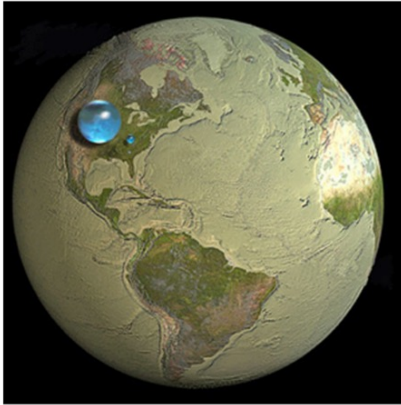
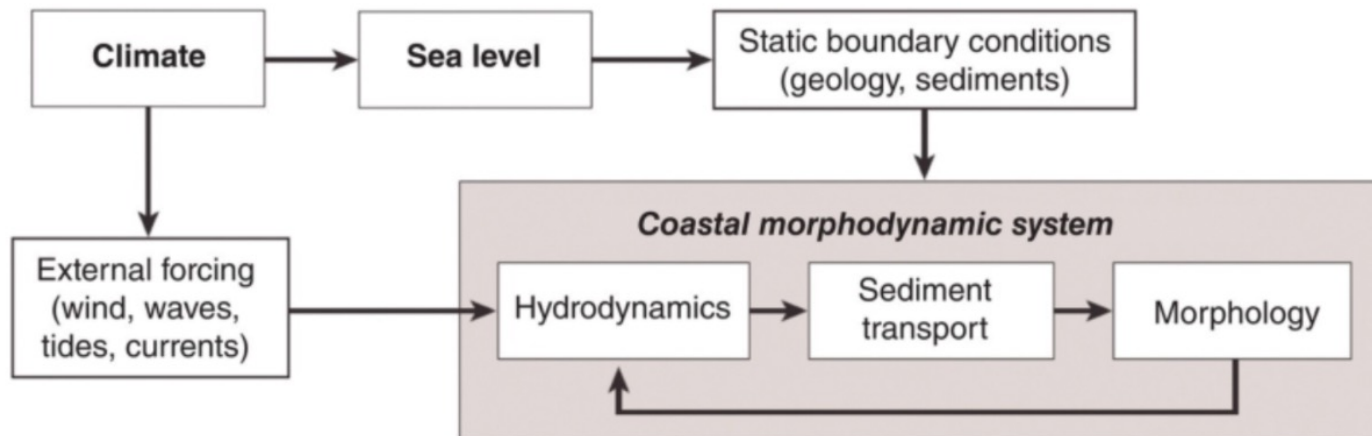


5: Forçantes / *Drivers*: Ondas e Marés



Medium-sized sphere = Earth's liquid fresh water in groundwater, swamp water, rivers, and lakes. Smallest sphere = fresh water in all the lakes and rivers on the planet. Image via Jack Cook/WHOI/USGS

COASTAL ENVIRONMENTS AND GLOBAL CHANGE



4.1- Forçantes Físicos

- São dois principais forçantes
- Derivados da energia solar e atração gravitacional
- São os gradientes nessas energias que movimentam os agentes forçantes

- Aquecimento solar da superfície – vento – ondas
- Alteração potencial gravitacional – marés



São forças celestiais, porém seus efeitos que podem ser afetados pela atividade humana

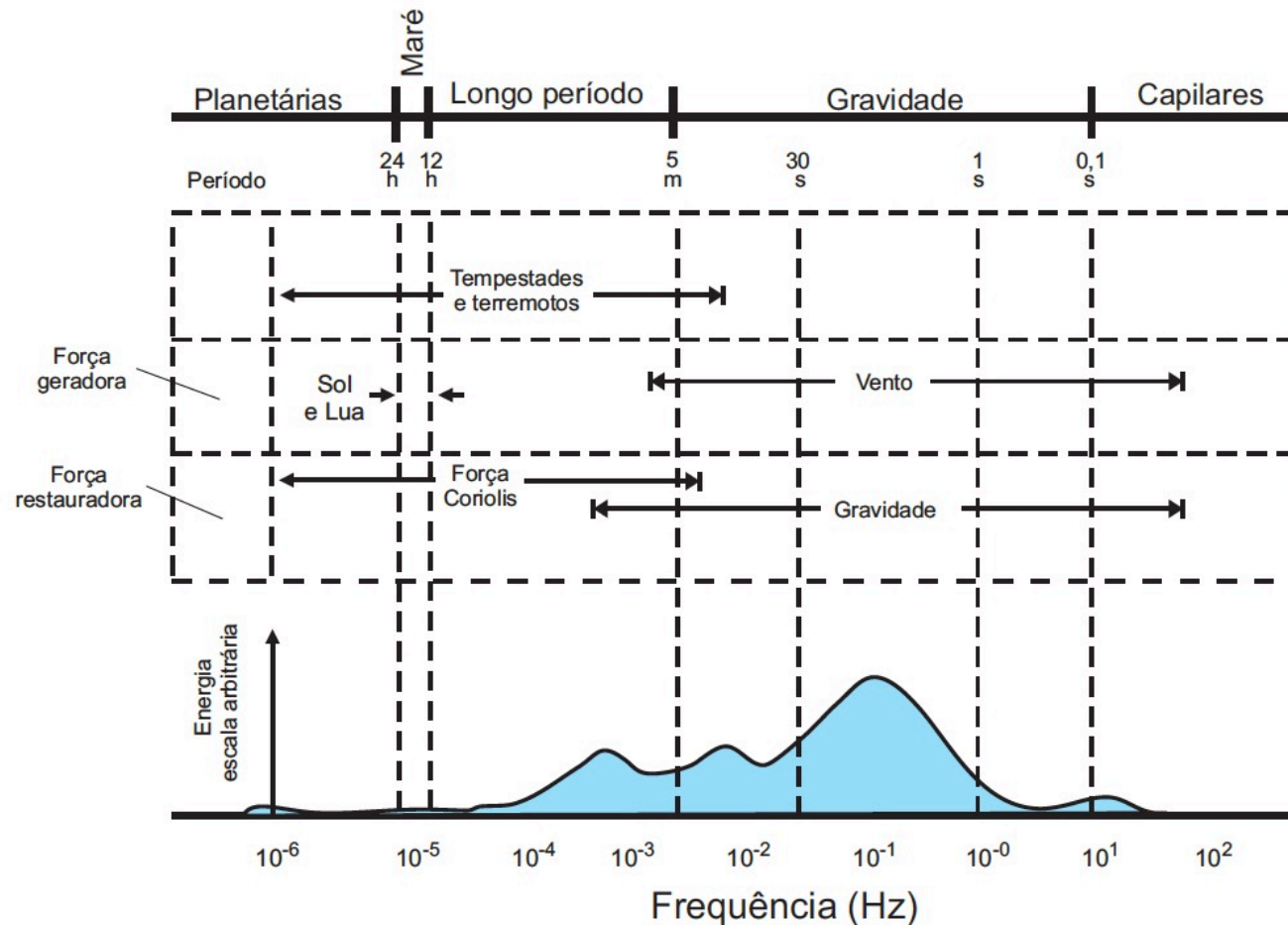
- Aspectos de onde e quando há aquecimento
- Morfologia da bacia, pelo menos em menor escala

4.2 - Ondas

- Importância e definições
- Ondas transportam energia em geral sem afetar permanentemente o ambiente em que viajam
- Ondas eletromagnéticas – sol
- Ondas sísmicas – terra



4.2.3 – Geração de Ondas



JORGE P. CASTELLO E LUIZ C. KRUG (ORG.)

Figura 8.1 Tipos de ondas de superfície, relacionando forças geradoras e restauradoras, período e variabilidade esquemática de energia com a frequência (Hz: ciclo por segundo).

[Fonte: KINSMAN, 1965].

- As ondas de interesse aqui são as chamadas ondas de gravidade geradas por ventos
- O vento gera um distúrbio – desloca o ponto de equilíbrio na superfície – Gera energia potencial – que é transformada em energia cinética para as partículas – radiando a energia
- A gravidade atua como fator restaurador

- O desequilíbrio (vento) gera potencial a gravidade restaura e movimento é transferido para as partículas próximas.
- Essas por sua vez saem do equilíbrio transferindo a energia adiante
- Ondas assim geradas viajando nos oceanos são consideradas não dissipativas, por isso alcançam longas distâncias.





Chile Tsunami

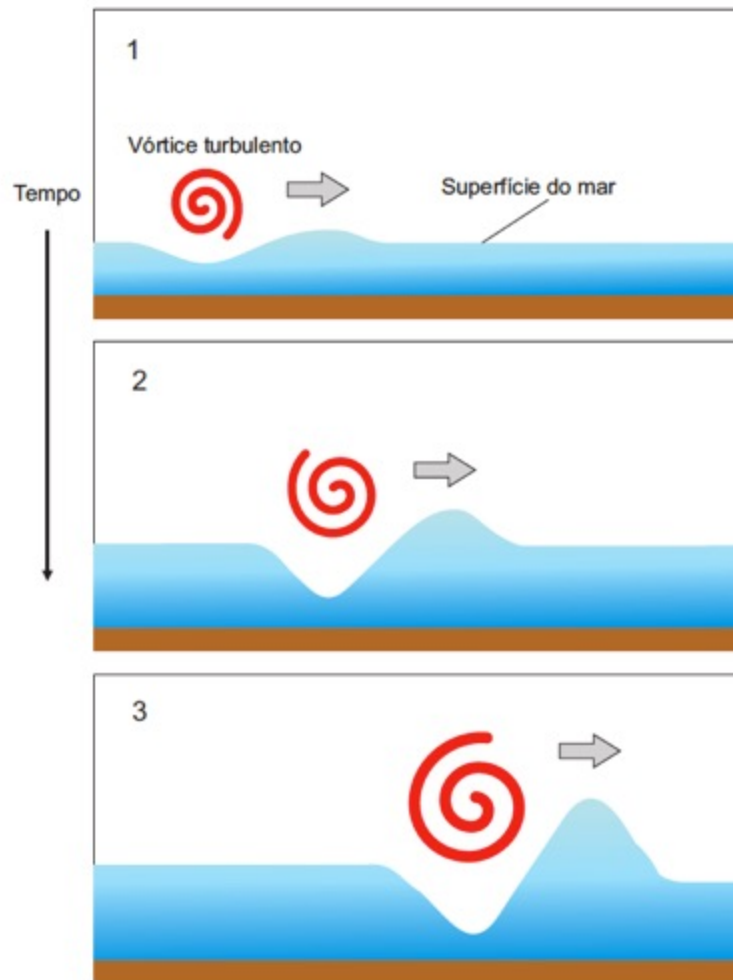
September 16, 2015



from the NOAA Center for Tsunami Research
NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory



NOAA research product, not an official forecast



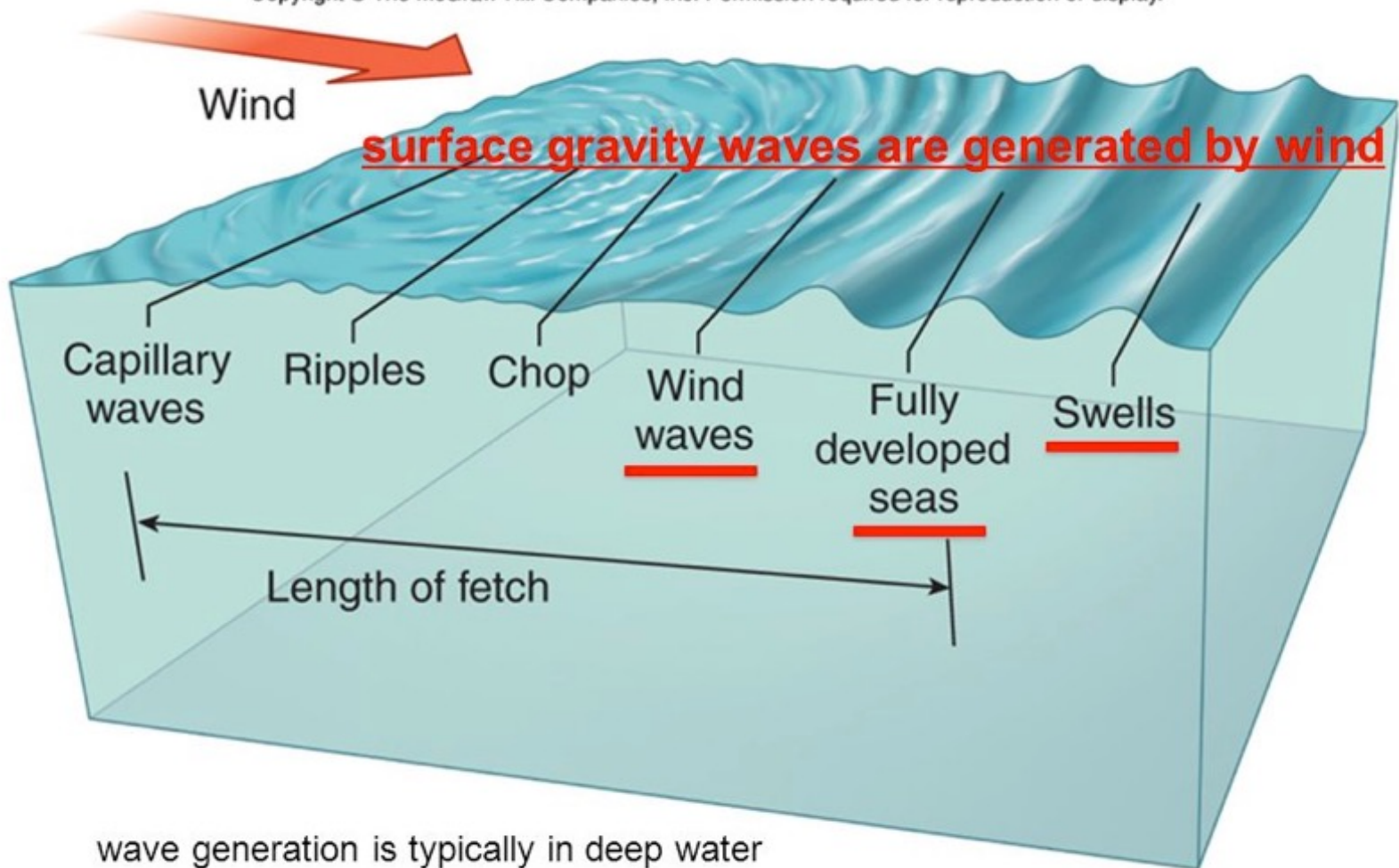
Com uma brisa, se formam ondas capilares. com o aumento do vento a força capilar é rompida e as ondas se tronam gravitacionais

A tendência, com o aumento da altura da onda.

Figura 8.4 Crescimento exponencial de uma onda. Os vórtices turbulentos aumentam de tamanho ao mesmo tempo em que as ondas se deslocam, promovendo o crescimento da onda em taxa crescente. [Fonte: BUTT e RUSSELL, 2008].

wave development and evolution

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



wave generation is typically in deep water

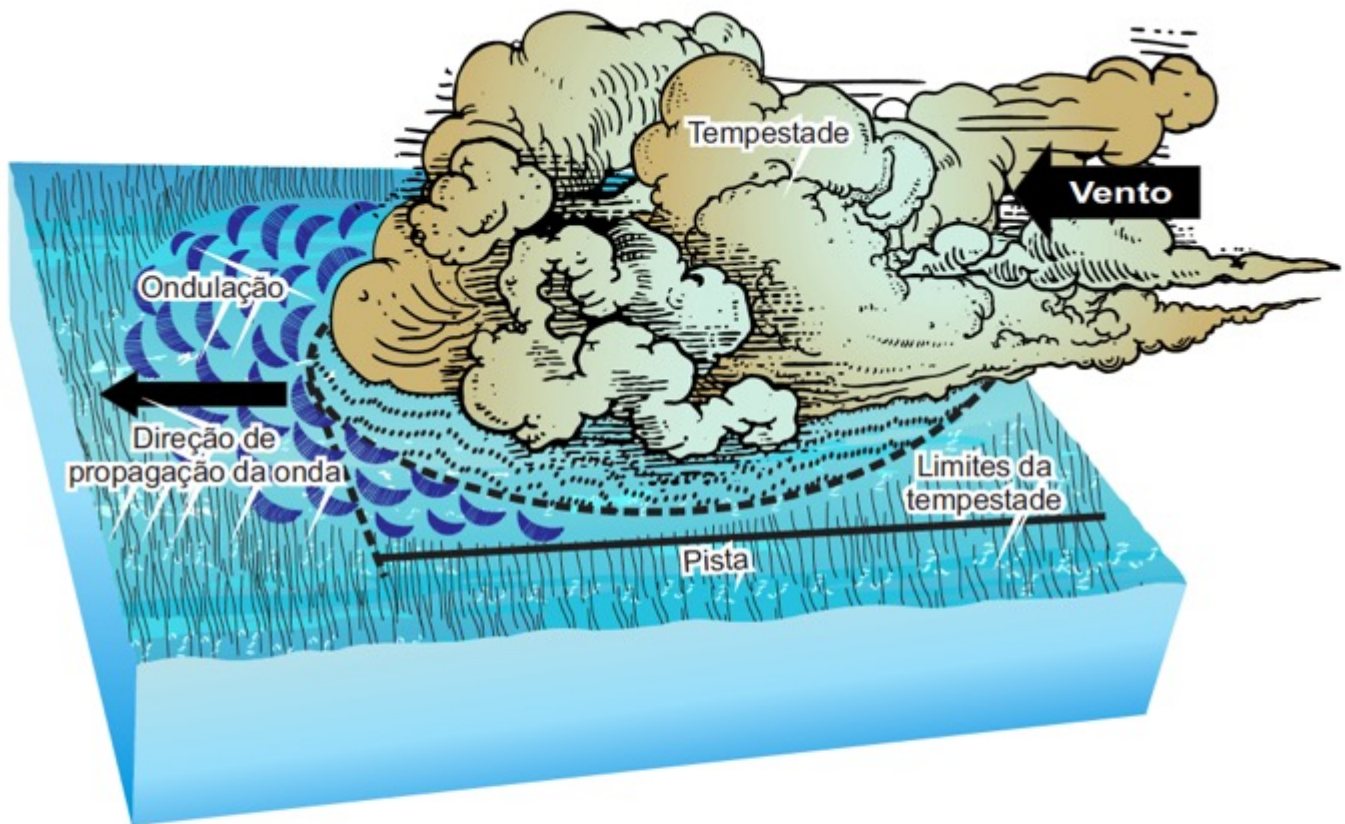


Figura 8.5 Desenho esquemático dos principais aspectos envolvidos na zona de geração de ondas pelo vento. [Fonte: KOMAR, 1997].

