



Revista de Gestão Costeira Integrada -  
Journal of Integrated Coastal Zone  
Management

E-ISSN: 1646-8872

[rgci.editor@gmail.com](mailto:rgci.editor@gmail.com)

Associação Portuguesa dos Recursos  
Hídricos

Reimão Silva, Iracema

Subsídios para a Gestão Ambiental das Praias da Costa do Descobrimento, Litoral Sul do  
Estado da Bahia, Brasil

Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management,  
vol. 8, núm. 2, 2008, pp. 47-60

Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos  
Lisboa, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340124005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Subsídios para a Gestão Ambiental das Praias da Costa do Descobrimento, Litoral Sul do Estado da Bahia, Brasil \*

### *Contributions for Environmental Management of Costa do Descobrimento Beaches, South of Bahia Coast, Brasil*

Iracema Reimão Silva<sup>1</sup>

---

#### RESUMO

As praias da Costa do Descobrimento, devido à sua beleza natural e importância histórica e cultural, é hoje um dos principais destinos turísticos do Brasil. Esse trecho costeiro engloba praias com características bastante diversificadas, tanto do ponto de vista natural como da ocupação antrópica, e essa diversidade requer um manejo particular, que permita o seu desenvolvimento com atividades compatíveis com as suas características. A avaliação das condições morfodinâmicas das praias da Costa do Descobrimento e as suas implicações nos riscos para os banhistas indicou um alto nível de segurança para a maioria das praias. A partir da construção de diagramas de refração, através do software Mike-21, foi possível mapear zonas de alta energia das ondas ao longo da Costa do Descobrimento e definir os padrões de dispersão de sedimentos ao longo da costa, onde foram identificadas zonas de convergência e divergência da deriva litorânea efetiva. A comparação das tendências erosivas indicadas pelo padrão geral de dispersão de sedimentos com o quadro atual de erosão mostra a associação das zonas de divergência com a erosão observada na planície sul do Rio Jequitinhonha e com os trechos de falésias ativas que ocorrem em Trancoso, ao sul de Itaquena e entre Corumbau e Prado, tendo sido nestes trechos a erosão considerada como de longo-termo. Além destes trechos, ocorre erosão: i) em Coroa Vermelha, Ponta Grande, Santo Antônio, Arraial D'Ajuda e Cumuruxatiba, associada provavelmente a padrões complexos de refração e de difração na retaguarda de bancos de arenito e de recifes de corais; ii) em Santa Cruz Cabralia, próximo à foz do Rio João de Tiba, e em Porto Seguro, próximo à foz do Rio Buranhém, devido à dinâmica de desembocaduras fluviais e iii) ao norte de Porto Seguro e ao sul da Ponta do Corumbau, associada provavelmente a aumentos locais na intensidade do transporte litorâneo. Nestes locais os dados disponíveis não foram suficientes para indicar se estes processos erosivos são de curto ou longo-termo. Algumas sugestões, de caráter geral, para o plano de manejo das praias da Costa do Descobrimento,

---

<sup>1</sup> e-mail: iracemars@ucsal.br; iracemars@yahoo.com.br - Universidade Católica do Salvador, Av. Anita Garibaldi, 2981 - 41940-450 - Salvador - Bahia - Brasil.

---

\* Submissão - 1 Junho 2008; Avaliação e Decisão - 1 Agosto 2008; Recepção da versão revista - 29 Agosto 2008; Disponibilização on-line - 5 Setembro 2008

incluem: a implementação de táticas de gerenciamento que tenham como base as células de deriva litorânea identificadas na área; a realização de estudos mais detalhados que permitam o estabelecimento de uma linha de set-back para as construções ao longo da costa; estabelecimento de técnicas que considerem tanto as condições existentes atualmente como as modificações que venham a surgir com uma eventual subida do nível do mar; e, por fim, a elaboração de um plano que contemple propostas de longo alcance para a área, evitando problemas a sotamar em trechos de trânsito livre de sedimentos.

## ABSTRACT

Beaches have been attracting a higher number of tourists because they are very pleasant places for recreational activities and human development. However, because they are unstable environments, highly sensitive to human induced impacts, its use not adequate can be hazardous for their aesthetic and touristic qualities. The beaches from the "Costa do Descobrimento", studied in this work, are, today, the major attraction for tourists, in Brazil, because they offer an indigenous scenery rich in history and culture. Some beaches are still primitive, but others have been already heavily impacted due to human occupation. This diversity requires appropriated management plans that will develop activities compatible to their characteristics. An evaluation of the beaches morphodynamic condition, as well as its hazard for bathers, indicates a high level of security in most of them. Based on wave-refraction diagrams, using the Mike-21 software, it was possible to map zones of higher energy waves along the whole studied area, and to define patterns of sediment dispersion, identifying areas of convergence and divergence of the net longshore drift of sediment. Comparing the general pattern of sediment dispersion with the present condition of beach erosion, one's sees that there is a relationship between the zones of erosion with the areas where a process of divergence in sediment dispersion is occurring. This erosion was considered, herein, as a long-term process, and it is seen in the south part of the Jequitinhonha River, as well as, in the active sea cliffs of Trancoso, south of Taquena and between Corumbau and Prado. Erosional processes are also occurring along the following locations: i) Coroa Vermelha, Porto Seguro, Santo Antonio, Arraial d'Ajuda and Cumuruxatiba, most probably associated with the complex pattern of wave refraction and diffraction processes acting behind beach-rocks and coral reefs; ii) Santa Cruz Cabralia near the mouth of João de Tiba and Buranhém rivers, due to the dynamic of river flows, and iii) north of Porto Seguro and south of Corumbau Point, associated to an increasing in the longshore sediment transport. In all these locations it was not possible to define the erosion time span, i.e., if they were short or long-term processes. Suggestions for a management plan for the beaches from the "Costa do Descobrimento" should include items related to: a) implementation of management strategies that takes into account litoral drift cells identified for the study area; b) more detailed studies about the set-back limit for urban developments along the coastline; c) the establishment of techniques that will consider the present situation of sea-level and a probable coastal modification if occur an elevation of the present position of sea-level, and d) the elaboration of a proposal including studies that will prevent problems in areas located downdrift where there is a free flow of sediment.

## 1. INTRODUÇÃO

Estima-se que 60% da população mundial vivem em uma faixa territorial localizada a menos de 100km da linha de costa (Yeung, 2001), sendo esta a mais importante e intensamente usada de todas as áreas em que o homem se estabeleceu (Masselink & Hughes, 2003).

A alta densidade populacional, o limitado espaço costeiro e a diversidade de habitats marinhos e terrestres, associados a diversos interesses sociais e econômicos, geram um alto potencial para conflitos sobre os espaços e recursos costeiros (Kullenberg, 2001; Suman, 2001). Muitas vezes, os usos dos recursos e do espaço costeiro são agressivos ao meio ambiente, gerando conflitos que, geralmente, acarretam implicações negativas para os ecossistemas e a economia local. A resolução destes conflitos deve

possibilitar a sustentabilidade ambiental da área, para que o problema não se torne mais grave no futuro.

