por exemplo, o custo do aumento do nível do mar é pelo menos equivalente à perda com turismo correspondente à diminuição do tamanho da praia); o método do preço de propriedade ou preços hedônicos, que através de procedimentos econométricos, mede a perda de valor de ativos ocasionada por alterações no meio ambiente (por exemplo, a desvalorização de imóveis em decorrência do recuo da linha de costa); o método do custo de viagem, que atribui valor a determinado sítio ambiental em função dos gastos demonstrados pelos visitantes que se deslocam para apreciar os benefícios turísticos locais (por exemplo, um balneário vale pelo menos o montante total de gastos desembolsados pelas pessoas que o visitam); e o método de valoração contingente ou mercado hipotético, que identifica o valor do recurso ambiental através de pesquisas diretas às pessoas visando identificar suas disposições a pagar (DAP) ou a aceitar (DAA). Existem ainda diversos métodos tais como o método do custo de reposição, ou o método dos custos evitados ou despesas defensivas, entre outros (Seroa da Motta, 1998).

No que diz respeito aos outros aspectos que não econômicos afetados no Rio de Janeiro, os impactos são muitos, de forma que fazem-se necessárias investigações locais. De acordo com alguns estudos realizados há uma significativa erosão no litoral norte do Rio de Janeiro (Ribeiro *et al.*, 2006; Lins de Barros, 2005; Ribeiro *et al.*, 2004) e as planícies costeiras de sistemas lagunares são as mais susceptíveis a inundações devido aos iminentes problemas de macrodrenagem. Como nem todo o Estado possui as mesmas características, os efeitos e respostas principais para cada região são diferentes em intensidade, tornando algumas áreas mais sensíveis a determinados aspectos inerentes às alterações no clima. Com isso, para ações de resposta e prevenção, conhecimentos específicos são requeridos para a determinação das áreas onde são necessários maiores investimentos e onde deve ser delegada a maior atenção.

Com o crescente aumento da população nas regiões costeiras e um potencial cenário de mudanças climáticas, faz-se necessária a realização de estudos sobre medidas preventivas e possíveis formas de resposta aos impactos sócio-ambientais. Nesse sentido, o presente trabalho visa contribuir para a compreensão dos efeitos em uma zona de grande importância turística no litoral do Estado do Rio de Janeiro, identificando primeiramente os efeitos e a vulnerabilidade da costa às mudanças climáticas, em seguida valorando os atributos e serviços ambientais e as atividades econômicas em risco, e por fim, analisando a possibilidade e relevância de ações de medidas preventivas.

METODOLOGIA

O município estudado foi o de Armação dos Búzios, integrante da baixada litorânea fluminense, localiza-se a nordeste do Estado do Rio de Janeiro (a 180 km da cidade do Rio de Janeiro), na zona transitória de inflexão da costa sudeste do Brasil (Figura 1).

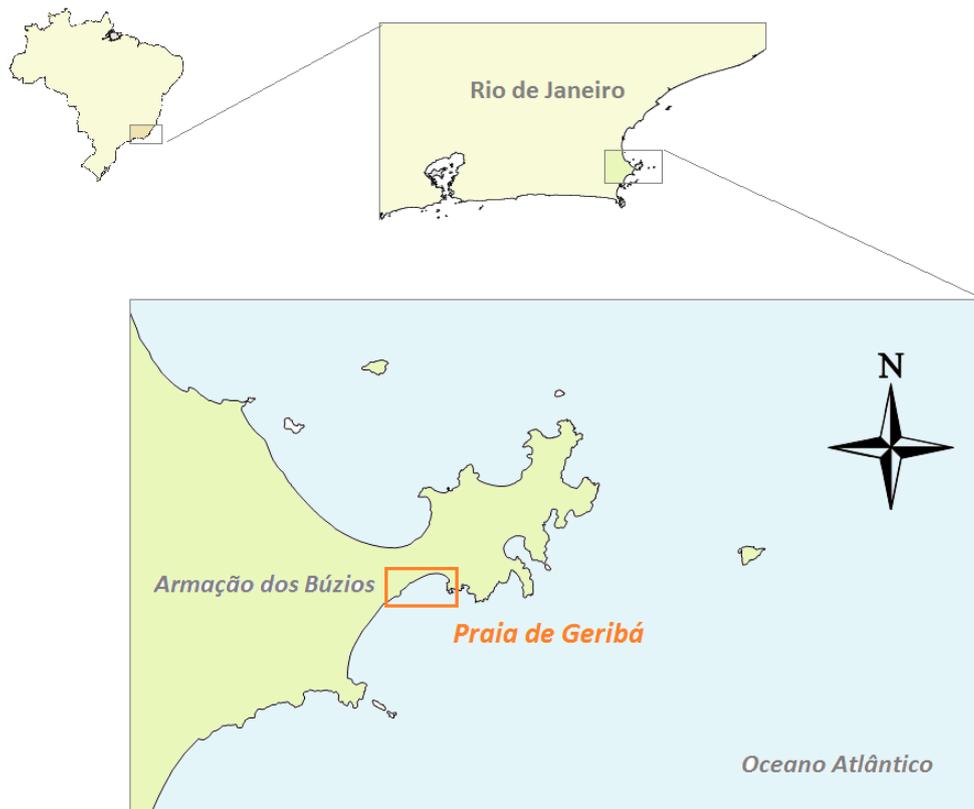


Figura 1: Mapa de localização da Armação dos Búzios (Fonte: Coastline Extractor, elaboração própria).

A topografia é caracterizada pelo arquipélago oceânico e pela Serra das Emerências, onde as elevações da ponta avançam mar adentro separando as falésias rochosas a sudoeste das planícies arenosas mais a noroeste. O litoral da cidade também apresenta diferenças quanto à temperatura da água

e a energia das praias. O terreno da região é pantanoso, assim como os outros municípios adjacentes, coexistindo lagoas costeiras e dunas arenosas próximas à orla oceânica.

