

PRINCIPAIS PADRÕES DE DISPERSÃO DE SEDIMENTOS AO LONGO DA COSTA DO DESCOBRIMENTO - SUL DO ESTADO DA BAHIA

IRACEMA R. SILVA¹, ABÍLIO C. S. P. BITTENCOURT², JOSÉ M. L. DOMINGUEZ² & LOUIS MARTIN^{2,3}

ABSTRACT PATTERNS OF SEDIMENT DISPERSION ALONG THE DISCOVERY COAST (BRAZIL) The patterns of sediment dispersion along the Discovery Coast (Brazil) is characterized by three sediment longshore transport divergent zones. The divergent zones were defined through analysis of the wave climate along with wave refraction diagrams and the establishment of a sediment dispersion model. In the study area the sediment dispersion and the associated divergent zones are mainly controlled by coral reefs located along the coast, forming a barrier to the stronger SE and SSE waves. This causes, in some coastal segments, an inversion in the sediment drift direction, due to the dominance of the weaker E and NE waves.

Keywords: sediment dispersion, wave climate, longshore drift

RESUMO O modelo de dispersão de sedimentos ao longo da Costa do Descobrimento é caracterizado pela existência de três significativas zonas de divergência no sentido da deriva litorânea efetiva dos sedimentos. Estas zonas de divergência foram definidas a partir da análise do clima de ondas, com a construção de diagramas de refração de ondas, e da caracterização do modelo de dispersão de sedimentos. O modelo de dispersão de sedimentos nesta faixa costeira e, conseqüentemente, a existência das zonas de divergência, é controlado principalmente pela presença dos recifes de coral ao longo da costa, que vão atuar como uma barreira às ondas de SE e SSE, fazendo com que em alguns trechos a deriva induzida pelas ondas mais fracas de E e NE venha a ser dominante, provocando uma reversão no sentido da deriva.

Palavras-chaves: dispersão de sedimentos; clima de ondas; deriva litorânea

INTRODUÇÃO A definição dos padrões de dispersão de sedimentos e a distribuição de energia da onda ao longo da costa, contribuem para a previsão de possíveis mudanças na configuração da linha de costa, evitando, ou minimizando as perdas físicas e econômicas.

Este conhecimento é muito importante, também, para a 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.

O objetivo deste trabalho é o de definir os principais padrões de dispersão de sedimentos ao longo da linha de costa do Estado da Bahia, denominada de Costa do Descobrimento (Martin *et al.* 1999) (Fig. 1), de acordo com o clima de ondas desta região.

A Costa do Descobrimento foi recentemente considerada pela UNESCO como um Patrimônio Natural da Humanidade e representa uma das principais zonas turísticas do Estado da Bahia. Esse trecho costeiro apresenta peculiaridades que o destacam do restante da região costeira do Estado da Bahia. Assim, ao contrário do que acontece nas planícies costeiras de Caravelas e do Rio Jequitinhonha, que limitam ao sul e ao norte, respectivamente, a Costa do Descobrimento (Fig. 2), a maior parte desta última tem exibido uma tendência de longo prazo para a erosão ou não acumulação de sedimentos na linha de costa (Martin *et al.* 1999, Bittencourt *et al.* 2000).

CENÁRIOS GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO A Costa do Descobrimento é delimitada por uma morfologia que inclui, na sua porção interior, o relevo alto e colinoso do embasamento cristalino, ao sopé do qual foram depositados os sedimentos continentais da Formação Barreiras, durante o Plioceno (Fig. 2). Essa formação apresenta-se na forma de tabuleiros e é predominantemente composta por areias finas a grossas, argilas cinza-avermelhadas, arroxeadas e amareladas e arenitos grossos com matriz de caulinita, pobremente consolidados e selecionados, esbranquiçados, amarelados e avermelhados. Localmente, esses arenitos podem se apresentar consolidados. Os dois últimos grandes episódios transgressivos quaternários (Martin *et al.* 1980 a e b, Suguio *et al.* 1980, Martin *et al.* 1982) deixaram testemunhos nítidos em alguns trechos da Costa do Descobrimento (Martin *et al.* 1999) (Fig. 2). Terraços arenosos cobertos por cordões litorâneos, superfícies truncadas de recifes de coral (Fig. 2) que ficam expostos du-