Tabela 8.1 A Escala Beaufort.

Grau	Designação	nós	km/h	m/s	Aspecto do mar	Efeitos em terra
0	Calmaria	<1	<2	<1	Espelhado	Fumaça sobe na vertical
1	Bafagem	1 a 3	2 a 6	1 a 2	Pequenas rugas na superfície do mar	Fumaça indica direção do vento
2	Aragem	4 a 6	7 a 11	2 a 3	Ligeira ondulação sem arrebentação	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	Fraco	7 a 10	13 a 19	4 a 5	Ondulação até 60 cm, com alguns carneiros	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam o vento
4	Moderado	11 a 16	20 a 30	6 a 8	Ondulação até 1,5m, carneiros frequentes	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	Fresco	17 a 21	31 a 39	9 a 11	Ondulação até 2,5m, muitos carneiros	Movimentação de árvores pequenas; superfície dos lagos ondula
6	Muito fresco	22 a 27	41 a 50	11 a 14	Ondas grandes até 3,5m, borrifos	Movem-se os ramos das árvores
7	Forte	28 a 33	52 a 61	14 a 17	Mar revolto até 4,5m com espuma e borrifos	Movem-se as grandes árvores; dificuldade de andar contra o vento
8	Muito forte	34 a 40	63 a 74	17 a 21	Mar revolto até 7,5m com arrebentação e faixas de espuma	Quebram-se galhos de árvores; circulação de pessoas difícil
9	Duro	41 a 47	76 a 87	21 a 24	Mar revolto até 9m; borrifos afetam visibilidade	Danos em árvores; impossível andar contra o vento
10	Muito duro	48 a 55	89 a 102	25 a 28	Mar revolto até 12m, superfície do mar branca	Árvores arrancadas; danos na estrutura de construções
11	Tempestade	56 a 63	104 a 117	29 a 32	Mar revolto até 14m, navios pequenos sobem nas vagas	Estragos abundantes em telhados e árvores
12	Furacão	>64	>119	>33	Mar todo de espuma; visibilidade nula.	Grandes estragos

[Fonte: <http://www.cbvm.org.br/programa/arquivos/pagina_figuras/150059beaufort.JPG>].

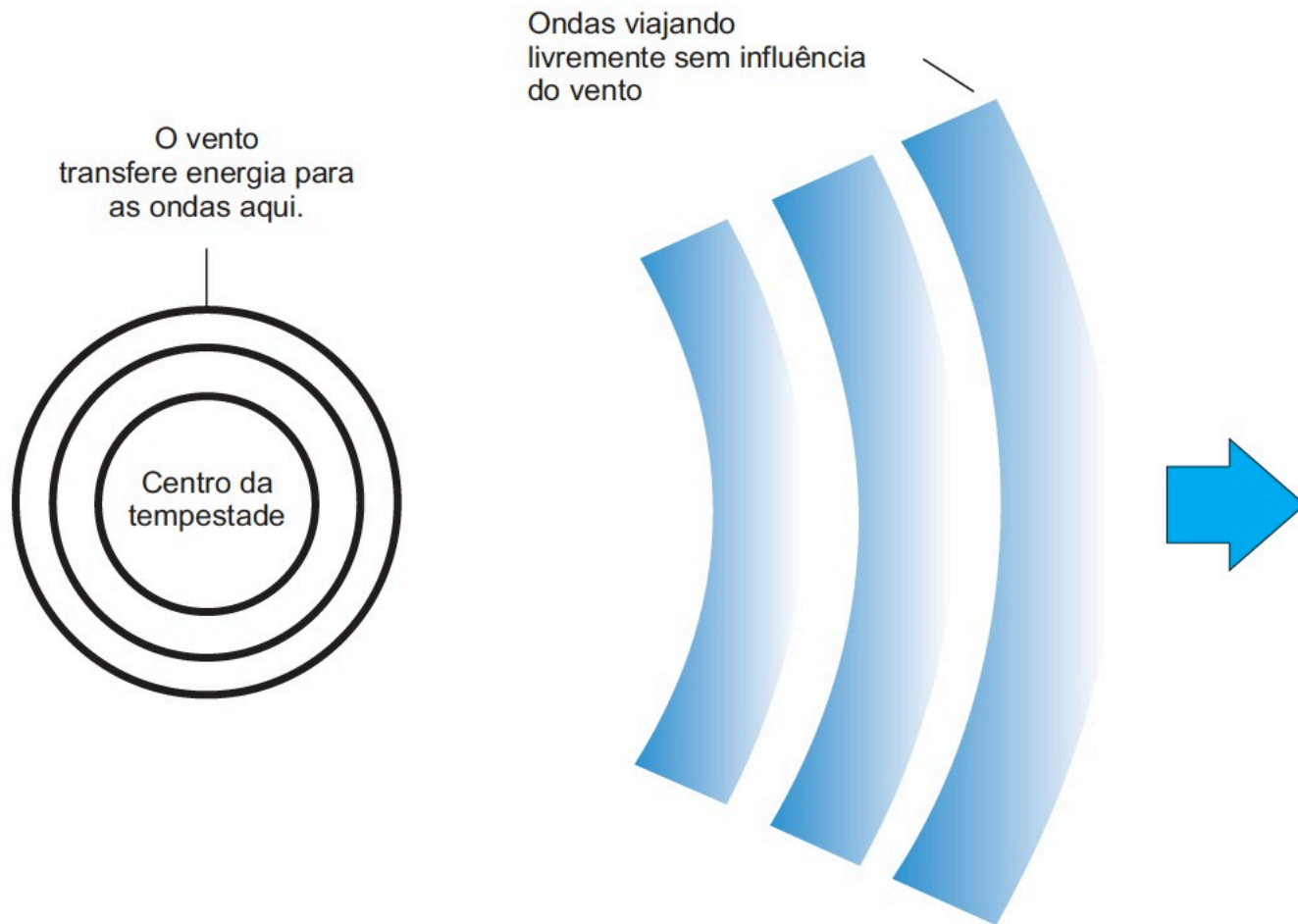


Figura 8.8 No centro da tempestade, o vento transfere sua energia para as ondas; fora do centro da tempestade, as ondas viajam livremente, sem sofrer influência do vento.

[Fonte: BUTT e RUSSELL, 2008].

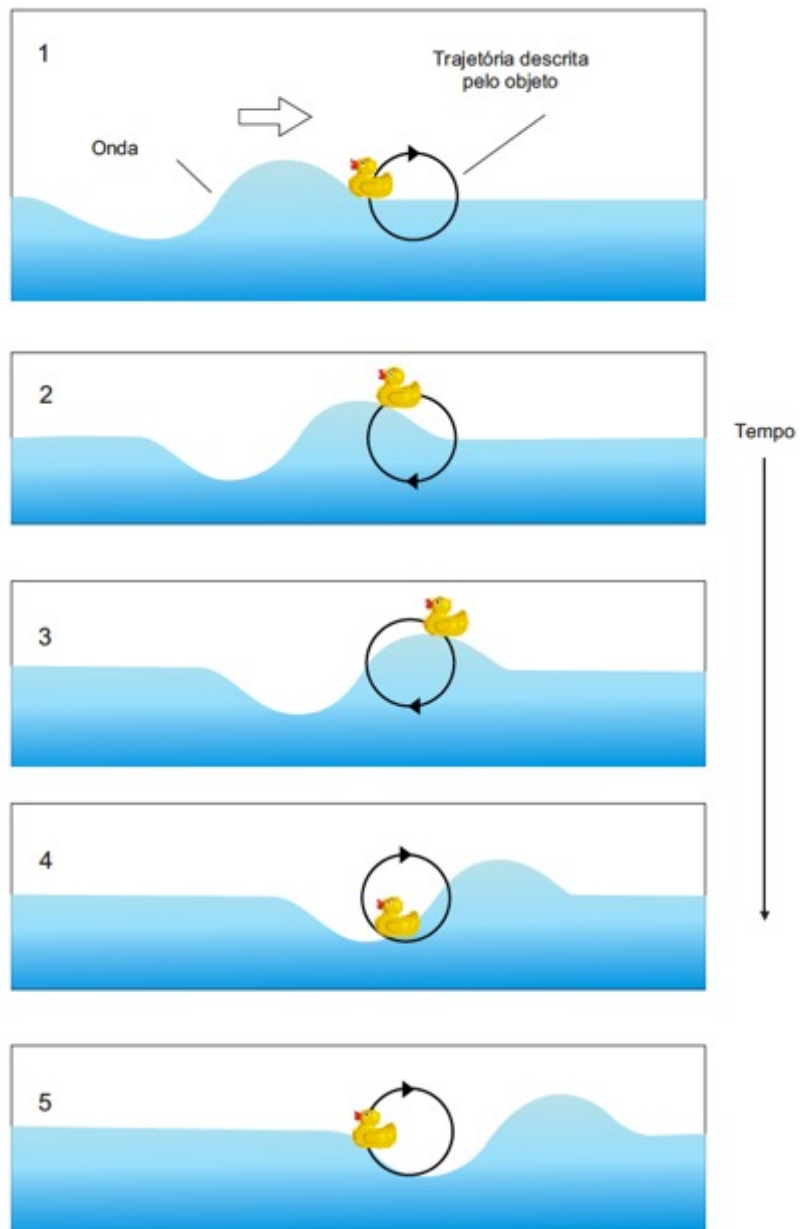


Figura 8.9 Em águas profundas, um objeto boiando na superfície do mar descreve uma trajetória orbital, conforme a onda passa. O objeto finaliza o movimento aproximadamente no mesmo ponto. [Fonte: BUTT e RUSSELL, 2008].

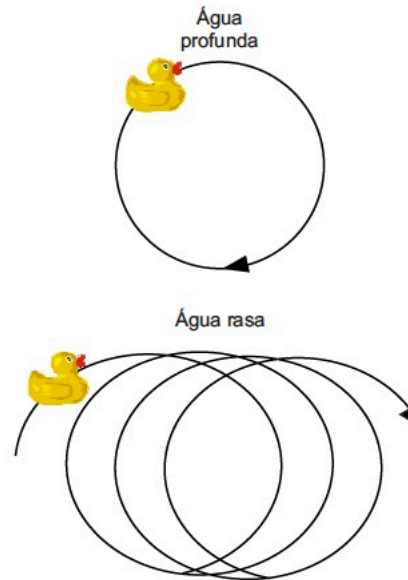


Figura 8.10 Em águas profundas, o objeto flutuante não tem um movimento residual, mas conforme se aproxima de águas mais rasas, existe um pequeno movimento resultante chamado Deriva de Stokes. [Fonte: BUTT e RUSSELL, 2008].

Descritores: Altura, comprimento e período

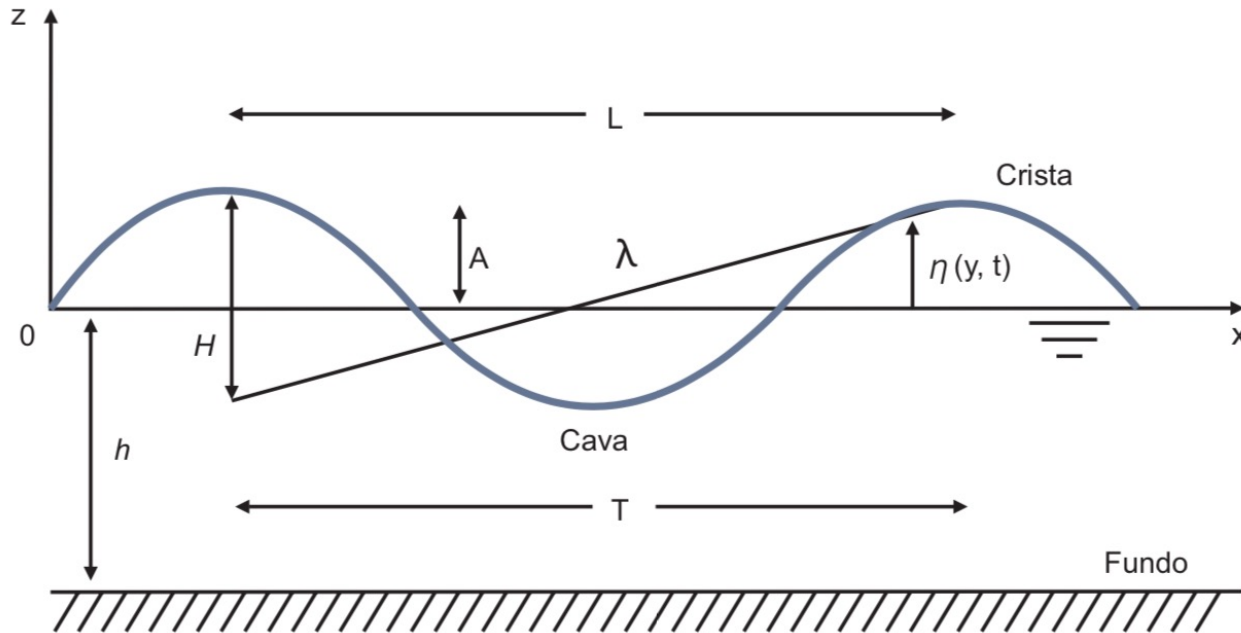
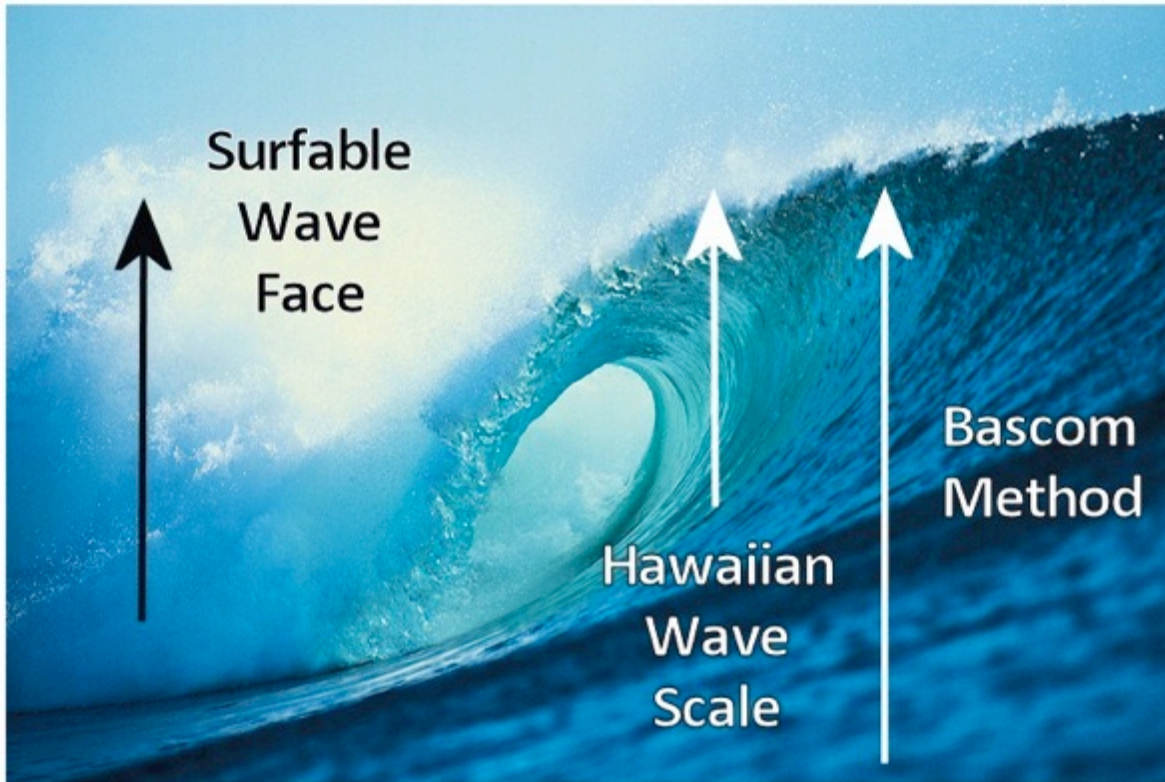


Figura 8.2 Vista lateral de uma onda se propagando através e ao longo de um meio material. h : profundidade do local; A : amplitude; L : comprimento da onda; λ : esbeltez; H : altura; T : período; η : elevação. [Fonte: KUNDU e COHEN, 2002].

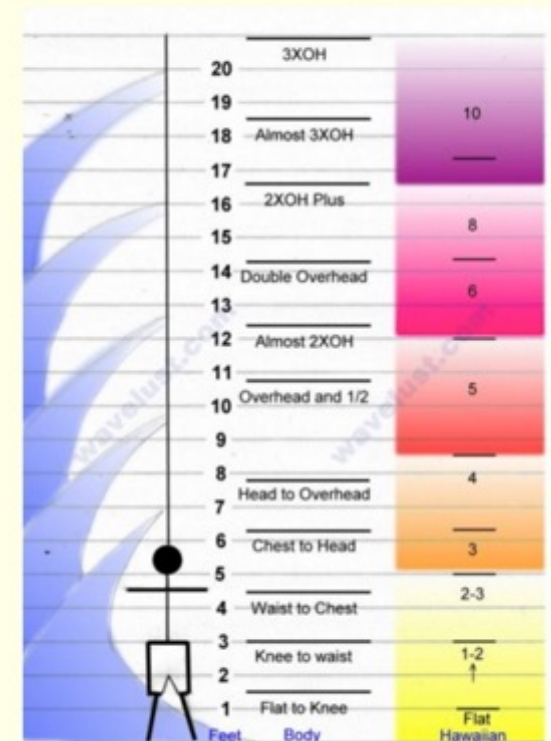
Frequência, distância do fundo

No surfe:

Buzzy Trent, a big wave surfer, once said that, "...waves are not measured in feet and inches, but in increments of fear". A statement like this raises questions. Chiefly, how can we standardize the measurement of waves in order to make accurate comparisons?