O município abrange aproximadamente 70 km², onde residem pouco mais de 27 mil habitantes de acordo com o Censo 2010 (IBGE, 2010a). O microclima é semiárido quente e a temperatura média anual fica em 25° C, apesar de estar situado em uma baixada tropical úmida com máximos e mínimos de temperatura bem mais extremos (Bidegain e Volcher, 2003). A península de Búzios que possui 8 km aproximadamente é caracterizada por apresentar inúmeras enseadas e costões, formando 23 praias, algumas inseridas em áreas de proteção ambiental estadual e municipal (FGV, 2004)

O sistema de ventos é caracterizado pela movimentação predominante do ar do quadrante nordeste, com velocidade média anual de 5 m/s, gerando uma circulação contínua. Esses ventos de nordeste amenizam a temperatura, já que circulam o ar fresco proveniente das águas mais frias aflorantes na ressurgência e juntamente com a influência da batimetria local impedem a permanência das massas d'água antárticas (Mesquita, 1997).

No verão, o clima se torna mais úmido, com chuvas mais frequentes, e a temperatura atinge uma média máxima de 29°C, com máxima absoluta de 36°. No inverno, essa média máxima cai para 24°C e a mínima na faixa de 19°C. A insolação é muito alta devido à baixa nebulosidade que acarreta uma alta taxa de evaporação. Com a proximidade do mar e a presença de ventos úmidos, a umidade do ar é acima de 80% e a pluviosidade corresponde a 800 mm.ano⁻¹, resultando em um balanço hídrico local negativo (FGV, 2004).

O regime local é de micromaré, variando pouco mais de um metro no verão. Nessa mesma estação ocorre o fenômeno da ressurgência em Cabo Frio, devido ao fluxo ao largo da Corrente do Brasil permitindo a ascensão das águas mais frias na região do talude (Mesquita, 1997). O enriquecimento das águas associado à ressurgência resulta na abundância e diversidade de espécies no local, favorecendo o crescimento de bancos de moluscos e o estabelecimento de uma teia alimentar carnívora associada.

Quanto à atividade econômica do município, a principal é o turismo, graças aos seus atributos naturais e aos investimentos em qualidade dos serviços turísticos. É uma área relativamente preservada, onde os principais problemas ambientais estão associados à atividade turística do local e à urbanização desordenada, assim como à falta de infraestrutura adequada (Barbosa, 2003).

Em termos de estruturas de atracação, o principal píer, onde desembarcam os turistas dos transatlânticos no verão e outras embarcações de pequeno porte, se localiza na costa norte do cabo, na enseada da praia da Armação, próximo à Ilha dos Caboclos. As demais intervenções na orla se dão principalmente na costa norte, onde há a maior concentração dos serviços gastronômicos e de lazer.

A praia de Geribá situa-se na costa sul da península e caracteriza-se por ser uma praia cercada por rochas e casas encravadas entre pedras. Geribá é considerada uma das mais belas opções do balneário atraindo um grande número de turistas brasileiros e estrangeiros. Atualmente é considerada como ponto de encontro do município, e oferece além das atividades de lazer como surfe, body-boarding e windsurfe em função do mar agitado, diferentes eventos culturais. A praia é frequentada por pessoas famosas e o bairro abriga um grande número de pousada, bares e restaurantes ficando lotada em época de alta temporada.

Para a avaliação da vulnerabilidade costeira neste município, foi feito um levantamento bibliográfico para estimar as consequências dos efeitos das alterações climáticas. Foram utilizadas as estimativas de subida de nível médio do mar a nível global e os padrões de circulação e as características morfológicas na península estudada. As alterações no clima de ventos e ondas estimadas no presente trabalho consideram além da morfologia da costa e dos padrões atualmente encontrados, as variações nestes padrões que ocorrem em resposta a determinados eventos meteorológicos que foram encontrados na literatura. As interpretações e estimativas também foram feitas a partir das respostas observadas em eventos climáticos extremos.

A partir dos efeitos considerados para a região e das consequências atualmente presenciadas foi estimada a vulnerabilidade da costa à erosão, às mudanças nos ventos e nas ondas e à elevação do mar. Em seguida foram avaliadas as medidas necessárias para mitigação e prevenção, assim como foi feita uma valoração dos atributos e serviços ambientais com grande probabilidade de serem afetados no caso de mudanças climáticas ou eventos climáticos extremos no município de Armação dos Búzios. O presente trabalho se ateve ao método de produção sacrificada relativa a potencial perda com o turismo no caso de mudanças climáticas. Os dados foram levantados através de informações fornecidas pela prefeitura e pelos estabelecimentos hoteleiros locais.

Para a valoração ambiental optou-se por utilizar o Método de Produtividade Marginal (MPM) também conhecido como Método de Produção Sacrificada (MPS). Geralmente, o Método de Produção Sacrificada é aplicável quando o recurso ambiental analisado é fator de produção ou insumo na produção de um bem ou serviço comercializado em mercado, relacionando assim o dano físico observado com diferentes níveis de qualidade do recurso ambiental. No entanto, o método também pode ser utilizado para estimar valores de opção, desde que se reconheça que o dano ambiental estudado afetaria uma eventual

atividade produtiva futura, ainda não estabelecida, mas com probabilidade significativa de ocorrer.

De fato, o MPS busca estimar o valor monetário da variação dos atributos ambientais através do cálculo da redução da atividade produtiva associada. Para realizar tais estimativas utilizam-se funções dose-resposta, que estabelecem correlações entre estatísticas. A função deve descrever a variação em um parâmetro ambiental em relação à mudança na qualidade do meio (dose) e o consequente efeito sobre a produção ou bem estar humano (resposta). Logo, o presente método visa estimar quanto uma variação no estoque (quantidade) ou no fluxo (qualidade) do recurso ambiental causa de impacto na produção de um bem ou serviço que possui preços de mercado.

No caso do município de Armação dos Búzios, a “dose” seria a perda da faixa de praia, a impossibilidade de acesso à península e o consequente impacto nos ecossistemas naturais (erosão costeira, recuo da linha da costa, alagamentos) ocasionada pelas mudanças climáticas (elevação do nível do mar e alterações nos regimes de ventos e ondas, e a “resposta” corresponderia à perda com turismo, causada pela perda de infraestrutura e patrimônio natural, medida através da receita anual. Para obter o valor monetário do dano, o presente trabalho propõe duas abordagens:

- Um levantamento mais geral do potencial turístico e sua atual contribuição para a receita orçamentária do município;
- Um levantamento dos estabelecimentos turísticos (pousada, hotéis e restaurantes) situados na praia de Geribá.

