

# Aula 9

## PRAIAS ARENOSAS OCEÂNICAS E EROSÃO COSTEIRA

### **META**

Abordar os conteúdos relacionados com as praias arenosas oceânicas e a erosão costeira, contemplando definições, modelos de classificação das praias oceânicas, causas e indicadores de erosão costeira e zonação morfológica das praias.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:  
entender as definições de praia oceânica e de erosão costeira;  
compreender os modelos de classificação das praias oceânicas;  
reconhecer os indicadores de erosão costeira; e  
relacionar erosão costeira com as causas naturais e antrópicas.

**Aracy Losano Fontes**

# INTRODUÇÃO

Praias são as formações mais familiares de toda a costa, atraindo milhões de visitantes a cada ano e fornecendo a base econômica para muitas comunidades. Dependendo da configuração da linha costeira e da intensidade da onda, as praias podem ser descontínuas, existindo somente como praias de bolso em áreas protegidas como uma baía, ou podem ser contínuas por longas distâncias (WICANDER e MONROE, 2011), Figuras 9.1 e 9.2.

As praias arenosas, longas e retas, estendem-se por quilômetros ao longo das baixas planícies costeiras. Em contraste, as falésias rochosas limitam as costas elevadas (costões), e as poucas praias que existem são formadas, sobretudo por cascalho. Assim, a tectônica, a erosão e a sedimentação criam essa variedade de formas e materiais.



Figura 9.1 – Praia de bolso Golfo de Gasconha. Espanha.  
(Fonte: Arquivo da autora.)



Figura 9.2 – Praia retilínea com recife de arenito. Barra de São Miguel/AL.  
(Fonte: Arquivo da autora.)

Embora as praias arenosas oceânicas ocupem apenas uma pequena parcela da superfície total do planeta, assumem considerável importância sócio-econômica e ambiental na maior parte das costas tropicais e temperadas do mundo. Apresentam-se como sistemas transicionais altamente dinâmicas e sensíveis e sofrem retrabalhamento por processos eólicos, biológicos e hidráulicos. Abrangem, também um amplo espectro de movimentos, destacando-se as ondas geradas pelo vento, as correntes litorâneas e as marés. Têm como principal função ambiental proteger a costa da ação direta da energia do oceano.

## DEFINIÇÕES E LIMITES DA PRAIA

Embora as definições utilizadas para o termo “praia” possam diferir consideravelmente entre si, é evidente o caráter não coesivo dos sedimentos que a compõe e também a dominância neste sistema de fatores hidrodinâmicos como correntes costeiras, ondas e marés, sendo estas últimas de importância secundária. Nos casos em que a influência das marés supera a das ondas, estabelecem-se “terraços de maré” e não praias propriamente ditas (SHORT, 1985).

King (1956) conceitua praia como um ambiente sedimentar costeiro de composição variada, formado mais comumente por areia, e condicionado pela interação dos sistemas de ondas incidentes sobre a costa. Os limites externo (em direção ao mar) e interno (em direção à terra) de uma praia seriam determinados, respectivamente, pela profundidade a partir da qual as ondas passam a provocar movimento efetivo de sedimento sobre o fundo, e pelo limite superior de ação de ondas de tempestade sobre a costa.

Komar (1976) define a praia como uma acumulação de sedimentos inconsolidados de tamanhos diversos, como areia ou cascalho que se estende, em direção à costa, do nível médio de maré baixa até alguma alteração fisiográfica como uma falésia, um campo de dunas ou simplesmente até o ponto de fixação permanente da vegetação. Para incluir a porção subaquosa adjacente a este ambiente, o autor utiliza o termo litoral, cujo limite externo seria aquela profundidade na qual o sedimento não é mais transportado ativamente pelas ondas incidentes, geralmente a menos de 15 m.

Definições mais recentes buscam, nos processos hidrodinâmicos atuantes sobre a costa, a delimitação dos ambientes praias. Assim, Horikawa (1988) considera praia como sendo aquela região de sedimentos inconsolidados, situada na região costeira, portanto facilmente deformável pela ação das ondas, que se estende, em direção à terra, a partir da profundidade de mobilização efetiva de sedimento pelas ondas, até o limite máximo de ação de ondas de tempestade sobre a praia ou então até as dunas frontais, caso existam.

Hardisty (1990), apud Suguio (2010) considera uma praia um sistema ortogonal formado por uma acumulação costeira de sedimentos não coesivos cuja forma e textura são controladas por processos dominados por ondas. Como limites interno e externo, define o limite superior de alcance do espraiamento e a profundidade em que deixa de ocorrer transporte efetivo de sedimentos de fundo por ondas.

Segundo Wicander e Monroe (2011) praia é um depósito de sedimento não consolidado estendendo-se na direção da terra firme, a partir da maré baixa, até uma mudança na topografia, tal como uma linha de dunas de areia, um penhasco do mar, ou o ponto em que começa a vegetação permanente.

### ZONAÇÃO MORFOLÓGICA

A figura 9.3 ilustra as terminologias extraídas de Albino (1999) a partir da adaptação da zonação proposta por Davies (1985).

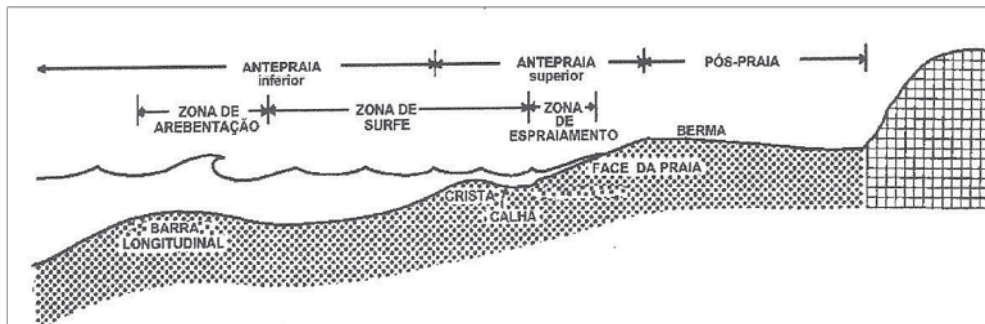


Figura 9.3 – Diagrama geral do perfil de praia.  
(Fonte: Albino, 1999, adaptado de Davies, 1985.)

