

# Aula 3

## GEOMORFOLOGIA COSTEIRA

### **META**

Apresentar uma visão geral da Geomorfologia Costeira visando o entendimento da interferência de processos marinhos e subaéreos, atuais e pretéritos, e as formas de relevo derivadas.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- entender a complexidade da Geomorfologia Costeira;
- saber explicar os fatores responsáveis pela morfogênese litorânea;
- caracterizar as forças marinhas atuantes na zona costeira;
- e comparar as diferentes nomenclaturas descritivas do perfil litorâneo.

**Aracy Losano Fontes**

## INTRODUÇÃO

Na aula anterior consideramos a morfologia submarina. Agora, restringiremos nossa discussão à zona costeira.

A Geomorfologia Costeira, área de conhecimento das Geociências, preocupa-se em estudar as paisagens resultantes da morfogênese marinha, na zona de contato entre as terras e os mares. Mais do que qualquer outro sistema físico, o ambiente costeiro caracteriza-se pelas mudanças têmporo-espaciais que resultam numa variedade de feições geomorfológicas. Esse grande dinamismo costeiro é resultante da complexa interação de processos deposicionais e erosivos relacionados com as forçantes – ondas, marés e correntes litorâneas –, além de influências antrópicas (ROSSETTI, 2008).

A complexidade da Geomorfologia Costeira deve-se a interferência de processos marinhos e subaéreos sobre estruturas e litologias muito variadas e ao fato de que seu estudo não se restringe apenas à parcela territorial atualmente sob a influência da morfogênese marinha, pois inclui toda a zona que foi afetada por tais processos, em virtude dos movimentos relativos do nível das terras e das águas no decorrer do passado geológico recente (CHRISTOFOLETTI, 1980). Neste contexto acha-se fortemente vinculada à Geologia do Quaternário.

## TERMINOLOGIAS DE FEIÇÕES COSTEIRAS

A costa é definida por Suguio (1992) como uma faixa de terra de largura variável que se estende da linha de praia (shoreline) para o interior do continente até as primeiras mudanças significativas nas feições fisiográficas (Figura 3.1). A linha de costa (coastline) geralmente é considerada como o limite terrestre da zona intertidal maior e independente da oscilação das marés.

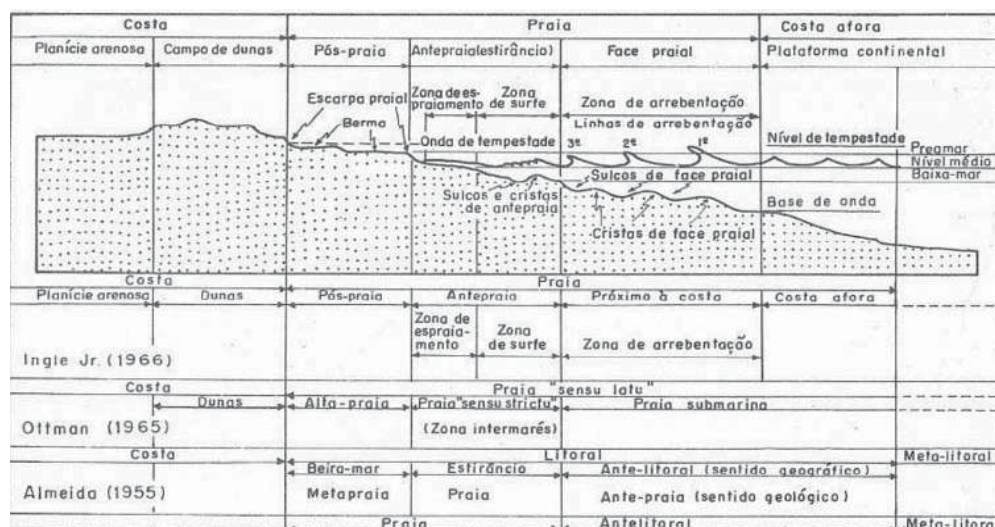


Figura 3.1 – Terminologia para designação de várias partes constituintes das zonas costeiras em confronto com os modelos de outros autores. (Fonte: SUGUIO, 1992.)

A designação de pós-praia, estirâncio, beira mar, metapraia, alta-praia, face praial, anta-praia, ante-litoral e meta-litoral são utilizadas para várias partes constituintes das zonas costeiras por Bigarella et al. (1966), Almeida (1955), Ottman (1965) e Ingle Ir (1966), citado por Suguio (1992). Ocorre certa confusão dessas nomenclaturas, nas literaturas geocientíficas em inglês e em português.

## ZONAS E ELEMENTOS MORFOLÓGICOS DE UMA PRAIA

A figura 3.2 apresenta as principais zonas e elementos morfológicos de uma praia arenosa.

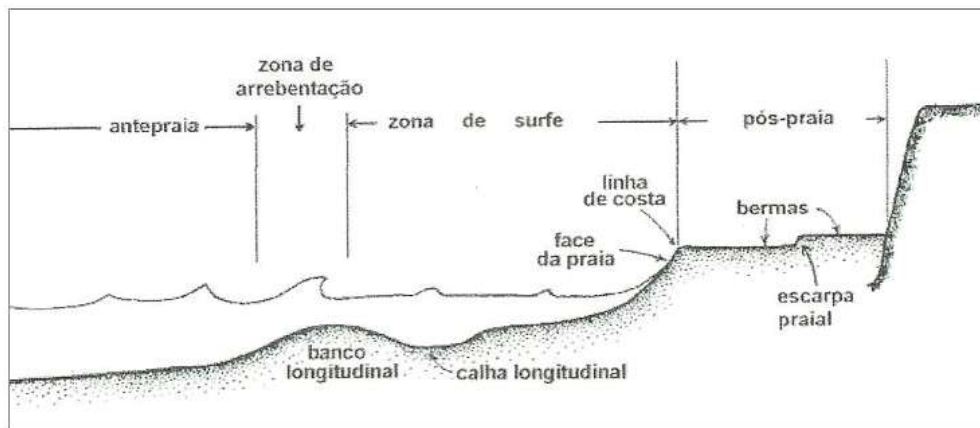


Figura 3.2 – Zonas e elementos morfológicos de uma praia arenosa.  
(Fonte: KOMAR, 1983.)