Segundo informações da Associação dos Hotéis de Búzios e da Secretaria Municipal de Turismo apresentados por Souza e Braga em 2005, os turistas estrangeiros permanecem na cidade por 5 dias aproximadamente, enquanto os turistas de outras cidades, de 3 a 4 dias, tendo os estrangeiros um gasto médio diário de US\$ 100,00. Quanto ao número de visitantes, estima-se que, durante a temporada de verão, Búzios receba uma média de 200 mil turistas, podendo chegar anualmente a 500 mil (Souza e Braga, 2005). Considerando estas informações, apesar de não representarem dados recentes, foi possível estimar a contribuição do turismo para o PIB do município pela fórmula: $R = d * n * G$; onde **R** é a receita, **d** o número médio de dias de permanência, e **G** o gasto médio de cada turista (considerado neste trabalho como R\$ 160,00).

Já para a valoração da praia de Geribá, a receita advinda do turismo foi calculada a partir da receita obtida por uma amostra de 20 pousadas existentes no bairro. Para tal utilizamos as seguintes considerações:

- As pousadas têm 100% de ocupação em alta temporada e 30% em baixa;
- O município tem um total de 4 meses de alta temporada (segunda quinzena de dezembro até meados de fevereiro, feriados, finais de semana e férias escolares) e 8 meses de baixa temporada;
- O valor da diária para cada pousada foi estimado através da média ponderada do levantamento de tarifas para alta e baixa temporada considerando os diferentes tipos de acomodação;
- 20 pousadas com 2 pessoas por quarto.

De forma que o cálculo da receita bruta de hotéis e pousadas é feito pelas seguintes fórmulas: $R_a = (1 * 120) * \sum(q * T_a)$; e $R_b = (0,3 * 240) * \sum(q * T_b)$, onde **R_a** é a receita dos hotéis e pousadas na alta temporada; **R_b**, na baixa temporada; **q** é o número de quartos na pousada; e **T_a** e **T_b** são as tarifas médias da pousada na alta e na baixa temporada.

Também foram considerados outros serviços gastos nesta área, utilizando como base um gasto de R\$100,00 diários por pessoa em Geribá. Para tal foi utilizada a fórmula $R_s = 2Q (1 * 120 + 0,3 * 240) * 100$, onde **R_s** corresponde a receita obtida com serviços em Geribá; e **Q** ao número total de quartos disponíveis em Geribá.

A partir destes resultados foi feita uma análise entre os possíveis impactos no município e as potenciais perdas ambientais e econômicas associadas.

DESCOBERTAS

Efeitos e impactos das mudanças climáticas

O clima de ondas determina a orientação das praias, a direção e a intensidade do transporte litorâneo de sedimentos definindo o perfil de praia. Dessa forma, é possível prever como a ação das ondas pode afetar as estruturas costeiras. Além disso, juntamente com a elevação do NM, é possível estimar a variação do perfil transversal e o recuo da praia, que é dependente das características granulométricas e da altura das ondas. Dessa forma, caso haja uma modificação no regime de ventos, haverá mudanças na direção de propagação das ondas. As consequências de mudanças nas direções de propagação das ondas são persistentes e incluem, devido ao estabelecimento de novos arcos de equilíbrio, problemas nos arcos de praia em zonas urbanas. Contudo, como não há um período de medições de ondas suficiente que

permitam visualizar tendências de longo prazo, é muito difícil prever como o clima de ondas pode ser alterado de fato na costa de Búzios. Esse entrave também é observado para o restante da costa do Estado, sendo as mudanças no padrão das ondas os maiores riscos para a zona litorânea e também uma das grandes incertezas (Klein *et al.*, 2009).

Apesar disso, considerando a direção de propagação atual, as enseadas localizadas ao norte do Cabo, incluindo as praias Rasa, Manguinhos, Tartaruga, Armação e dos Ossos, encontram-se protegidas das ondas provenientes de sudeste. O contrário ocorre nas praias ao sul do cabo, nesse caso destacam-se as praias de Geribá, Tucuns, José Gonçalves e Brava, que recebem o embate direto dessas ondas. Nas ressacas usuais, as ondas se propagam provenientes do quadrante sudoeste, fazendo com que ambos os lados fiquem protegidos da ação das ondas (Lins de Barros, 2010). Nas ressacas de sul, a incidência das ondas se dá da mesma forma que em situações de tempo bom, fazendo com que as áreas mais vulneráveis sejam as mesmas.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, um aumento na altura de onda pode ocasionar um maior impacto na costa sul de Búzios, como por exemplo, na ponta dos Mariscos entre as praias de Geribá e Tucuns. Essa ponta corresponde a um complexo rochoso exposto que devido a um aumento na energia das ondas sofreria um maior desgaste. A incidência dessas ondas também acarreta um transporte sedimentar mais intenso nessas praias.

Contudo, em um cenário de mudanças climáticas, pode haver uma mudança na direção de propagação das ondas. Como dito anteriormente, prever o novo regime de ondas é difícil, porém pode-se estimar que ocorram alterações semelhantes às que ocorrem em anos de El Niño. Nesses períodos ocorrem ressacas de sudeste (Lins de Barros, 2010), quebrando o equilíbrio natural das praias (equilíbrio dinâmico) e alterando os estoques de sedimentos. Neste caso, aumentaria o transporte sedimentar e haveria uma intensificada erosão da praia, ocasionando o recuo da linha de costa das praias ao sul do cabo e o realinhamento da orla.

Com a frequência de eventos extremos intensificada, com tempestades no mar mais intensas, as ondas se tornarão mais altas e as marés meteorológicas mais elevadas. Com isso, as ruas localizadas na retro-praia sofrerão fortemente com a erosão, já que haverá uma diminuição da faixa de areia. As consequências também incluem a destruição de muros e outras benfeitorias que atualmente são protegidas pela praia.