Bud Williams' Wave Height Figure
Wave Scale, Judging Wave Height and Calling Waves "Hawaiian Scale"
(Rideable portion of the wave, trough to crest)



Source: Bud Williams' [Wave Lust](http://www.wavelust.com), <http://www.wavelust.com/faq.html#size>

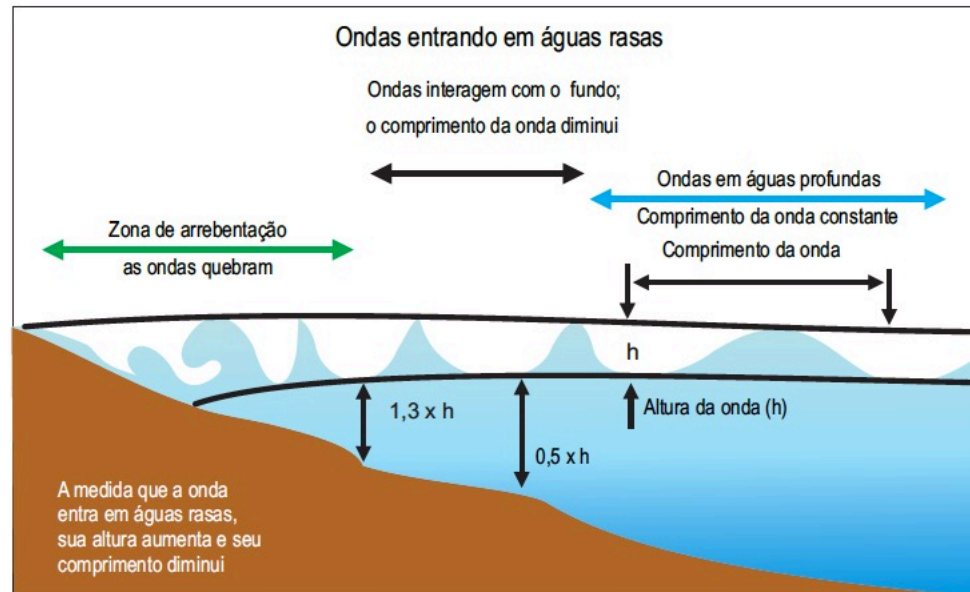
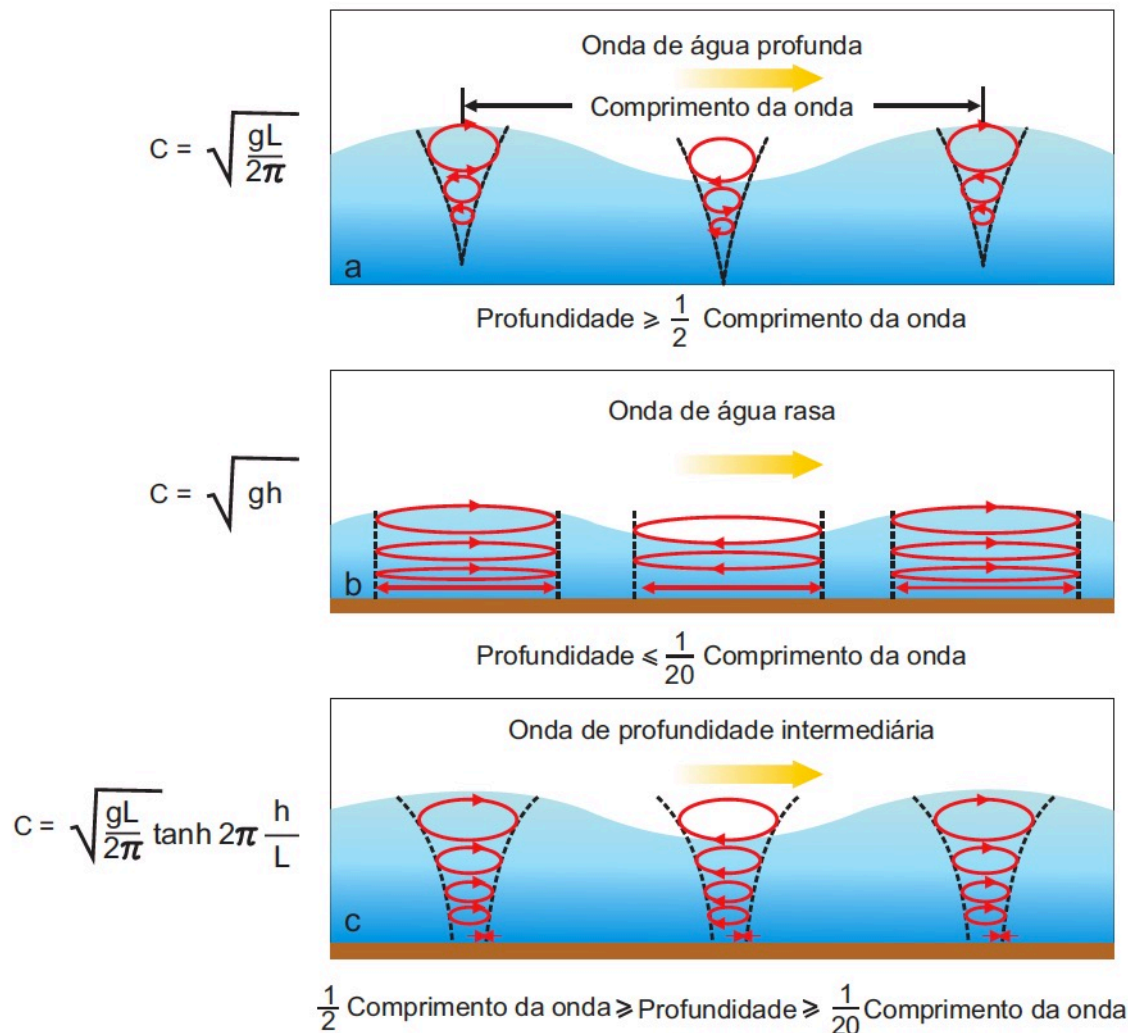


Figura 8.11 Alterações na forma da onda, quando esta passa de águas profundas para rasas.

[Fonte: <<http://www.seafriends.org.nz/oceano/waves.htm>>].



Quando as ondas se aproximam da costa sofrem o efeito do fundo

Figura 8.3 (a) Características das ondas curtas ou de águas profundas. As órbitas são circulares e o diâmetro decresce exponencialmente com a profundidade. Numa profundidade igual a meio comprimento de onda, o movimento orbital é praticamente nulo; (b) Características das ondas longas ou de águas rasas. As órbitas são elípticas, reduzindo-se a um movimento de vai-e-vem nas proximidades do fundo; (c) Características das ondas em águas de profundidades intermediárias. [Fonte: <<http://www.indiana.edu/~g131/resources.html>>].

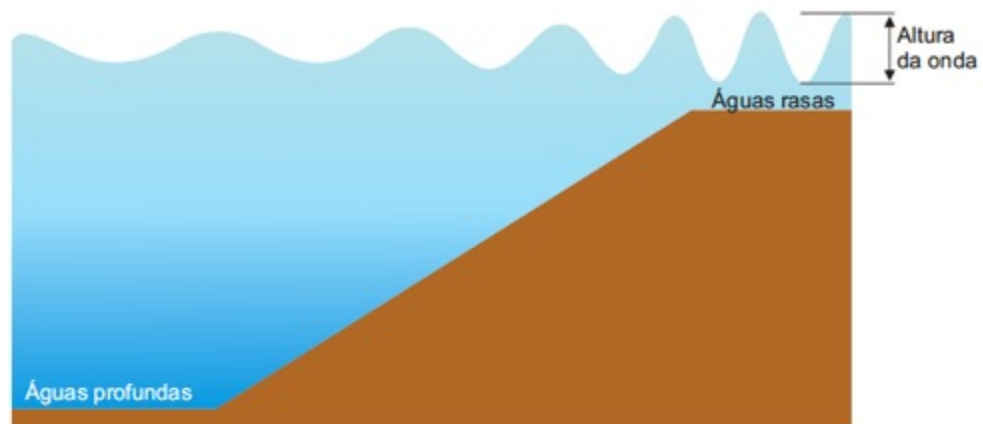


Figura 8.12 Representação esquemática do aumento na altura da onda que ocorre no empolamento ou embancamento (*shoaling*).

[Fonte: <<http://www.seafriends.org.nz/oceano/waves.htm>>].

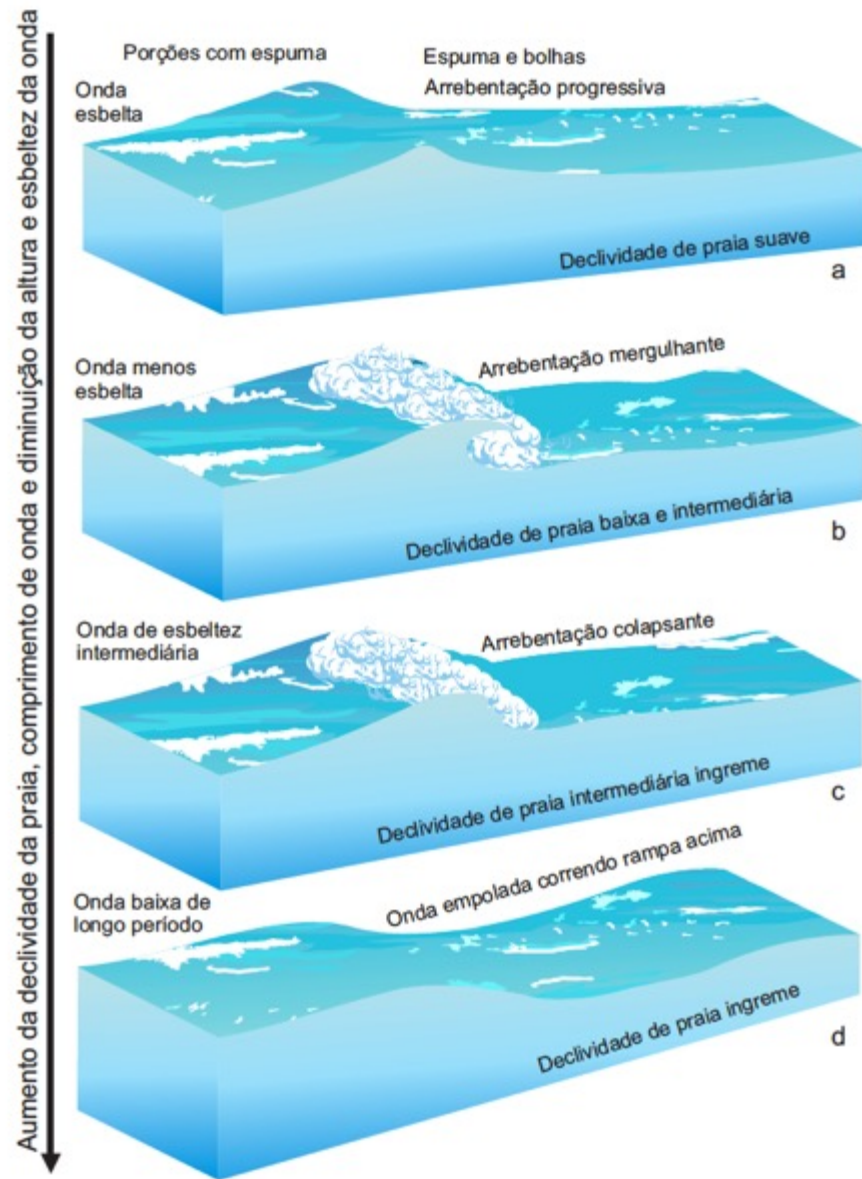


Figura 8.18 Os quatro tipos de arrebentação (a - c) e suas relações com declividade da praia, período, altura, esbeltez e comprimento da onda. [Fonte: ALFREDINI et al., 1999].

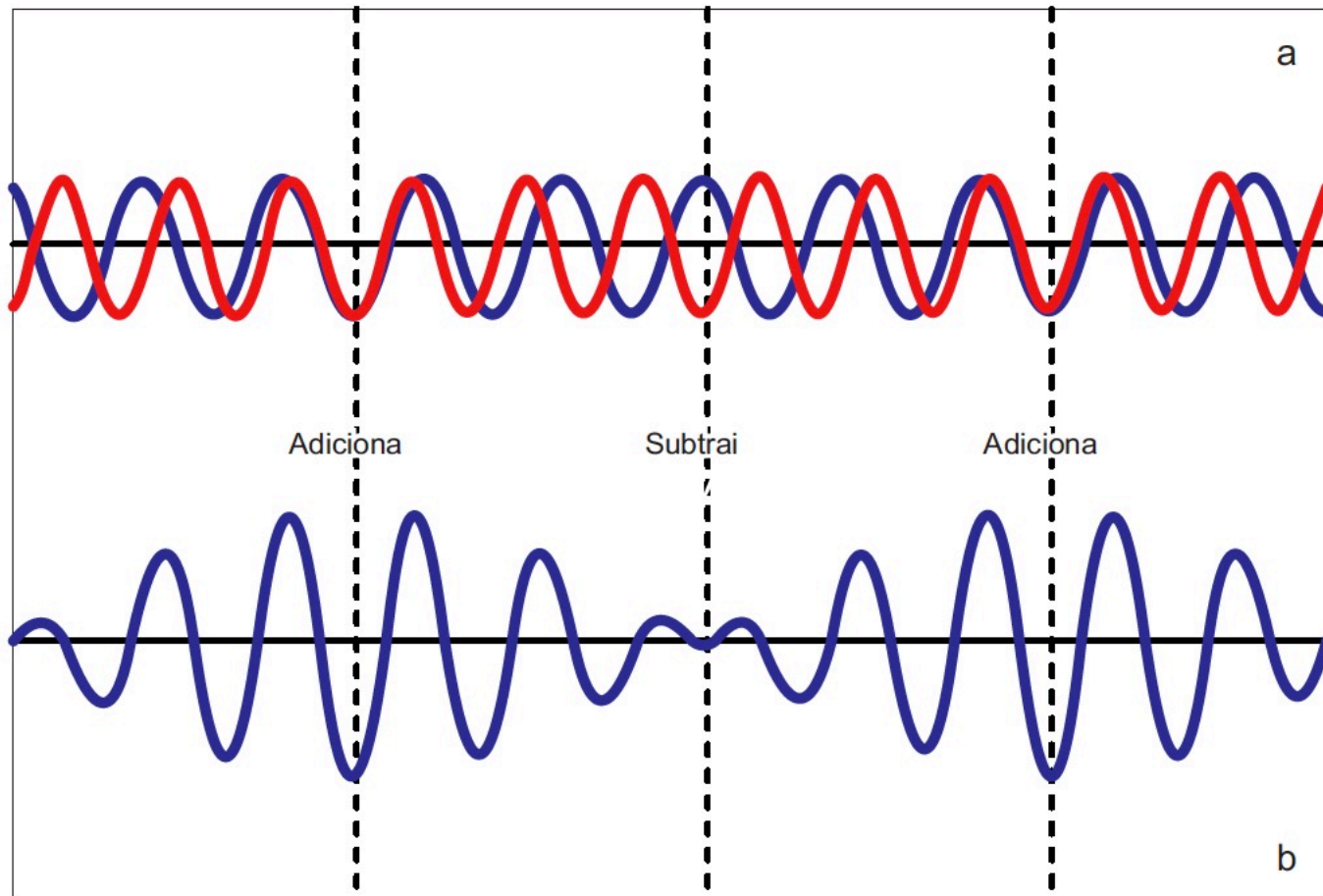


Figura 8.7 (a) Exemplo simples de dois trens de onda (vermelho e azul) de comprimentos levemente diferentes, indo na mesma direção. Em função dos diferentes comprimentos de onda, as cristas e as cavas não são exatamente coincidentes em todos os pontos. Onde elas coincidem, vermelho e azul se somam, tornando o resultado duas vezes maior. Nos pontos onde a cava coincide com a crista, elas se cancelam e o resultado é zero. O trem de onda resultante (b) apresenta uma estrutura de grupo. [Fonte: BUTT e RUSSELL, 2008].

A Onda de Nazaré

Refração resultado da interação com o fundo

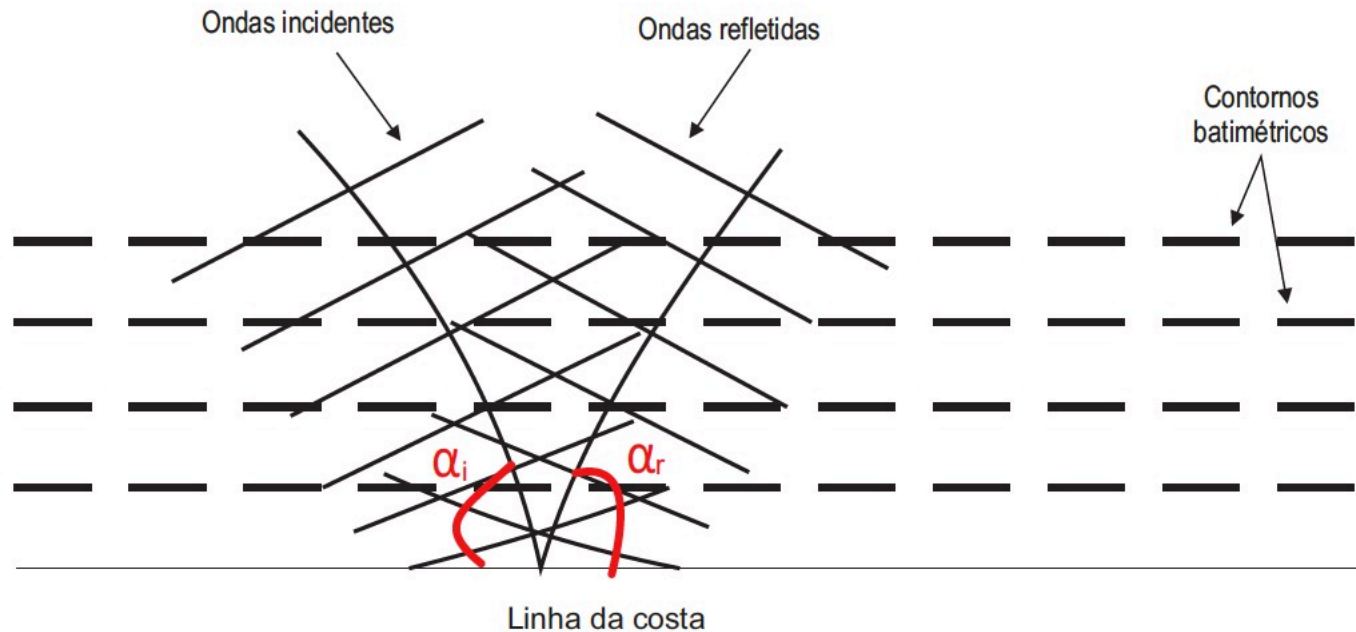


Figura 8.13 Representação da reflexão de uma onda em uma costa. O ângulo de incidência α_i é igual ao de reflexão α_r . As ortogonais são as linhas de maior espessura, perpendiculares às cristas das ondas incidentes e refletidas.