As atividades de turismo, recreação e lazer têm sido consideradas como características das mais importantes para a economia mundial, através da geração de empregos, criação de divisas e dos seus benefícios sociais (Wiegel, 1994). Neste contexto, as praias ganham notável importância, constituindo um dos locais mais procurados para atividades de turismo, recreação e lazer em todo o mundo (Coriolano, 2001). Entretanto, o desenvolvimento destas atividades, resultando em uma intensa urbanização das áreas costeiras, sem um adequado planejamento, pode ocasionar um aumento no risco para pessoas e propriedades, decorrente, por exemplo, de processos naturais como a erosão costeira (White, 1978), além de, eventualmente, inviabilizar a continuidade do uso

destas áreas se todo o modelo turístico de gestão dos recursos naturais e sócio-culturais não for adequado (Butler, 1980).

O gerenciamento de praias requer o conhecimento dos processos costeiros atuantes na área, sua evolução e dinâmica, e deve levar em conta as limitações impostas pelas variações na configuração da linha de costa, bem como avaliar a sua susceptibilidade à erosão (Hooke et al., 1996). Esta avaliação torna-se cada vez mais necessária, uma vez que o aumento da demanda para o uso costeiro aumenta também o valor das propriedades costeiras e as modificações na posição da linha de costa geram um alto risco para estas construções (Camfield & Morang, 1996). O estudo da dinâmica costeira envolve a avaliação da distribuição da energia das ondas, dos padrões de dispersão de sedimentos e do balanço de sedimentos ao longo da costa. A identificação dos principais padrões de dispersão de sedimentos possibilita, tentativamente, por exemplo, a previsão de possíveis mudanças na linha de costa, evitando ou minimizando, assim, as perdas físicas e econômicas. Tal estudo fornece uma compreensão da evolução geomorfológica e processos morfodinâmicos praias, o que é essencial para um adequado gerenciamento, que permita um desenvolvimento com um mínimo de alterações ou descompensações no balanço de sedimentos. Este conhecimento é muito importante também para a eventual instalação de obras de engenharia ao longo da costa, pois é fundamental identificar, por exemplo, se o local onde será construída a estrutura corresponde a uma região de convergência ou de divergência dos raios de onda, ou seja, respectivamente, de maior ou menor concentração de energia das ondas.

As praias que são objeto deste estudo estão localizadas no trecho costeiro denominado de Costa do Descobrimento, que se estende desde a cidade de Belmonte até a cidade de Prado, na região sul do Estado da Bahia (Figura 1). Esta área está compreendida entre os paralelos de 15°80' e 17°20' de latitude Sul, com uma extensão litorânea de cerca de 165 km.

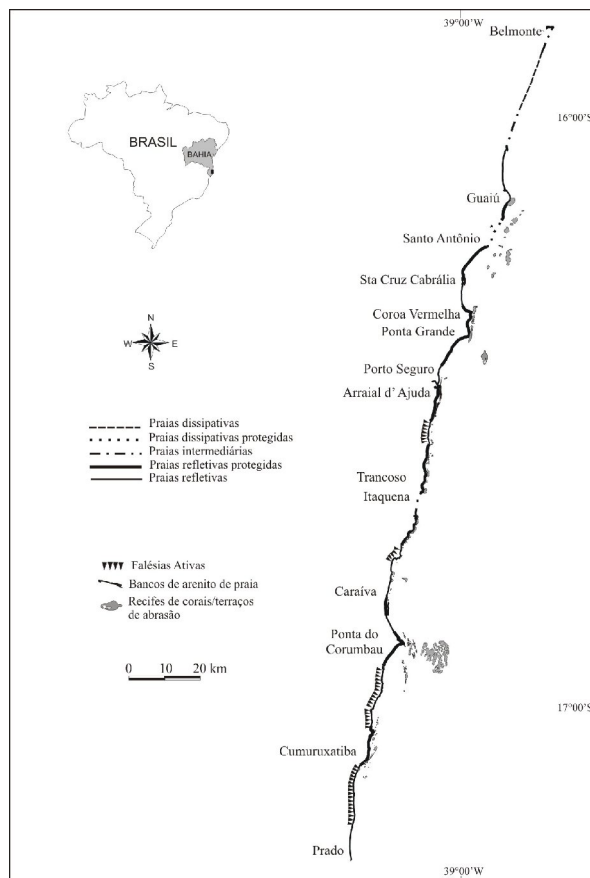


Figura 1 – Mapa de localização e características geomorfológicas das praias da Costa do Descobrimento.

Figure 1- Location map and coastal geomorphology of “Costa do Descobrimento”.

Na região da Costa do Descobrimento o relevo é condicionado pelas principais unidades geológico-geomorfológicas que ocorrem nesta região: o embasamento, os tabuleiros costeiros e as planícies quaternárias (Figura 2). O embasamento, constituído por gnaisses, granitóides e coberturas pré-cambrianas, compõe um relevo de serras e morros que ocorrem nas porções mais internas da região costeira. Os tabuleiros costeiros, formados pelos depósitos do Grupo Barreiras, constituem um relevo plano, interrompido por vales amplos, de fundo chato e de paredes íngremes. Estes depósitos, datados do Plioceno, são constituídos por areias finas a grossas e argilas cinza avermelhadas e amareladas, em geral pouco consolidados, mas localmente podem se

apresentar bem consolidados e com a presença de crostas ferruginosas. Em alguns trechos ao longo da linha de costa, principalmente entre a Ponta do Corumbau e Prado, estes tabuleiros formam falésias ativas. Em geral, a presença de falésias vivas dificulta o acesso à praia e a ocorrência de blocos ou promontórios pode dificultar ou impedir o percurso das pessoas que fazem caminhadas e passeios ciclísticos ao longo da costa. Além disto, é comum não existir praia recreativa, durante a preamar, ao longo dos trechos onde existem falésias ativas, representando, muitas vezes, um risco para os banhistas desavisados.

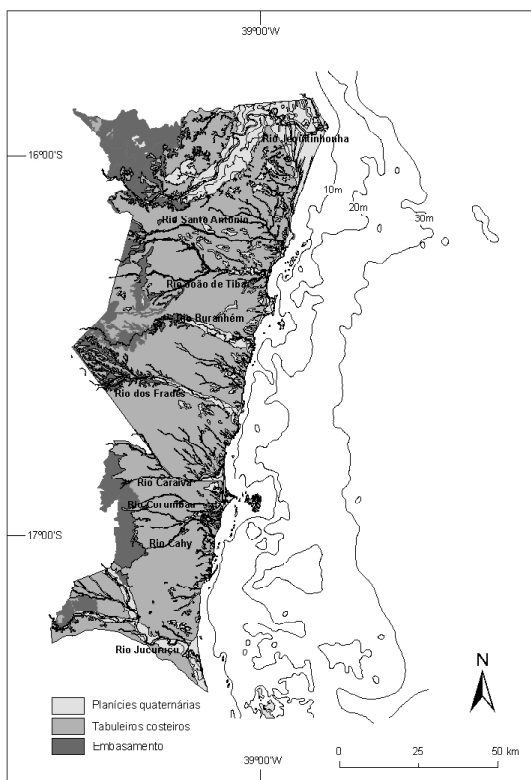


Figura 2 – Localização dos principais estuários e unidades geomorfológicas.

Figure 2 – Location of the main estuaries and units geomorphological.

As planícies quaternárias ocupam as regiões mais baixas, ao longo da costa e nos vales esculpidos nos tabuleiros do Grupo Barreiras. Estas planícies são bem desenvolvidas, principalmente onde ocorrem os terraços marinhos (holocênicos e pleistocênicos), como na planície associada à foz do Rio Jequitinhonha (Figura 2).