Paralelamente, o aumento das secas diminuirá a vazão dos rios podendo prejudicar a qualidade da água dos reservatórios de água doce. No estudo realizado por Silva Júnior e Pizani sobre a vulnerabilidade do Rio de Janeiro à contaminação dos aquíferos subterrâneos, Búzios foi classificado como área de vulnerabilidade moderada a altamente vulnerável (Silva Júnior e Pizani, 2003). De fato, em um contexto de mudanças climáticas, essa contaminação seria intensificada, devido principalmente à salinização dos aquíferos.

Já no caso da sobrelevação do NM, considerando o regime de marés predominante na região, a zona costeira estaria sujeita a amplitudes de variação às quais o sistema costeiro em questão não está comumente habituado a suportar. Dessa forma, o cabo de Búzios se mostra mais vulnerável a subida do NM do que outras regiões com regimes que variam de meso a macro-marés, que possuem mais capacidade de absorção dessas variações de nível (Devoy, 2008). Além da saturação do sistema natural, a pouca variação de maré encontrada na área de estudo, indica que as obras e intervenções de engenharia da cidade foram feitas sem considerar oscilações possíveis de ocorrer em condições adversas. Ou seja, a zona costeira como um todo, incluindo a área urbana e os ecossistemas naturais, é vulnerável à subida do nível médio relativo do mar.

No caso da praia de Manguinhos, essa elevação do NM pode significar a invasão das águas nas residências, que foram construídas à beira-mar e que atualmente nas situações de preamar já são alcançadas pelas marés. Esse ponto é agravado já que há uma baixa declividade da praia. Nessa mesma região, o aumento do NM levaria a uma migração das áreas de manguezal, entretanto, esta seria limitada pela ocupação humana, fazendo com que parte deste ecossistema seja perdida.

A ocorrência de marés meteorológicas, associadas a frentes frias e chuvas intensas, agrava os impactos desta subida do nível médio relativo do mar. Essa associação causa problemas de drenagem das águas interiores em zonas urbanas situadas em baixadas de baías e lagoas costeiras. Como Búzios apresenta áreas alagadiças, e, até 2009 sofria com alagamentos nos períodos de chuva, o impacto desse fator faria com que a probabilidade de ocorrência de alagamentos e inundações aumentasse. Além disso, como muitas ruas, principalmente nos bairros populares, não são pavimentadas, os efeitos das chuvas também é notado nas irregularidades das vias. Essa propensão a alagamentos se deve principalmente à má distribuição da ocorrência de chuvas, onde nos períodos chuvosos, de outubro a março, o índice pluviométrico pode igualar ou ser superior a dez vezes o da estação de estiagem (FGV, 2004).

De forma resumida, as mudanças climáticas acarretariam as seguintes consequências no município de Armação dos Búzios:

- Costa Norte: os principais efeitos ocorreriam em função da elevação do NM - perda da faixa de praia, exposição/deterioração/destruição de estruturas, vias, casas e muros construídos na orla, desvalorização de patrimônio público e privado, perda de ecossistema natural.
- Costa Sul e praias expostas a leste: os principais efeitos decorreriam da mudança no clima de ondas e ventos – erosão costeira, recuo da linha de costa, destruição de benfeitorias pela ação das ondas.
- Parte continental: principal efeito aconteceria devido ao aumento do nível do mar e à intensificação dos extremos climáticos – problemas na drenagem de águas, aumento na frequência de inundações, contaminação dos corpos hídricos, aumento da intrusão salina, assoreamento das lagoas e lagunas interiores, dificuldades de trânsito e perda de qualidade de vida.