[Fonte: <<http://www.seafriends.org.nz/oceano/waves.htm>>].

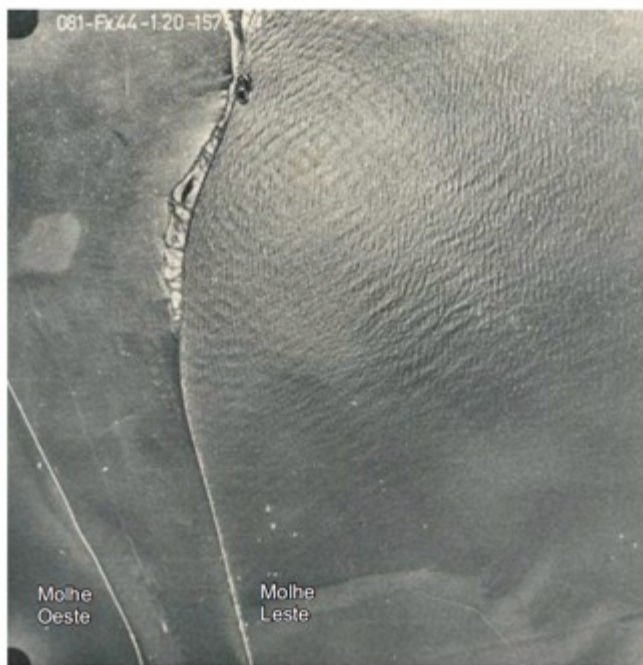


Figura 8.14 Reflexão de ondas nas paredes dos molhes da barra de Rio Grande, RS, na desembocadura da Lagoa dos Patos. Foto aérea de 1964 dos molhes da barra da Lagoa dos Patos. [Fonte: Serviço Geográfico do Exército/ 1ª. Divisão de Levantamento, Ten. Cel. Osmar Möller].

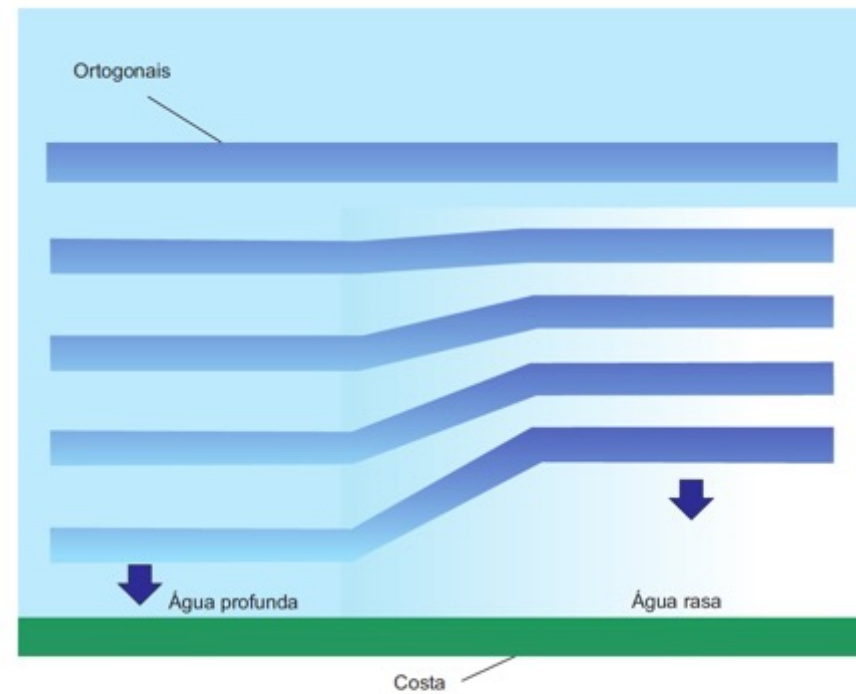
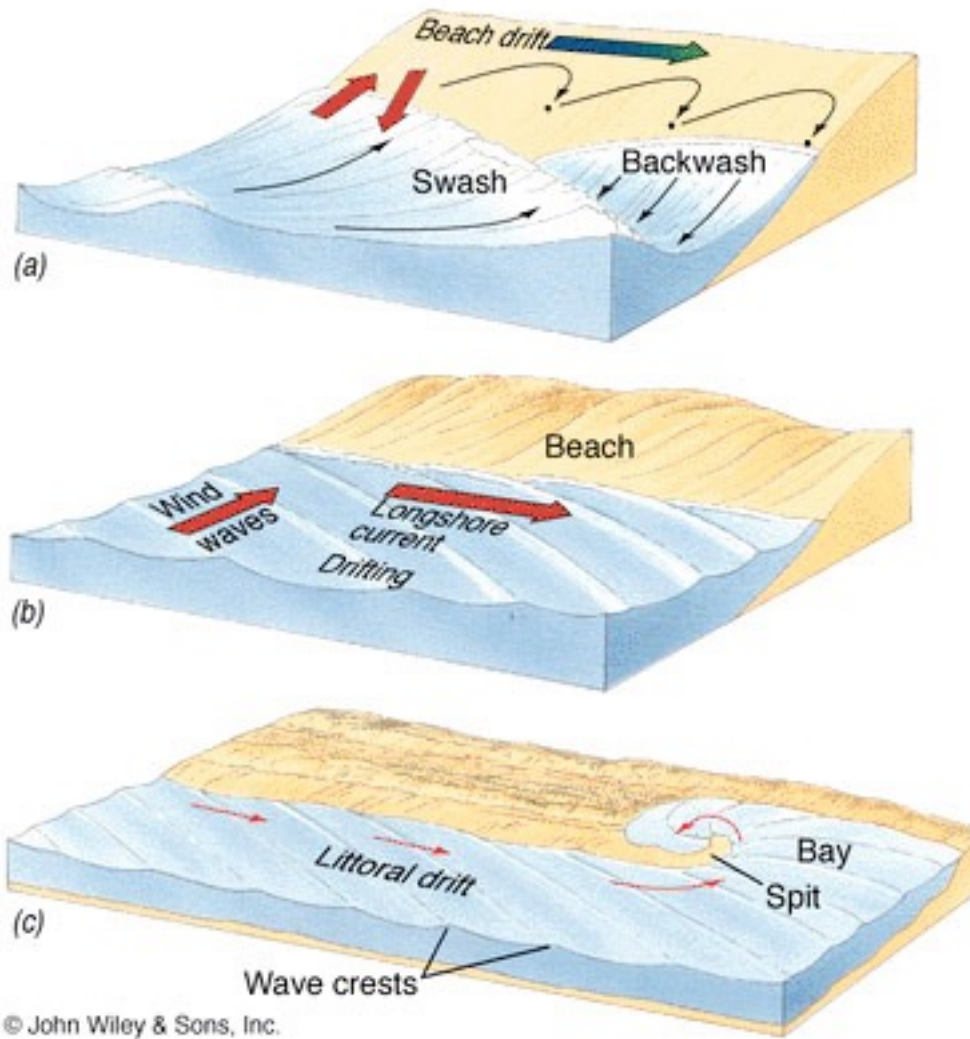
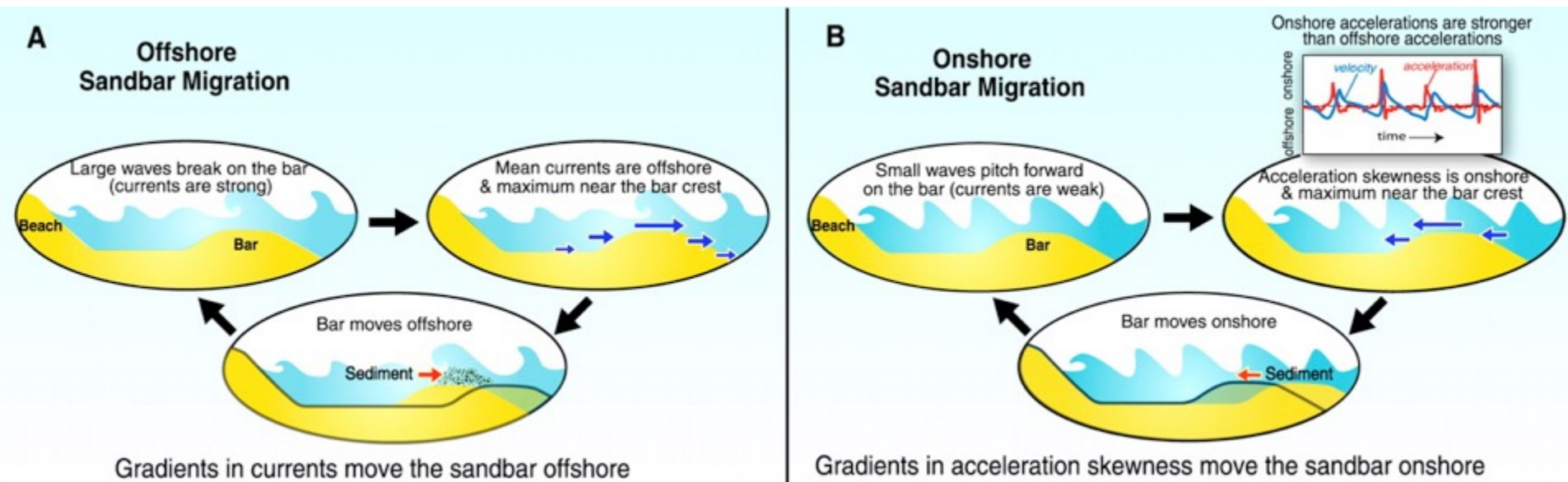


Figura 8.15 Desenho esquemático do efeito de curvatura da onda no processo de refração, representada pelas ortogonais, que são as linhas de maior espessura, perpendiculares às cristas das ondas incidentes. [Fonte: BUTT e RUSSELL, 2008].



A ação das ondas tem efeitos diversos no transporte e deposição de sedimentos



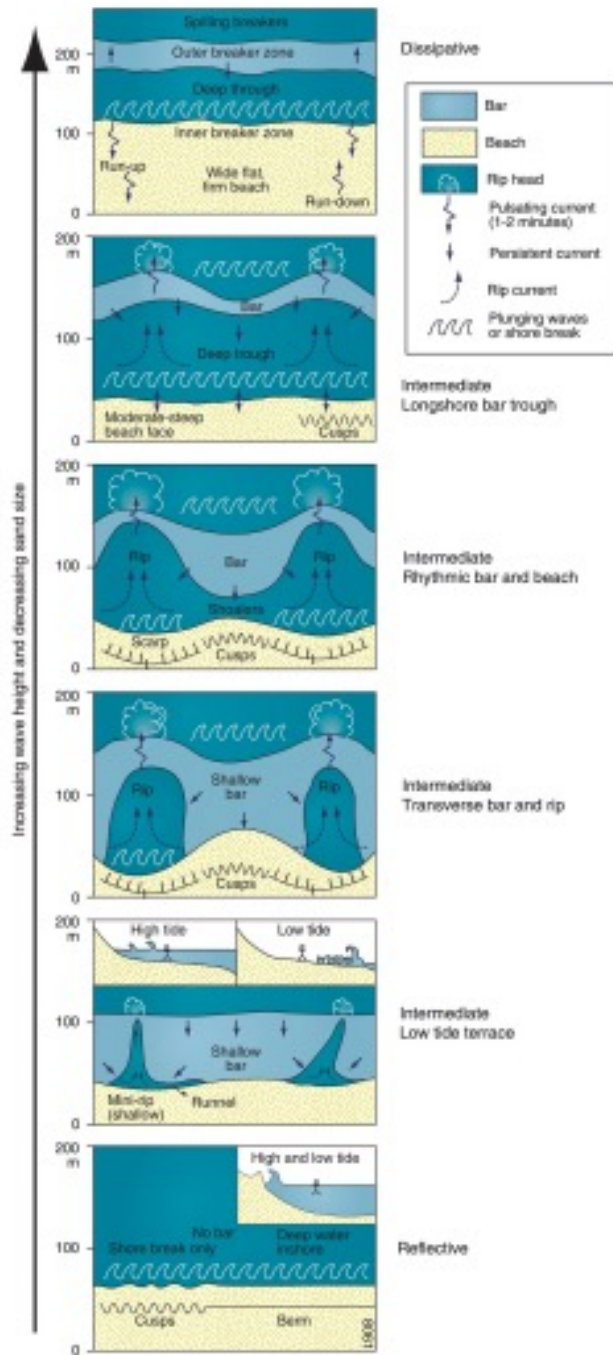
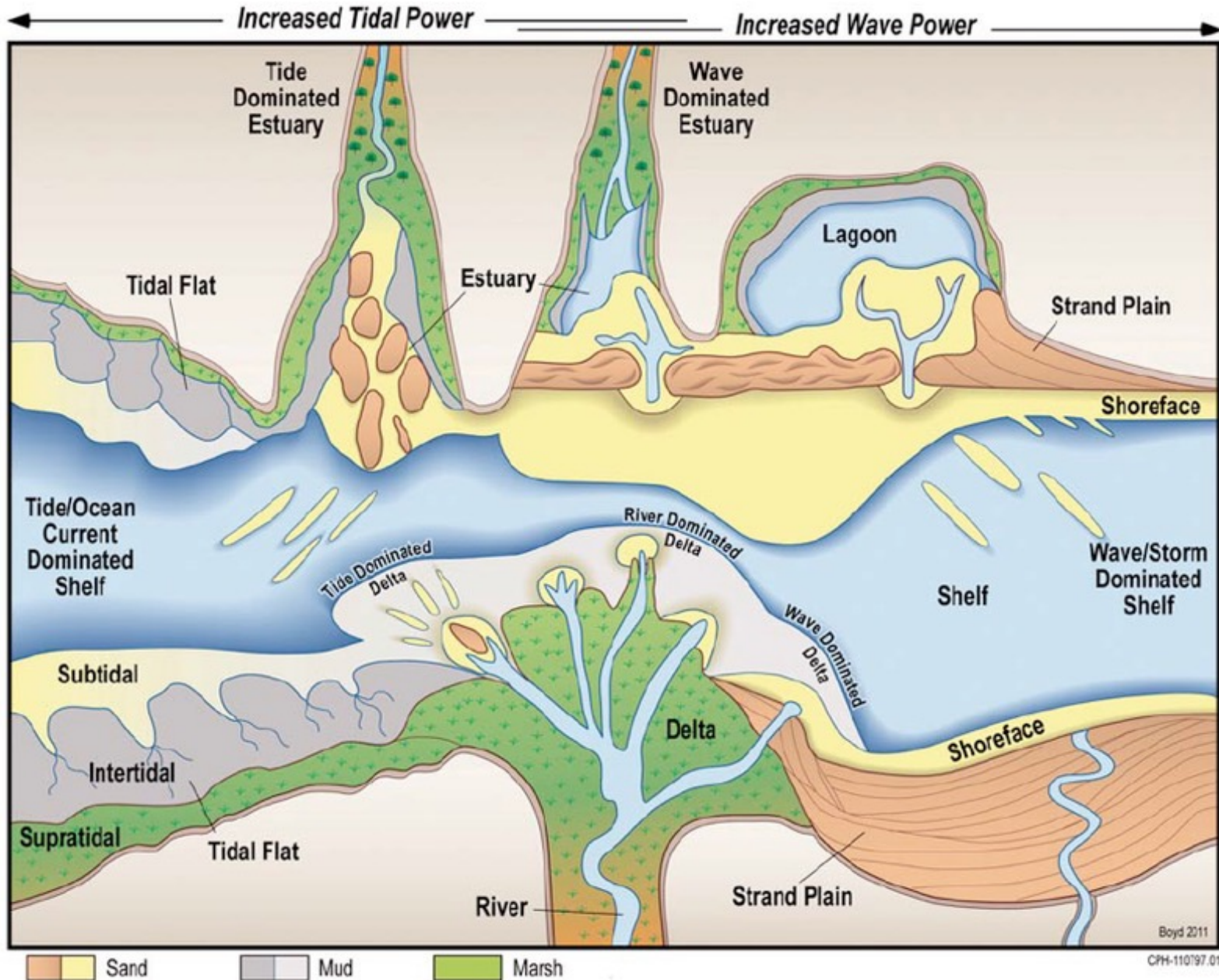
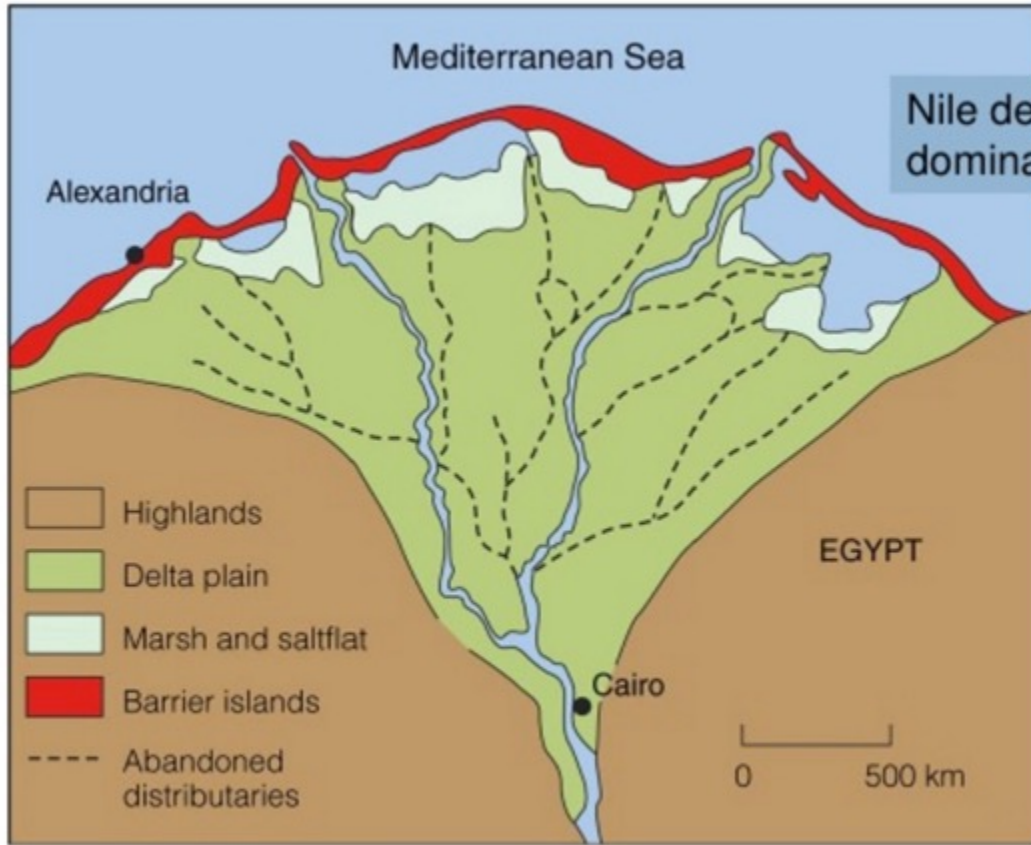