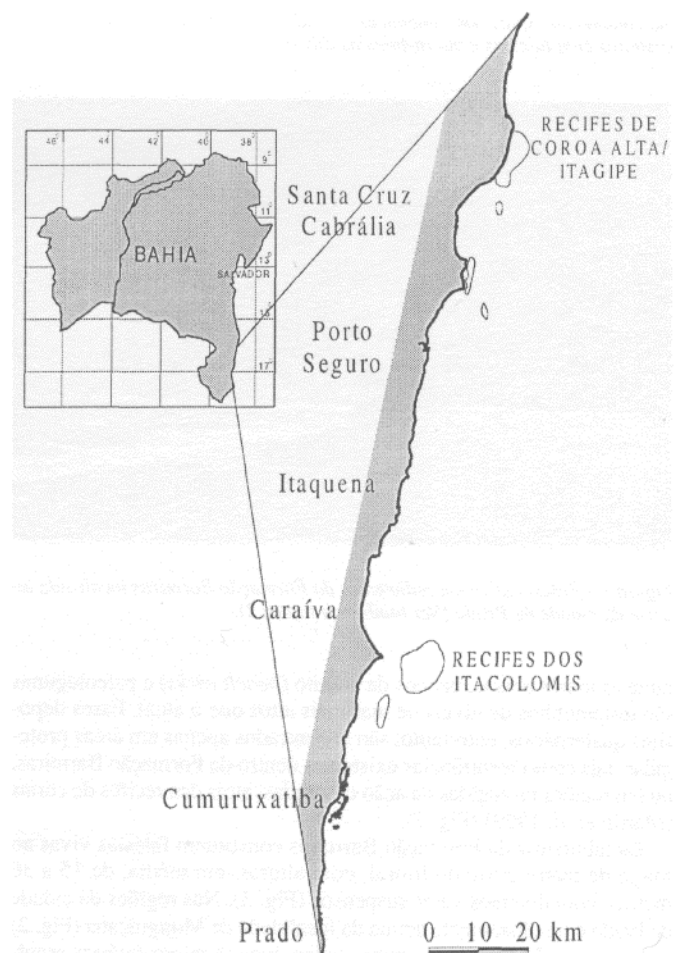


Figura 1 – Mapa de localização da Costa do Descobrimento.

1 - Curso de Pós-Graduação em Geologia e geofísica, Instituto de Geociências - UFBA, Rua Caetano Moura 123 - Federação, 40210-340 - Salvador - Bahia, e-mail: iracema@cpgg.ufba.br

2 - Laboratório de Estudos Costeiros - CPGG, Instituto de Geociências - UFBA, Rua Caetano Moura 123 - Federação, 40210-340 - Salvador - Bahia, e-mail: abilio@cpgg.ufba.br, landim@ufba.br

3 - IRD (ORSTOM)/CNPq, e-mail: louis.martin@noos.fr

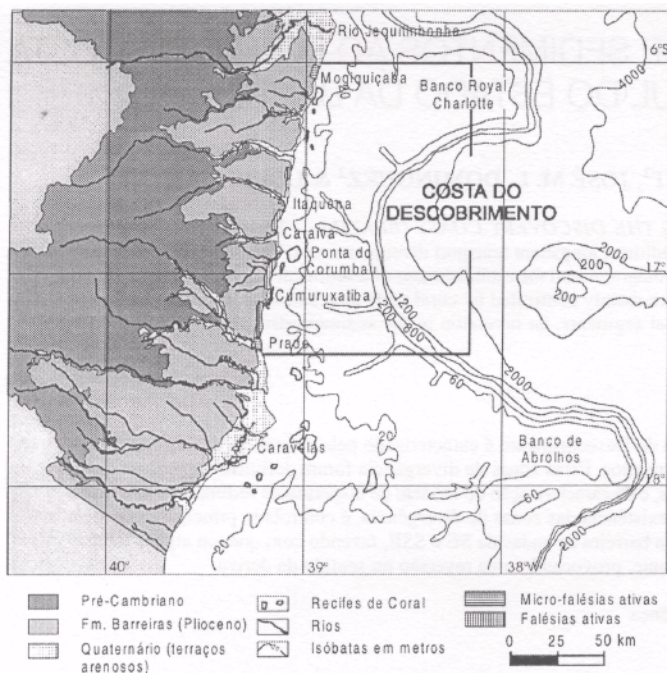


Figura 2 - Mapa geológico simplificado da Costa do Descobrimento e de regiões vizinhas, mostrando os principais aspectos fisiográficos da plataforma continental. Aparecem também assinalados os recifes de coral e os trechos costeiros com falésias e micro-falésias ativas.



Figura 3 - Falésia ativa em sedimentos da Formação Barreiras localizada ao norte da cidade de Prado (Ver também a figura 2).

rante as marés baixas, bancos de arenito (*beach rocks*) e paleolagunas são testemunhos de níveis de mar mais altos que o atual. Esses depósitos quaternários, entretanto, são encontrados apenas em áreas protegidas, tais como reentrâncias existentes dentro da Formação Barreiras, ou em regiões protegidas da ação das ondas, atrás dos recifes de corais (Martin *et al.* 1999) (Fig. 2).

Os tabuleiros da Formação Barreiras constituem falésias vivas ao longo da maior parte do litoral, com alturas, em média, de 15 a 30 metros, com diversos vales suspensos (Fig. 3). Nas regiões da cidade de Prado e imediatamente acima da localidade de Mojiquiçaba (Fig. 2) as falésias na Formação Barreiras cedem lugar a micro-falésias esculpidas nos terraços arenosos holocênicos (Figs. 4 e 5). Estas micro-falésias, segundo entrevistas com moradores locais, registram um recuo efetivo da linha de costa pelo menos nos últimos 20 anos. No caso das praias próximas à Mojiquiçaba, além das micro-falésias, ocorrem também coqueiros caídos e com raízes expostas (Fig. 5).

A região estudada caracteriza-se por uma plataforma continental larga e com baixos gradientes na batimetria (Fig. 2). A plataforma tor-



Figura 4 — Micro-falésia ativa em terraço marinho holocênico na cidade de Prado (Ver também a figura 2).



Figura 5 - Micro-falésia ativa em terraço marinho holocênico ao norte da localidade de Mojiquiçaba (Ver também a figura 2).

na-se bastante larga defronte às cidades de Caravelas (200 km) e Belmonte (100 km), apresentando um contorno das isóbatas muito irregular. Os bancos *Royal Charlotte* e *Abrolhos* são feições fisiográficas marcantes neste trecho da plataforma (Fig. 2).