- Pós-praia: porção superior da praia, localizada fora do alcance normal das ondas e marés, onde normalmente observa-se o desenvolvimento de vegetação;
- Escarpa Praial: entalhe abrupto encontrado no perfil praial originado por erosão pelas ondas. A escarpa pode estar localizada na parte mais alta da face da praia quando a erosão está em curso, ou na parte protegida da ação das ondas atuais devido a antigos episódios de erosão;
- Berma: feição do pós-praia com um leve mergulho para o continente, formada pela sedimentação por ação de ondas acima da linha de preamar média;
- Linha de Costa: corresponde à linha de demarcação entre as águas (maré mais alta) e as terras, variando com os movimentos das marés. Tecnicamente é a linha que forma o limite entre a costa e a praia;
- Face da Praia: é a zona da praia que é continuamente lavada pela ação das ondas e marés;
- Zona de Surfe: zona situada entre o limite externo da arrebatamento e o limite de espraiamento das ondas, onde estas dissipam sua energia;

- Calha Longitudinal: depressão alongada estendendo-se paralelamente à linha de costa, normalmente localizada na zona de surfe;
- Banco Longitudinal: barra de sedimentos disposta paralelamente à linha de costa. Esta barra pode ficar exposta durante as marés baixas ou ficar submersa na zona de surfe;
- Zona de Arrebentação: faixa normalmente estreita onde as ondas se arrebentam na zona de surfe;
- Antepraia: zona situada costa-afora, atrás da zona de arrebentação, onde o fundo é continuamente movimentado pela ação de ondas oceânicas.

### NOMENCLATURA DESCRITIVA DO PERFIL LITORÂNEO

A linha de costa demarca o contato entre as águas e as terras, variando com os movimentos das marés entre os limites da zona intertidal. Tecnicamente é a linha que forma o limite entre a costa e a praia. A zona sublitorânea interna (nearshore), estende-se entre a linha do litoral de baixamar e a de arrebentação de ondas e a zona sublitorânea externa (offshore) estende-se da linha de arrebentação em direção das águas mais profundas (Figura 3.3).

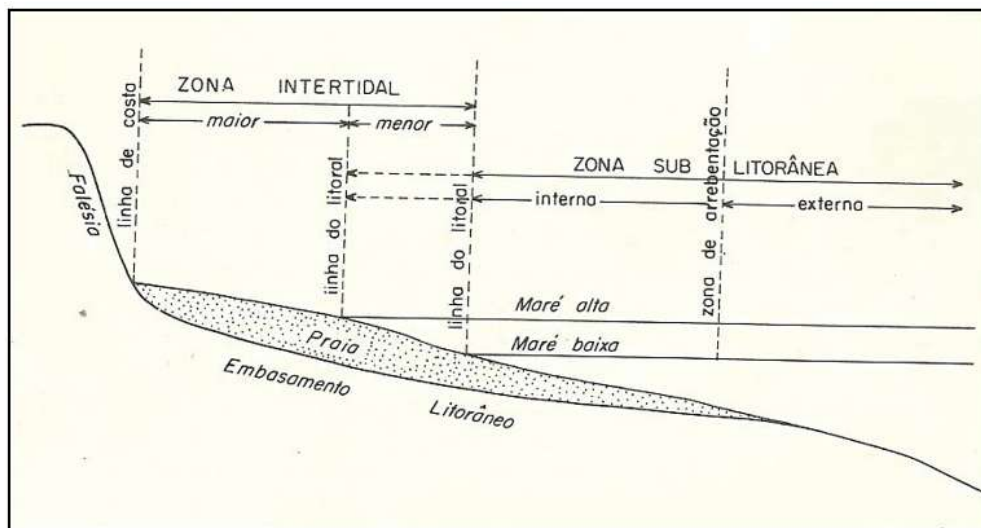


Figura 3.3 – Nomenclatura descritiva do perfil litorâneo.  
(Fonte: Christofolletti, 1980)

Entre o nível normal da maré baixa e o da efetiva ação das ondas nas marés altas estende-se a zona intertidal (shore), que pode ser subdividida em zona intertidal menor (foreshore), exposta durante a maré baixa e submersa no decorrer da maré alta, e a zona intertidal maior (backshore), que se estende acima do nível normal da maré alta, inundando-se com as marés altas excepcionais ou pelas ondas de tempestades.

- Zona intertidal maior = pós-praia = backshore.
- Zona intertidal menor = estirâncio = foreshore.
- Zona sublitorânea externa = ante-praia = offshore
- Zona sublitorânea interna = nearshore

## OS FATORES RESPONSÁVEIS PELA MORFOGÊNESE LITORÂNEA

As costas, amplas regiões onde a terra encontra o mar, apresentam contrastes marcantes da paisagem decorrentes dos condicionantes geológicos, climáticos, bióticos e oceanográficos. Assim, diferentes padrões de formas de relevo se distribuem e se agrupam, constituindo distintas paisagens costeiras.

Os condicionantes geológicos, relacionados com a estrutura e litologia, são observados nas costas com afloramento em que as falésias rochosas chegam ao mar (Figura 3.4). Muitas vezes, as falésias das costas rochosas estão relacionadas com os lineamentos estruturais como falhas e diáclases resultantes de diversas fases de dobramento de fundo e eventos tectônicos que marcaram a história geológica da região ou a outras estruturas como xistosidade, acamamento, etc.



Figura 3.4 – Torres (basalto sobre arenito). Rio Grande do Sul.  
(Fonte: Arquivo da autora.)

As estruturas menores também possuem importância devido a resistência que as rochas podem oferecer ao ataque dos processos litorâneos. Assim, as falésias esculpidas em rochas cristalinas, com poucas diáclases ou juntas,

oferecem elevada resistência ao intemperismo e às ondas. Por outro lado uma rocha resistente, mas com muitos planos de fraqueza é erodida mais facilmente, originando formas menores como cavernas, arcos e entalhes de solapamento (Figura 3.5).