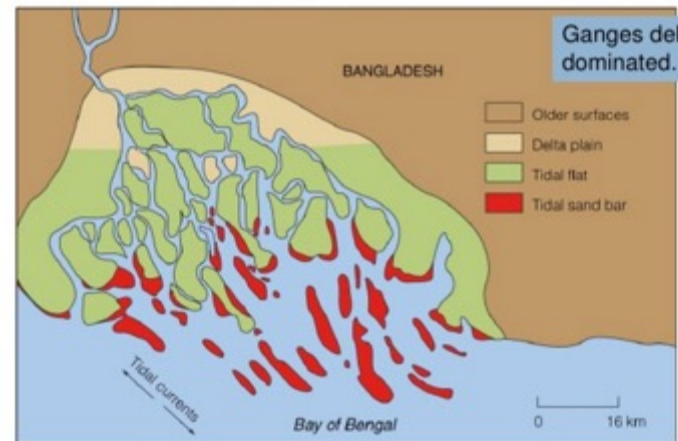
Figure 4. Range of common shallow-water depositional systems in a coastal classification based on ratio of wave power to tidal power (Boyd et al., 1992, with recent update in James and Dalrymple, 2010). The deltas, strand plains, and open-coast tidal flats (lower half of diagram) are regressive coastal environments, whereas estuaries, barrier-lagoon systems, and open coast tidal flats (upper half of diagram) are transgressive coastal environments. Shelf environments associate with both types of coast; shelf width increases during transgression and decreases during regression (diagram courtesy of Ron Boyd).





Nile delta is wave dominated.

© 2007 Thomson Higher Education



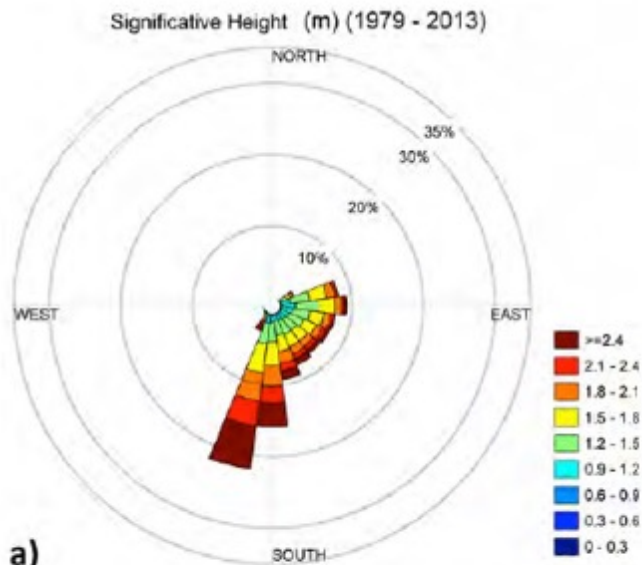
Ganges delta is tide dominated.

© 2007 Thomson Higher Education

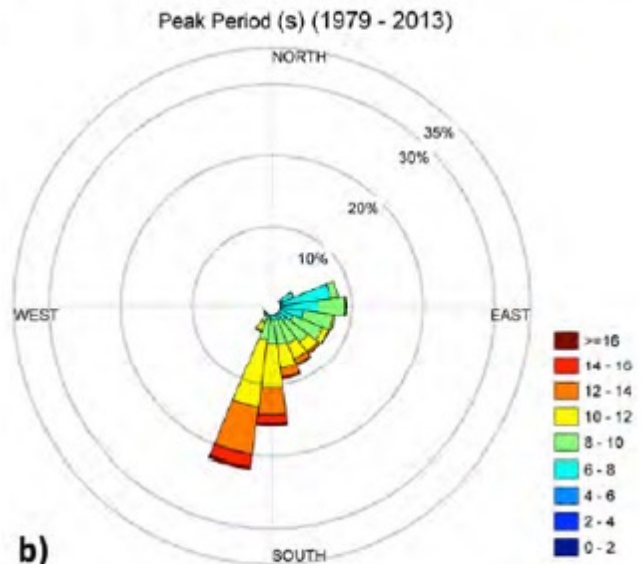
4.2.7 Clima de ondas e respostas a mudanças climáticas

- Clima de ondas é a descrição estatística das condições em uma localização e um tempo determinado
- O clima é geralmente decomposto em:
 - Altura
 - Período
 - Direção

- O conhecimento do clima de ondas tem várias aplicações
- Geralmente ondas extremas são importantes e causam mudanças dramáticas
- Qualquer alteração sistemática altera o clima de ondas



a)



b)

Figure 5 - Directional histograms of wave climatology for the period from Jan 1979 to Dec 2013 in 15° intervals, showing: (a) the significant wave height and; (b) the respective peak period.

Figura 5 - Histogramas direccionais da climatologia de ondas para o periodo de Janeiro de 1979 a Dezembro de 2013, em intervalos de 15°, mostrando em: (a) altura significativa de onda e; (b) respectivo periodo de pico.

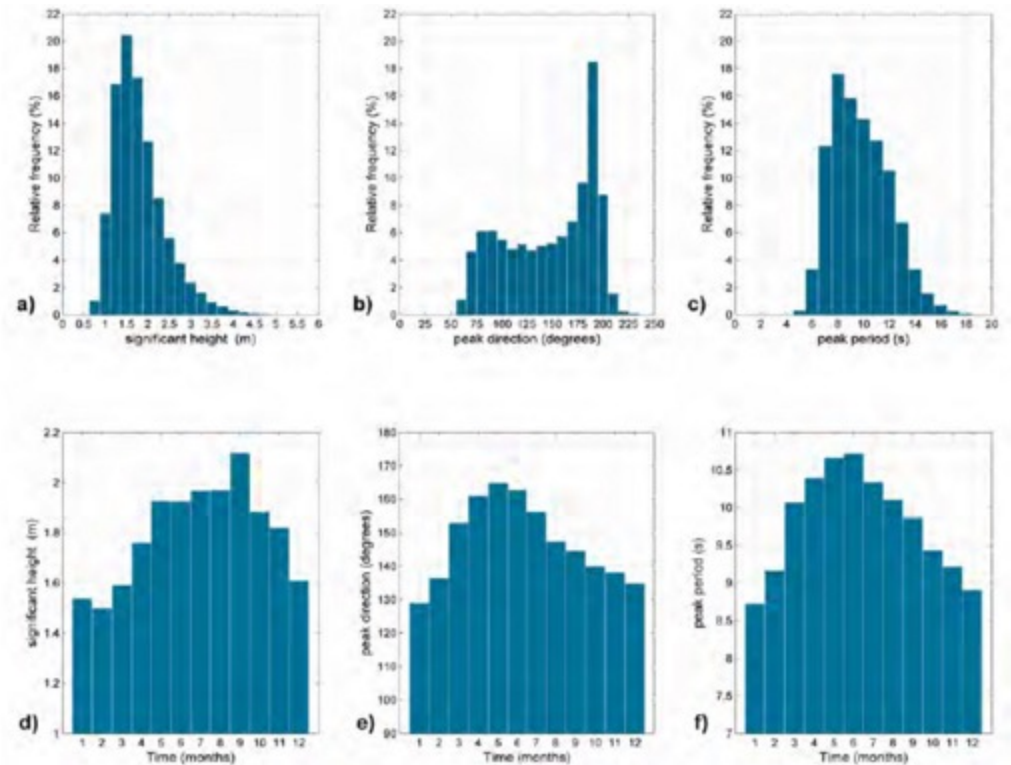


Figure 4 - Histogram referencing the time series data of significant wave height (a), peak direction (b) and peak period (c) for the period from Jan 1979 to Dec 2013 and considering a sample size of 102,272 points. The monthly climatology for the same period is shown for the same parameters in (d), (e) and (f), respectively.

Figura 4 - Histograma referente aos dados de série temporal de altura significativa da onda (a), direção de pico (b) e periodo de pico (c) para o periodo de Janeiro de 1979 a Dezembro de 2013 e, considerando um tamanho amostral de 102272 pontos. A climatologia mensal para o mesmo periodo é apresentada para os mesmos parâmetros em (d), (e) e (f), respectivamente.

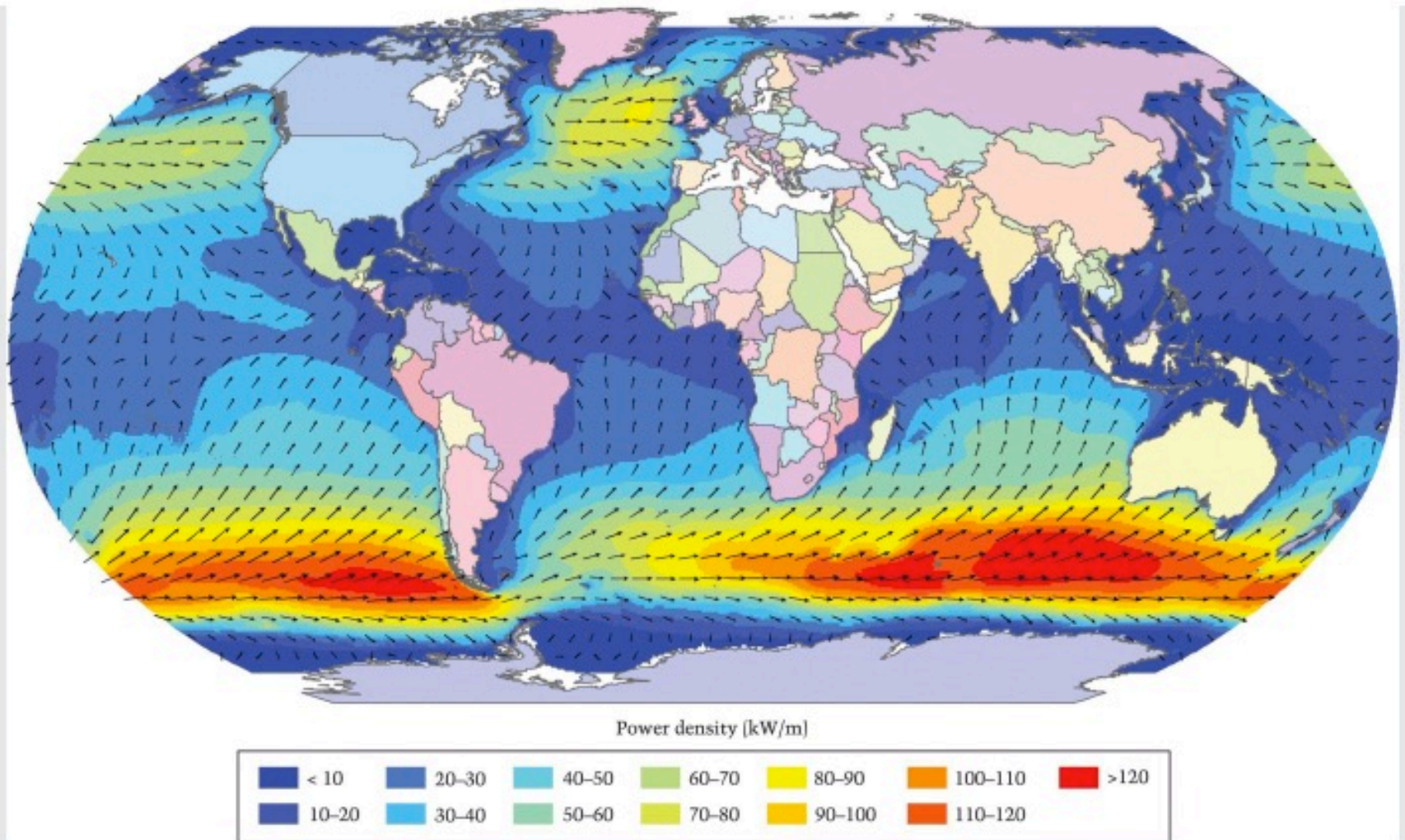


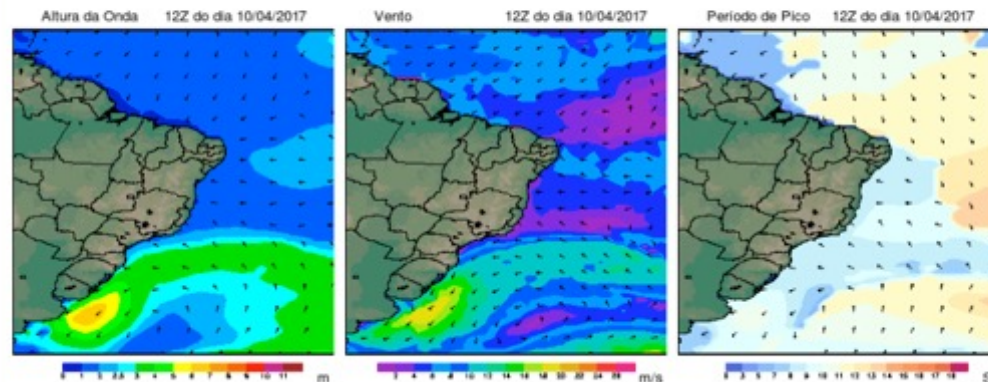
Fig. 4.11 Map of annual mean wave-power density (in kW/m)

Onde estão as maiores ondas do mundo para o surfe?

AVISOS DE RESSACAS MARÍTIMAS

MAPAS BRASIL

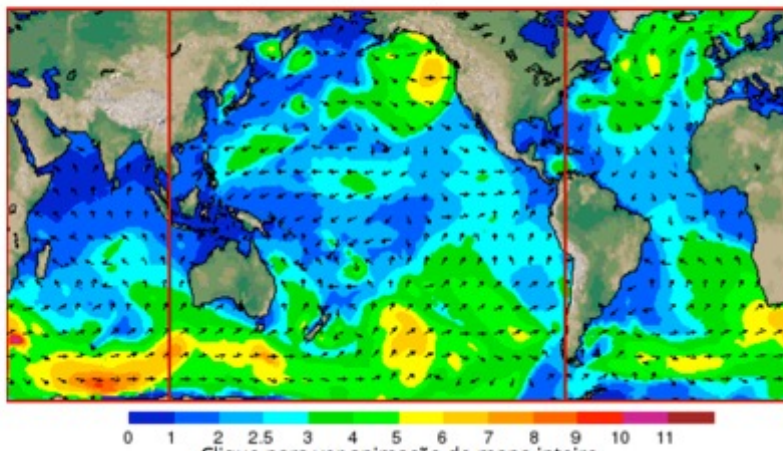
O Modelo de Ondas é apropriado para águas acima de 40 metros de profundidade.



Domínios: Costa Brasileira, Sul, RJ e SP, Sudeste, Norte e Nordeste

MONITORAMENTO GLOBAL

Altura Significativa(m) e Direção Média das Ondas



PREVISÃO PARA AS CIDADES LITORÂNEAS

Estado:

Cidade:

ESTADO DO MAR

Cidade	Alt.e Dir. (m)	Agitação Vento(m/s)
Ubatuba-SP	1.3 - ENE	5.5 - NNE
Santos-SP	0.9 - ESE	4.5 - NNW
Amapá-AP	2.0 - NE	8.0 - NE

Atualizado: 06/04/2017

OCEANOGRAMAS

Previsão:

Climatologia:

AVALIAÇÃO

Campos:

Dia: Mês: Ano:

[» Explicativo de Avaliação de Ondas](#)

CLIMATOLOGIA DIÁRIA DE ONDAS

São dois aspectos básicos: tempestades e nível do mar alteram o clima de ondas

- O cenário mundial aponta para a ocorrência de tempestades mais intensas e destrutivas
- Difícil previsão, mas dados tem indicado um aumento na velocidade do vento sobre os oceanos

- Sobre o aumento do nível, uma série de efeitos são esperados
- Embora a maré não esteja diretamente relacionada, causa o efeito acumulativo
- Com a alteração do clima de ondas ha a alteração também nas correntes

4.3 Marés

- A percepção das marés deve ter acontecido já com o advento da consciência humana
- Somente com Newton, com a gravidade surge uma explicação científica



Princess Tamatori steals Ryūjin's tide jewels, by Utagawa Kuniyoshi.