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Considerando a sua localização geográfica, a Costa do Descobrimento está sob o regime de chuvas no verão e de seca no inverno. Entretanto, durante o inverno, bem como no outono, ocorrem precipitações associadas à Frente Polar Atlântica que, nestes períodos do ano, frequentemente alcançam esta região. Portanto, segundo Martin *et al.* (1999), o clima desta região pode ser classificado como "pseudo-equatorial sem estação seca", com chuvas bem distribuídas durante todo o ano. A precipitação total varia entre 1600 e 2000 mm/ano.

MODELO DE CLIMA DE ONDAS PARA A COSTA DO DISCOBRIMENTO Bittencourt *et al.* (2000) apresentaram um modelo de clima de ondas para o litoral do Estado da Bahia considerando as frentes-de-onda correspondentes às direções médias dos principais ventos que aí atuam, segundo DHN (1993), bem como os períodos e alturas mais significativos das mesmas, segundo USNavy (1978). As ondas mais frequentes que atingem a região são oriundas de NE (N45°) e E (N90°), com alturas de 1,0 m e períodos de 5,0 s, e de SE (N 135°) e SSE (N 157,5°), com alturas de 1,5 m e períodos de 6,5 s. A partir das informações batimétricas extraídas de cartas náuticas publicadas pela Marinha do Brasil na escala aproximada de 1:300.000, Bittencourt *et al.* (2000) construíram, por técnicas clássicas (CERC 1984), diagramas de refração para cada uma das frentes-de-onda. As

ondas foram propagadas até a isóbata de 10 m, que é o limite das cartas náuticas.

No presente trabalho, os diagramas de retração para as frentes-de-onda de NE, E, SE e SSE, correspondentes ao trecho da Costa do Descobrimento, foram construídos na escala de 1: 100.000, cerca de 3 vezes maior do que aquela adotada por Bittencourt *et al.* (2000), conforme mostrados nas figuras de 6 a 9. Pelo exame destes diagramas constata-se que as frentes-de-onda de NE (Fig. 6) e E (Fig. 7) se retratam muito pouco, se comparadas com as de SE (Fig. 8) e SSE (Fig. 9). Em relação às duas últimas direções, notáveis são as zonas de divergência e convergência dos raios-de-onda que as mesmas apresentam ao longo da costa. Também pode-se observar que, em relação a todas as direções, os recifes de corais ao longo da linha de costa atuam como importantes barreiras à ação das ondas no litoral.

INTENSIDADES POTENCIAIS E SENTIDOS DA DERIVA LITORÂNEA EFETIVA Bittencourt *et al.* (2000) definiram, para o litoral do Estado da Bahia, os sentidos gerais da deriva litorânea dos sedimentos, gerada pela aproximação oblíqua das ondas, bem como

estimaram a sua intensidade potencial. Para tanto, eles consideraram o fato de que a energia da onda é diretamente proporcional ao quadrado da sua altura (H) (Davies 1972), bem como, que a intensidade da deriva litorânea é proporcional ao ângulo com que a mesma incide na linha de costa ($Y = \text{sena } \cos \alpha$) (Komar 1976). Assim, Bittencourt *et al.* (2000) utilizaram a função $X = H^2 \text{sena } \cos \alpha$, sendo H a altura da onda em alto-mar e α o ângulo com que a direção da frente-de-onda em alto-mar faz com a linha de costa. Obtiveram, assim, por unidade de área, um valor adimensional para a intensidade potencial da deriva litorânea de sedimentos. Em relação à Costa do Descobrimento, o litoral foi por eles retilinearizado em uma única direção, tendo sido dividido em quatro segmentos, de acordo com os padrões de convergência e divergência dos raios-de-onda ao longo da costa. Então, foram medidos diretamente no mapa os ângulos com que as direções em alto-mar das diferentes frentes-de-onda fazem com o trecho retilinearizado da linha de costa. Posteriormente, os referidos autores multiplicaram os valores obtidos para a intensidade da deriva pela percentagem da frequência anual da direção do vento a que está relacionada uma determinada frente-de-onda. Nos trechos costeiros apresentando sentidos da deriva sazonalmente opostos, Bittencourt *et al.* (2000) definiram o

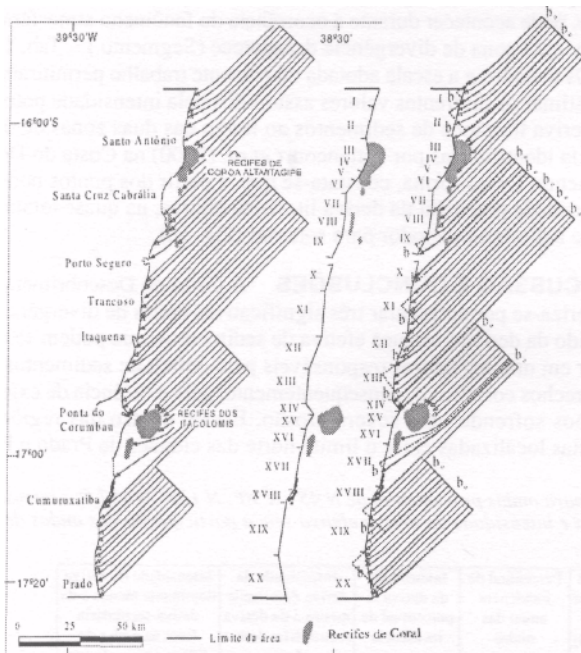


Figura 6 - Diagrama de refração para ondas provenientes de NE (N45°), com período de 5s (esquerda). Segmentação da linha da costa em trechos retilíneos (centro). Medidas de b e b' (ver texto) (direita).