O termo antepraia superior limita-se pela altura máxima de maré alta e pela mínima da maré baixa. Nesta porção está localizada a face de praia, que é uma seção inclinada da praia onde ocorre o espraiamento. Sobre uma inclinação bem suave, esta localização é melhor reconhecida pelas mudanças na textura e composição do sedimento, que é tipicamente marcada por uma concentração de fragmentos de conchas ou por sedimentos mais grossos.

A antepraia inferior (nearshore) é caracterizada por uma parte do perfil submerso, que se estende entre o nível de maré baixa até os bancos de areia. Esta zona é dominada por processos da zona de arebentação e de surfe. Para designar a porção mais distante da costa (e também mais plana do perfil), que se estende do limite final do banco longitudinal até a margem da plataforma continental, Komar (1976) utilizou o termo zona offshore.

#### Zonação hidrodinâmica

Hidrodinamicamente distinguem-se em uma praia a zona de arebentação, a zona de surfe e a zona de espraiamento, como pode ser observado na Figura 9.3.

- Zona de arrebentação - ao aproximar-se de águas progressivamente mais rasas, as ondas incidentes tendem a instabilizar-se até um ponto no qual quebrará, apresentando o modo de dissipação energética da onda sobre a praia. A forma como a onda quebra depende da declividade da praia, da altura e do comprimento da onda.

- Zona de surfe - é primeiramente uma função da inclinação da praia, e por isso, está diretamente relacionada com o tipo de quebra e, de forma secundária, pela amplitude de maré. Praias de baixa declividade são caracterizadas por extensas zonas de surfe. Durante este percurso, grande parte da energia é transferida para a geração de correntes longitudinais e transversais à praia como as correntes de retorno (HOEFEL, 1998). Em contraste, praias inclinadas raramente possuem zona de surfe e, predominantemente, refletem a energia das ondas.

- Zona de espraiamento - pode ser explicada como sendo aquela região da praia delimitada entre a máxima e a mínima excursão dos vagalhões sobre a face praial. Nesta, as correntes longitudinais não se desenvolvem. Os processos de espraiamento são importantes no transporte de sedimentos de uma praia, uma vez que o fluxo e o refluxo dos vagalhões determinam se o sedimento será armazenado na praia, ou retornado à zona de surfe, podendo ser, então, transportado. Comumente, observa-se nesta porção do perfil feições rítmicas de expressão longitudinal à costa, como os cúspides praiais (Figura 9.4).

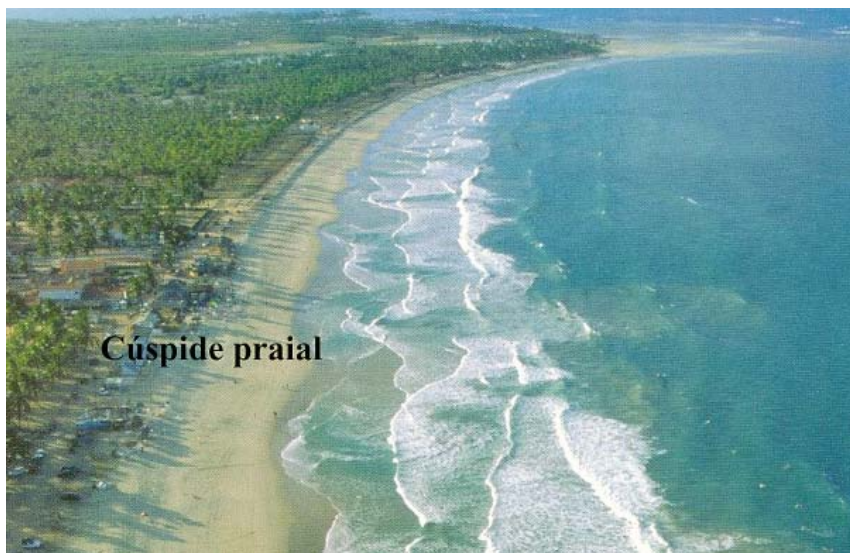


Figura 9.4 – Cúspides praiais. Praia de Maracaípe (PE).  
(Fonte: Arquivo da autora.)

# FATORES ATUANTES NA CARACTERIZAÇÃO E MOBILIDADE PRAIAL

### Ondas

As ondas geradas pelo vento são uma das principais fontes de energia que governam as mudanças da praia. Quando uma onda quebra, dependendo da inclinação da praia, alguma energia pode voltar para o mar (quanto menor for o ângulo da inclinação da praia, menor é a energia refletida), mas boa parte é dissipada. Parte desta é usada para fraturar rochas e minerais transformando-os em partículas menores, mas a maior parte da energia deve ser usada para movimentar sedimentos e aumentar a sua altura e conseqüentemente, a energia potencial da forma da praia.

Os processos que causam mudanças morfológicas na costa são os de transporte de sedimentos. Estas mudanças irão continuar indefinidamente até que eventualmente a entrada de energia seja dissipada sem qualquer transporte de sedimento. Portanto, mudanças na morfologia ocorrem sempre que haja mudança na entrada de energia e a função da zona costeira é de dissipar esta energia.

### Refração e difração de ondas

Enquanto a onda se move em direção às águas mais rasas, transformações importantes se tornam mais pronunciadas antes dela alcançar a linha de costa. Entre estas transformações, relacionadas com a variação batimétrica, o ângulo de incidência das ondas e a irregularidade geomorfológica da região costeira, pode-se citar a refração e a difração das ondas.