Esta zona costeira é marcada ainda pela presença de recifes de corais, de terraços de abrasão e de bancos de arenito (beach-rock). Os terraços de abrasão ocorrem adjacentes à praia, principalmente no trecho entre Arraial d'Ajuda e Caraíva, e são formados por uma crosta ferruginosa que ocorre na base do Grupo Barreiras. Estes terraços por vezes servem de substrato para recifes de corais e algas. Os bancos de arenito ocorrem também adjacentes à costa, em geral submersos durante os períodos de maré alta, mas, especialmente em Caraíva (Figura 1), eles ocorrem expostos na face da praia. Os recifes de corais próximos à costa induzem a formação, defronte aos mesmos, de feições cuspidatas construtivas na linha de costa, o que pode ser observado, por exemplo, na Ponta do Guaiú, Ponta de Santo Antônio, em Coroa Vermelha e em Ponta do Corumbau (Figura 1).

Os principais estuários localizados na Costa do Descobrimento são os dos rios Santo Antônio, João de Tiba, Buranhém, dos Frades, Caraíva, Corumbau, Cahy e Jucuruçú (Figura 2). A maioria dos estuários citados é dominada por regime de correntes de vazante, ou seja, apresenta uma tendência à exportação de material sedimentar. Apenas os estuários dos rios Caraíva, dos Frades e Santo Antônio parecem ser dominados por correntes de enchente (Dominguez et al., 1998).

Devido à falta de dados acurados de onda ao longo da costa sul do Estado da Bahia, foram consideradas como representativas do regime de ondas desta região as frentes-de-onda vindas de leste (N090°), nordeste (N045°), sudeste (N135°) e sul-sudeste (N157,5°), que correspondem às principais direções dos ventos que chegam a esta faixa costeira (Martin et al., 1998), com frequências percentuais anuais de, respectivamente, 35%, 31%, 21% e 13% (DHN, 1993). Estas frentes-de-onda apresentam, segundo U. S. Navy (1978), período de 5,0s e altura de 1,0m em alto mar para as duas primeiras, e período de 6,5s e altura de 1,5m em alto mar para as duas últimas. As ondas vindas de

nordeste predominam durante os meses de primavera e verão, as de sudeste e sul-sudeste durante os meses de outono e inverno e as de leste são bem distribuídas durante todo o ano.

Segundo Dominguez et al. (1998), no litoral sul da Bahia as marés podem ser classificadas como micromarés semidiurnas, não apresentando desigualdades diurnas, ou seja, a diferença de altura entre duas baixamares e preamares vizinhas é insignificante. Na região de Cumuruxatiba (Figura 1) ocorre uma sobrelevação da maré devido a efeitos de empilhamento da onda de maré provocado pela redução da profundidade nesta região (Dominguez et al., 1998). A altura média de sizígia registrada nas estações de Abrolhos e Cumuruxatiba é de 2,13 a 2,23 metros (DHN, 2003).

As praias da Costa do Descobrimento apresentam sedimentos com diferentes granulometrias, variando de areia fina a muito grossa, com predominância daquelas com areias entre média e grossa. A declividade da face da praia varia entre as faixas de 0° a 2° e 9° a 10°, com uma predominância entre 7° e 10°. Quanto à largura, varia entre as faixas de 0 a 10m e 100 a 150m, com uma predominância entre 11 e 30m. A cor da areia varia de branca a ocre, mas, localmente, ela pode apresentar uma coloração ocre enegrecida devido à acumulação de minerais pesados (magnetita, ilmenita) e micáceos negros (biotita). Em geral, não apresentam considerável sazonalidade anual.

Este artigo tem como objetivo fornecer subsídios morfodinâmicos/oceanográficos para a gestão das praias da Costa do Descobrimento a partir da caracterização morfodinâmica de suas praias, da avaliação do grau de risco oferecido aos banhistas, da definição do modelo de refração de ondas, da estimativa da intensidade potencial da deriva litorânea de sedimentos, da avaliação da sensibilidade ambiental das praias a derrames de óleo e da avaliação de sua vulnerabilidade frente a uma provável subida do nível do mar.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 1.1. Caracterização morfodinâmica das praias

Foram realizadas três visitas a campo, com duração média de quinze dias cada uma, em agosto de 2004 e setembro de 2005 – período de inverno, com maior ocorrência de chuvas – e janeiro de 2005 e janeiro de

2006 – período de verão, com menor ocorrência de chuvas. Medidas de granulometria dos sedimentos, largura, declividade da praia e altura das ondas foram realizadas em campo, onde o acesso foi possível, a cada 500m, ou sempre que havia alguma importante alteração morfológica, num total de 205 pontos de medição, georreferenciados através de GPS. A largura das praias foi medida tomando como referências as zonas de pós-praia e face da praia, através de trenas, quase sempre, próximo à hora da baixa-mar. O horário e o dia das medidas foram registrados para possibilitar uma posterior correção da altura da maré. As medidas de declividade foram tomadas na face da praia, com o auxílio de uma bússola. A altura das ondas foi arbitrariamente classificada como pequena, para ondas inferiores a 50cm, e grande, para ondas superiores a 50cm, através de uma estimativa visual. Para a classificação morfodinâmica foi feita uma adaptação ao modelo definido por Wright e Short (1984), sendo consideradas os seguintes tipos de praia: dissipativas, dissipativas protegidas, intermediárias, refletivas e refletivas protegidas. De acordo com esta classificação, as praias dissipativas e intermediárias foram consideradas como de baixa segurança, as praias refletivas como de segurança moderada e as dissipativas protegidas e refletivas protegidas como praias seguras para o banho.

### 1.2. Elaboração do Modelo de Clima de Ondas

Para a construção dos diagramas de refração referentes às frentes-de-onda mais significativas que ocorrem ao longo da costa sul do Estado da Bahia (N90°, N45°, N135° e N157,5° com, respectivamente, período de 5,0s e altura de 1,0m para as duas primeiras, e período de 6,5s e altura de 1,5m para as duas últimas, conforme mencionado anteriormente, foram utilizados os dados batimétricos obtidos através de cartas náuticas da Marinha na escala aproximada de 1:300.000, consideradas válidas para a escala regional desta modelagem.

O Modelo de Clima de Ondas foi elaborado através da construção de diagramas de refração para as principais frentes-de-onda que atingem a região. Os diagramas de refração para a Costa do Descobrimento foram construídos através do Módulo de Ondas do software Mike 21 (desenvolvido pela DHI Water & Environment), a partir dos dados

batimétricos obtidos das cartas náuticas da Marinha na escala aproximada de 1:300.000, e dos dados de ondas fornecidos pela U. S. Navy (1978), e tratados na sua forma de apresentação através do software Arc-View.

### 1.3. Determinação do sentido e da intensidade potencial da deriva litorânea de sedimentos

Bittencourt et al. (2000) e Silva et al. (2001) estimaram a intensidade potencial da deriva litorânea efetiva de sedimentos, bem como seus sentidos gerais, para a Costa do Descobrimento, utilizando a expressão  $X = H^2 Y$ , onde  $Y = \sin \alpha$ , segundo Komar (1976), e  $H$  é a altura das ondas. Os primeiros autores consideraram  $H$  a altura da onda em alto mar e  $\alpha$  o ângulo que a direção da frente-de-onda em alto-mar faz com a linha de costa. Silva et al. (2001) consideraram a altura da onda ( $H$ ) e o ângulo de incidência ( $\alpha$ ) ao longo da costa, após a propagação da onda. Estes dados foram obtidos através de diagramas de refração construídos manualmente através de técnicas clássicas (CERC, 1984). Desta forma,  $H$  foi obtido através da expressão  $H = H_0 K$ , onde  $K$  é o coeficiente de refração, definido por  $K = (b_0/b)^{1/2}$ , o zero subscrito designando condições de águas profundas e  $b$  a distância entre duas ortogonais às frentes-de-onda (Bascom, 1954).