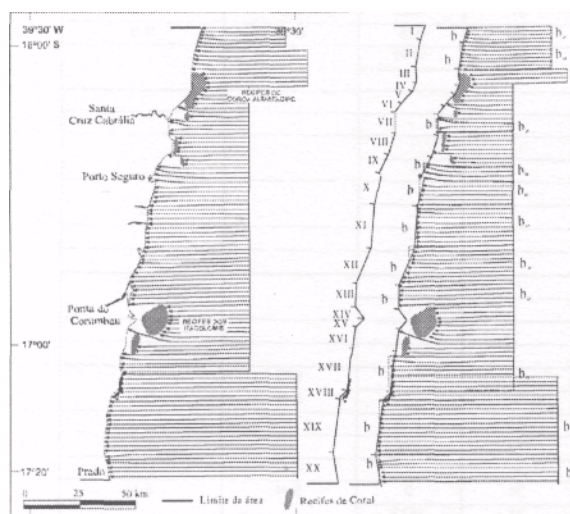


Figura 7 - Diagrama de refração para ondas provenientes de E (N90°), com período de 5s (esquerda). Segmentação da linha da costa em trechos retilíneos (centro). Medidas de b e b' (ver texto) (direita).

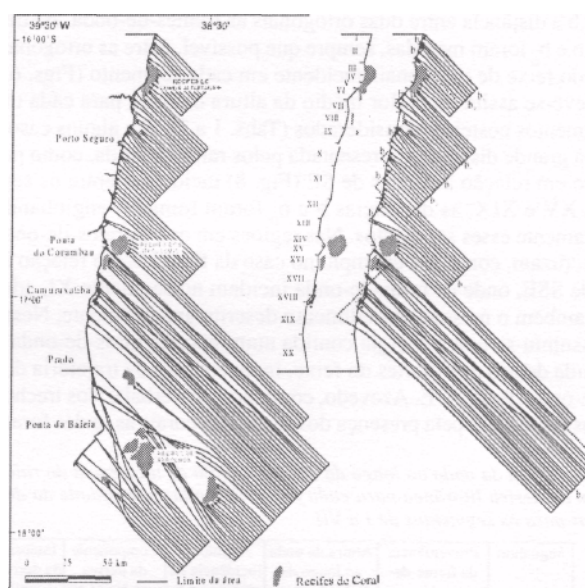


Figura 8 - Diagrama de refração para ondas provenientes de SE (N135°), com período de 6,5s (esquerda). Segmentação da linha da costa em trechos retilíneos (centro). Medidas de b e b' (ver texto) (direita).

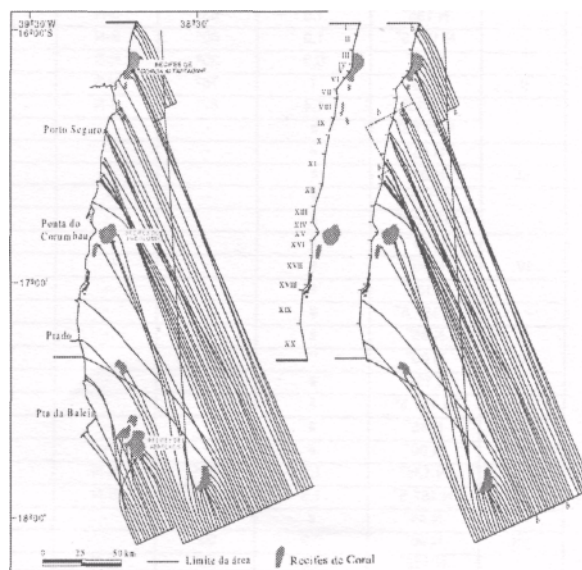


Figura 9 - Diagrama de refração para ondas provenientes de SSE (N157,5°), com período de 6,5s (esquerda). Segmentação da linha da costa em trechos retilíneos (centro). Medidas de b e b' (ver texto) (direita).

sentido da deriva efetiva considerando o sentido predominante, dado pela diferença de intensidade entre as derivas opostas. Desta forma, esses autores conseguiram definir para a Costa do Descobrimento, duas significativas zonas de divergência no sentido da deriva litorânea efetiva de sedimentos, com um ponto nodal localizado próximo à vila de Itaquena e, outro, à vila de Cumuruxatiba (Fig. 2). Indicadores geomórficos da deriva ao longo do litoral, embora esparsos, sugerem a existência dessas duas zonas de divergência.