Figura 3.5 – Torres. Rio Grande do Sul.  
(Fonte: Arquivo da autora)

Além disso, a zona costeira está sujeita à influência de fluxos de sedimentos advindos do sistema fluvial, que interagem diretamente com os processos litorâneos, produzindo uma grande diversidade de ambientes deposicionais e, conseqüentemente, de feições geomorfológicas (ROSSETTI, 2008). Todas as rochas, mesmo aquelas que, por serem muito duras, parecem indestrutíveis, também podem enfraquecer-se e esfacelar-se quando expostas ao intemperismo, mas a maneira e a taxa em que isso ocorre é variável.

O clima é um dos fatores que controla a desintegração e a decomposição dos afloramentos rochosos através dos processos físicos, químicos e biológicos de meteorização, repercutindo na qualidade e granulometria dos materiais a serem fornecidos ao remanejamento marinho.

O papel do clima, que se expressa na variação sazonal da temperatura e na distribuição das chuvas, é preponderante na determinação do tipo e eficácia do intemperismo, que é mais pronunciado nos trópicos úmidos, onde a alteração é intensa, afetando todos os minerais alteráveis ao mesmo tempo, propiciando o abastecimento de sedimentos de granulometria fina e escassez de fragmentos grosseiros, quer no ataque direto das falésias quer pela carga detrítica transportada pelos rios.

Nas regiões de clima frio a gelivação, ou seja, o trabalho realizado pelo gelo e degelo, fragmentando as rochas, em função do período sazonal,

favorece à presença de fragmentos rochosos de tamanho variado, desde grânulo até matacão, que são dominantes nos depósitos formados diretamente pelas geleiras.

A ação dos ventos constitui-se um elemento importante da morfogênese litorânea. Através desse fenômeno atmosférico, partículas de areia e poeira são transportadas e posteriormente depositadas formando as dunas costeiras, bem como participando de outros processos da dinâmica costeira como na geração de ondas e correntes que associadas às marés, estabelecem o padrão de circulação das águas marinhas das zonas litorâneas e sublitorâneas.

O condicionante biótico é influenciado pelas condições climáticas, que estabelecem os limites responsáveis pela presença de determinados organismos como os corais e os organismos responsáveis pela sua edificação – hexacorais, hermatípicos, hidrocorais, algas calcárias e biozoários, (MENDES, 1984). Restringe-se o ambiente de recife de coral aos sítios de mares tropicais que oferecem condições favoráveis à vida de organismos coloniais de águas rasas, construtores de edifícios calcários com a forma de elevações mais ou menos retilíneas ou circulares, que protegem a linha de costa dos processos erosivos. Da mesma forma, os manguezais, que fazem parte da zona intermarés, desenvolvem-se em costas de clima tropical e os vegetais característicos são: Rhizophora mangle, Avicennia schaueriana e Laguncularia racemosa. Esse ambiente pode ocorrer em associação com ambientes estuarinos, lagunares ou deltaicos (deltas dominados pela influência das marés), Figura 3.6.



Figura 3.6 – Ecossistema manguezal no estuário do rio Sergipe.  
(Fonte: Arquivo da autora.)

Recifes de coral e manguezais apresentam sobretudo, conseqüências protetoras e construtivas da zona costeira.

O condicionante oceanográfico relaciona-se com a salinidade, propriedade física da água muito importante na Oceanografia. Águas próximas à linha costeira possuem salinidade que variam de baixa, devido à diluição por águas de rios, a alta, devido a intensa evaporação em climas áridos.

O sal da água do mar tem poder corrosivo e compressivo, quando da sua cristalização, atuando como processo de desintegração física. Quando a cristalização ocorre em fendas, estas tendem a ser aumentadas, graças ao esforço de crescimento dos cristais.

A repetição secular deste processo faz com que as rochas se desagreguem lentamente.

Em certas regiões do litoral a desagregação é produzida pela cristalização do sal existente nas gotículas de água do mar, que são levadas pelo vento, em grande quantidade, da zona de arrebentação das ondas. Por outro lado, a salinidade condiciona ambientes ecológicos distintos, possuidores de flora e fauna específicas, que influenciam nos processos de meteorização, transporte e deposição dos sedimentos ao longo da faixa costeira.

### **AS FORÇAS MARINHAS ATUANTES NO LITORAL**

O entendimento sobre o comportamento da dinâmica costeira requer um conhecimento dos processos modeladores da paisagem costeira, cujos registros estão materializados na forma de depósitos ou feições erosivas. Os processos morfodinâmicos que atuam na linha de costa, representados por ações naturais físicas, são basicamente gerados pela ação das ondas, correntes costeiras e marés.

#### Clima de ondas

As ondas constituem um dos processos marinhos mais efetivos no selecionamento e redistribuição dos sedimentos depositados nas regiões costeiras e plataforma continental interna contribuindo para orientar a alocação e o assentamento das atividades humanas e identificar áreas de instabilidade do relevo face a possibilidade de inserção antrópica.

A principal variável indutora dos processos costeiros de curto e médio prazos é o clima de ondas, responsável pelo transporte de sedimentos nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa. A energia das ondas e a intensidade e recorrência das tempestades comandam a dinâmica dos processos de erosão e acumulação na interface continente-oceano e fundo submarino. A morfologia resultante depende de fatores adicionais como tipo e disponibilidade de sedimentos, geologia, variação do nível relativo do mar e modificações geoidais (MUEHE, 1998).



As ondas, que representam o fator principal da dinâmica costeira, são ondulações superficiais da água produzidas pelos ventos soprando sobre o mar. Os caracteres das vagas dependem da velocidade e duração dos ventos, do comprimento e do rumo (fetch) e das particularidades hidrográficas da costa.

A maioria das ondas oceânicas, conhecidas como ondas de gravidade, são formadas pela ação do vento, que ao soprar sobre a superfície da água, forma pequenas ondas capilares.

Mantendo-se a ação do vento, estas pequenas rugosidades da superfície da água se somam para produzirem em ondas maiores. Uma vez geradas, as ondas mantêm sua trajetória mesmo depois de cessada a influência do vento.