Também no presente estudo, a intensidade potencial da deriva litorânea para a Costa do Descobrimento foi estimada através da expressão:  $X = H^2 \sin \alpha$ . Com a utilização do Mike 21 pôde-se estimar a altura das ondas em alguns trechos da linha de costa em que isso não foi possível utilizando-se as metodologias adotadas por Bittencourt et al. (2000) e Silva et al. (2001). Esse é o caso, por exemplo, do extenso trecho costeiro entre Itaquena e o limite sul da área aqui estudada, no que diz respeito às ondas provenientes de SSE. Devido à falta de dados mais apurados em condições de águas rasas, estes parâmetros foram obtidos ao longo da curva batimétrica de 5m.

### 1.4. Avaliação geral da sensibilidade ambiental das praias a derrames de óleo

A ocorrência de óleo e gás na região sul do estado da Bahia tem sido pesquisada e avaliada por

empresas petrolíferas e, apesar de não haver atualmente nenhum campo de exploração em atividade na Costa do Descobrimento, o trânsito de navios carregando petróleo e seus derivados representa um risco potencial para esta zona.

As praias da Costa do Descobrimento foram classificadas em relação à sua sensibilidade a derrames de óleo de acordo com o sistema desenvolvido pela U. S. National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA (1997). Esse sistema classifica as praias utilizando uma escala que varia de 0 a 10, sendo o índice tanto maior quanto maior o grau de sensibilidade, tendo como base características geomorfológicas e de sensibilidade biológica. As Cartas SAO incluem, além da sensibilidade da linha de costa, uma identificação dos recursos biológicos dos ecossistemas costeiros e marinhos e aspectos sócio-econômicos, que não foram considerados neste trabalho, tendo sido levado em conta apenas a sensibilidade da linha de costa. Com base nas características geomorfológicas, as praias foram classificadas em cinco tipos: praias com bancos de arenitos na face da praia (índice 2), praias com falésias ativas (índice 2), praias expostas com areia fina/média (índice 3), praias expostas com areia grossa (índice 4) e praias protegidas (índice 9). As praias onde foi associado o índice 2 foram consideradas com baixa sensibilidade, os índices 3 e 4 sensibilidade média e o índice 9 alta sensibilidade ambiental a derrames de óleo.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Caracterização morfodinâmica e risco para o banho

Uma vez que o principal uso das praias da Costa do Descobrimento é o recreacional, a avaliação das condições morfodinâmicas das praias e as suas implicações nos riscos para os banhistas é de fundamental importância na gestão de suas praias.

Para a Costa do Descobrimento, a classificação morfodinâmica de Whight e Short (1984) precisou ser adaptada a uma característica marcante desta região: muitos trechos de praia são total ou parcialmente protegidos da ação das ondas por recifes de corais e bancos de arenitos, em geral expostos nos períodos de maré baixa (Figura 1).

As praias da Costa do Descobrimento apresentam, na sua maioria, características refletivas com sedimentos de granulometria de areia média a grossa, declividades da face da praia variando de 4° a 10° e largura na baixamar de 10 a 30m. Existem praias com características refletivas onde as ondas quebram com alturas aqui consideradas como pequenas, inferiores a 50cm, devido à proteção dos recifes de corais ou de bancos de arenito, como, por exemplo, em Guaiú e em Cumuruxatiba. Por outro lado, existem os trechos de praia exposta, com características refletivas, como, por exemplo, em Porto Seguro, onde as ondas arrebentam na praia com alturas aqui consideradas como grandes, superiores a 50cm. Nestes últimos locais, portanto, apesar da ausência de correntes de retorno e de calhas submersas, o banho é dificultado pela maior arrebentação das ondas. A alta declividade do perfil da praia que é observada nestes dois tipos de praias refletivas pode ser considerada como um risco, pois a profundidade aumenta rapidamente, admitindo que as praias não mostram importantes variações sazonais.

As praias ao longo da planície costeira associada ao Rio Jequitinhonha (Figura 2), e na planície de Itaquena, mostram características intermediárias, com larguras da face da praia variando entre 15 e 60m, declividades de 4° a 9°, com sedimentos de granulometria de areia fina a média e com uma zona de surfe com pelo menos três linhas de arrebentação.

A proteção oferecida pelos recifes de corais e bancos de arenito pode variar com o ciclo da maré (sendo mais eficaz durante a baixa mar, quando as ondas arrebentam atrás destas estruturas), ou com a variação sazonal na direção de aproximação das ondas. Isso pode ser observado, por exemplo, na Ponta do Corumbau. Nos meses de primavera e verão, quando predominam nesta região ondas vindas de leste e nordeste, o recife defronte serve de proteção para a porção sul da ponta; já nos meses de outono e inverno, quando existe uma maior ocorrência de ondas vindas de sudeste, este recife protege a porção norte da ponta.

Dos trechos de praia da Costa do Descobrimento que apresentam características dissipativas, o único trecho de praia retilínea é aquele localizado na porção central da planície costeira sul do Rio Jequitinhonha. Um outro trecho de praia dissipativa corresponde à enseada localizada entre a Ponta do Guaiú e a Ponta

de Santo Antônio. Neste trecho, apesar de suas características dissipativas, a zona de surfe é muito restrita. Este tipo de praia, nomeado por Souza (2001) como “dissipativas de baixa energia”, foi aqui denominado de praia dissipativa protegida. Praias deste tipo oferecem condições seguras e muito agradáveis para o banho, especialmente para crianças e idosos.

Desta forma, adaptando os critérios adotados por Short & Hogan (1998), as praias da Costa do Descobrimento foram classificadas de acordo com o grau de segurança, em (Figura 3):

- ✓ Praias com baixa segurança: praias da porção central da planície sul associada ao Rio Jequitinhonha e praias da porção norte e sul da planície sul associada ao Rio Jequitinhonha e em Itaquena;
- ✓ Praias com segurança moderada: praias ao sul de Santa Cruz Cabralia, entre Arraial d'Ajuda e Trancoso, ao norte de Caraíva, ao norte de Corumbau, entre Corumbau e Cumuruxatiba, e entre Cumuruxatiba e Prado;
- ✓ Praias seguras: praias entre Guaiú e Porto Seguro, Arraial d'Ajuda, Trancoso, sul de Itaquena, sul de Caraíva, Corumbau, Cumuruxatiba e Santo Antônio.

### 3.2. Modelo de refração de ondas e intensidade potencial da deriva litorânea de sedimentos

A construção de diagramas de refração permite a inferir as variações no nível de energia das ondas e de seu poder de ataque ao longo de uma linha de costa. As ondas apresentam um maior poder erosivo nos locais de convergência dos raios de onda e uma menor capacidade erosional nos locais de divergência, onde ocorre, respectivamente, sobrelevação e diminuição na altura das mesmas. A figura 3 mostra as indicações de altura e direção das ondas vindas de E, NE, SE e SSE ao longo da curva batimétrica de 5m.

As ondas vindas de leste são as que apresentam um menor grau de refração. A figura 3 mostra fracas zonas de divergência nos raios-de-onda em Santo André, Porto Seguro e ao norte de Corumbau, bem como também fracas zonas de convergência em torno do Recife de Fora e dos Recifes Itacolomis. Ocorrem regiões de “sombra de onda” no trecho costeiro atrás



dos Recifes de Araripe de Fora e de Coroa Alta.