A onda sofre refração ao passar obliquamente de águas mais profundas para mais rasas, nas quais ela se propaga como velocidades diferentes. Nesse processo, as cristas das ondas são curvadas até se tornarem paralelas aos contornos submarinos e da linha de costa. Por exemplo, com a chegada de um trem de ondas em uma baía margeada por promontórios, as ondas “tocam” primeiro o fundo próximo aos promontórios, onde está mais raso, e isso resulta na convergência dos raios de ondas, que indicam a direção de propagação da onda. Ao mesmo tempo, sobre a baía, ocorre a divergência dos raios. Onde os raios de onda convergem, a energia das cristas de ondas é contida dentro de uma pequena área, o que resulta em maiores alturas das ondas; e onde os raios de onda divergem a energia é dispersa e a altura da onda diminui. O resultado deste processo é que haverá uma força erosiva maior sobre os promontórios, enquanto que sobre a baía haverá deposição de sedimentos.

A difração é a propriedade que a onda possui de contornar um obstáculo ao ser parcialmente interrompido por ele. Isso acontece porque as ondas,

ao passarem por uma barreira, têm as direções dos seus raios alterados e contornam o obstáculo. Quando a onda se propaga por um orifício entre duas barreiras, a difração será mais acentuada quanto menor for a largura do orifício e quanto maior for o comprimento de onda

### Tipos de arrebentação

Dependendo da declividade da praia, da altura e do comprimento da onda, as ondas podem quebrar basicamente de 4 modos, segundo a classificação de Galvin (1968, apud HOEFEL, 1998), apesar de que vários tipos intermediários freqüentemente ocorrem e de que mais de um tipo pode ser visto na mesma praia e no mesmo local:

1. Deslizante – é caracterizada pela espuma e pela turbulência na crista da onda, também conhecidas como “carneirinhos”. Usualmente este tipo de arrebentação inicia-se a alguma distância da praia, sendo uma característica de uma linha de costa de inclinação suave, por isso, a energia da onda é dissipada gradualmente (Figura 9.5).



Figura 9.5 – Praia de Maracaípe. Ipojuca (PE).  
(Fonte: Arquivo da autora.)

2. Mergulhante – é a forma clássica muito preferida pelos surfistas (Figura 9.6). As cristas se enrolam, espiralam e mergulham com uma força considerável, dissipando sua energia em uma pequena área e, por isso, pode ter grande efeito erosivo. Este tipo de arrebentação ocorre em praias de declividade moderada e usualmente estão associadas com longos swells gerados em tempestades distantes

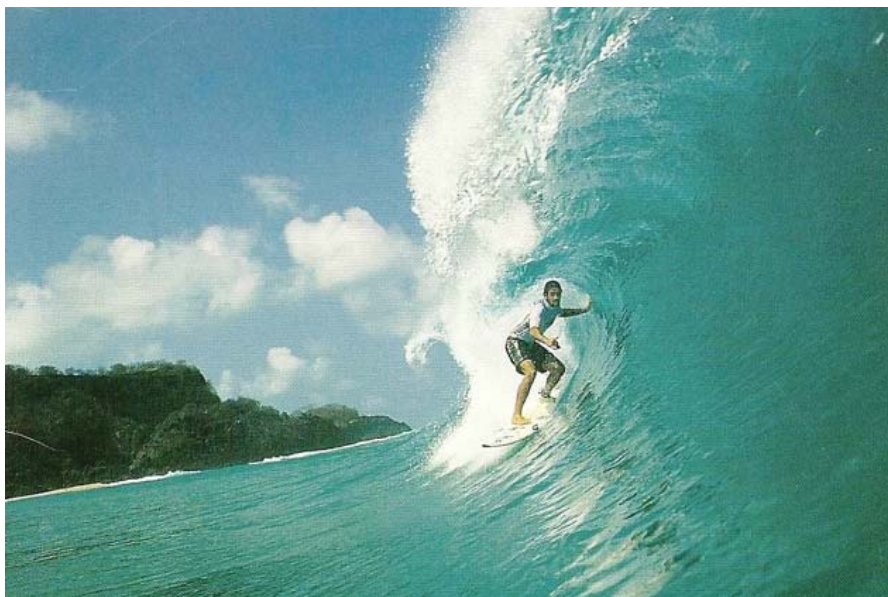


Figura 9.6 – Praia Cacimba do Padre. Fernando de Noronha/PE  
(Fonte: Arquivo da autora.)

3. Frontal – similar às mergulhantes, exceto que as ondas são menos inclinadas e ao invés das cristas se espiralem, a face frontal colapsa. Este tipo ocorre em praias de declividade moderada a alta e sobre condições de vento moderados. Representam a transição entre os tipos mergulhante e ascendente.
4. Ascendente – são encontradas em praias bastante íngremes, formadas tipicamente por ondas pequenas e longas. As faces frontais e as cristas resistem sem quebrar enquanto a onda desliza sobre a face da praia.

### **CORRENTES GERADAS POR ONDAS**

#### Corrente longitudinal

As correntes longitudinais são paralelas à costa e transportam sedimentos colocados em suspensão pelas ondas incidentes, potencialmente podendo movê-los ao longo de vários quilômetros através do processo de meso-escala temporal conhecido como deriva litorânea. Tipicamente, estas correntes crescem em intensidade da costa em direção ao mar, atingindo um máximo aproximadamente no meio da zona de surfe, a partir de onde passam a decrescer. Em praias interrompidas por obstáculos naturais ou artificiais os efeitos da deriva litorânea são visivelmente notados, embora sejam igualmente importantes para o balanço de sedimentos de praias contínuas. Já em praias semi-fechadas como as praias de bolso, a deriva litorânea tende a ser fraca ou negligível em comparação ao transporte normal à costa.

A direção da corrente longitudinal está associada com a dos ventos, que são responsáveis pelo clima de ondas na região.