Os principais parâmetros de uma onda são (Figura 3.7):

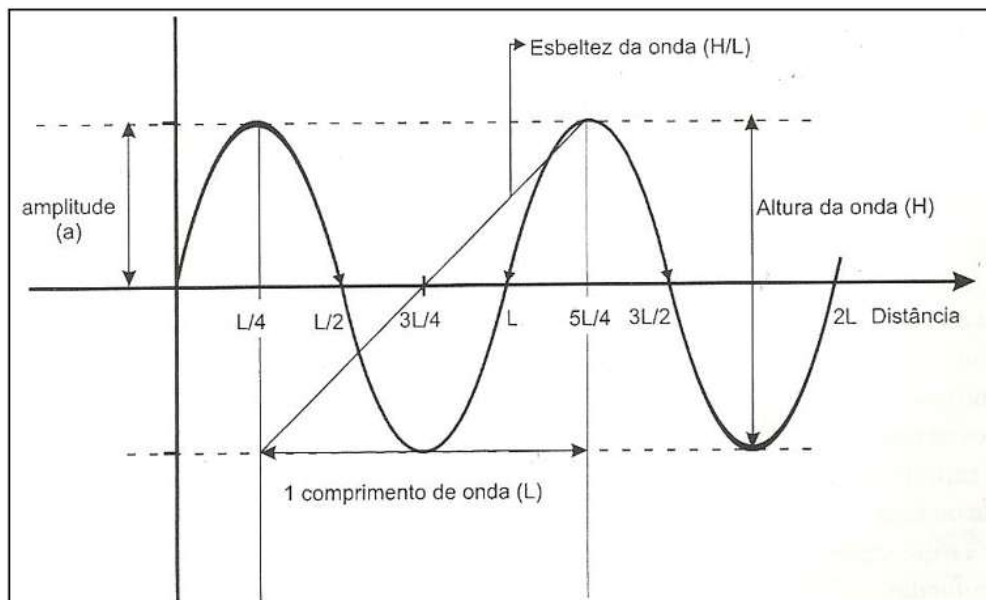


Figura 3.7 – Principais parâmetros de um perfil ideal de uma onda.  
(Fonte: SILVA, et al., 2004.)

- comprimento de onda, ou seja, distância horizontal entre duas cristas ou duas cavas sucessivas;
- altura da onda, representada pela distância vertical entre a crista e a base do vale da onda. Determina a energia potencial da onda, enquanto o movimento das partículas individuais de água, quando a onda passa, é a medida da energia cinética da onda. A altura da onda aumenta com a diminuição do comprimento;
- amplitude da onda – distância vertical máxima da superfície do mar a partir do nível da água em repouso. Equivale a metade da altura da onda;
- crista da onda – porção mais superior da onda; e
- vale da onda – depressão entre duas cristas.

A velocidade da onda, é função de seu comprimento pois, quanto maior este parâmetro, maior a sua velocidade. Um grupo ou trem de ondas viaja na metade da velocidade das ondas individuais, pois as ondas que estão à frente do trem de ondas perdem energia quando elevam a superfície da água, desaparecendo e sendo repostas por ondas que vêm atrás.

Em águas profundas, ou seja, maiores que a metade do comprimento de onda, o trem de ondas viaja na metade da velocidade das ondas individuais.

Fora da área de ação do vento, as ondas são denominadas de mergulho ou swell. Em seu percurso, sofrem modificações em seus parâmetros (altura e comprimento de onda) e velocidade de propagação, em função das modificações da profundidade do fundo submarino. Um fenômeno interessante são os tsunamis, que são ondas geradas por movimentos tectônicos.

### Tsunami

Onda de grande período e pequena amplitude, produzida por terremoto ou erupção vulcânica submarina, que pode viajar milhares de quilômetros. Esta onda embora possua comprimento de onda de 160 a 200 km, apresenta amplitude inferior a 1 m e o seu efeito devastador advém da enorme velocidade de propagação que em mares profundos, pode atingir 700 a 900 km/h. Quanto mais superficial for um terremoto, maior será a transferência de energia ao tsunami.

SUGUIO, 1998

## ZONA DE ARREBENTANÇA DAS ONDAS

Nas proximidades das praias, as ondas não encontram profundidades de águas suficientes para o seu avanço e sofrem arrebenção, fenômeno que é acompanhado pela liberação de muita energia que será, em parte, utilizada

para colocar os sedimentos em suspensão e para gerar correntes costeiras.

A zona de arrebenção (Figura 3.8) é a porção do perfil praiial caracterizada pela ocorrência deste processo que representa o modo de dissipação energética da onda sobre a praia. A altura da arrebenção sempre será limitada pela profundidade.

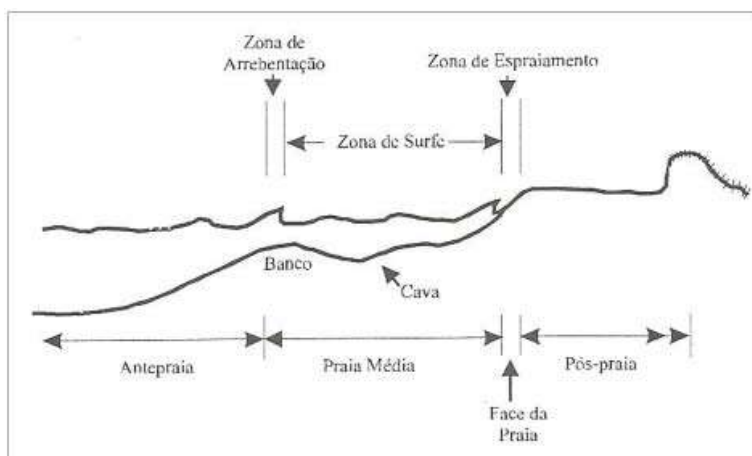


Figura 3.8 – Zonagem hidrodinâmica e morfológica numa praia oceânica. (Fonte: HOEFEL, 1998.)