As ondas vindas de nordeste refratam um pouco mais que as de leste. Isso ocorre porque, devido à direção com que estas ondas chegam de águas profundas (N45°), elas acabam por se refratar mais na “tentativa” de tornarem-se paralelas à linha de costa. Estas ondas apresentam fracas zonas de divergência em Santo André e ao norte de Corumbau, e zonas de convergência nos Recifes de Fora e Itacolomis. Ocorrem zonas de “sombra” para estas ondas em Santo Antônio, entre Porto Seguro e Ponta Grande e ao sul da Ponta do Corumbau (Figura 3).

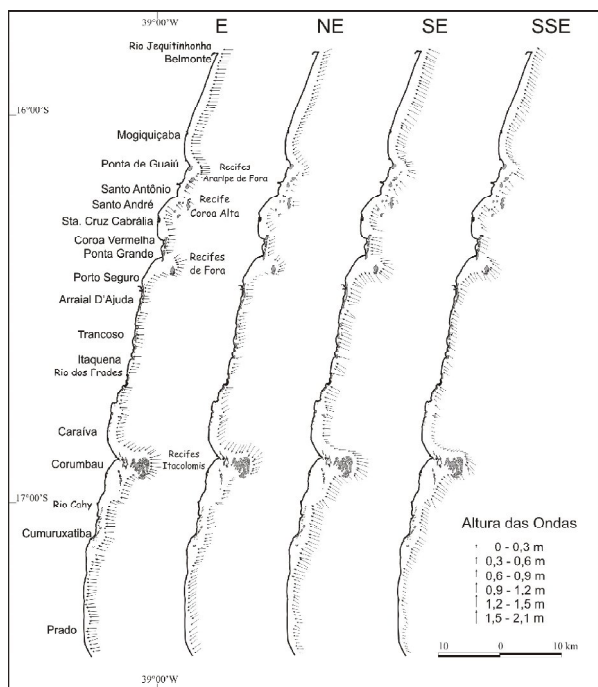


Figura 3 – Diagramas de refração para ondas com rumos provenientes de leste, nordeste, sudeste e sul-sudeste.

Figure 3 – Wave-refraction diagram; waves approaches are from east, northeast, southeast and south-southeast.

A figura 3 mostra, para ondas vindas de sudeste e sul-sudeste, zonas fracas de divergência em Santa Cruz Cabralia e Porto Seguro, e convergência em torno dos Recifes de Fora e na parte sul dos Recifes dos Itacolumis. Ocorrem zonas de “sombra” para estas ondas em Santo Antônio e na porção norte da Ponta do Corumbau.

As ondas são as principais responsáveis pelo transporte de sedimentos ao longo da costa (Goldsmith, 1976). Parte da energia dissipada pelas ondas incidentes na zona de surfe promove a geração de correntes costeiras. Quando as ondas quebram formando um ângulo com a linha de costa, são geradas correntes longitudinais. Estas correntes são fluxos paralelos à costa entre a zona de arrebentação e a linha de costa que transportam os sedimentos colocados em suspensão pelas ondas ao longo da costa (Komar, 1976).

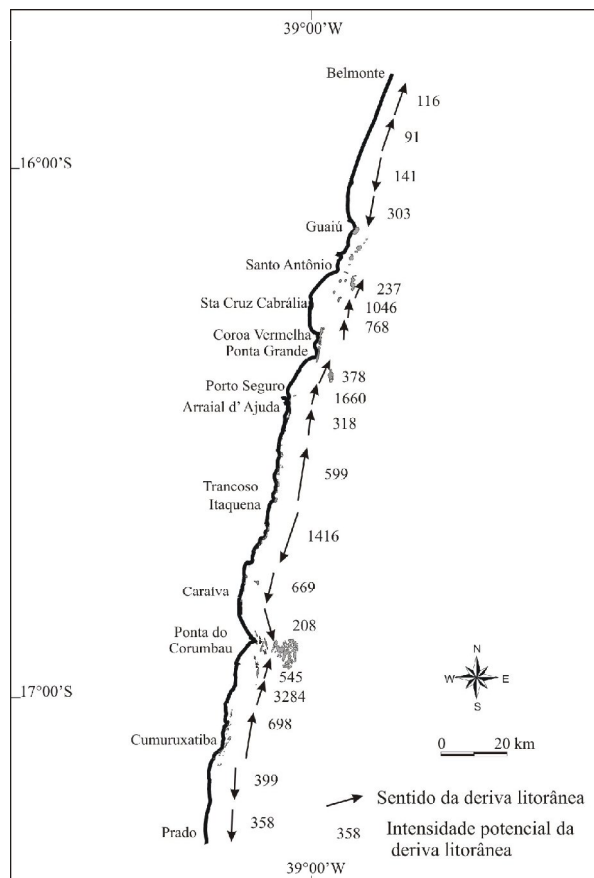


Figura 4 – Direção da deriva litorânea de sedimentos determinada a partir dos dados de ondulação e da tendência erosiva e deposicional, associada às características geológicas.

Figure 4 – Net longshore transport directions as determined from wave data and erosional-depositional trends in the vicinity of geological structures.

Os sentidos e os valores adimensionais encontrados para a intensidade potencial da deriva litorânea efetiva de sedimentos ao longo da Costa do Descobrimento, podem ser vistos na figura 4.

De uma maneira geral, a deriva efetiva neste trecho costeiro é predominantemente de sul para norte, induzida principalmente pelas ondas de SE, que são as ondas que chegam a esta costa com maior energia. Contudo, em algumas regiões, as ondas de NE e E tornam-se mais efetivas que as de SE, promovendo inversões no sentido preferencial de deriva litorânea. Isso ocorre a partir da porção mediana do trecho entre Belmonte e Mogiquiçaba até a Ponta do Guaiú, entre Itaquena e a Ponta do Corumbau e entre Cumuruxatiba e Prado, principalmente devido à interação das ondas de SE e SSE com os recifes de corais, respectivamente, da região de Santo Antônio, da Ponta do Corumbau e da região de Abrolhos. Silva et al. (2001) identificaram também estes três trechos de inversão no sentido da deriva efetiva, enquanto que Bittencourt et al. (2000) apenas os dois últimos.

A definição dos padrões gerais de dispersão de sedimentos (Figura 4), com a identificação de zonas de convergência e divergência da deriva litorânea, identifica zonas suscetíveis de acumulação e de déficit de sedimentos, respectivamente. Desta forma, a região entre a Ponta do Guaiú e a Ponta de Santo Antônio e a Ponta do Corumbau podem ser consideradas como zonas, a longo termo, de acúmulo de sedimentos; enquanto que a porção central e sul da planície costeira sul do Rio Jequitinhonha, o trecho costeiro entre Arraial d'Ajuda e Caraíva e a região de Cumuruxatiba, podem ser consideradas como zonas de erosão, a longo termo.