### Correntes de retorno

As correntes de retorno são caracterizadas por fluxos estreitos, posicionados normal ou obliquamente em relação à costa, que atravessam a zona de surfe em direção ao mar. Sua origem pode estar associada às correntes longitudinais convergentes nas proximidades da praia e tendem a desaparecer logo após a zona de surfe em direção ao mar, formando células de circulação ou podem ser originadas pelas variações longitudinais na altura da arrebentação.

A presença destas correntes pode ser notada pelas variações topográficas rítmicas sobre a face da praia, denominadas cúspides. A intensidade, o tamanho e o espaçamento das correntes de retorno e, conseqüentemente das cúspides, variam em função do clima de onda incidente.

Assim como as correntes longitudinais, as correntes de retorno são efetivas no transporte de sedimentos e desempenham um papel importante nas zonas de surfe em que ocorrem, apesar de não serem necessariamente erosivas.

## SEDIMENTOS

O sedimento de uma praia pode ser composto de qualquer material que seja disponível em quantidades significantes e que possua características apropriadas (como tamanho e durabilidade) para permanecer sob as condições hidrodinâmicas da praia. Os grãos de quartzo, derivados do intemperismo, principalmente das rochas continentais transportadas através dos rios, são amplamente difundidos em relação aos outros materiais devido a sua durabilidade física e química. Sedimentos carbonáticos compostos por fragmentos de moluscos, de algas calcárias, foraminíferos e por outros organismos de estrutura carbonática são importantes, especialmente nos trópicos, onde a produtividade biológica é intensa. Além dos sedimentos trazidos pelos rios e da produção biológica, existe outras fontes de sedimento para a praia como a formação de precipitados químicos, a erosão de falésias e de costões rochosos e o material de atividades vulcânicas, que podem compor quase todo o sedimento do litoral de ilhas vulcânicas.

### Estado modal de uma praia

Os estudos desenvolvidos pela escola australiana culminaram com o desenvolvimento de um modelo evolutivo baseado na descrição de seis estados ou tipos morfodinâmicos de praias arenosas. Esses estados, descritos por Short e Wright (1983), são dependentes de dois fatores principais: do nível de energia da onda (que controla o limite da zona de espraiamento) e do tamanho do grão (que influencia o transporte de sedimento). Segundo

os autores, as praias podem ser classificadas em: dissipativa, refletiva e em 4 tipos intermediários (Figura 9.7)

Estado dissipativo – é a combinação de ondas altas (>2,5 m) com areia fina ( $Md < 0,2$  mm), que resulta em uma praia caracterizada por declividade suave e por uma zona de surfe bastante extensa (220 a 500 m), em que duas a cinco barras discretas podem estar presentes. A arrebatção é deslizante e a progressiva dissipação da energia de onda ao longo de uma larga porção do perfil promove oscilações estacionárias.

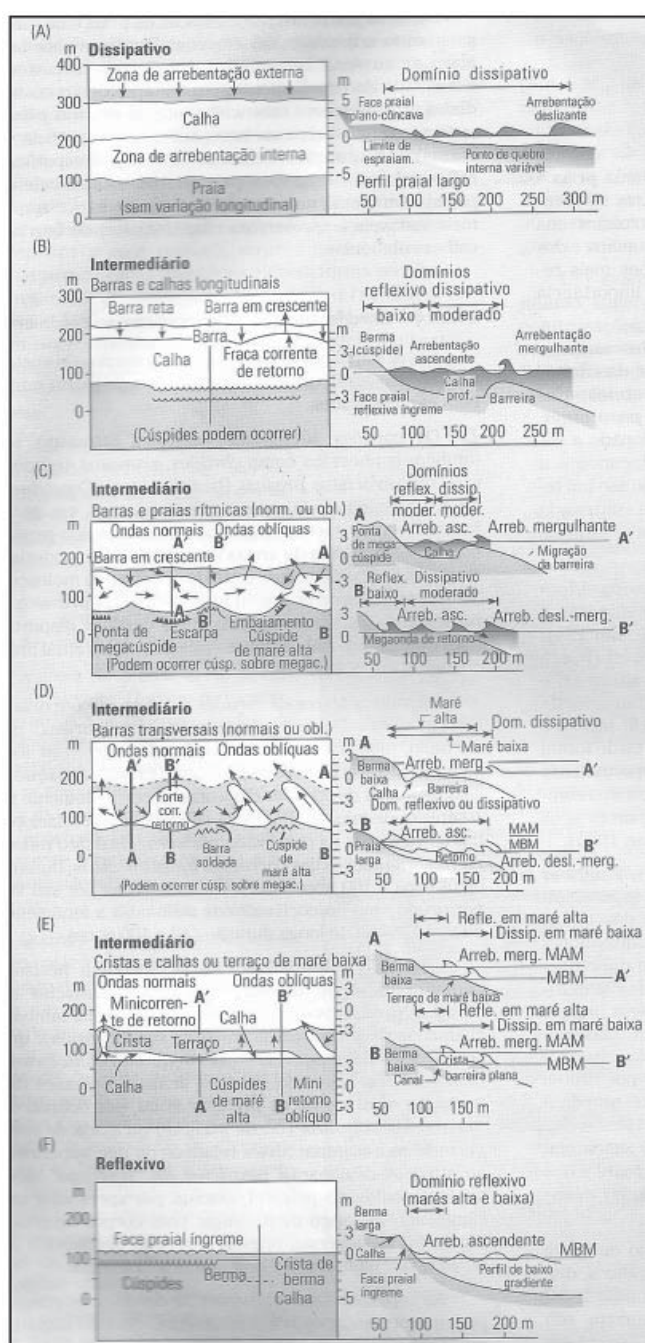


Figura 9.7 – Principais estados morfodinâmicos de praias, segundo Wright et al. (1979). Fonte: SUGUIO, 2003.