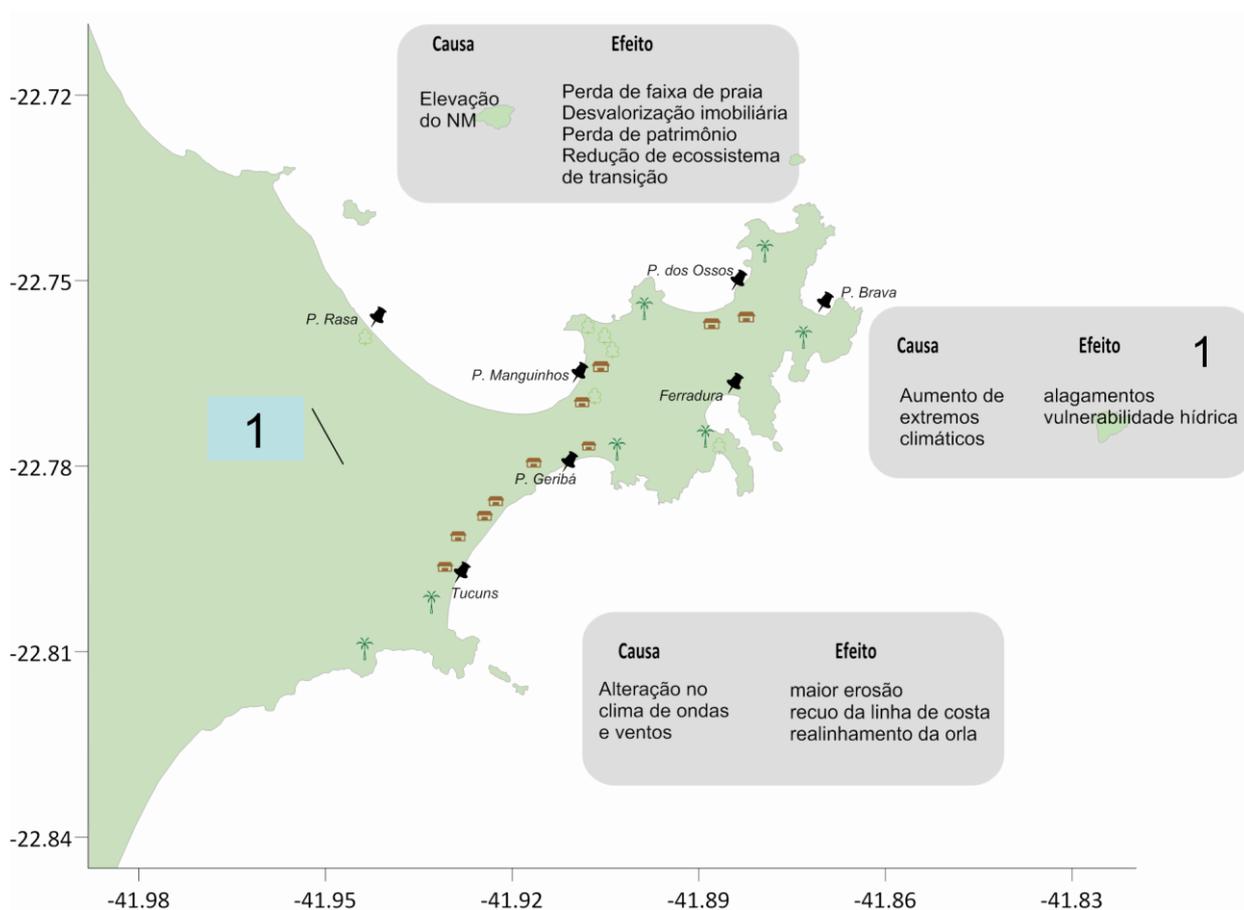


Figura 2: Possíveis causas e efeitos das mudanças climáticas no setor norte, sul e interior da península do Cabo Búzios (Fonte: Elaboração própria).

Valoração ambiental do balneário

No caso de Búzios, as conseqüências das mudanças climáticas (como perda da faixa de praia) podem acarretar em perdas de atividades turísticas futuras que ainda não haviam se estabelecido, mas que provavelmente iriam se estabelecer. Ou seja, a perda dos atributos ambientais eliminaria o potencial crescimento da atividade. Contudo, para que essa estimativa fosse viável, seria preciso estabelecer a probabilidade de que efetivamente ocorresse a atividade cuja produção futura seria prejudicada. No presente trabalho, não entramos nesta seara, calculamos apenas a perda da atividade já existente.

De acordo com o método utilizado neste trabalho, o potencial turístico do município calculado a partir dos dados apresentados em Souza e Braga (2005), chegou a um montante de R\$ 320.000.000 por ano. O que corresponde a 21% do valor do PIB municipal de 2008.

Considerando apenas uma amostra do município, no caso o bairro de Geribá também obtivemos resultados interessantes. A escolha por este estudo de caso se deu por três motivos principais. Primeiro, por Geribá se tratar de uma praia bastante característica do turismo da região e uma das mais procuradas pelos turistas; segundo, por ter sido apontada por este trabalho como uma das praias com grande probabilidade de sofrer com as mudanças climáticas principalmente em relação às mudanças nos padrões e intensidades de ondas e ventos que poderão causar maior erosão, o recuo da linha da costa e o

realinhamento da orla prejudicando grandemente o turismo local; e terceiro, por ter sido até o presente momento a principal praia que recebeu investimentos do Projeto Orla, através de ações estratégicas que visam medidas corretivas e preventivas de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável.

De acordo com as considerações para o cálculo a partir dos estabelecimentos hoteleiros presentes em Geribá, a receita anual obtida seria de R\$ 32.555.402, correspondentes às receitas acarretadas na alta e na baixa temporada, R\$ 22,7 milhões e R\$ 9,8 milhões, respectivamente. Já que, $R_a = (1 * 120) * 189.500,02 = R\$ 22.740.002,40$; e $R_b = (0,3 * 240) * 136.325,50 = R\$ 9.815.400,00$. Esses valores correspondem apenas algumas pousadas e hotéis presentes em Geribá e se relacionam somente com as tarifas de hospedagem. Considerando os valores adicionais que os típicos visitantes de Búzios costumam gastar durante sua estadia no balneário, essa receita aumenta consideravelmente.

Supondo que os hóspedes gastem no próprio bairro de Geribá o equivalente a R\$100,00 por dia, dado os padrões dos serviços oferecidos nesta região, as receitas obtidas por ano chegariam a R\$ 52.331.402,00.

Esses resultados demonstram a importância do turismo na economia local e a gravidade do impacto das mudanças climáticas na costa buziana acarretando na perda dos atributos e serviços ambientais e consequentemente na drástica redução de receita e emprego no município.

DISCUSSÕES

Ao longo deste trabalho foi possível observar que a região estudada é vulnerável às mudanças climáticas, principalmente por suas feições geomorfológicas e os regimes de ventos e ondas a que a península está submetida. Há uma notada diferença entre as conseqüências nos diferentes lados do cabo, sendo a costa norte mais vulnerável aos efeitos da subida do nível do mar e a costa sul, principalmente, às mudanças nos padrões e intensidades de ondas e ventos.

Há ainda a questão dos alagamentos, que podem ter sua frequência aumentada seja pela incidência de tempestades ou pela subida de nível do mar. Os problemas de drenagem em Búzios tendem a ser agravados e ações mitigadoras nesse sentido são de fato necessárias. Ao longo dos últimos anos, a cidade se mostrou precária em termos de saneamento e pavimentação, principalmente em ocasiões de chuvas fortes. A região que tem um microclima semiárido apresenta pouca capacidade de escoamento, fazendo com que pontos de alagamento surjam a ponto de prejudicar o tráfego de veículos, impossibilitando ainda a entrada na cidade. Devido a essa condição, houve recentemente investimentos na drenagem das águas interiores mostrando uma preocupação presente com esse aspecto. Outro ponto negativo das chuvas fortes é o carreamento de sedimentos das encostas para as enseadas, fazendo com que as águas fiquem turvas por alguns dias após as tempestades, prejudicando as atividades de lazer.

Segundo Klein (*et al.*, 2009), a estratégias públicas a serem adotadas para minimizar os impactos nas áreas vulneráveis abrangem aspectos de gestão de recursos hídricos, gerenciamento costeiro, ordenamento territorial e planejamento energético e mineral. As ações propostas por esses autores para sua eficácia devem ser tomadas em curto prazo, mesmo que as estimativas abordem situações de longo prazo. Dentre elas encontram-se o monitoramento ambiental permanente, a proposição de ordenamentos municipais para ocupação urbana; a efetivação de políticas estaduais de Gerenciamento Costeiro Integrado; e o planejamento prévio e a priorização de estudos para as formas clássicas de respostas (Recuo, Acomodação e Proteção). A Tabela I identifica as possíveis respostas às mudanças climáticas na zona costeira.