Segundo a classificação proposta por Galvin (1968), citado por Hoefel (1998) dependendo da declividade da praia, da altura e do comprimento de onda, as ondas podem quebrar basicamente de quatro formas (Figura 3.9):

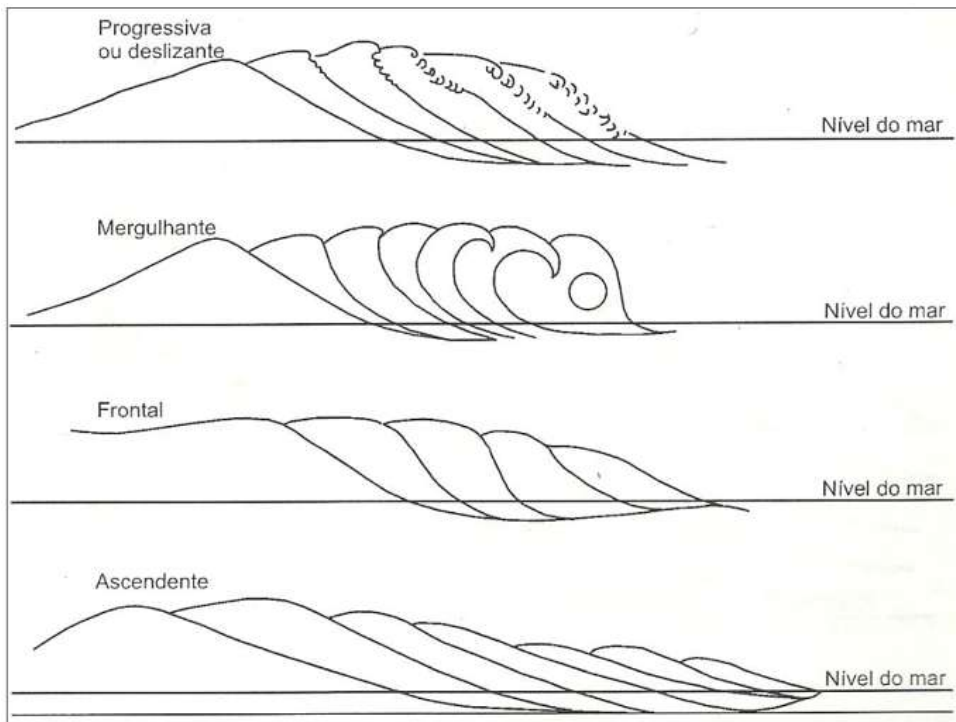


Figura 3.9 – Principais formas de arrebentação das costas.  
(Fonte: SILVA, et al., 2004.)

- a) Progressiva ou deslizante (spilling breaker) – ocorre em praias de baixa declividade (inferior a 3%), nas quais a onda gradualmente empina-se para deslizar pelo perfil, dissipando sua energia através de uma larga faixa.
- b) Mergulhante (phunging breaker) – ocorre em praias de declividade moderada a alta (3 a 11°). A onda empina-se abruptamente ao aproximar-se da costa e quebra violentamente formando um tubo, dissipando sua energia sobre uma pequena porção do perfil, através de um vórtice de alta turbulência.
- c) Ascendente (surging breaker) – ocorre em praias de declividade tão alta que a onda não chega a quebrar, ascendendo sobre a face praial e interagindo com o refluxo das ondas anteriores.
- d) Frontal (collapsing) – ocorre em praias de declividade abrupta, sendo considerado um tipo intermediário entre o mergulhante e o ascendente.

Ondas incidentes de águas profundas passam a ser modificadas pelo fundo quando a razão entre a profundidade local e o seu comprimento ( $h/L$ ) torna-se menor que  $\frac{1}{2}$ .

### MODIFICAÇÕES DE ONDAS EM ÁGUAS RASAS

As ondas, ao atingirem águas rasas sofrem fenômenos físicos que governam a sua propagação, que são: reflexão, refração e difração (SILVA, et al., 2004). Estes fenômenos resultam no estabelecimento de padrões de circulação costeira, fundamentais no transporte de sedimentos próximo à costa.

a) Reflexão – ocorre quando a onda chega nas praias com gradientes elevados, ou quando atinge costões rochosos, falésias ou estruturas artificiais, com muros, e paredes de sustentação de obras costeiras (envocamentos, molhes, etc.) Figura 3.10.



Figura 3.10 – Reflexão das ondas. Espanha.  
(Fonte: Arquivo da autora.)

b) Refração – ocorre em função da interferência da onda com o fundo submarino, podendo ocorrer:

As linhas paralelas do sistema de ondas em movimento, ao encontrarem o esporão submarino terão seus movimentos retardados pelo atrito do fundo. A frente de onda torna-se côncava para a terra e a energia da onda converge para a ponta rochosa emersa (Figura 3.11).

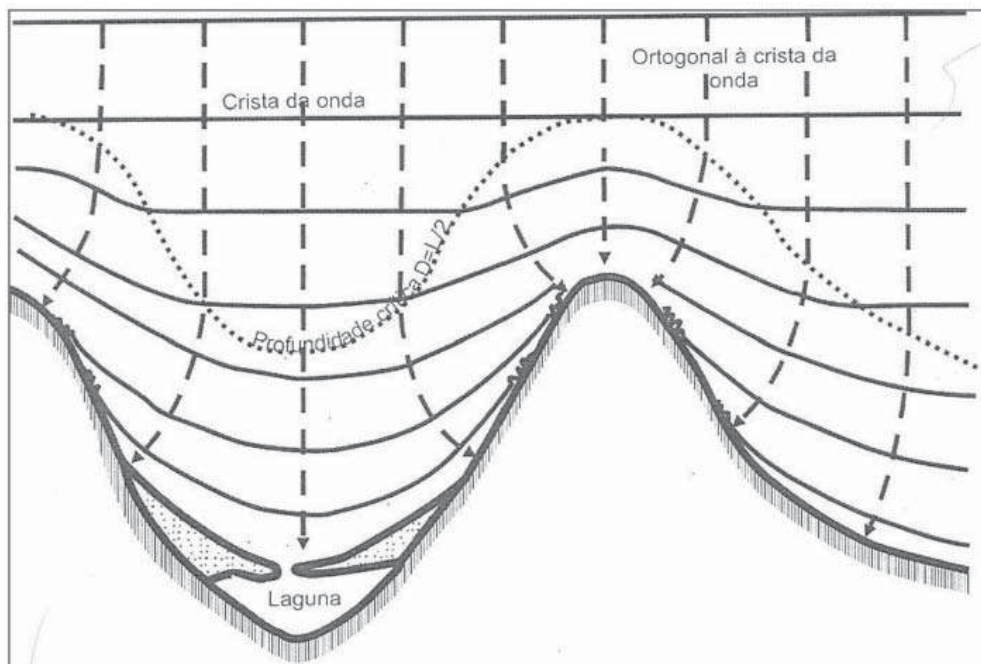


Figura 3.11 – Padrão de refração das ondas em um litoral recortado.  
(Fonte: SILVA, et al., 2004.)