Os quatro tipos a seguir representam o estado intermediário, ou seja, a transição entre o dissipativo e refletivo. As características dos tipos intermediários são areia média e altura de onda moderada. Quanto a altura modal das ondas excede 2 m, o tipo persistente é o de Cava Longitudinais; quando as ondas estão entre 1,5 a 2 m predominam os Banco de Praia Rítmicos; entre 1,5 a 1 m aparece o tipo Banco Transversal e Rip; e, sob a baixa energia com ondas menores que 1 m, o tipo de Crista Canal/Terraço de Maré Baixa prevalece. Devido as ondas serem raramente estáveis nos níveis acima, as praias mudam de um estado para outro em resposta às variações das condições de ondas. Estas são praias de maior variabilidade temporal, devido às variações energéticas e espacial, pela forma dos cúspides praias e dos bancos.

Banco e Cava Longitudinais – neste estágio o relevo banco-cava é bem mais pronunciado que no estágio dissipativo. As ondas incidentes inicialmente quebram progressivas no banco para reformar-se na cava e avançar sobre a praia até nova quebra, desta vez de forma bastante abrupta e turbulenta, do tipo mergulhante. Assim, a porção proximal do perfil exhibe uma refletividade localizada. Cúspides praias de larga escala (100-300 m) são comumente observados na face praias, bem como correntes de retorno incipientes.

Banco e Praia Rítmicos – morfologicamente este estágio diferencia-se pelo caráter rítmico do banco (em crescente) e também da face praias. Na medida em que os bancos crescentes migram em direção ao mar, se tornam altamente rítmicos e formam os bancos alternativamente com os canais das correntes de retorno. Ocorrem os mega-cúspides praias, cujo espaçamento pode chegar a 500 m nas praias mais expostas.

Banco Transversal e Rip – ciclos de acreção fazem com que as protuberâncias dos bancos em crescente soldem-se à praia, formando bancos transversais regularmente interrompidos por correntes de retorno muito desenvolvidas, que apresentam perigo aos banhistas.

Crista Canal/Terraço de Maré Baixa – um perfil relativamente plano na maré baixa, precedido por uma face praias bastante íngreme na maré alta. Assim, na maré alta a praia é tipicamente refletiva enquanto que na maré baixa assume caráter dissipativo. Ainda podem ser observadas correntes de retorno, mesmo que fracas, apesar da grande deposição de sedimentos junto à porção proximal do perfil.

Praias refletivas – são formadas normalmente em áreas de baixa energia (altura da onda  $< 1$  m), muitas vezes abrigadas, e de areia muito grossa ( $Md > 0,6$  mm = 0,75), podendo ser encontradas, também, em áreas mais expostas, de alta energia, onde o sedimento é composto por cascalho. A praia é relativamente alta, contendo normalmente um berma e cúspides bem desenvolvidos, enquanto que a face da praia apresenta-se bastante inclinada. A arrebentação é ascendente ou mergulhante, não havendo zona de surfe nem bancos arenosos e o fluxo é predominantemente normal à costa.

Em regiões costeiras expostas, as praias refletivas possuem alta sensibilidade à erosão. Portanto, estas praias só podem existir como estado modal em áreas abrigadas onde o sedimento é de maior diâmetro.

As baixas variabilidades temporais tanto da face praial como da zona de surfe podem ser associadas aos estados morfodinâmicos extremos (refletivo e dissipativo). No estado refletivo é comum ocorrerem alterações como variação da altura do berma e profundidade do degrau, enquanto no estado dissipativo nota-se expansão e contração da zona de surfe em função de aumentos na altura da arrebentação sem, porém, haver mudança da posição da linha de costa ou variação vertical do volume de areia sobre a praia em qualquer dos casos. Nos estágios intermediários, as alterações pequenas da altura da onda de arrebentação são suficientes para gerar alterações morfológicas nas praias.

### MODELOS DE PRAIAS MESO/MACRO-MARÉS

Short (1991) realizou uma revisão sobre morfodinâmica de praias arenosas de meso/macro-marés e identificou três grupos de praias:

Grupo 1. Ocorre em ambientes altamente energéticos dominados por ondas. É caracterizado por praias de gradientes relativamente suaves ( $1-3^\circ$ ), de perfil côncavo e superfície livre de bancos. Cúspides praias ocorrem na maré alta, na zona de espraimento, enquanto condições dissipativas dominam as partes inferiores da praia.

Grupo 2. Consiste em sistemas de bancos múltiplos, de baixos gradientes intermarés ( $0,5^\circ$ ), que ocorrem em ambientes de mais baixa energia expostos à atuação episódica de vagas. A praia de maré alta deve conter cúspides praias e material mais grosso, enquanto que os bancos intermarés são compostos por material mais fino e freqüentemente coberto por ondulações geradas por ondas e por maré, principalmente nas cavas.

Grupo 3. Representa ambientes de transição entre praias e planícies de maré. Ocorrem em sistemas dominados por ondas baixas, de face praial composta por sedimentos relativamente grossos formando um perfil planar e íngreme que grada abruptamente para uma planície de maré de granulometria fina, com declividade muito suave ( $0,1-0,3^\circ$ ).

Comum a todas as praias meso/macro-marés é a exibição de um padrão refletivo na maré alta e de outro mais dissipativo na maré baixa e intermediária. Com a ocorrência de ondas altas, as partes superiores do perfil praial sofrem escarpamento, passam a ser dominadas por condições mais dissipativas e tornam-se mais estáveis espacial e temporalmente.

## EROSÃO COSTEIRA

As praias, por estarem localizadas na estreita faixa de contato da terra com o mar, reagem a qualquer variação energética e/ou eustática. Assim, possuem a capacidade de adaptação, protegendo a costa da ação erosiva do mar. Entretanto, nem todas as praias têm um estoque de sedimento suficiente para responder morfologicamente a uma elevação do nível do mar por transferência de sedimento do berma para a antepraia inferior. A destruição da vegetação costeira e a construção de edificações na orla marítima, sobretudo na exposta, podem intervir no processo de transporte sedimentar, eólico e marinho, provocando desequilíbrios no balanço sedimentar e, conseqüentemente, na estabilidade da linha de costa.