Tabela I: Tipos de respostas às alterações no clima e custos associados (Modificado de Klein *et al.*, 2009).

Resposta	Tipo	Custo	Impacto
Recuo	Abandono de casas e benfeitorias	Nulo	Deterioração urbana
	Destruição de biomas	Nulo	Perda de biodiversidade
Acomodação	Reconstrução periódica de benfeitorias	Baixo	Deterioração urbana
	Aquicultura nas áreas inundadas	Baixo a moderado	Geração de empregos
Proteção	Engordamento de praias	Moderado	Benéfico ao turismo
	Fixação da costa	Moderado	Impacto visual; dificuldade de acesso
	Construção de muros de proteção	Moderado a alto	Impacto visual e facilidade de acesso
	Construção de quebra-mares	Alto	Impacto paisagístico; na qualidade e circulação da água
	Recuperação de estruturas de portos	Alto	Geração de riquezas e empregos

No caso do município estudado, o caso do recuo, ou seja, abandono de casas e benfeitorias não seria o mais adequado, já que a perda seria total e os impactos nas áreas urbanizadas, principalmente na porção norte, se darão de forma lenta. Dessa forma, para as regiões que sofrerão com o aumento de nível principalmente, são sugeridas ações de acomodação e proteção, como construção de muros de proteção e reforço de estruturas, e em alguns casos, apenas executando uma manutenção.

Como Búzios é uma cidade urbanizada, com projetos de fixação da orla, aparentemente ela se torna um pouco menos vulnerável à elevação temporária ou permanente do nível médio do mar, contudo, como em associação há mudanças nos padrões de incidências de ondas, exigem um monitoramento das alterações no clima de ondas, pois as enseadas da península poderão sofrer um realinhamento em planta. Ainda nesse contexto, obras de marinas devem ser cuidadosamente estudadas em função da vulnerabilidade às ondas.

No caso da região mais vulnerável à ação das ondas, as ações de proteção englobariam o engordamento de praia, para que o equilíbrio dinâmico possa ser restabelecido, e ainda a construção de quebra-mares e estruturas no mar, que apesar dos impactos visuais associados protegeriam a costa em condições adversas.

Já a vulnerabilidade a inundações pode ser atenuada com investimentos em drenagem e saneamento, além da pavimentação e elevação de vias, para que o acesso à península não seja tão fortemente prejudicado. Essas ações corresponderiam a ações de acomodação a nova realidade vivenciada no município. Investimentos em drenagem e pavimentação foram iniciativas já tomadas pelo Município, contudo, para os cenários mais pessimistas, esses esforços devem ser ampliados, já que ocasionariam prejuízos para o turismo e para a qualidade de vida dos moradores, além dos custos contínuos com manutenção.

Essas ações apesar de necessárias, muitas vezes geram um impacto que pode ser considerado não compensador, além disso, exigem diferentes custos para implantação e geram altos valores de danos (ver tabela I). Contudo, como Búzios é uma região sustentada pelo turismo, essas ações devem ser criteriosamente estudadas para que a cidade não deixe de ser autossustentável e ao mesmo tempo não tenha intervenções preventivas que afetem negativamente o visual do balneário.

O recuo da linha de costa e a perda da faixa de areia, que podem ocorrer devido ao aumento da erosão, dependendo da extensão do recuo, ocasionariam uma desvalorização das propriedades à beira-mar. Além disso, a redução da demanda por esses locais, já que os turistas dariam preferência a outros destinos, seria alarmante para o município que tem sua economia baseada nessa atividade.

Apesar da importância dos recursos provenientes dos royalties do petróleo (cerca de R\$ 40 milhões, 2009; fonte: OIM), o turismo movimenta o setor de serviços da cidade e gera empregos na região. De acordo com Toste e Caiuby (2011), o patrimônio em risco calculado para o município, em um cenário de mudanças no clima, corresponde a uma parcela considerável do PIB da região, que é da ordem de R\$ 1,5 bilhão (IBGE, 2010). Observando os prejuízos que podem ocorrer em condições de alteração do clima, tanto em função da perda de patrimônio quanto da receita do turismo no exemplo do município de Armação dos Búzios, os valores apresentados por Klein (*et al.*, 2009), que totalizam investimentos de R\$ 93 milhões por ano, que beneficiariam a costa de todo território nacional, passam a ser insignificantes. Ou seja, o custo das ações preventivas, ações de governo que atuem no sentido de investir em ciência e tecnologia e outras medidas simples que nos preparariam para condições futuras adversas apresentam-se custo-eficientes.

Acrescente-se a esses aspectos a recorrente ameaça ao patrimônio ambiental que graças às características naturais de Búzios ainda não perdeu sua atratividade. As praias, devido à grande circulação e renovação das águas, tanto por se tratar de uma península, como por receber águas provenientes da ressurgência de Cabo Frio, em sua maioria, apresentam uma qualidade satisfatória, segundo o INEA (INEA, 2011). As ressalvas valem para as praias dos Ossos e do Canto, que frequentemente, se apresentam imprópria para banho. Entretanto, após chuvas fortes, os banhistas são repelidos já que são observadas línguas negras nas praias dos Ossos, Manguinhos e João Fernandes. A fim de evitar esse tipo de imagem, foram iniciadas obras de reestruturação do sistema de esgotos e águas pluviais, custeadas pelo Fundo Estadual do Meio Ambiental.

Além desse aspecto, as águas costeiras da região encontram-se potencialmente contaminadas por compostos orgânicos de estanho, como o TBT (tributilestanho), o que de fato é uma grande surpresa devido ao hidrodinamismo da região e à proibição ao uso dessas substâncias pela Organização Marítima Internacional desde 2008 (Toste, 2009; IMO, 2001). Nota-se, então, que os problemas que podem atingir a zona costeira não se localizam somente na esfera das mudanças climáticas, mas englobam as políticas e ações atualmente tomadas para evitar que haja uma desvalorização de um bem ambiental e de um recurso que poderia ser sustentável.