A comparação das tendências erosivas indicadas pelo padrão geral de dispersão de sedimentos com o quadro atual de erosão mostra a associação destas zonas de divergência com a erosão observada na planície sul do Rio Jequitinhonha e com os trechos de falésias ativas que ocorrem em Trancoso, ao sul de Itaquena e entre Corumbau e Prado. Além destes trechos, ocorre erosão i) em Coroa Vermelha, Ponta Grande, Santo Antônio, Arraial D'Ajuda e Cumuruxatiba, associada provavelmente a padrões complexos de refração e de difração na retaguarda de bancos de arenito e de recifes de corais; ii) em Santa Cruz Cabrália, próximo a foz do Rio João de Tiba, e

em Porto Seguro, próximo a foz do Rio Buranhém, devido à dinâmica fluvial e iii) ao norte de Porto Seguro e ao sul da Ponta do Corumbau, associada provavelmente a aumentos locais na intensidade do transporte litorâneo. Tendo em vista, portanto, este entendimento quanto à erosão, podem aqui ser considerados com sensibilidade baixa à erosão os trechos que apresentam uma tendência atual a progradação; com sensibilidade média aqueles atualmente em equilíbrio; com sensibilidade alta os trechos próximos a desembocaduras fluviais, ainda que apresentem uma tendência atual à progradação, uma vez que, nestes locais, a linha de costa está sujeita a intensas e rápidas modificações; e, por fim, com sensibilidade muito alta aqueles trechos que se encontram atualmente em erosão. Na maior parte dos trechos com sensibilidade à erosão alta a muito alta, não existem construções fixas a beira-mar. Isso se deve principalmente ao fato de que, na sua maioria, trata-se de trechos de falésias ativas e de trechos da planície pouco urbanizada entre Belmonte e Mogiquiçaba. Contudo, importantes exceções a este quadro, que requerem atenção especial nos planos de gestão, são observadas em Santa Cruz Cabrália, Porto Seguro, Arraial D'Ajuda, Cumuruxatiba e Prado, onde são encontradas praias com sensibilidade à erosão alta a muito alta e com muitas construções fixas a beira-mar.

### 3.3. Sensibilidade ambiental a derrame de óleo

Atualmente, técnicas de classificação da sensibilidade ambiental da linha de costa a derrames de óleo têm sido usadas em planos de contingência em regiões costeiras de todo o mundo, constituindo-se em uma importante ferramenta na gestão de áreas costeiras sob a influência de atividades petroleiras. A identificação das áreas de maior sensibilidade auxilia na tomada de decisões sobre estratégias de limpeza, aplicação de dispersantes, determinação de áreas prioritárias de proteção e na definição de locais para a instalação de empreendimentos da indústria do petróleo. Através destes estudos é possível elaborar cartas de sensibilidade ambiental que servem de base para os planos de contenção e remoção em caso de derrames de óleo (Silva & Maia, 2003).

A fim de classificar as praias da Costa do Descobrimento em relação à sua sensibilidade a

derrames de óleo, de acordo com o sistema de classificação da NOAA, estas foram agrupadas em cinco tipos: praias com bancos de arenito na face da praia, praias com falésias ativas, praias expostas compostas por areia fina/média, praias expostas compostas por areia grossa e praias protegidas (Figura 1).

- I. Praias com bancos de arenito na face da praia: são praias onde os bancos de arenito ocorrem expostos na face da praia e a faixa de praia arenosa é muito pequena ou inexistente. Este tipo de praia foi identificada na classificação da NOAA como “praia exposta com substrato impermeável”, sendo a ela associado o índice 2, que representa uma baixa sensibilidade a derrame de óleo. Este tipo de praia é encontrado na Costa do Descobrimento apenas ao sul de Caraíva. A existência de arenitos na face da praia em Santa Cruz Cabralia foi desconsiderada nesta classificação por se tratar de uma ocorrência de extensão muito restrita.
- II. Praias com falésias ativas: as falésias ativas encontradas na Costa do Descobrimento (entre Arraial d’Ajuda e Trancoso, ao norte de Caraíva, entre Corumbau e Cumuruxatiba, e entre Cumuruxatiba e Prado; Figura 1) apresentam níveis argilosos na quase totalidade de sua extensão e crostas ferruginosas, localmente, na sua base. Em geral, essas falésias são atacadas pelas ondas na preamar. Assim, estas praias, identificadas pela NOAA como “praias com escarpas expostas compostas por sedimentos inconsolidados argilosos”, receberam também o índice 2, correspondente a uma baixa sensibilidade a derrame de óleo.
- III. Praias expostas compostas por areia fina/média: este tipo de praia ocorre na planície sul associada ao Rio Jequitinhonha e em Itaquena, e receberam, de acordo com o sistema de classificação da NOAA, o índice 3, que representa uma sensibilidade média (inferior) a derrames de óleo.
- IV. Praias expostas compostas por areia grossa: este tipo de praia ocorre entre Santa Cruz Cabralia e Coroa Vermelha, Caraíva, norte de

Corumbau e Prado, e receberam, de acordo com a NOAA, o índice 4, que representa uma sensibilidade média (superior) a derrames de óleo.

- V. Praias protegidas: estas praias ocorrem entre Guaiú e Santa Cruz Cabralia, entre Coroa Vermelha e Porto Seguro, em Trancoso, ao sul de Itaquena, em Corumbau e em Cumuruxatiba, protegidas por recifes de corais, e em Arraial d’Ajuda, protegidas por bancos de arenito. Desta forma, estas praias receberam o índice 9, e representam praias com alta sensibilidade a derrames de óleo.

### 3.4. Avaliação quanto a possíveis repercussões de uma eventual subida do nível do mar

Segundo Tanner (1992), uma pequena subida no nível do mar ao longo de um trecho costeiro arenoso, da ordem de poucas dezenas de centímetros, vai promover um significativo aumento na energia da zona de surfe. Isto está relacionado ao fato de que a superfície de fundo, da praia para a antepraia, apresenta uma ligeira concavidade para cima. Dessa maneira, com um pequeno aumento no nível do mar, menos energia é retirada das ondas através da fricção com o fundo, antes das mesmas quebrarem, resultando assim em ondas com maiores alturas ao longo da linha de costa (Tanner 1992, Muehe & Neves 1995). Ainda segundo Tanner (1992), o perfil de equilíbrio não será restabelecido rapidamente, fazendo com que o efeito acima, por exemplo, possa perdurar aproximadamente por 2 ou 3 séculos, segundo observações realizadas na região do Golfo do México. Assim, por elevar a altura das ondas, uma subida do nível do mar aumentará o potencial erosivo das mesmas, visto que passarão a se sobrepor aos limites superiores da praia (Tanner 1992, Leatherman et al. 2000, Zhang et al. 2001). Leatherman et al. (2000) chamaram a atenção para o fato de que essa relação entre a subida do nível do mar e a erosão de praias arenosas é potencialmente multiplicativa, com a taxa de recuo de longa duração da linha de costa alcançando em média cerca de 50 vezes a subida do nível do mar.

Os efeitos mais significativos de uma subida do nível do mar, segundo Neves & Muehe (1995), deverão ser sentidos em praias protegidas por recifes

de corais e bancos de arenito, uma vez que o aumento na profundidade da água fará com que os mesmos fiquem submersos por um período maior de tempo durante o ciclo de marés, ou mesmo, localmente, sempre submersos. Ademais, as praias protegidas, como consideram Cowell & Thom (1994), tornam-se muito mais vulneráveis à erosão pelo fato de as mesmas, como as suas bermas, terem alturas mais baixas. Assim, ao longo da Costa do Descobrimento, as praias atualmente protegidas por bancos de arenito, como em Arraial d'Ajuda e sul de Caraíva, e por recifes de corais, como entre Guaiú e Santa Cruz Cabralia, entre Coroa Vermelha e Porto Seguro, em Trancoso, ao sul de Itaquena, em Corumbau e em Cumuruxatiba, seriam, de uma maneira geral, ao lado daquelas que atualmente já estão sob erosão, as mais vulneráveis diante de uma eventual subida do nível do mar.