Sistema de ondas aproxima-se da costa sobre uma depressão ou vale submarino, a frente da onda torna-se convexa para a terra e a energia diverge do eixo do vale submarino.

Com base na refração das ondas pode-se fazer três generalizações:

- As saliências iniciais da costa para o mar num litoral recortado (vales e promontórios) tendem a se erodir mais rapidamente do que as enseadas adjacentes, ou seja, existe uma concentração de energia e maior erosão nas regiões protuberantes da costa e dispersão de energia, com conseqüente deposição nas reentrâncias.
- A refração das ondas tende a simplificação (retificação) de uma costa inicialmente irregular com a erosão das saliências; e
- A refração promove a formação de correntes longitudinais que fluem ao longo das costas, a partir das saliências, elevando o nível da água para as enseadas adjacentes;

c) Difração – ocorre quando a onda atinge um obstáculo, como um pontal rochoso ou uma quebra mar, estabelecendo uma onda circular que se propaga a partir da extremidade do obstáculo (Figura 3.12).

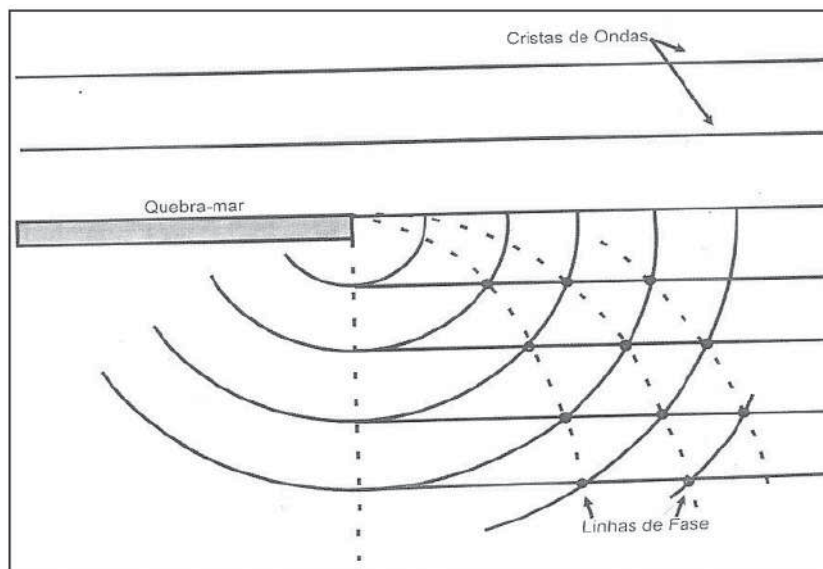


Figura 3.12 – Padrão de difração de ondas na extremidade de um quebra-mar.  
(Fonte: SILVA et al., 2004.)

## CORRENTES COSTEIRAS GERADAS PELAS ONDAS

Parte da energia dissipada pelas ondas incidentes na zona de surfe é transferida para a geração de correntes costeiras, causando modificações no relevo praial.

- Corrente de deriva litorânea (litoral drift) – as ondas aproximam-se da costa segundo um ângulo oblíquo formando uma corrente paralela à costa (longitudinal), entre a praia e a zona de arrebentação, definindo o processo conhecido como deriva litorânea em um padrão zig-zag (Figura 3.13). Esta corrente desenvolve-se melhor em costas retilíneas e longas. A interrupção da deriva litorânea com a construção de estruturas fixas, como espigões, causa retenção de sedimentos à montante do obstáculo e conseqüente déficit sedimentar à jusante, ocasionando erosão costeira.

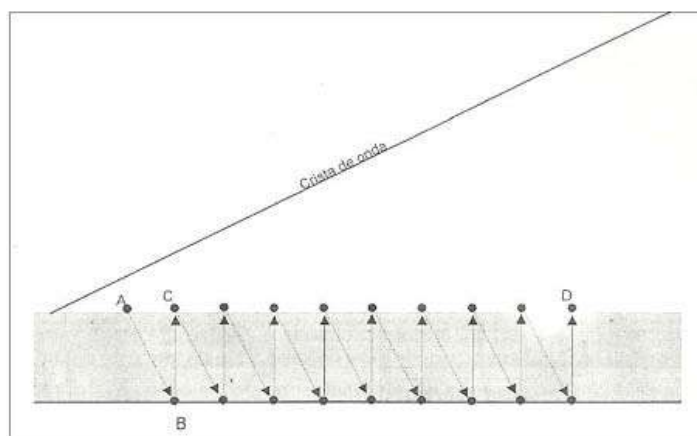


Figura 3.13 – Padrão de transporte em zig-zag.  
(Fonte: SILVA, et al., 2004.)

Nas praias interrompidas por obstáculos naturais ou artificiais os efeitos da deriva litorânea são visivelmente notados.

Em Sergipe, este problema ocorre no município de Barra dos Coqueiros com a construção do molhe na margem esquerda do rio Sergipe, que provocou a progradação artificial da praia de Atalaia Nova. A linha de costa avançou um máximo entre 760 e 900 metros e uma área aproximada de 470.000 m<sup>2</sup> (DOMINGUEZ, 2008). Junto ao píer do Terminal Portuário de Sergipe a linha de costa progradou artificialmente no mesmo período, um máximo de 260 m. Esta acumulação de sedimentos arenosos foi o resultado da construção do Terminal que alterou a hidrodinâmica das correntes costeiras e ondas na região, resultando a formação de um saliente. Uma área total de 346.000 m<sup>2</sup> foi acrescida neste trecho. Em contrapartida, o litoral ao sul (praia dos Artistas) sofre déficit de sedimentos, apresentando evidências de erosão e recuo acentuado.