Nesse sentido, de acordo com dados levantados junto à Prefeitura Municipal, de um total de 15 milhões de reais, contratados ou em contratação pela Prefeitura ao longo de todo o primeiro semestre de

2009, somente 107 mil (cerca de 0,7%) foram aplicados no gerenciamento costeiro, mais especificamente na aquisição das ilhas gastronômicas que substituíram os quiosques na praia de Geribá, em função do Projeto de Ordenamento daquela praia, a partir de uma ação civil pública movida pelo Ministério Público Federal (Obraczka e Caiuby *et. al.* 2011). Assim podemos observar que os esforços no sentido de medidas preventivas ainda é irrisório demonstrando a visão míope da gestão pública. Estes investimentos que permitiram um novo ordenamento da praia representa apenas 0,2% da receita bruta gerada na mesma. Recomenda-se portanto, uma revisão do planejamento estratégico do município, levando-se em consideração a potencial perda com as mudanças climáticas e mesmo com a ausência de sustentabilidade das atividades em comparação com os custos das medidas de prevenção e de implantação de instrumentos como o gerenciamento costeiro.

CONCLUSÕES

Apesar da dificuldade em atribuir valor aos recursos ambientais já que estes muitas vezes são calculados desconsiderando os seus valores de não uso, os valores apresentados nesse trabalho mostram que mesmo subestimando as conseqüências das mudanças climáticas os riscos para a economia de Búzios são altos. Apesar dos valores apresentados neste e em outros trabalhos terem de fato pouco valor prático para o tomador de decisão, podendo inclusive induzir a equívocos de interpretação seja por subestimar ou superestimar os custos dos investimentos para proteção do patrimônio físico e ambiental, recomenda-se a prática de ações estratégicas que sejam benéficas independentes do cenário. Além de serem de baixo custo são medidas que dariam suporte à tomada de decisões, através do acúmulo de conhecimento e embasamento para a compreensão e predição dos fenômenos iminentes. Dentre elas destaca-se a necessidade de conhecimento sobre o meio físico da zona costeira.

De fato, é preciso considerar a situação orçamentária das prefeituras que ainda não conseguem atender às necessidades mais básicas e urgentes como saúde, educação, saneamento básico e pagamento de pessoal. Acrescente-se a isto a ausência de planejamento e prevenção devido à uma cultura imediatista e míope que não consegue fornecer estratégia de longo prazo, principalmente por se tratarem de previsões ainda incertas.

No entanto, é possível encontrar argumentos num passado próximo onde em determinadas épocas do ano não era possível chegar até a península sem enfrentar alguns bancos de água em determinadas faixas do cabo. Se em decorrência da elevação do nível do mar essa com unicação sofrer novamente com este tipo de fenômeno as conseqüências para o sistema urbano e suas atividades econômicas (principalmente turísticas) seriam desastrosas. Nesse sentido a deterioração das condições de balneabilidade das praias que são o principal atrativo do município causaria perdas incalculáveis devido ao efeito multiplicador da economia, uma vez que isso afetaria consideravelmente o setor de construção civil e o valor imobiliário dos imóveis, gerando conseqüentemente a redução de arrecadação do IPTU, o aumento do desemprego e a redução dos preços dos materiais de construção.

Embora, aparentemente, as conseqüências das mudanças climáticas citadas ao longo do texto não representem um problema no curto prazo para o município de Armação dos Búzios, a valoração econômica da potencial perda de receita advinda do turismo constitui um forte argumento para a definição de políticas de gestão e ordenamento voltadas para a prevenção dos impactos provenientes de tais mudanças (Toste e Caiuby, 2011). No entanto, é necessário que seja feita uma análise custo-benefício, onde se confronte a necessidade de realizar ou não obras de defesa costeira que não sejam simplesmente para proteger o patrimônio construído, mas também para garantir uma fonte de recursos.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, K. C., 2003. **Turismo em Armação dos Búzios (RJ, Brasil): Percepções locais sobre os problemas da cidade e diretrizes prioritárias de apoio à gestão ambiental.** Dissertação de Mestrado em Ciência Ambiental – Universidade Federal Fluminense, 124p.
- BIDE GAIN, P., VOLCHER, C. M., 2003. Bacia Hidrográfica do Rio São João e das Ostras: Águas, Terras e Conservação Ambiental. Rio de Janeiro. **Consórcio Intermunicipal para a gestão das bacias da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira.** 177p.

CHURCH, J. A., WHITE, N. J., AARUP, T., WILSON, W. S., WOODWORTH, P. L., DOMINGUES, C. M., HUNTER, J. R., LAMBECK, K., 2008. Understanding global sea levels: past, present and future. **Sustain. Sci.** 3: 9–22.

CHURCH, J. A., WHITE, N. J., 2006. A 20th century acceleration in global sea-level rise. **Geophysical Research Letters** 33: L01602, 4 p.

DEVOY, R. J. N., 2008. Coastal Vulnerability and the Implications of Sea-Level Rise for Ireland. **Journal of Coastal Research** 24(2): 325–341.

FGV, 2004. Prefeitura Municipal de Armação dos Búzios. **Plano Diretor de desenvolvimento sustentável de Armação dos Búzios**. Documento técnico – parte 1, 216p.

FINCO, M. V. A., ABDALLAH, P. R., 2003. **Valoração Ambiental: Uma Estimativa do Valor de uso e do Valor de Opção para o Litoral do Rio Grande do Sul**. V Encontro Nacional da ECOECO - Caxias do Sul (RS), 18p.

HARVEY, N., 2006. Rates and impacts of global sea-level change. In: Glazer M. P. (ed.), *New frontiers in environmental research*, Chap 1. Nova Science Publishers, New York (ISBN 1600211712), 1-33.

HELMAN, P., TOMLINSON, R., 2009. Coastal vulnerability principles for climate change. In: *Proceedings of the Queensland Coastal Conference*: ISBN - 978-0-9806511-0-2.