Com a escala adotada no presente trabalho foi possível dividir a Costa do Descobrimento em 20 segmentos, cada um deles aproximado para uma linha reta, de acordo com a orientação da linha de costa (Figs. 6 a 9 e Tabs, 1 a 3). Diferentemente de Bittencourt *et al.* (2000), para o cálculo da intensidade potencial da deriva litorânea foram considerados a altura da onda (H), bem como o ângulo de incidência (α), já depois da onda refratada, ao longo da linha de costa. Para cada segmento, e em relação à cada frente-de-onda, foram medidos diretamente nos diagramas de refração os ângulos que os raios-de-onda nele incidentes fazem com a linha de costa. Foi então utilizado o valor médio destes ângulos como representativos do segmento (Tabs, 1 a 3). Para a estimativa da altura da onda utilizou-se a equação $H = H_0 (b_0 / b)^{1/2}$ (Bascom 1954), onde o zero subscripto designa condições de água profunda e b a distância entre duas ortogonais às frentes-de-onda. As distâncias b e b₀ foram medidas, sempre que possível, entre as ortogonais limites do feixe de ortogonais incidente em cada segmento (Figs. 6 a 9). Obteve-se assim um valor médio da altura da onda para cada um dos segmentos costeiros considerados (Tabs, 1 a 3). Em alguns casos, devido à grande dispersão apresentada pelos raios-de-onda, como por exemplo em relação às ondas de SE (Fig. 8) incidentes entre os segmentos XV e XIX, as distâncias b e b₀ foram tomadas englobando conjuntamente esses segmentos. Nas regiões em que os raios-de-onda se entrecruzam, como por exemplo no caso da figura 9, em relação às ondas de SSE, onde os raios-de-onda incidem no segmento XI, adotou-se também o mesmo procedimento descrito anteriormente. Nesse caso, assumiu-se que a energia contida num feixe de raios-de-onda é distribuída dentro dos limites do feixe, independente da trajetória dos raios-de-onda (Prof. A. E. Azevedo, comunicação verbal). Nos trechos costeiros protegidos pela presença dos recifes de corais as ondas foram

consideradas tendo aí alturas desprezíveis, sendo assim estes trechos apontados nas tabelas 1 a 3 como não havendo incidência de onda nos mesmos. Esse é o caso, por exemplo, dos segmentos III, IV, V e XVIII, em relação a todas as frentes-de-onda consideradas (Figs. 6 a 9), e do segmento XX, em relação às frentes-de-onda de SE (Fig. 8). Como as ondas de SSE nem sempre atuam na Costa do Estado da Bahia, pois as frentes frias que as geram podem ser barradas nos anos em que ocorrem eventos El Nino (Farias *et al.* 1985, Bittencourt *et al.* 1997), a intensidade potencial da deriva litorânea efetiva foi também calculada desconsiderando a participação das mesmas (Tabs, 1 a 3).

A figura 10 mostra os sentidos e a intensidade potencial da deriva litorânea efetiva de sedimentos ao longo da Costa do Descobrimento extraídos dos dados do presente trabalho (Tabs, 1 a 3). Por essa figura observa-se que aparecem também bem definidas as duas zonas de divergência identificadas por Bittencourt *et al.* (2000), com os pontos nodais situados nos mesmos locais por eles identificados (Itaquena e Cumuruxatiba). Nesta figura é ainda identificada uma terceira zona de divergência no sentido da deriva litorânea efetiva, com o ponto nodal localizado próximo à vila de Mogiquiçaba. Deve-se esclarecer, todavia, que, quando as ondas de SSE não atuam, o que, como já mencionado, pode acontecer durante a ocorrência do fenômeno atmosférico El Nino, essa zona de divergência desaparece (Segmento I - Tab. 1).

Os métodos e a escala adotada no presente trabalho permitiram ainda estimar os diferentes valores assumidos pela intensidade potencial da deriva litorânea de sedimentos ao longo das duas zonas de divergência identificadas por Bittencourt *et al.* (2000) na Costa do Descobrimento. Dessa forma, constata-se que, a partir dos pontos nodais, a intensidade potencial da deriva litorânea efetiva, na quase totalidade, tende a diminuir de valor para sotamar (Fig. 10).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES A Costa do Descobrimento caracteriza-se por apresentar três significativas zonas de divergência no sentido da deriva litorânea efetiva de sedimentos, que podem se constituir em um dos fatores responsáveis pelo déficit de sedimentos nesses trechos costeiros e, conseqüentemente, pela existência de extensos trechos sofrendo uma severa erosão. Esse é o caso das regiões de falésias localizadas entre o limite norte das cidades de Prado e Ponta

Tabela 1 - Altura da onda ao longo da costa e ângulo de incidência do raio-de-onda, para ondas provenientes de N 45°, N 90°, N 135° e N 157,5°; intensidade potencial da deriva litorânea para cada frente-de-onda; intensidade da deriva efetiva e intensidade da deriva efetiva sem a participação das ondas de SSE, estimados para os segmentos de I a VII.