As características morfodinâmicas das praias também devem ser consideradas para uma avaliação do potencial de impacto nas mesmas face a uma subida do nível do mar. Nesse sentido, praias com características refletivas, como consideram Komar & Shinn (1993), vão oferecer um mais fraco poder redutor à energia de ataque das ondas, o contrário acontecendo às praias com características dissipativas. No primeiro caso, é o que seria de se esperar, por exemplo, para as praias de Porto Seguro e Caraíva e, no segundo, para a porção central da planície associada ao Rio Jequitinhonha e em Santo Antônio.

Contrariamente à perspectiva de indução dos impactos acima previstos, uma eventual subida do nível do mar na Costa do Descobrimento poderá também promover, pelo menos nos primeiros estágios do processo, mecanismos que se contrapõem a esses impactos. Nesse sentido, espera-se de uma subida do nível do mar que a mesma altere os padrões de propagação das ondas, induzindo variações nos padrões de dispersão de sedimentos ao longo da praia (Neves & Muehe 1995), mediante uma redistribuição dos níveis de energia das mesmas ao longo da linha de costa. A Costa do Descobrimento apresenta três zonas de divergência no sentido da deriva litorânea efetiva de sedimentos, conforme foi discutido anteriormente, que são responsáveis pela existência dos grandes trechos costeiros de falésias ativas. Tais zonas de divergência são causadas pela presença dos recifes de corais localizados defronte às pontas da

Baleia (25km abaixo de Prado), de Corumbau e de Guaiú/Santo Antônio, que atuam como uma importante proteção contra a ação das ondas nos trechos costeiros próximos aos mesmos. Assim, por exemplo, a presença dos recifes de corais defronte à Ponta da Baleia explica o domínio da deriva litorânea induzida pelas fracas ondas de E e NE no trecho compreendido entre esta ponta e Cumuruxatiba (Figura 1). Reversões desse tipo são assim responsáveis pela presença das três zonas de divergência no sentido da deriva litorânea efetiva de sedimentos, reversões essas que são, portanto, causadas pela proteção oferecida pelos recifes de corais, no sentido de inibir a chegada, à determinadas praias, das fortes ondas de SE e SSE (Bittencourt et al. 2000, Silva et al. 2001). Com uma subida do nível do mar, esse cenário pode vir a mudar, acompanhando as mudanças nos padrões de dispersão de sedimentos que passarão a prevalecer, com o desaparecimento das zonas de divergência no sentido do transporte litorâneo de sedimentos atualmente existentes. Assim, como, provavelmente, a taxa de crescimento desses recifes de corais não deve acompanhar a taxa de subida do nível do mar (Prof. R.K.P. Kikuchi, comunicação pessoal), há, assim, portanto, a possibilidade de que eles deixem de funcionar como um anteparo à ação das ondas de SE e SSE. Como consequência, a deriva efetiva determinada pelas ondas mais fracas de E e NE deixará de dominar nos trechos costeiros anteriormente protegidos pelos recifes, passando a ser determinada pelas ondas mais fortes de SE e SSE, com um sentido inverso. Desta forma, passará a existir, em escala regional, um sentido único na deriva litorânea efetiva dos sedimentos ao longo da Costa do Descobrimento, de sul para norte, desaparecendo as zonas de divergência e, conseqüentemente, as causas para a existência dos grandes trechos costeiros de falésias ativas. Além disso, concomitantemente, tal circunstância poderá promover, ao longo da linha de costa, de sul para norte, uma gradual migração e dispersão dos sedimentos arenosos estocados nas pontas da Baleia (Bittencourt et al., 2000), de Corumbau e de Guaiú/Santo Antônio, segundo mecanismo descrito por Hicks & Inman (1987). Isto contribuirá também para tornar inativas aquelas falésias, mediante o efeito tampão que o acréscimo de areia às praias, tornando-as mais largas, exercerá

em relação ao impacto das ondas. Todavia, há que se considerar o fato de que os ambientes costeiros são complexos e, dessa forma, a resposta a uma subida do nível do mar será fortemente dependente das condições específicas locais. Assim, qualquer predição em relação ao comportamento dos ambientes costeiros como uma consequência desse processo requer análises cuidadosas da morfodinâmica costeira local e da situação do balanço de sedimentos. Além disso, essa suposição será válida apenas se for considerado que a circulação atmosférica permanecerá a mesma.

Por fim, para qualquer política preventiva de gerenciamento costeiro que venha a ser adotada em função de uma eventual subida do nível do mar, deve-se considerar que as complexas interrelações entre ondas, ventos, marés e as correntes resultantes, afetadas pela topografia da antepraia e pela orientação da linha de costa, resultam em consideráveis variações mesmo entre praias adjacentes, com vários segmentos individuais de praias caracterizados por diferentes condições de equilíbrio.

#### 4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A Costa do Descobrimento, devido à sua beleza natural e importância histórica e cultural, é hoje um dos principais destinos turísticos do Brasil. As praias dessa região apresentam características bastante diversificadas, tanto do ponto de vista natural como da ocupação antrópica, o que se expressa como um importante recurso para o desenvolvimento das atividades turísticas, de recreação e de lazer.

Esta região precisa passar para uma fase de intensos esforços de planejamento ambientalmente sustentável, unindo os interesses do setor público, do setor empresarial e da sociedade civil organizada, em torno do principal recurso turístico da área, que são as praias. Para tanto, acreditamos que os resultados do presente trabalho poderão fornecer significativos subsídios para a gestão ambiental desta região, auxiliando na tomada de decisões a respeito de investimentos para o desenvolvimento do setor de turismo e sua compatibilização com as questões relativas ao uso do solo.

Por fim, seguem algumas sugestões, de caráter geral, para o plano de manejo das praias da Costa do

#### Descobrimento:

- ✓ As táticas gerais de gerenciamento devem ter como base fundamental as células de deriva litorânea identificadas na área. Assim, além do padrão geral de dispersão de sedimentos, cada célula deve ser considerada individualmente na avaliação de possíveis tendências de comportamento da linha de costa, na avaliação dos impactos gerados pelas construções costeiras e por derrames de óleo.
- ✓ É necessário que sejam realizados estudos mais detalhados que permitam estabelecer uma linha de set-back para construções ao longo da linha de costa. Para isso é necessário que este estudo forneça dados que indiquem o caráter de curto ou longo-termo dos eventos erosivos observados nesta região. Esta tática de manejo deve ser especialmente considerada tendo em vista as prováveis projeções que têm sido feitas no sentido de que há uma tendência a aumentar a frequência, e mesmo a intensidade, de eventos com características tempestuosas ao longo da costa, como consequência do aumento da temperatura global por causa do efeito estufa;.
- ✓ Ao serem estabelecidas táticas e estratégias de gerenciamento dois aspectos devem ser considerados: a) em relação às condições que existem atualmente e b) em relação às modificações que vierem a surgir com uma eventual subida do nível do mar. Neste sentido, para a Costa do Descobrimento, deve ser lembrado que, em um primeiro momento, caso os recifes de coral não consigam acompanhar a subida do nível do mar e, desta forma, criarem condições para que os estoques de areia da Ponta da Baleia e Ponta do Corumbau migrarem com a deriva de sul para norte, deverá haver uma redistribuição destes sedimentos. Posteriormente, a continuar a subida do nível do mar, o processo erosivo será irreversível;
- ✓ É fundamental que seja elaborado um plano que contemple propostas de longo alcance para a área, evitando problemas a sotamar em trechos costeiros de trânsito livre de sedimentos, devido a construções que afetem o padrão geral de dispersão de sedimentos ao