HERLINGER JR, R. E, VIERO, A. P., 2007. Groundwater vulnerability assessment in coastal plain of Rio Grande do Sul State, Brazil, using drastic and adsorption capacity of soils. **Environ. Geol.** 52: 819–829.

IBGE, 2010a. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acessado em: 14 de dezembro de 2010.

IBGE, 2010b. Produto Interno Bruto dos Municípios 2004-2008. **Contas Nacionais** nº 33, 212p.

IMO, 2001. International Maritime Organization. International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships. Disponível em: [http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-\(AFS\).aspx](http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-(AFS).aspx). Acessado em: 10 de maio de 2011.

INEA, 2011. Instituto Estadual do Ambiente. **Balneabilidade de praias**. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/fma/balneabilidade-praias.asp?cat=75>. Acessado em: 10 de maio de 2011.

KAISER, G., 2007. Coastal Vulnerability to Climate Change and Natural Hazards. Forum DKKV/CEDIM: **Disaster Reduction in Climate Change** 15, Karlsruhe University.

- KLEIN, A. H. F., NEVES, C. F., MUEHE, D. C. E. H., CARVALHO, J. L. B., ARAÚJO, M., ROSMAN, P. C. C., 2009. **Vulnerabilidades da zona costeira brasileira às mudanças climáticas**. Relatório PENO - 11896. Fundação COPPETEC, 537p.
- KLEIN, R. J. T., 2002. **Coastal vulnerability, resilience and adaptation to climate change: an interdisciplinary perspective**. DSc. Thesis, 40p.
- LINS DE BARROS, F. M., 2010. **Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados: estudo de caso da Região dos Lagos, Rio de Janeiro**. Tese (doutorado). Rio de Janeiro, UFRJ, PPGG, 292p.
- LINS-DE-BARROS, F. M., 2005. Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos sócio-econômicos na orla urbanizada do município de Maricá, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia** 6 (2): 8p.
- MAZZER, A. M., DILLENBURG, S. R., SOUZA, C. R. G., 2008. Proposta de método para análise de vulnerabilidade à erosão costeira no sudeste da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências** 38(2): 278-294.
- MESQUITA, A. R., 1997. **Marés, circulação e nível do mar na costa sudeste do Brasil**. IOUSP, FUNDESPA. doi: www.mares.io.usp.br/sudeste/sudeste.html
- MORAIS, J. O., PINHEIRO, L. S., CAVALCANTE, A. A., PAULA, D. P., SILVA, R. L., 2008. Erosão Costeira em Praias Adjacentes às Desembocaduras Fluviais: O Caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** 8 (2):61-76.
- NEVES, C. F., MUEHE, D., 2008. Vulnerabilidades, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias Estratégicas** 27: 217-295.
- NICHOLLS, R. J., HANSON, S., HERWEIJER, C., PATMORE, N., HALLEGATTE, S., CORFEE-MORLOT, J., CHÂTEAU, J., MUIR-WOOD, R., 2008. Ranking Port Cities with High Exposure and Vulnerability to Climate Extremes - Exposure Estimates. **OECD Environment Working Papers** 1: OECD publishing. doi:10.1787/011766488208.
- OBRACZKA, M., CAIUBY, G. A. N., FELIX, R., MAGRINI, A., 2011. **Projeto Orla, proposta para maior sustentabilidade e eficiência no Gerenciamento Costeiro - Armação dos Búzios (RJ)**. VII Congresso Nacional de Excelência na Gestão (ISSN 1984-9354). Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 15p.
- PEARCE, D. W., 1993. Economic values and the natural world. London, **The MIT Press**, 129p.

- PINHEIRO, L. S., GOMES, M. L., FALCÃO, T. O., 2006. A influência dos processos estuarinos na morfodinâmica e vulnerabilidade a erosão da prainha de Aquiraz (CE). VI Simpósio Nacional de Geomorfologia: **Geomorfologia Tropical e Subtropical: processos métodos e técnicas**. Goiânia, Brasil, 10p.
- RIBEIRO, G. P., FIGUEIREDO JR., A. G., ROSAS, R. O., 2006. Processos costeiros: erosão em Atafona e progradação em Grussaí, São João da Barra (RJ) – morfometria para retratação espacial desses eventos e identificação de sua tendência evolutiva. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia: **Geomorfologia Tropical e Subtropical: processos métodos e técnicas**. Goiânia, Brasil, 12p.
- RIBEIRO, G. P., ROCHA, C. H. O., FIGUEIREDO JR., A. G., SILVA, C. G., SILVA, S. H. F., MOREIRA, P. S. C., GUIMARÃES, M S. D., PEREIRA, A. P., ALMEIDA, A. G., PINNA, B. G., SOUZA, C. F., SILVA, C., SANTOS, R. A., VASCONCELOS, S. C., 2004. Análise espaço-temporal no suporte à avaliação do processo de erosão costeira em Atafona, São João da Barra (RJ). **Revista Brasileira de Cartografia** 56(02): 129-138.
- SEROA DA MOTTA, R., 1998. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. **Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal**, 216p.
- SILVA JÚNIOR, G. C. e PIZANI, T. C., 2003. Vulnerability assessment in coastal aquifers of Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Latino-Americana de Hidrogeologia** 3: 93-98.
- SOUZA, T. M. M., BRAGA, T. M., 2005. Desenvolvimento via turismo: um enfoque sobre mitos e possibilidades a partir dos modelos adotados em Búzios, Guarapari e Mata de São João. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, 7 (12): 59-68.
- TAGLIANI, C. R., CALLIARI, L. J., TAGLIANI, P. R., DE ANTIQUEIRA, J. A., 2010. Vulnerability to sea level rise of an estuarine island in southern Brazil. **Quaternary and Environmental Geosciences** 01 (1): 18-24.
- TOSTE, R., CAIUBY, G. C. A. N., 2011. Vulnerabilidade às mudanças climáticas: uma análise ambiental e econômica em Armação dos Búzios (RJ, Brasil). In: V Simpósio Brasileiro de Oceanografia - Oceanografia e Políticas Públicas. Santos, SP, Brasil, 6p.
- TOSTE, R., 2009. **Imposex em uma área preservada**. UERJ, Rio de Janeiro, RJ, 54p.