Segmento	Proveniência da frente-de-onda	Altura da onda ao longo da linha de costa (H)*	Ângulo de incidência do raio-de-onda (α)	Componente da deriva para Norte ou para Sul	Intensidade potencial da deriva litorânea por unidade de área $x = \text{sen} \alpha \cdot \cos \alpha \cdot H^2 \cdot (100)$	Percentual de incidência anual das ondas	Intensidade da deriva X percentual de incidência	Intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária: deriva efetiva	Intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária (sem as ondas de SSE): deriva efetiva
I	N 45°	0,8	27°	N-S	26	31	806	1428	15
	N 90°	1	70°	N-S	32	35	1120	S-N	N-S
	N 135°	1,5	63°	S-N	91	21	1911		
II	N 157,5°	1,6	60°	S-N	111	13	1443		
	N 45°	0,9	30°	N-S	35	31	1085	490	490
	N 90°	1	75°	N-S	25	35	875	N-S	N-S
	N 135°	1,4	67°	S-N	70	21	1470		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
III	N 45°	#	-	-	-	-	-		
	N 90°	#	-	-	-	-	-		
	N 135°	#	-	-	-	-	-		
IV	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
	N 45°	#	-	-	-	-	-		
	N 90°	#	-	-	-	-	-		
	N 135°	#	-	-	-	-	-		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
V	N 45°	#	-	-	-	-	-		
	N 90°	**	-	-	-	-	-		
	N 135°	#	-	-	-	-	-		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
	N 45°	#	-	-	-	-	-		
VI	N 90°	#	-	-	-	-	-	975	273
	N 135°	1,2	85°	S-N	13	21	273	S-N	S-N
	N 157,5°	1,3	70°	S-N	54	13	702		
	N 45°	#	-	-	-	-	-	1512	1512
VII	N 90°	0,9	90°	-	0	35	0	S-N	S-N
	N 135°	1,2	45°	S-N	72	21	1512		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		

* $H = H_0 (b_0 / b)^{1/2}$. H₀ = altura da onda em alto mar normalizada por unidade de comprimento: N45° e N90° (1,0m), e N135° e N157,5° (1,5m). Para significado de b e b₀, ver figura 6.

** Por dificuldade de escala, é impossível medir o valor de b (ver figura 7).

Indica a não incidência de ondas ou ondas consideradas com alturas não significativas (ver figs. 6, 7, 8, e 9, respectivamente para ondas de N45°, N90°, N135° e N157,5°).

Tabela 2 -Altura da onda ao longo da costa e ângulo de incidência do raio-de-onda, para ondas provenientes de N 45°, N 90°, N135°, N 157,5°; intensidade potencial da deriva litorânea para cada frente-de-onda; intensidade da deriva efetiva e intensidade da deriva efetiva sem a participação das ondas de SSE, estimados para os segmentos de VIII a XIV.

Segmento	Proveniência da frente-de-onda	Altura da onda ao longo da linha de costa (H)*	Ângulo de incidência do raio-de-onda (α)	Componente da deriva da deriva para Norte ou para Sul	Intensidade potencial da deriva litorânea por unidade de área $x = \text{sen} \alpha \cdot \text{cos} \alpha \cdot H^2 \cdot (100)$	Percentual de incidência anual das ondas	Intensidade da deriva X percentual de incidência	Intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária: deriva efetiva	Intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária (sem as ondas de SSE): deriva efetiva
VIII	N 45°	#	-	-	-	-	-	-	-
	N 90°	#	-	-	-	-	-	-	-
	N 135°	#	-	-	-	-	-	-	-
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-	-	-
IX	N 45°	0,6	45°	N-S	18	31	558	1028	79
	N 90°	0,9	65°	N-S	31	35	1085	S-N	S-N
	N 135°	1,6	70°	S-N	82	21	1722		
	N 157,5°	1,3	60°	S-N	73	13	949		
X	N 45°	1	31°	N-S	44	31	1364	1129	50
	N 90°	0,9	76°	N-S	19	35	665	S-N	S-N
	N 135°	1,5	59°	S-N	99	21	2079		
	N 157,5°	1,3	40°	S-N	83	13	1079		
XI	N 45°	1	38°	N-S	48	31	1519	2531	217
	N 90°	0,9	84°	N-S	8	35	280	S-N	S-N
	N 135°	1,4	51°	S-N	96	21	2016		
	N 157,5°	1,9	40°	S-N	178	13	2314		
XII	N 45°	1	11°	N-S	19	31	589	1401	1401
	N 90°	1	56°	N-S	46	35	1610	N-S	N-S
	N 135°	1	65°	S-N	38	21	798		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
XIII	N 45°	0,9	45°	N-S	41	31	1271	830	830
	N 90°	1	90°	-	0	35	0	N-S	N-S
	N 135°	1,1	80°	S-N	21	21	441		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
XIV	N 45°	1	86°	N-S	7	31	217	217	217
	N 90°	#	-	-	-	-	-	N-S	N-S
	N 135°	#	-	-	-	-	-		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		

* $H = H_o(b_o/b)^{1/2}$. H_o = altura da onda em alto mar normalizada por unidade de comprimento: N45° e N90° (1,0m), e N135° e N157,5° (1,5m). Para significado de b e b_o, ver figura 6.
 ** Por dificuldade de escala, é impossível medir o valor de b (ver figura 7).
 # Indica a não incidência de ondas ou ondas consideradas com alturas não significativas (ver figs. 6, 7, 8, e 9, respectivamente para ondas de N45°, N90°, N135° e N157,5°).

Tabela 3 -Altura da onda ao longo da costa e ângulo de incidência do raio-de-onda, para ondas provenientes de N 45°, N 90°, N 135°, N 157,5°; intensidade potencial da deriva litorânea para cada frente-de-onda; intensidade da deriva efetiva e intensidade da deriva efetiva sem a participação das ondas de SSE, estimados para os segmentos de XV a XX.