A relação entre as perdas e os ganhos de sedimentos em uma praia é denominada balanço sedimentar (Quadro 9.1), que é bastante complexo e depende de uma série de fatores. Quando o balanço sedimentar na praia for negativo, ou seja, quando houver mais perda de sedimentos do que ganho, predominará a erosão. A figura 9.8 ilustra o balanço de areia de uma praia – a remoção e a adição de material por erosão e sedimentação.

Quadro 9.1 – Balanço sedimentar de uma praia.

Suprimento de sedimentos para a praia	Perda de sedimentos da praia	Balanço
Provenientes dos rios e canais de maré	Transportados rumo ao continente, para rios e canais de maré	Processos deposicionais e erosivos no sistema praial, em equilíbrio
Provenientes de costões rochosos, praias e depósitos marinhos frontais	Transportados ao longo da praia (correntes de deriva litorânea)	
Provenientes da plataforma continental (correntes geradas por ondas e marés)	Transportados para a plataforma (correntes de retorno e de costa-afora)	
Provenientes das dunas (transportadas pelo vento e ondas de tempestades)	Removidos para as dunas (ventos e ondas de tempestades)	
Alimentação artificial da praia (contribuição antrópica)	Extração/mineração de areia da praia e de desembocaduras	
Aumento de volume de sedimentos produzidos no continente na plataforma continental (causas naturais e antrópicas)	Redução do volume de sedimentos produzidos no continente e na plataforma continental (causas naturais e antrópicas)	

Fonte: SOUZA, 1997.

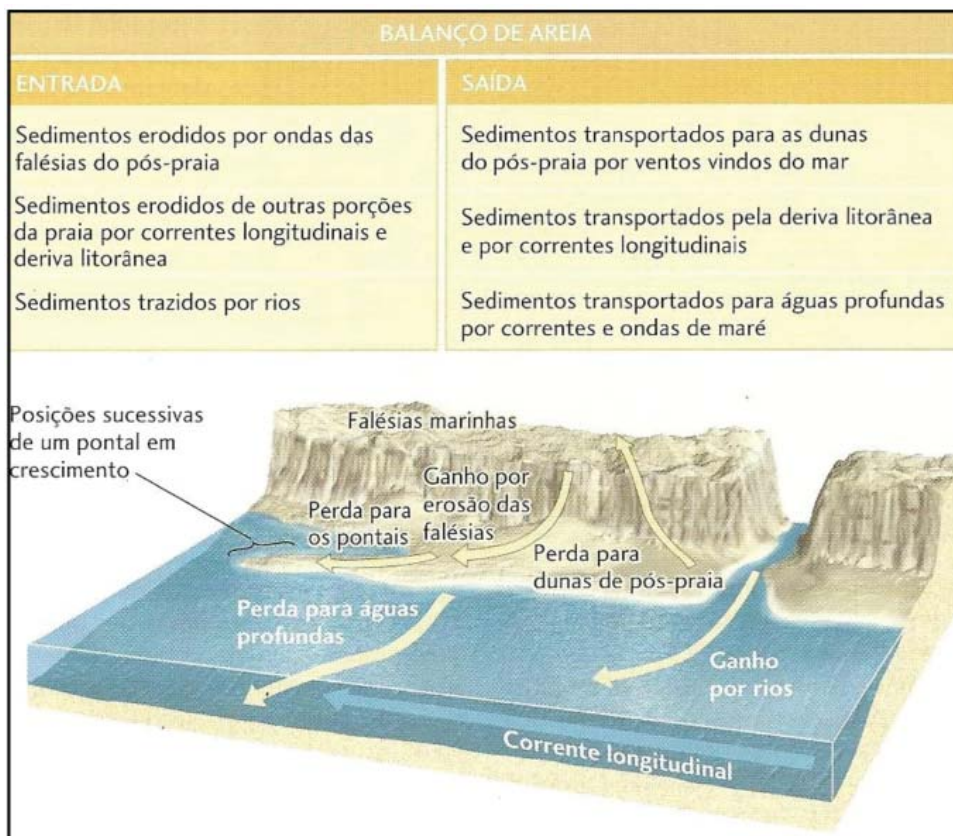


Figura 9.8 – Balanço de areia – entrada e saída de areia por erosão, transporte e sedimentação. (Fonte: PRESS et al., 2006.)

Cerca de 20% das linhas de costa de todo o planeta são formadas por praias arenosas, das quais 70% estão em processo predominante de erosão, 20% em progradação e os restantes 10% encontram-se em equilíbrio relativo. Entretanto, a maioria dos autores acredita que a principal causa está relacionada a com a elevação do nível do mar durante o último século.

No Brasil, embora a erosão costeira venha se tornando um risco crescente e chamando muita atenção, principalmente a partir da década de 1970, investigações mais detalhadas sobre suas causas ganharam impulso na década de 1990. A maioria dos trabalhos apresenta indicadores que atestam o estado de erosão e relaciona o fenômeno a causas, naturais e/ou antrópicas. O Quadro 9.2 mostra uma síntese dos principais indicadores de erosão costeira encontrados no Brasil.

Quadro 9.2 – Indicadores de erosão costeira no Brasil.

- I. Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação permanente durante as preamares de sizígia (praias urbanizadas ou não).
- II. Retrogradação geral da linha de costa nas últimas décadas, com diminuição da largura da praia em toda a sua extensão, ou mais acentuadamente em determinados locais dela (praias urbanizadas ou não).