Qualquer teoria deveria explicar os padrões observados

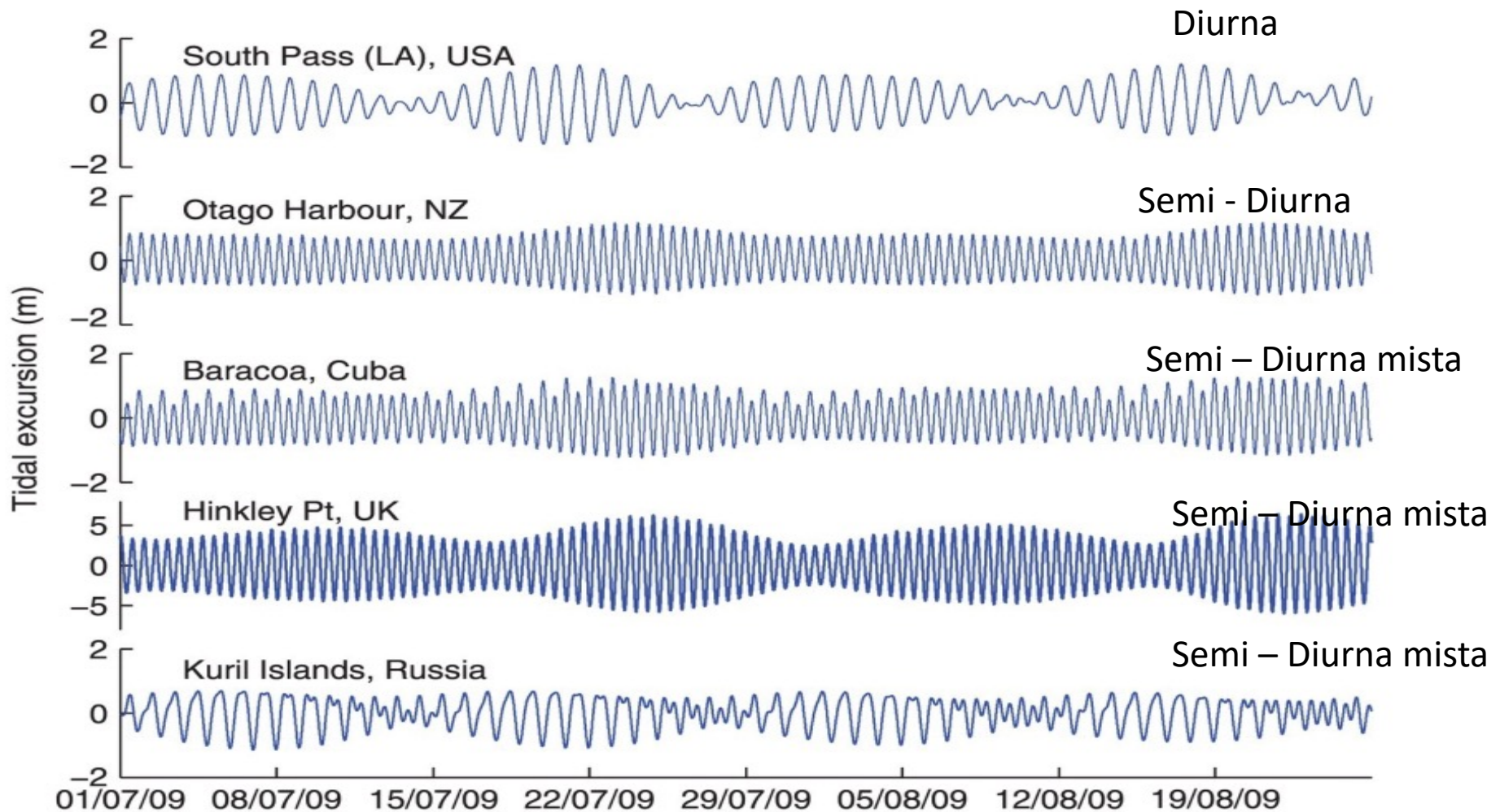


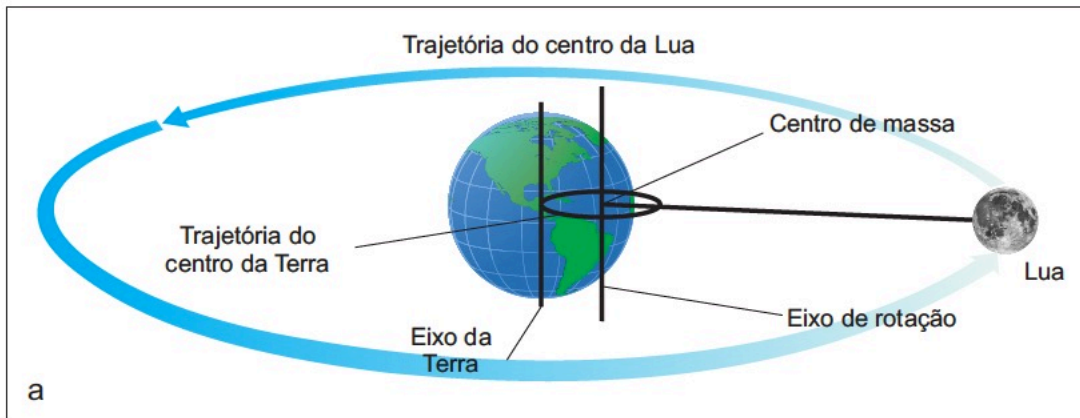
Fig. 4.16 Tidal predictions for multiple locations around the world. Predictions are for a 56-day window commencing on 1 July 2009. Predictions were made using the program xtide (<http://www.flaterco.com/xtide/>).

- As marés mais altas (strong) ocorrem a cada 14 dias
- Porém a hora não é constante, visto que o ciclo do sistema Terra-Lua tem 27,3 dias
- Como explicar as variações observadas?

4.3.2 Forças em equilíbrio

- Como modelo se supõe que a Terra é uma esfera e que o líquido está em equilíbrio com as forças atuantes – forças gravitacionais





A Lua não gira exatamente em torno do centro da Terra e sim em torno do sistema

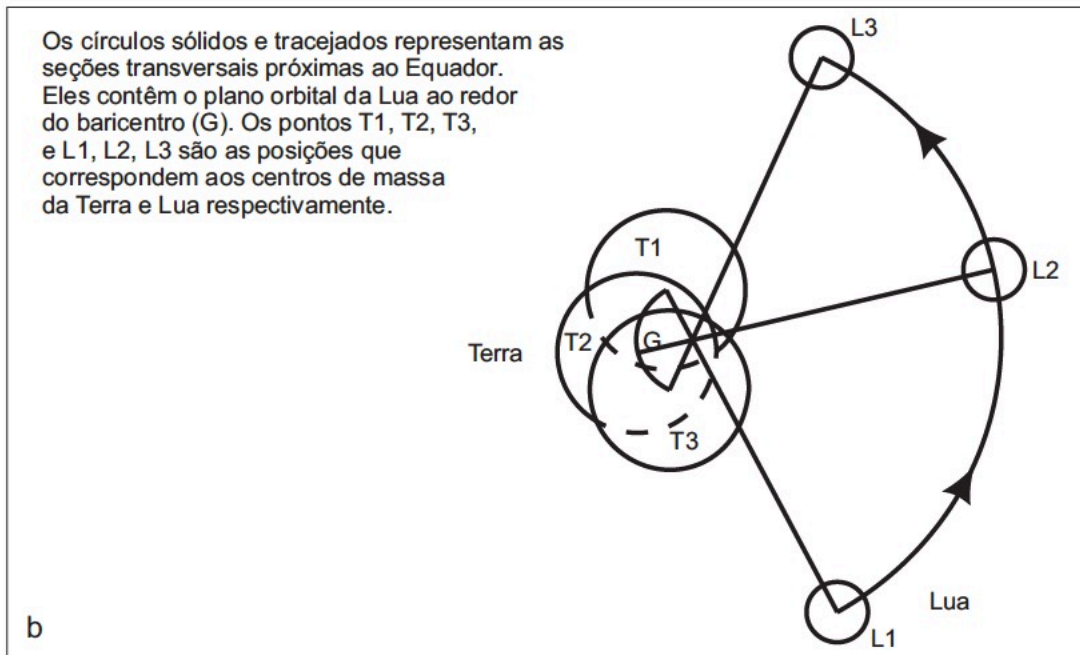


Figura 9.1 (a) Esquema com a localização do centro de massa do sistema Terra-Lua; (B) Representação de instantes consecutivos da rotação do sistema Terra-Lua, mostrando a trajetória do centro da Terra em torno do baricentro. [Fonte: Open University, 1989].

As atração é diferente em cada ponto visto que aponta para o centro da Lua

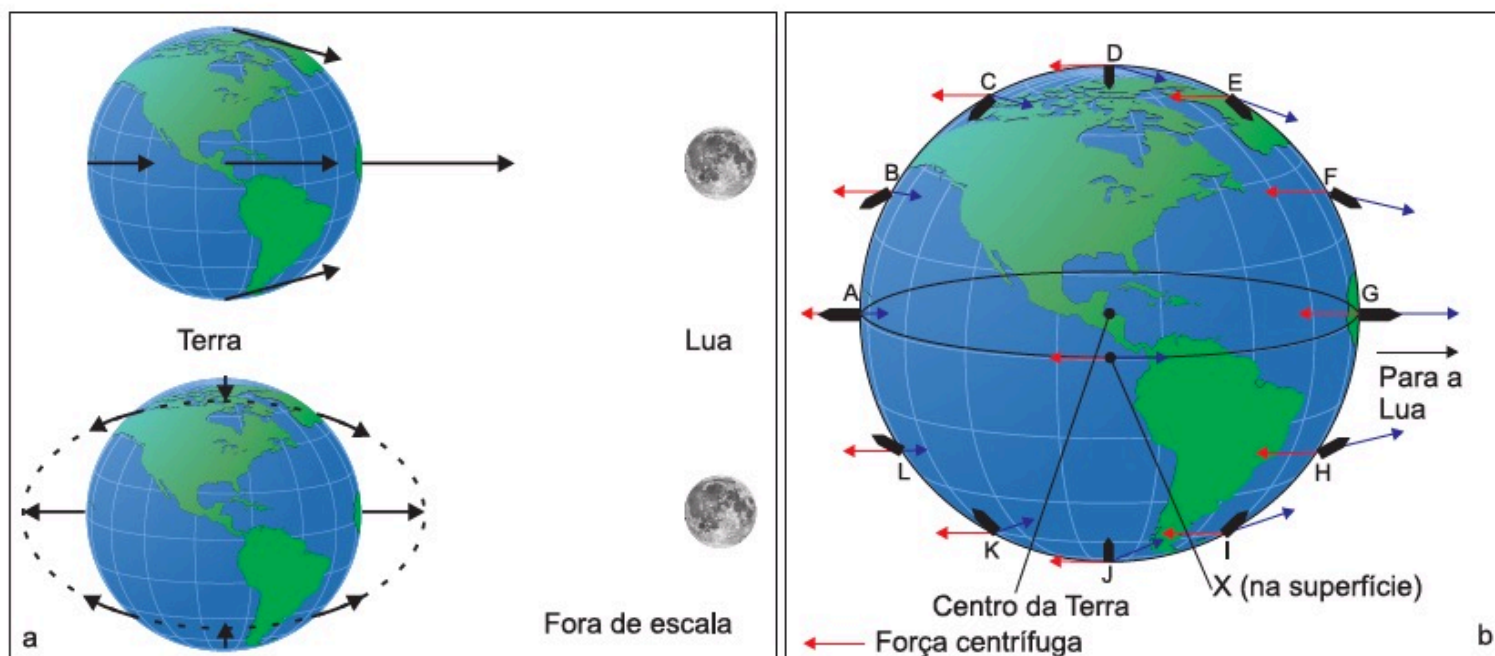
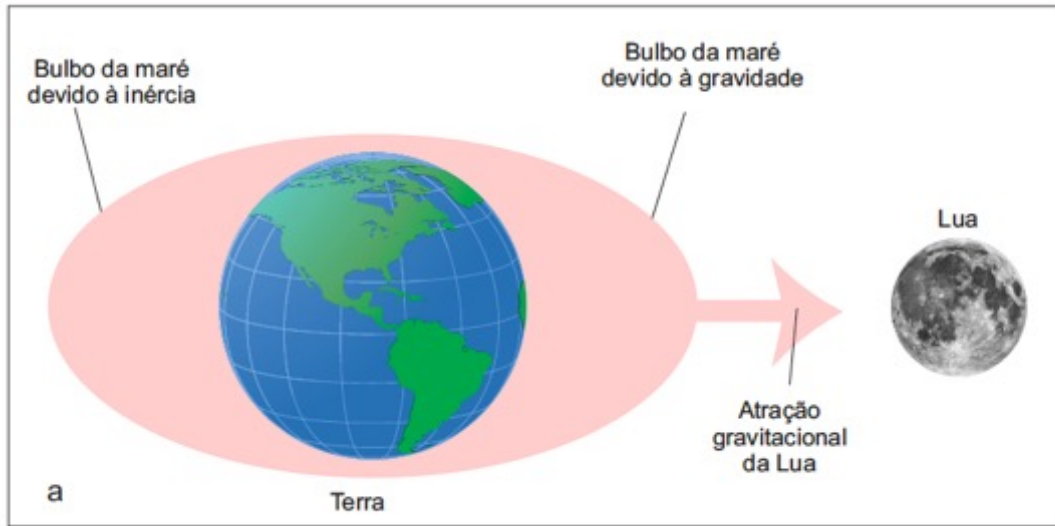


Figura 9.2 (a) Forças gravitacionais exercidas pela Lua em diferentes pontos da Terra (acima) e forças trativas de maré (abaixo); (b) Esquema das forças atuantes na superfície terrestre, sendo gravitacional (setas pretas), centrífuga associada ao sistema Terra-Lua (setas vermelhas finas) e a força trativa de maré resultante (setas pretas grossas). [Fonte: Open University, 1989].



Se:

- Terra fosse esférica
- Coberta por líquido,
- Com fundo oceânico constante
- Sem continentes
- Campo gravitacional homogêneo

O sistema formaria um bulbo em direção à lua e outro oposto pela força centrífuga

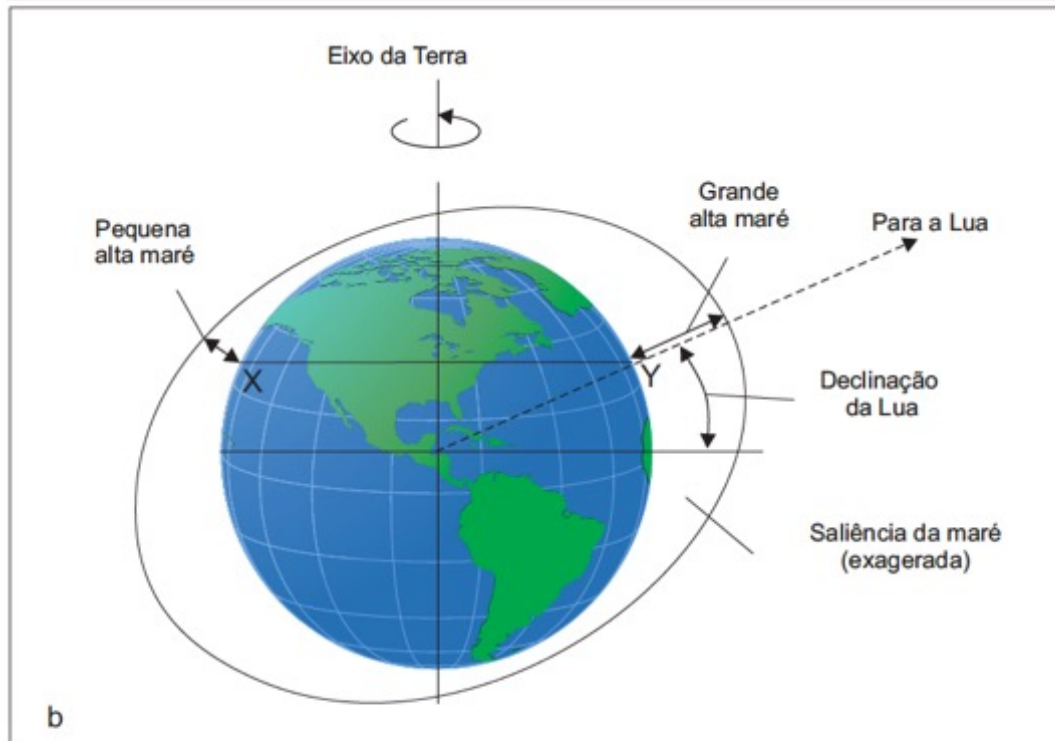
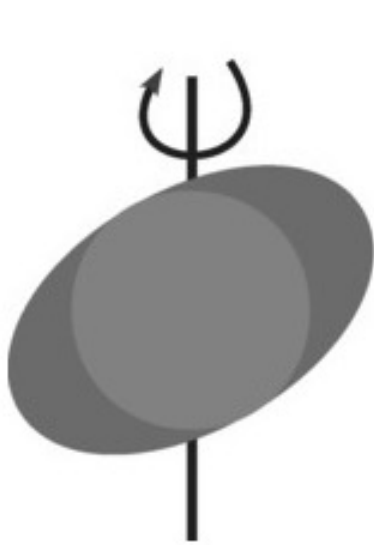


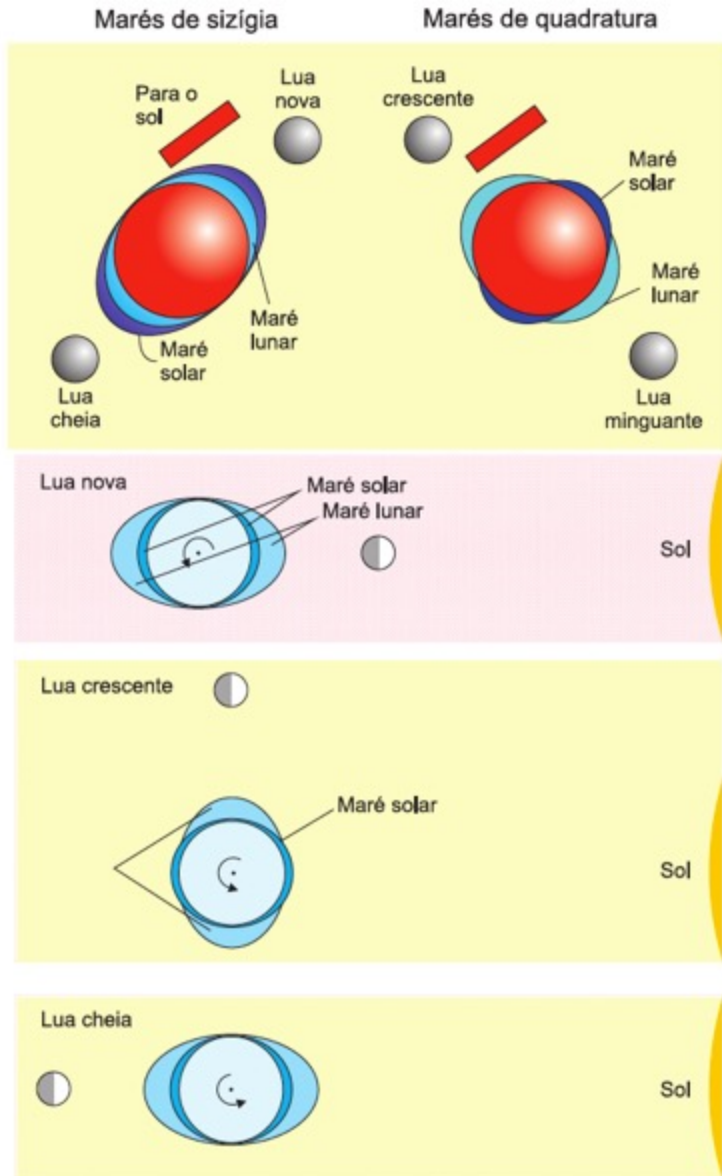
Figura 9.3 (a) Diagrama esquemático do bulbo de maré devido à atração gravitacional da Lua; (b) Esquema do bulbo de maré devido à Lua, considerando a inclinação da órbita da Lua em relação ao Equador terrestre. [Fonte: *Open University*, 1989].