Segmento	Proveniência da frente-de-onda	Altura da onda ao longo da linha de costa (H)*	Ângulo de incidência do raio-de-onda (α)	Componente da deriva da deriva para Norte ou para Sul	Intensidade potencial da deriva litorânea por unidade de área $x = \text{sen} \alpha \cdot \text{cos} \alpha \cdot H^2 \cdot (100)$	Percentual de incidência anual das ondas	Intensidade da deriva X percentual de incidência	Intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária: deriva efetiva	Intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária (sem as ondas de SSE): deriva efetiva
XV	N 45°	#	-	-	-	-	-	504	504
	N 90°	#	-	-	-	-	-	S-N	S-N
	N 135°	1,4	83°	S-N	24	21	504		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
XVI	N 45°	#	-	-	-	-	-		
	N 90°	#	-	-	-	-	-		
	N 135°	#	-	-	-	-	-		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
XVII	N 45°	0,5	45°	N-S	13	31	403	1319	1319
	N 90°	1	85°	N-S	9	35	315	S-N	S-N
	N 135°	1,4	50°	S-N	97	21	2037		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
XVIII	N 45°	#	-	-	-	-	-		1780
	N 90°	#	-	-	-	-	-		N-S
	N 135°	#	-	-	-	-	-		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
XIX	N 45°	0,9	43°	N-S	40	31	1240	127	127
	N 90°	1	85°	N-S	9	35	315	N-S	N-S
	N 135°	1,2	55°	S-N	68	21	1428		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		
XX	N 45°	1	60°	N-S	43	31	1333	318	318
	N 90°	1	72°	S-N	29	35	1015	N-S	N-S
	N 135°	#	-	-	-	-	-		
	N 157,5°	#	-	-	-	-	-		

* $H = H_o(b_o/b)^{1/2}$. H_o = altura da onda em alto mar normalizada por unidade de comprimento: N45° e N90° (1,0m), e N135° e N157,5° (1,5m). Para significado de b e b_o, ver figura 6.
 ** Por dificuldade de escala, é impossível medir o valor de b (ver figura 7).
 # Indica a não incidência de ondas ou ondas consideradas com alturas não significativas (ver figs. 6, 7, 8, e 9, respectivamente para ondas de N45°, N90°, N135° e N157,5°).

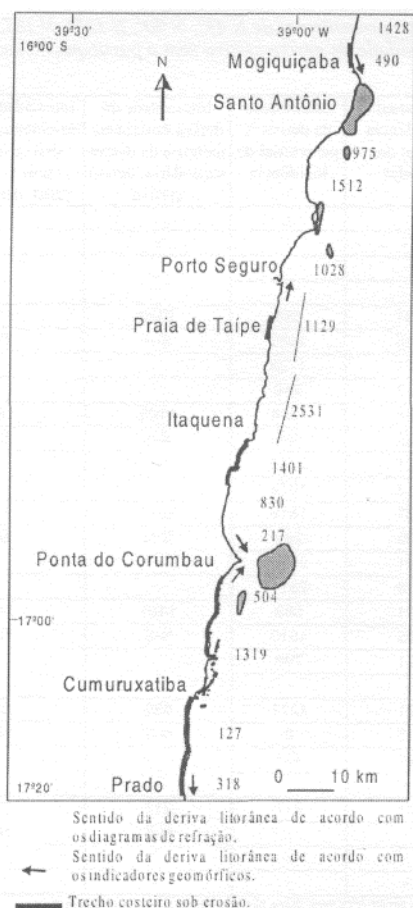


Figura 10 - Sentidos da deriva litorânea efetiva de sedimentos computados no presente trabalho, juntamente com sua intensidade potencial, e aqueles fornecidos por indicadores geomórficos disponíveis (à cerca de 15 km ao norte de Mogiçuçaba há indicadores geomórficos apontando uma deriva efetiva de sul para norte). São também indicados os trechos costeiros sob erosão.

do Corumbau e entre Caraíva e Itaquena, bem como das de microfalésias na cidade de Prado e imediatamente acima da localidade de Mogiçuçaba (Fig. 2). No caso de Mogiçuçaba, como já mencionado anteriormente, nas épocas em que as ondas de SSE são barradas durante a ocorrência do fenômeno El Niño, a zona de divergência desaparece (Tab. 1).

Acresce às zonas de divergência acima mencionadas a existência, em alguns locais da linha de costa, como também já mencionado, de notáveis zonas de convergência dos raios-de-onda de SE e SSE (Figs.

8 e 9), que também promovem, localmente, em menor escala, a formação de outras zonas de divergência no sentido da deriva litorânea. Essas divergências são produzidas em função do gradiente lateral de altura das ondas. Isto é, vão ser criados fluxos de energia opostos através da frente-de-onda, da região de grandes ondas (convergência) para as regiões contíguas de ondas menores (Glushkov 1935 *apud* Zenkovitch 1967, King 1972, Calliari *et al* 1988), que poderão se somar ou se contrapor ao fluxo principal de energia das ondas ao longo da linha de costa. Essas zonas de divergência vão, portanto, criar nestes locais condições de déficit de sedimentos, que poderão propiciar uma erosão local (Calliari *et al.* 1998). Esse pode ser o caso da erosão na região das falésias vivas da Praia de Taípe (Fig. 10), relacionada à convergência dos raios-de-onda provenientes do octante SSE. Embora no diagrama de refração para ondas provenientes de SSE (N 157,5°) a região de convergência dos raios-de-onda esteja localizada um pouco abaixo da Praia de Taípe (Fig. 9), percebe-se que uma aproximação das frentes-de-onda tendendo mais para o sul faria os raios convergirem para a referida praia. Nesse sentido, deve-se levar em conta que, como já mencionado anteriormente, no presente trabalho foram adotadas, dentro de um amplo espectro (US Navy 1978), direções médias para as frentes-de-onda. Este mesmo processo pode estar contribuindo também, em dois pequenos trechos, para a erosão nas proximidades de Cumuruxatiba, em relação às ondas de SE (Figs. 8 e 10).