<p>III. Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias, sem o desenvolvimento de falésias ou escarpamentos em dunas e terraços marinhos (praias urbanizadas ou não).</p>
<p>IV. Presença de falésias com alturas de até dezenas de metros em rochas sedimentares mesozóicas, sedimentos terciários (Formação Barreiras) e rochas de praia pleistocênicas e holocênicas, e presença de escarpamentos em depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias (praias urbanizadas ou não).</p>
<p>V. Destruição de faixas frontais de vegetação de “restinga” ou de manguezal e/ou de presença de raízes e troncos em posição de vida soterrados na praia, devido à erosão e soterramento causados pela retrogradação/migração da linha de costa, ou por processos de sobrelavagem (ilhas e praias-barreiras).</p>
<p>VI. Exumação e erosão de depósitos paleolagunares, turfeiras, arenitos de praia ou terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, sobre estirâncio e/ou face litorânea atuais, devido à remoção das areias praias por erosão costeira e déficit sedimentar extremamente negativo (praias urbanizadas ou não).</p>
<p>VII. Frequente exposição de “terraços ou falésias artificiais”, apresentando pacotes de espessura até métrica, formados por sucessivas camadas de aterros soterrados por lentes de areias praias/dunares (contato entre a praia e a área urbanizada).</p>
<p>VIII. Construção e destruição de estruturas artificiais erguidas sobre os depósitos marinhos ou eólicos holocênicos que bordejam a praia, a pós-praia, o estirâncio, a face litorânea e/ou a zona de surfe.</p>
<p>IX. Retomada erosiva de antigas plataformas de abrasão marinha, elevadas de +2 a +6 m, formadas sobre rochas do embasamento ígneo-metamórfico précambriano e mesozóico, ou rochas sedimentares mesozóicas, ou sedimentos terciários (Formação barreiras) ou arenitos praias pleistocênicos, em épocas em que o nível do mar encontrava-se acima do atual, durante o final do Pleistoceno e o Holoceno (praias urbanizadas ou não).</p>
<p>X. Presença de concentrações de minerais pesados em determinados trechos da praia, em associação com outras evidências erosivas (praias urbanizadas ou não).</p>
<p>XI. Presença de embasamentos formados pela atuação de correntes de retorno concentradas associadas a zonas de barlamar ou centros de divergência de celular de deriva litorânea localizados em local mais ou menos fixo da praia, podendo ocorrer também processos de sobrelavagem (ilhas e praias-barreiras).</p>

Fontes: SOUZA, e SUGUIO, 2003.

Podem ser consideradas áreas com problemas de erosão aquelas que apresentam pelo menos uma das seguintes características:

- altas taxas de erosão ou erosão significativa recente;
- taxas de erosão baixa ou moderada em praias com estreita faixa de areia e localizadas em áreas altamente urbanizadas;
- praias reconstruídas artificialmente e que seguem um cronograma de manutenção; e
- praias que necessitam ou que já possuam obras de proteção ou contenção.

### A ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR

A elevação relativa do nível do mar é uma variável a ser considerada na erosão haja visto o congelamento das geleiras durante a década de 90 e a tendência histórica de elevação da temperatura atmosférica (MUEHE, 1998). Examinando as flutuações do nível do mar no início do século passado (entre 1900 e 1950) registrou-se um aumento médio de 2 m, equivalente a 1,2 mm por ano, entretanto, esse aumento não é distribuído igualmente em todas as regiões do mundo. Os países mais afetados têm sido os do hemisfério norte, entre eles o Canadá, os países escandinavos, os EUA e a Rússia. Em relação a um aumento do nível do mar nas próximas centenas de anos há, de um modo geral, uma concordância de opinião entre os cientistas do mundo de que a Terra está caminhando para outro período interglacial, o que afetará o balanço hidrológico mundial. As mudanças no nível do mar podem por em perigo áreas costeiras que geralmente são as mais densamente populosas do mundo.

Prevalece a dominância de praias arenosas oceânicas ao longo da costa brasileira, com diferentes graus de exposição. De um modo geral a plataforma continental brasileira é bastante ampla e de declividades suaves mas, estreitamentos e alargamentos localizados são responsáveis por modificações significativas do clima de ondas incidentes sobre as praias. Nas adjacências do Cabo de Santa Marta (SC), de Macaé (RJ) e na faixa compreendida entre o litoral norte da Bahia e Sergipe, especialmente neste último trecho, as menores extensões da plataforma continental sugerem maior atuação do clima de ondas incidentes. Devem alterar também o clima de ondas incidentes as formações de recifes localizadas na região nordeste, protegendo a linha de praia adjacente.

### MÉTODOS DE PROTEÇÃO E CONTENÇÃO DE EROSIÃO COSTEIRA E RECUPERAÇÃO DE PRAIAS

A tendência atual das áreas em risco de erosão costeira, decorrente principalmente da ocupação desordenada da zona costeira, faz com que sejam adotadas, três tipos de ações como resposta ao problema da erosão:

- Abandonar a área ameaçada – consiste em deixar a erosão seguir seu curso, sem adotar medidas de contenção ou recuperação em áreas cujos valores em riscos são menores do que os custos de protegê-los. Há prejuízo pela perda de terrenos e destruição de estruturas construídas pelo homem.
- Restringir a ocupação das áreas em risco – implica em regulamentar como os tipos de uso podem ser implantados nas áreas sujeitas à erosão, sobretudo nas costas pouco urbanizadas, pois previne a ocupação em áreas críticas. Entre as medidas mais adotadas, estão: estabelecer linhas de recuo



para a ocupação; criar zoneamentos das áreas de risco onde se definem os tipos de ocupação permitidos; e incentivar a relocação de estruturas em risco e o redirecionamento do uso e ocupação do solo.

c) Implementar medidas de proteção costeira – é uma opção escolhida quando a área e os valores ou atividades em riscos são significativos. As técnicas de proteção podem ser agrupadas em duas categorias: obras de engenharia rígidas ou flexíveis e obras de engenharia passiva que incluem estruturas paralelas à costa, como muros e anteparos de contenção/proteção, gabiões, quebra-mares e recifes artificiais, que utilizam materiais como rocha, concreto, pneus, aço, etc., e estruturas perpendiculares ou transversais à costa, como espigões, enrocamentos, molhes e guias-corrente, que utilizam materiais como rocha, concreto, bolsas de areia etc. (Figura 9.9). Os métodos de engenharia passiva consistem em reconstruir dunas e praias artificialmente (alimentação artificial com areia).