longo da costa. Além disso, é importante esclarecer e cobrar a fiscalização junto aos órgãos públicos em relação às construções indevidas, feitas dentro da zona de atuação das ondas durante eventos episódicos, como as marés meteorológicas, ocasionando, além das perdas econômicas, a degradação ambiental das praias.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Bascom, W. (1954) - The Control of stream outlets by wave refraction. *The Journal of Geology*, 62(6):600-605.
- Bittencourt A.C.S.P., Dominguez J.M.L, Martin L., & Silva I.R. (2000) - Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia – Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 72 (2):271-287.
- Butler, R.W. (1980) - The concept of a tourist are cycles of evolution: implications for management of recourses. *Canadian Geographer*, 24(1):5-12.
- Camfield, F.E. & Morang, A. (1996) - Defining and Interpreting Shoreline Change. *Ocean & Coastal Management*, 32(3):129-151. (doi:10.1016/S0964-5691(96)00059-2)
- CERC (Coastal Engineering Research Center) (1984) - Shore Protection Manual. U.S. Army Corps of Engineers. Washington, D.C. v. I, 597 p. c. II, 603 p.
- Coriolano, L.N.M.T. (2001) - Turismo e Degradação Ambiental no Litoral do Ceará. In: Lemos, A. I. G. (ed.), "Turismo: Impactos Sócio-Ambientais". Editora Hucitec.
- Cowell, P.J. & Thom, B.G. (1994) - Morphodynamics of coastal evolution. In: Carter, R.W.G. & Woodroffe, C.D. (eds.), "Coastal Evolution – Late Quaternary shoreline morphodynamics." Cambridge University Press, 539p. (ISBN 0521598907)
- DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação (1993) - Atlas de Cartas Piloto. Rio de Janeiro, 2ª edição, 24p.
- DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação (2003) - Tábuas das marés. Marinha do Brasil, Rio de Janeiro, 185p.
- Dominguez, J.M.L.; Bittencourt, A.C.S.P.; Vilas Boas, G.S.; Lessa, G.C.; Martin, L.; Silva, S.C. B. & Leão, Z.M.A.N. (1998) - Diagnóstico Ambiental da Zona Costeira na Baía de Cumuruxatiba-Ba. Laboratório de Estudos Costeiros-CPGG-UFBA. Convênio Laboratório de Estudos Costeiros - UFBA/PETROBRAS. Salvador-Bahia (não publicado), 240p.
- Goldsmith, V. (1976) - Wave climate for models for the continental shelf: Critical links between shelf hydraulics and shoreline processes. In: Davis, R. A., Jr. (Eds.), "Beach and Nearshore Sedimentation" SEPM Spec. Publ.
- Hicks, D.M. & Inman, D.L. (1987) - Sand dispersal from ephemeral riverflood delta on the wave-dominated central California coast. *Marine Geology*, 77 (3-4):305-318. (doi:10.1016/0025-3227(87)90119-8)
- Hooke, J.M., Bray, M.J. & Carter, D.J. (1996) - Sediment transport analysis as a component of coastal management – a UK example. *Environmental Geology*, 27(4):347-357. (doi: 10.1007/s002540050068)
- Komar, P.D. & Shih, S.M. (1993) - Cliff Erosion along the Oregon Coast: A tectonic-sea level imprint plus local controls by beach processes. *Journal of Coastal Research*, 9:747-765.
- Komar, P.D. (1976) - Beach processes and sedimentation. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice - Hall. (ISBN 0-13-754938-5)
- Kullenberg, G. (2001) - Contributions of marine and coastal area research and observations towards sustainable development of large coastal cities. *Ocean & Coastal Management*, 44(5-6):283-291. (doi:10.1016/S0964-5691(01)00051-5)
- Leatherman, S.P., Zhang, K. & Douglas, B.C. (2000) - Sea level rise shown to drive coastal erosion. *EOS*, 81(6), 55-57.
- Martin, L., Dominguez, J.M.L. & Bittencourt, A.C.S.P. (1998) - Climatic control of coastal erosion during a sea-level fall episode. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70(2):249-266.
- Masselink, G. & Hughes, M.G. (2003) - Introduction to Coastal Processes and Geomorphology. London, G.B., Hodder Arnold. (ISBN-13: 978-0340764107)
- Muehe, D. & Neves, C.F. (1995) - The implications of sea-level rise on the Brazilian coast: a preliminary assessment. *Journal of Coastal Research*, SI14:54-78.
- Neves, C.F. & Muehe, D. (1995) - Potential Impacts of Sea-level Rise on the Metropolitan Region of

- Recife, Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI14:116-131.
- NOAA. (1997) - Environmental Sensitivity Index Guidelines. Version 2.0. NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 115. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division. National Oceanic and Atmospheric Administration, 79p.
- Short, A.D. & Hogan, C.L. (1998) - Rip Currents and Beach Hazards: Their Impact on Public Safety and Implications for Coastal Management. *Journal of Coastal Research*, SI12:197-209.
- Silva, M.V.N. & Maia, L.P. (2003) - Classificação dos Índices de Sensibilidade Ambiental do Litoral de Icapuí-CE. IX Congresso da ABEQUA, Recife (PE), CD.
- Silva I.R., Bittencourt A.C.S.P., Dominguez J.M.L. & Martin L. (2001) - Principais Padrões de Dispersão de Sedimentos ao Longo da Costa do Descobrimento – Sul do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, 31(3):335-340.
- Souza, C.R.G. (2001) - Proposta de Zoneamento de Risco à Erosão Costeira para fins de Gerenciamento Costeiro. *Boletim de Resumos do VIII Congresso da ABEQUA*, Imbé (RS), 521-522.
- Suman, D. (2001) - Case studies of coastal conflicts: comparative US/European experiences. *Ocean & Coastal Management*, 44(1-2):1-13. (doi:10.1016/S0964-5691(00)00082-X)
- Tanner, W.F. (1992) - Late Holocene sea-level changes from grain-size data: evidence from the Gulf of Mexico. *The Holocene*, 2(3):249-254. (doi: 10.1177/095968369200200306)
- U.S. NAVY (1978) - Marine Climatic Atlas of the World. Vol. IV. South Atlantic Ocean. Washington D. C., 325p.
- White, G.F. (1978) - Natural Hazards Management in the Coastal Zone. *Shore & Beach*, 46(1):15-17.
- Wiegel, R.L. (1994) - Beaches – Tourism – Jobs. *Shore & Beach*, 62 (2):4-5.
- Wright, L.D. & Short, A.D. (1984) - Morphodynamic Variability of Beach and Surf Zones in Australia. In: Komar, P.D. (ed.) *Handbook of Coastal Processes and Erosion*. Boca Raton: CRC Press. (ISBN 0-13-754938-5)
- Yeung, Y. (2001) - Coastal mega-cities in Asia: transformation, sustainability and management. *Ocean & Coastal Management*, 44(5-6):319-333. (doi:10.1016/S0964-5691(01)00053-9)
- Zhang, K. , Douglas, B.C. & Leatherman, S.P. (2001) - Beach Erosion Potential for Severe Nor'easters. *Journal of Coastal Research*, 17(2):309-321.