Considerando que a órbita lunar tem uma declinação em relação ao eixo do equador, as marés não são simétricas

Também como consequência de que a órbita é elíptica.há uma diferença entre o apogeu e o perigeo em cerca de 20%

Mais complexidade!



Embora com uma massa bem maior, o Sol está mais distante e também influencia na atração e formação das marés.

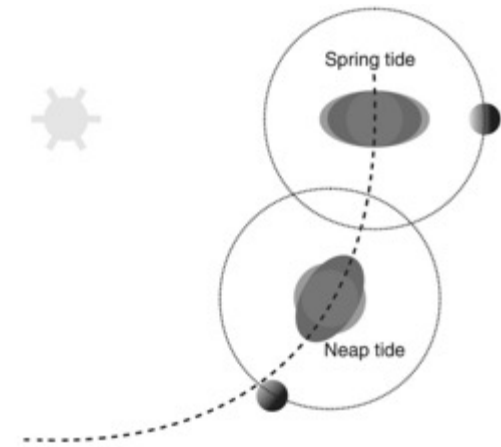


Figura 9.4 Diagrama esquemático da combinação dos bulbos de maré devidos à Lua e ao Sol. De acordo com a fase da Lua, haverá interferência construtiva ou destrutiva entre os bulbos. [Fonte: Open University, 1989].

Terminologia

- Marés de Sizígia: lua cheia e lua nova - quando Sol, Terra e Lua estão alinhados,
- Maré de Quadratura: lua crescente e minguante – quando em quadratura 90° - amplitudes das marés são pequenas.
- Maré alta ou preamar: nível máximo atingido em um ciclo;
- Maré baixa ou baixa-mar: nível mínimo atingido em um ciclo;
- Range de maré: diferença entre os níveis de preamar e baixa-mar; e
- Amplitude de maré: diferença entre preamar e o nível médio do mar (metade do range).

- micro-maré - amplitude inferior a 2 metros
- meso-maré - amplitude entre 2 e 4 metros
- macro-maré - amplitude superior a 4 metros

Constituintes de equilíbrio da maré

- São mais de 140 reconhecidos pelo Comité de Marés da Organização Hidrográfica Internacional

Tidal constituent	Period (hours)	Amplitude (relative to M2)	Type	Origin
M2	12.42	1.0000	Semi-diurnal	Principal lunar
S2	12.00	0.4652	Semi-diurnal	Principal solar
K1	23.93	0.5842	Diurnal	Principal lunar-solar
O1	25.82	0.4151	Diurnal	Principal lunar
P1	24.07	0.1931	Diurnal	Principal solar
N2	12.66	0.1915	Semi-diurnal	Larger elliptical lunar
MF	327.90	0.1723	Long term	Lunar monthly
K2	11.97	0.1267	Semi-diurnal	Declinational lunar-solar
MM	661.30	0.0909	Long term	Lunar semi-monthly
SSA	4383.00	0.0802	Long term	Solar semi-annual
Q1	26.87	0.0794	Diurnal	Larger elliptical lunar
M4	6.21	NA	Compound	

Principais períodos de marés

Marés produzidas pela Lua - Componentes

M2 (semi-diurna lunar) – período de 12 h e 25 min

O1 (diurna lunar) – período de 24 h e 50 min

Marés produzidas pelo Sol Componentes

S2 (semi-diurna solar) – período de 12 h

K1 (diurna solar) – período de 24 h.

CLASSIFICAÇÃO DA MARÉ

- número de forma F é usado para classificar as marés. Ele é definido como:
- Onde os símbolos dos constituintes indicam sua amplitude. Quatro categorias são observadas:

Valor de F Categoria

0 – 0.25 Semi-diurna

0.25 – 1.5 Mista, predominância semi-diurna

1.5 – 3.0 Mista, predominância diurna

> 3 Diurna

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

Qualquer teoria deveria explicar os padrões observados

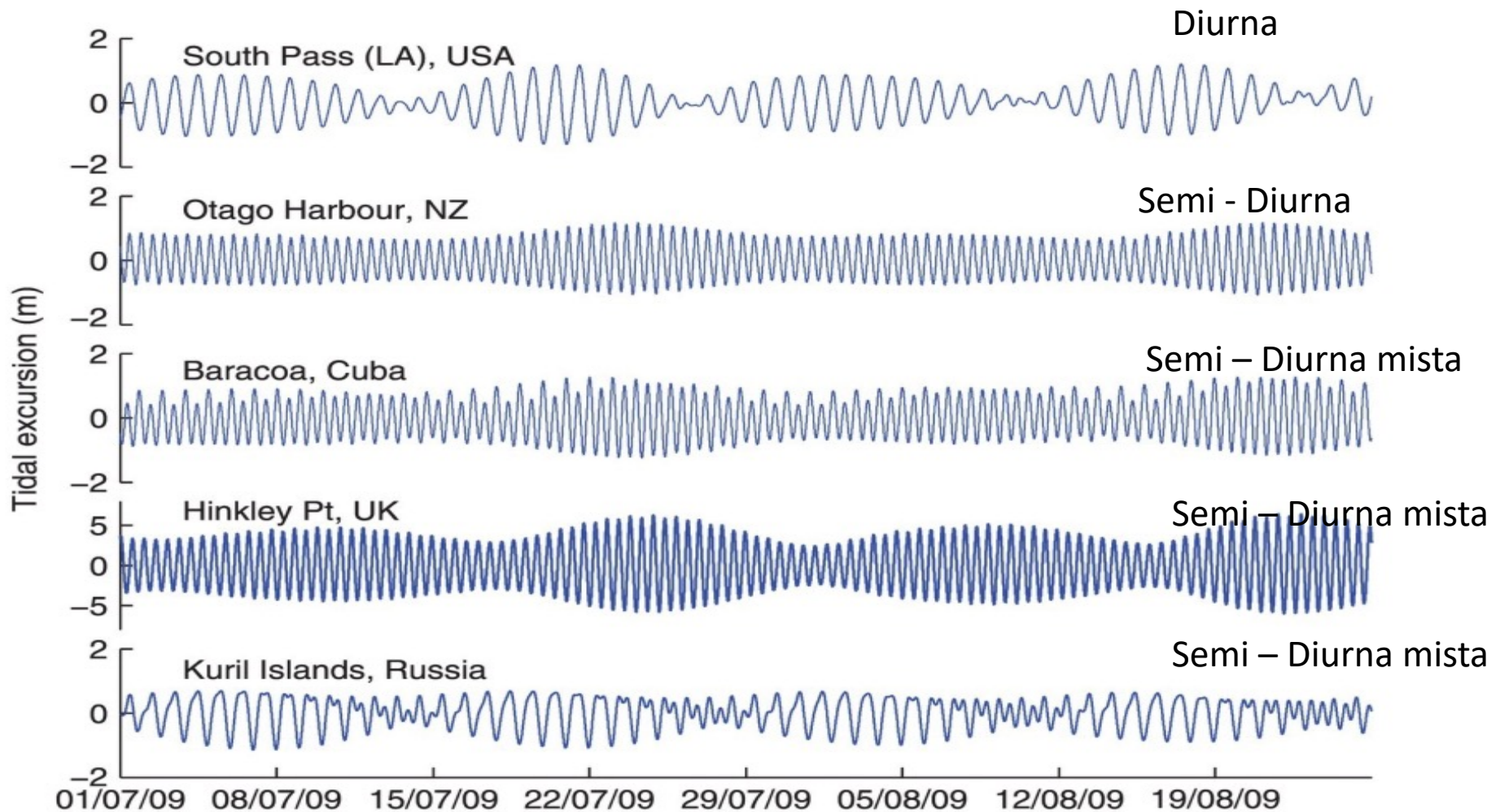


Fig. 4.16 Tidal predictions for multiple locations around the world. Predictions are for a 56-day window commencing on 1 July 2009. Predictions were made using the program xtide (<http://www.flaterco.com/xtide/>).

Alturas da Maré

Latitude: 27°35,3'S
Instituição: DNPVN

Longitude: 048°33,4'W
57 Componentes

Fuso: +03.0
Nível Médio: 0.64 m

Ano: 2017
Carta: 01905

Geradas através da previsão harmônica, referidas ao nível de redução (NR) adotado para a confecção das cartas citadas para os diversos portos e barras

Lua	Dia	Hora	Alt.(m)
	SEG 01/05/2017	03:00	0.5
		05:38	0.8
		09:00	0.2
		12:02	0.6
		14:47	0.4
		18:24	0.9
		21:15	0.6
☾	TER 02/05/2017	00:32	1.0
		04:00	0.5
		06:24	0.7
		09:45	0.3
		12:51	0.6
		15:49	0.4
		19:17	0.8
		21:54	0.6
	QUA 03/05/2017	01:11	1.0
		04:53	0.5
		07:26	0.7
		10:38	0.4
		13:26	0.6
		16:41	0.3
		20:24	0.8
		22:23	0.7

Nível de Redução (NR)

Plano de referência ao qual todas as profundidades cartografadas estão relacionadas. É definido, segundo a Organização Hidrográfica Internacional, como "um plano tão baixo que a maré, em condições normais, não fique abaixo dele".

	TER 23/05/2017	00:26	1.1
		07:21	0.2
		13:11	1.1
		19:47	0.1
	QUA 24/05/2017	00:58	1.1
		08:02	0.2
		14:00	1.2
		20:45	0.1
5	QUI 25/05/2017	01:38	1.1
		08:54	0.3
		14:47	1.2
		21:43	0.2
	SEX 26/05/2017	02:15	1.1
		06:28	0.3
		08:02	0.3
		10:02	0.3
		15:23	1.2
		22:43	0.4

A maré observada diferente da teórica considerando os pressupostos anteriores

- Presença dos continentes
- Efeito fundo oceano
- Tempo de resposta atração – movimento
- Efeito da rotação da terra (Coriolis)

Esquema das marés como percebidas nas regiões costeiras

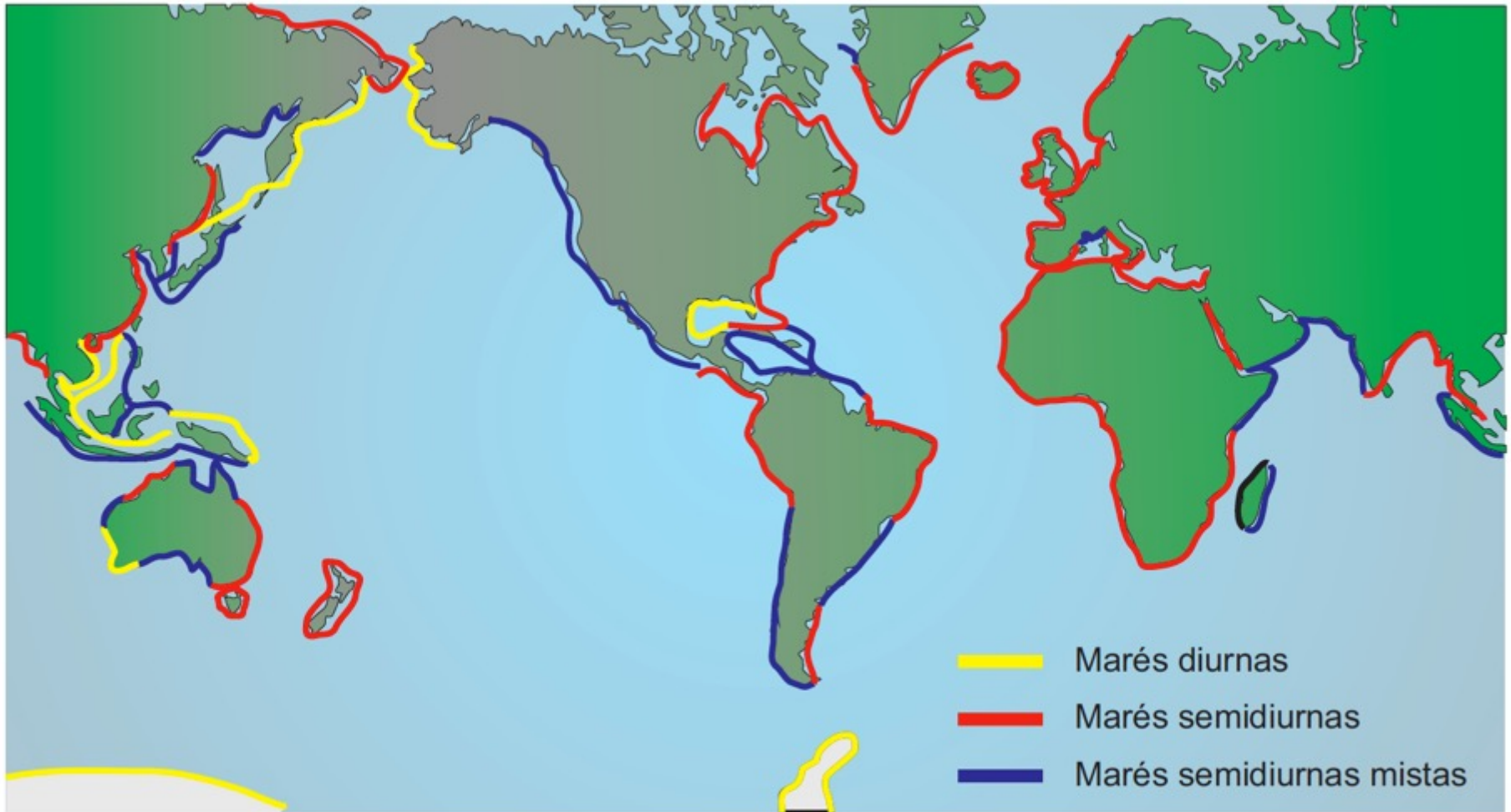


Figura 9.7 Tipos de maré em função dos períodos dominantes de oscilação.