As duas maiores zonas de divergência discutidas também propiciam a formação de zonas de convergência no sentido da deriva litorânea efetiva dos sedimentos, com intensidade decrescente para sotamar, exceto na passagem do segmento XIX para o XX (Fig. 10). Uma consequência desse fato é a acumulação de sedimentos nestes locais de convergência (Ponta do Corumbau e região de Santo Antônio, Figs. 2 e 10). A deriva litorânea efetiva perde, portanto, a sua capacidade de transporte, e termina por depositar a sua carga nos pontos de convergência, locais também protegidos por barreiras de recifes de corais (Fig. 2).

Por fim, como apontam Bittencourt *et al.* (2000), o principal fator a controlar a formação das zonas de divergência na Costa do Descobrimento, aí inclusa a zona de divergência de Mogiçuçaba identificada no presente trabalho, é a presença dos recifes de coral ao longo da costa. Efetivamente, são os recifes de Abrolhos, Itacolomis e de Coroa Alta/Itagipe que vão atuar como uma barreira às ondas de SE e SSE (Figs. 8 e 9), fazendo com que em alguns trechos costeiros a deriva induzida pelas ondas mais fracas de E e NE venha a ser dominante, provocando uma reversão no sentido da deriva.

AGRADECIMENTOS I. R. Silva agradece à CAPES e ao CNPq, respectivamente, pelas suas bolsas de Mestrado e Doutorado e, A.C.S.P. Bittencourt e J.M.L. Dominguez, ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), por sua Bolsa de Pesquisa. Essa pesquisa foi em parte financiada pelo convênio internacional CNPq/IRD (Orstom), Projeto AIMPACT.

Referências

- Bascom W. 1954. The Control of stream outlets by wave refraction. *The Journal of Geology*, 62:600-605
- 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. *An Acad Bras Ciências*, 72(2):271 - 287
- Bittencourt A.C.S.P., Sampaio E.S., Farias F.F. 1997. Beach Imaging through the Time Evolution of Topographical Profile. *Journal of Coastal Research*. 13:1141-1149
- Calliari L.J., Speranski N S., Boukareva I.I. 1998. Stable focus of wave rays as a reason of local erosion at the Southern Brazilian coast. *P roc. Internal. Coastal Svinp.* Florida. Suppl. Vol., 19-23
- 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.
- Davies J. L. 1972. Geographical Variation in Coastal Development. Longman, Inc., New York, 204 p.
- DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação). 1993. Atlas de Cartas-Piloto. Oceano Atlântico, de Trindade ao Rio da Prata, 13p.
- Farias F.F., Bittencourt A.C.S.P., Zanini Jr.A., Dominguez J.M.L. 1985. Variações temporais e espaciais na dinâmica de sedimentação da praia de Armação - Salvador (Ba). *Rev. Bras. Geociências*, 15:48-54
- King C.A.M. 1972. Beaches and coasts. Edward Arnold, London, 570 p.
- Komar P.D. 1976. Beach processes and sedimentation. Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 429 p.
- MARTIN L., Bittencourt A.C.S.P., Dominguez J.M.L. (1999). Physical setting of the Discovery Coast: Porto Seguro region, Bahia. *Ciência e Cultura*, 51:245-261
- Martin L., Bittencourt A.C.S.P., Vilas Boas G. S. 1982. Primeira ocorrência de corais pleistocênicos da costa brasileira: datação do máximo da penúltima transgressão. *Ciências da Terra*, 3:16-17
- Martin L., Suguio K., Flexor J.M., Bittencourt A.C.S.P., Vilas Boas G.S. 1980a. Le Quaternaire marin brésilien (Litoral pauliste, sud fluminense et baianais). *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Géol*, XI (1):96-125
- Martin L., Bittencourt A.C.S.P., Vilas Boas G. S., Flexor J. M. 1980b. Mapa Geológico do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia - Esc. 1:250.000. Salvador-BA, SME/CPM, 60p. (Texto explicativo e mapa)
- Suguio K., Martin L., Flexor J.M. 1980. Sea-level fluctuations during the past 6000 years along the coast of the State of São Paulo (Brazil). In: M. A. Morner (ed.) *Earth Rheology, Isostasy and Eustasy*. New York, John Wiley and Sons, 471-486
- U.S. Navy. 1978. *Marine Climatic Atlas of the World*. Vol. IV. South Atlantic Ocean. Washington D. C., 325p.
- Zenkovitch V. P. 1967. *Processes of Coastal Development*. Oliver & Boyd, London, 738 p.

Manuscrito A-1205

Recebido em 10 de janeiro de 2001

Revisão dos autores cmlO de julho de 2001

Revisão aceita em 15 de julho de 2001