- Correntes de retorno (rip currents) – são caracterizadas por fluxos estreitos, posicionados normal ou obliquamente em relação à costa, que atravessam a zona de surfe em direção ao mar (Figura 3.14). Alimentadas por correntes longitudinais nas proximidades da praia, tendem a extinguir-se logo após a zona de surfe em direção ao mar, formando células de circulação (HOEFEL, 1998). Dependendo da altura da arrebentação, atingem velocidades superiores a 1,5 m/s, representando riscos iminentes aos banhistas. Estas correntes são importantes agentes transportadores de sedimento na zona de surfe, gerando campos de velocidade efetivos na modificação do relevo praiar (3.14).

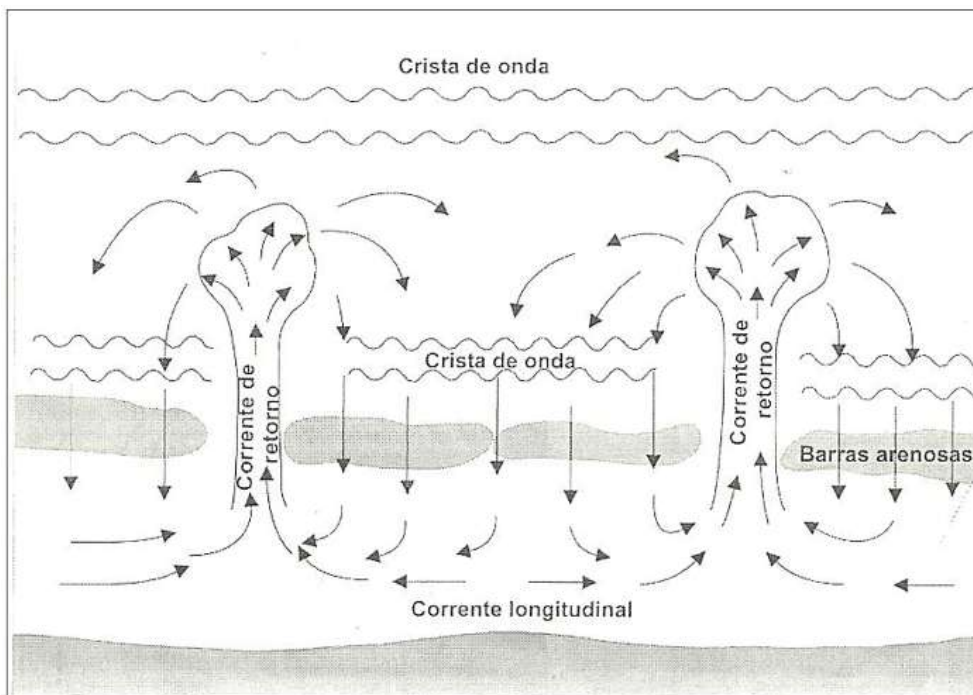


Figura 3.14 – Correntes longitudinais à costa e correntes de retorno perpendiculares ao litoral. (Fonte: SILVA, et al., 2004.)

- Correntes longitudinais ou paralelas (long-shore) – as ondas aproximam-se paralelamente à linha de costa, formando células de circulação costeira.

A refração das ondas promove a formação de correntes longitudinais que fluem ao longo das costas, a partir das saliências, onde a concentração das ondas eleva o nível da água para os eixos das enseadas adjacentes, de nível de água mais baixo. Essas correntes são responsáveis pelo transporte dos detritos provenientes da abrasão das pontas rochosas.

### Marés

As marés são formadas pela ação combinada de forças de atração gravitacional entre a Terra, Lua e Sol, e por forças centrífugas geradas pelos movimentos de rotação em torno do centro comum de massa do sistema Terra-Lua, que se localiza a 1.700 km abaixo da superfície da Terra (TUREKIAN, 1969).

Na face da Terra voltada para a Lua, a força gravitacional é maior do que a força centrífuga, enquanto na face oposta, a força centrífuga supera a atração gravitacional. As componentes resultantes destas forças produzem dois altos de maré, um na face da Terra voltada para a Lua e outro na face oposta. Desde que a Terra gira em torno de seu eixo, qualquer ponto em sua superfície passará duas vezes por um período de maré baixa e maré alta durante um dia lunar (24 h 50 minutos).

A diferença de 50 minutos do dia lunar em comparação com o dia solar (24 horas) explica a defasagem horária de 50 minutos a cada dia sucessivo dos picos de maré alta ou baixa de um determinado local. Assim, a maré em determinado ponto da costa, ocorrerá 50 minutos após o horário observado no dia anterior.

O efeito conjugado da atração gravitacional do Sol exerce modificações significativas na amplitude de maré, sendo responsável pelas variações observadas entre as marés de sizígia (spring tides), que ocorrem em períodos de lua nova ou lua cheia, quando os astros estão em conjunção e oposição, respectivamente, e as marés de quadratura (neap tides) que acontecem nas fases da Lua de Quarto Crescente ou Minguante (Figura 3.15). Um ciclo completo das marés ocorre num período de aproximadamente um mês (29,5 dias).