Figura 9.9 – Exemplos de obras de proteção costeira no Brasil. (Fonte: SOUZA et al., 2005.)

### Preservando nossas praias

O geólogo e oceanógrafo Orrin Pilkey, da Universidade de Duke, faz parte do grupo de cientistas de ponta preocupados em salvar nossas praias e proibir a ocupação imobiliária dos litorais em linhas de costa frágeis. Muitas casas construídas nas linhas praias, atingidas por ondas, poderiam ser protegidas pela construção de muros de concreto, molhes e outras barreiras apropriadas para evitar a ação das ondas sobre as propriedades. Por outro lado, essas estruturas destruiriam a praia. Pilkey, um notório pesquisador de processos costeiros, é um defensor das praias das Carolinas (EUA), que foram submetidas a pesadas pressões de empreendimentos comerciais. Conhecendo como o sistema da praia funciona, ele acredita que não se deve tentar interferir nos processos naturais que permitem que as praias permaneçam em equilíbrio dinâmico com as ondas e as correntes.

Os humanos estão alterando esse equilíbrio cada vez mais pela construção de cabanas na costa; pela pavimentação de estacionamentos nas praias; e por meio da construção de molhes, pontais, píers e quebra-ondas. A consequência dessas construções efetuadas com pouco conhecimento é o encolhimento das praias num lugar e a expansão em outro. O exemplo clássico é a ponta de contenção construída na costa em ângulo reto com a mesma. Nos meses e anos subsequentes, a areia da praia desaparece em um lado da ponta e a praia expande-se no outro. À medida que os proprietários e os construtores processam uns aos outros e os governos estatais, os advogados introduzem nas cortes de justiça o tema dos “direitos da areia”, ou seja, o direito da praia de ter a areia que ela naturalmente conteria.

PRESS et al, 2006

## CONCLUSÃO

As praias, que estão ancoradas nas planícies costeiras, são caracterizadas por freqüentes mudanças morfológicas, que agem dissipando a energia incidente e protegendo a terra contra a ação erosiva do mar. Quando neste ambiente o processo de transporte de sedimento é alterado ocorrem desequilíbrios no balanço sedimentar das praias e, conseqüentemente, na estabilidade da linha de costa, gerando perdas por erosão.

O critério morfodinâmico considera a capacidade de mobilização dos sedimentos do fundo marinho por ação das ondas, seu deslocamento ao longo de um perfil perpendicular à costa e a resposta morfológica da porção emersa do litoral.



## RESUMO

Para um melhor entendimento das praias oceânicas buscou-se definições de diferentes autores, bem como a sua zonação morfológica e hidrodinâmica.

Os fatores atuantes na caracterização e mobilidade praial – ondas, marés e correntes – foram abordados, bem como o estado modal.

O estudo da erosão costeira contemplou o balanço sedimentar das praias, e os indicadores de erosão costeira.



## AUTOAVALIAÇÃO

1. Como a interferência humana afeta algumas praias?
2. Indique, fazendo comentários, a zonação hidrodinâmica das praias.
3. Quais os argumentos presentes no texto que revelam a elevação do nível do mar nas zonas costeiras?



## PRÓXIMA AULA

Na próxima aula finalizaremos os conteúdos da disciplina Geomorfologia Costeira com diferentes classificações das costas.

## REFERÊNCIAS

- ALBINO, J. Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga à Povoação(ES). **Tese de Doutorado em Ciências**. São Paulo, 1999.
- DAVIES, R. A. **Coastal Sedimentary Enviroments**. 2 nd Ed. USA: Halliday Lithograph, 1985.
- HOFFEL, Fernanda Gemael. **Morfodinâmica das praias arenosas oceânicas**: uma revisão bibliográfica. Itajaí: Editora da Univali, 1998.
- LABOREL, J. Les perlements des madreporaires des cotes tropicales du Brésil. **Annales de l'Université d'Abidjan**, Série E-II, Fascicule 3, p. 1-260, 1969.

- MUEHE, Dieter. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, J.T.; CUNHA, S.B. da (orgs). **Geomorfologia**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1998.
- PRESS, Frank.... [et al]. **Para entender a Terra**. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- SOUZA, C.R.G. As células de deriva litorânea e a erosão nas praias do Estado de São Paulo. São Paulo. 174p. 2v. **Tese** (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1997.
- SOUZA, C.R.G.; suguio, k. The coastal erosion risk zoning and the São Paulo Plan for coastal Management. **Journal of Coastal Research Special Issue** 35, p. 530-547, 2003.
- SOUZA, Célia Regina de Gouveia et al. **Praias arenosas e erosão costeira**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2005.
- SUGUIO, Kenitiro. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Editora Edgard Blucher. LTDA, 2003.
- SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- SHORT, A.D.; WRIGHT, L.D. Physical variability of sand beaches. In: **Sandy beaches as ecosystems: 1 st International Symposium on Sandy Beaches**, South África: Melachlan, A.; Erasmus, T. (ed), p. 17-21, 1983.
- SHORT, A.D.; Rip-current tupe spacing and persistence, Narabeen Beach, Austrália. **Marine Geology**, v.65, p.47-71, 1985.
- KING, Lester C.A. a Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v.18 p. 147-266, 1956.
- KOMAR, P.D. **Beach. Processes and sedimentation**. Prentice – Hall. Inc., Englewood Cliffs, New Jesey, 429, 1976.