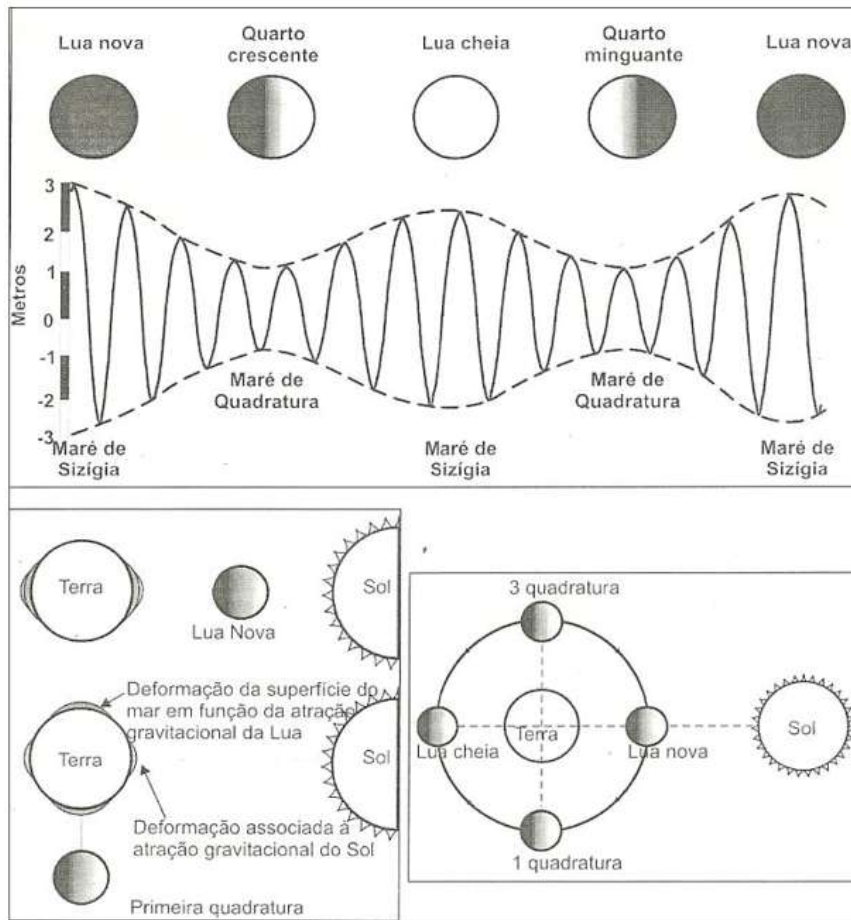


Figura 3.15 Ciclos de maré de sizígia e quadratura associados às fases de lua cheia, lua nova, quarto crescente e quarto minguante.  
(Fonte: Fonte: SILVA, et al., 2004.)

As marés podem ser classificadas em três tipos, reconhecidos pela frequência com que ocorrem a simetria de sua curva.

- maré diurna – quando ocorre uma preamar e uma baixa-mar aproximadamente iguais em cada dia lunar;
- maré semidiurna – ocorrem duas preamares e duas baixa-mares aproximadamente iguais em cada dia lunar; e
- maré mista – ocorrem duas preamares e duas baixa-mares com diferenças significativas de altura.

As alterações locais dos ciclos de marés envolvem a interação entre forma e dimensões das bacias oceânicas e o efeito da Força de Coriolis, que está relacionada com a rotação da Terra.

Nos estuários e baías ocorrem movimentos horizontais da coluna d'água, na forma de correntes de maré, resultantes do empilhamento e amplificação das marés oceânicas, ocorrendo em inundações periódicas das planícies de maré e dos manguezais.

As correntes de maré têm grande importância para o estudo dos ambientes de sedimentação costeira como as praias, barreiras arenosas, deltas, estuários e lagunas.

### CONCLUSÃO

Como ficou entendido, o estudo da Geomorfologia Costeira é muito complexo devido à participação de processos marinhos e subaéreos em estruturas e litologias muito variadas. Os processos morfogenéticos atuantes sobre as formas de relevo costeiro são controlados por vários fatores ambientais, como o geológico, o climático, o biótico e o oceanográfico, que variam de um setor a outro da costa, assim como na escala de variação temporal.

As ondas, as marés e as correntes costeiras constituem as principais forças atuantes na morfogênese litorânea. Em águas rasas as ondas sofrem mudanças de direção como reflexão, refração e difração, que resultam no estabelecimento de padrões de circulação costeira e, conseqüentemente, no transporte de sedimentos próximo à costa.

No perfil praias a zona de arrebentação representa o modo de dissipação energética da onda sobre a praia.



### RESUMO

O ambiente costeiro caracteriza-se pelas mudanças espaciais e temporais relacionadas com os fatores geológicos, climáticos, biológicos e oceanográficos que resultam numa variedade de feições geomorfológicas. Esse dinamismo costeiro resulta da interação de processos deposicionais e erosivos relacionados com a ação das ondas que podem sofrer arrebentação de forma progressiva, mergulhante, ascendente e frontal, além das correntes costeiras, marés e das influências antrópicas.

A caracterização geomorfológica dos ambientes costeiros, atuais e pretéritos, é de fundamental importância na reconstituição da evolução do modelado costeiro.



### AUTOAVALIAÇÃO

1. Faça uma pesquisa bibliográfica, em grupo, sobre a Geomorfologia Costeira do município de Aracaju e elabore um relatório sistematizado das conclusões apresentadas.
2. Relacione correntes de retorno e correntes longitudinais.
3. Estabeleça diferenças entre os tipos de arrebentação das ondas.
4. A seu ver, por que é importante estudar o modelado costeiro? Cite um caso que sirva para exemplificar a sua resposta.



## PRÓXIMA AULA

Na próxima aula estudaremos as planícies e lagunas costeiras que estão relacionadas com as variações do nível relativo do mar durante o Quaternário.

## REFERÊNCIAS

- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2 ed. 1980.
- HOEFEL, Fernanda Gemael. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. Itajaí: Editora da Univali, 1998.
- DOMINGUEZ, José Maria Landim. Análise do comportamento da linha de costa entre o porto de Sergipe e a Barra dos Coqueiros. **Relatório Técnico**, 2008
- MENDES, Josué Camargo. **Elementos de estratigrafia**. São Paulo: T.A. Queiroz Ed. da Universidade de São Paulo, 1984.
- MUEHE, Dieter. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, J.T.; CUNHA, S.B. da. (orgs) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- KOMAR, P. D. **Handbook of coastal processes and erosion**. Boca Raton: CRC Press, 1983.
- ROSSETTI, Dilce de Fátima. Ambientes costeiros. In: FLOREZANO, T. G. (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008
- SILVA, Cleverson Guizan. Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa. In: BAPTISTA NETO, J.A.; PONZI, V.R.A.; SICHEL, E.S.R (orgs). **Introdução à Geologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
- SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de Geologia Marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1992.
- TUREKIAN, Karl K. **Oceanos**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1969.