A resultante é complexa

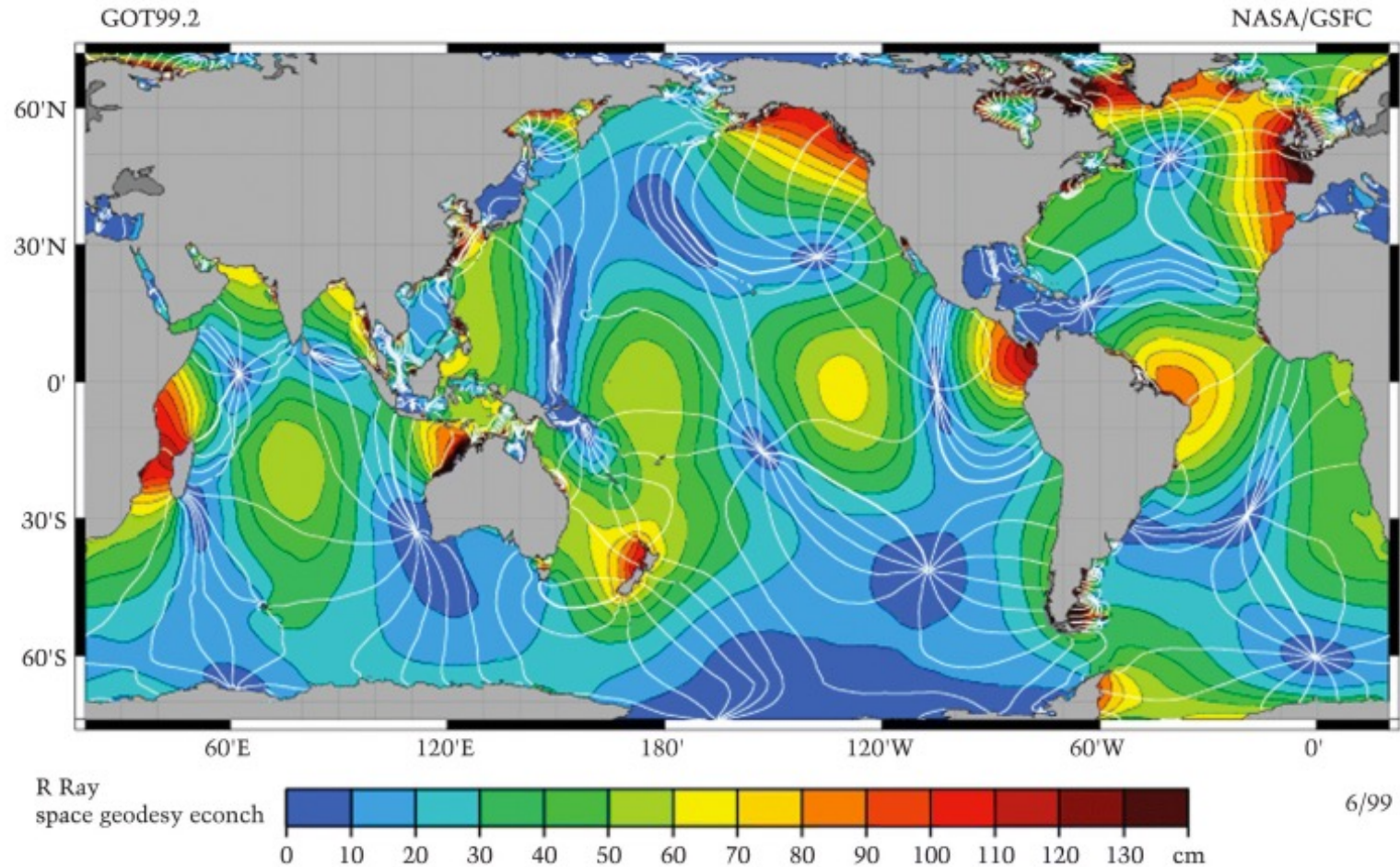


Fig. 4.19 A map of the M2 tidal constituent in which the amplitude of this

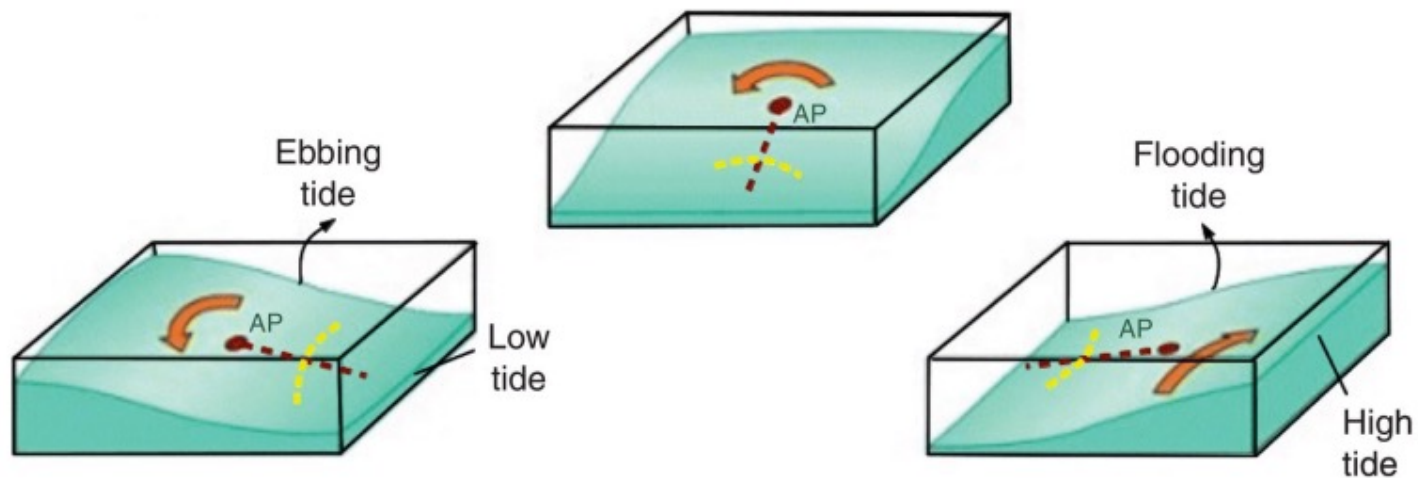
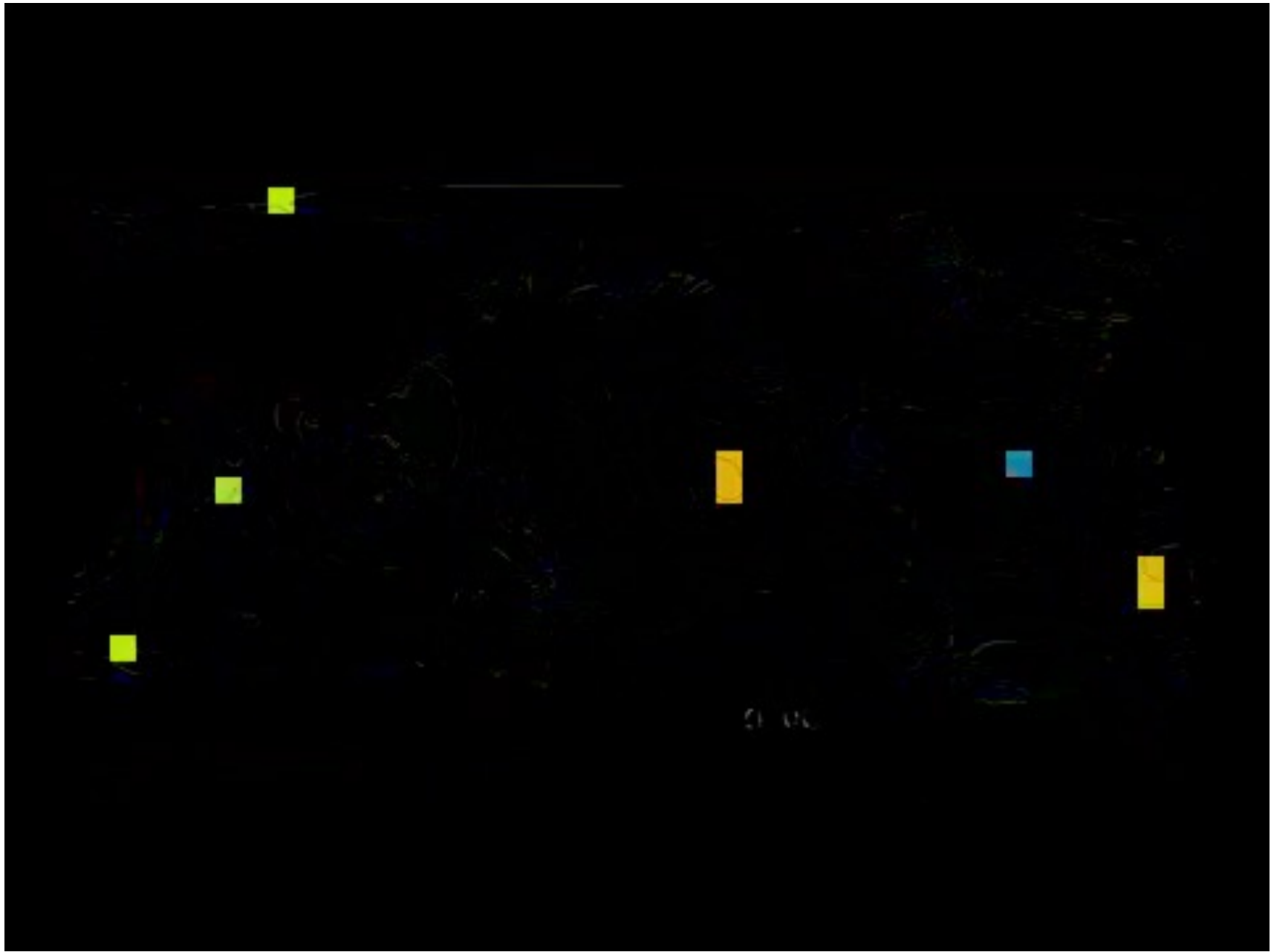


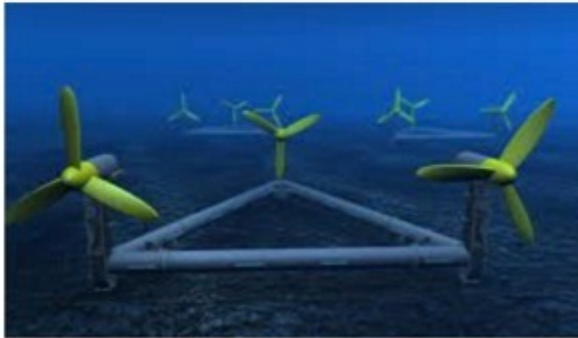
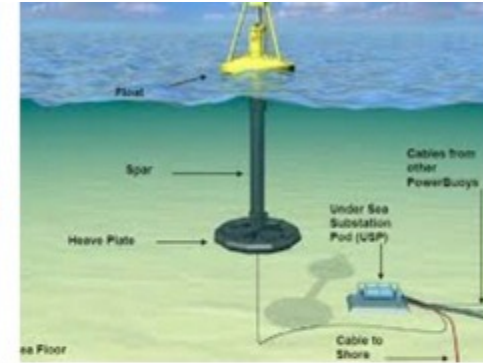
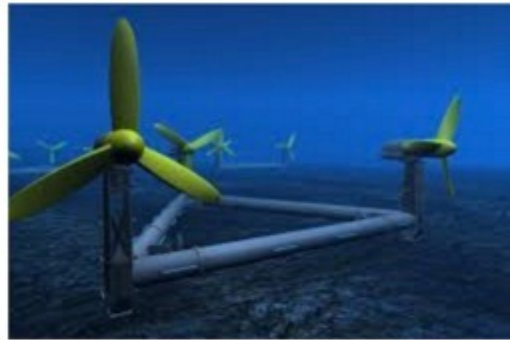
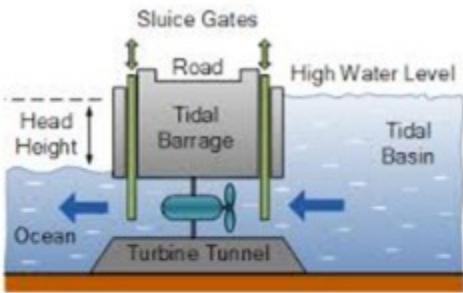
Fig. 4.18 Diagram illustrating a Kelvin wave propagating about an amphidromic point (AP) in a basin. The diagram is for the northern hemisphere where the Coriolis force makes the wave propagate in a cyclonic (anti-clockwise) fashion. The red lines represent lines of constant phase that radiate from the amphidromic point and the yellow lines indicate contours of constant amplitude that are normal to the lines of constant phase.



Marés sobre a plataforma e regiões costeiras

- Em termos globais a grande interação ocorre nos oceanos profundos.
- O efeito diferente das ondas gravitacionais de superfície ocorre em toda a coluna de água
- A transição da onda de maré do oceano profundo para a plataforma continental implica em efeitos locais potencializados
- Correntes de até 10m/s podem ser geradas em condições específicas

Marés como fonte de energia



Fatores em águas rasas

- Influencia da morfologia
- Inclinação do fundo
- Extensão da plataforma
- Embaiamentos
- Penínsulas
- Estuários

- O atrito com o fundo na região costeira produz interações não lineares
- Embora o sentido de rotação da onda seja elíptico, em algumas regiões podem ser notados movimentos tipo vaivem

- Em baías e estuários a onda de maré se comporta como um misto de estacionária e progressiva
- Estremo de elevação – corrente nula
- Estofa

- Máximo de correntes entre a preamar e baixamar
- Em estuários com vazão de água doce significativa ocorre uma assimetria

As interações são complexas e podem gerar padrões de enchente e vazante diferentes

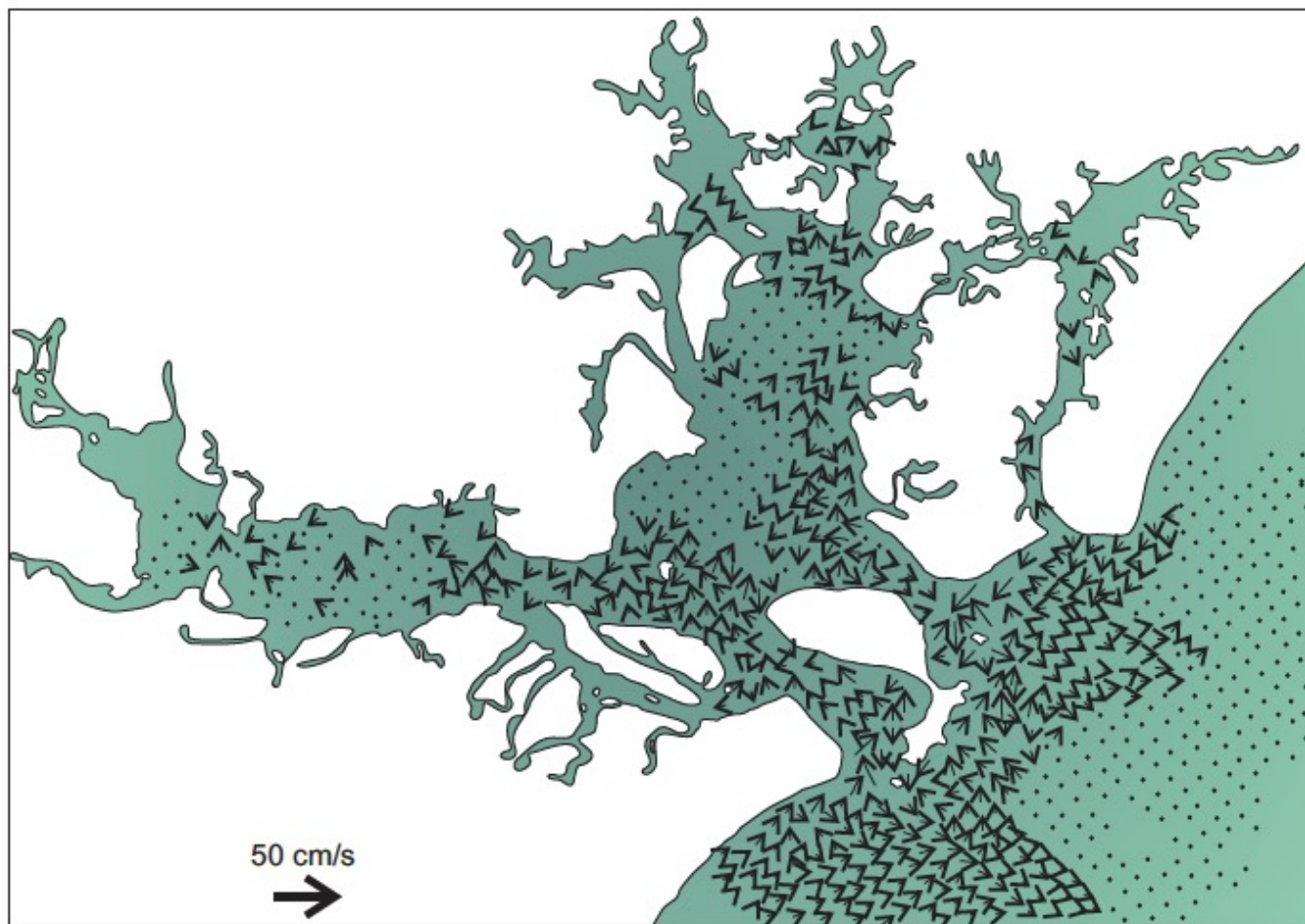


Figura 9.10 Campo vetorial de correntes residuais de maré para a Baía de Paranaguá (PR), obtido a partir de médias ao longo de vários ciclos de maré simulados numericamente [Fonte: HARARI, 2003].

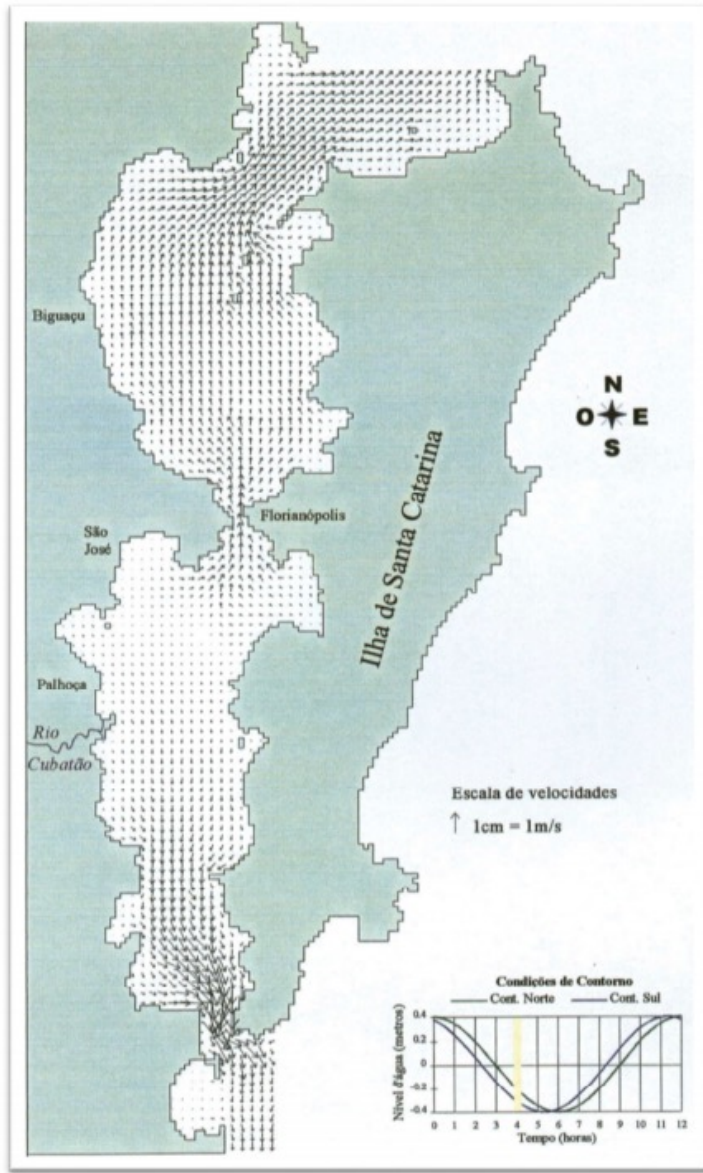


Figura 4 - Campo de correntes geradas pela maré durante a vazante, nas Baías Norte e Sul, simuladas a partir de um modelo hidrodinâmico (MELO *et. al.*, 1997).



Figura 3 - Campo de correntes geradas pela maré de enchente, nas Baías Norte e Sul, simuladas a partir de um modelo hidrodinâmico (MELO *et. al.*, 1997).

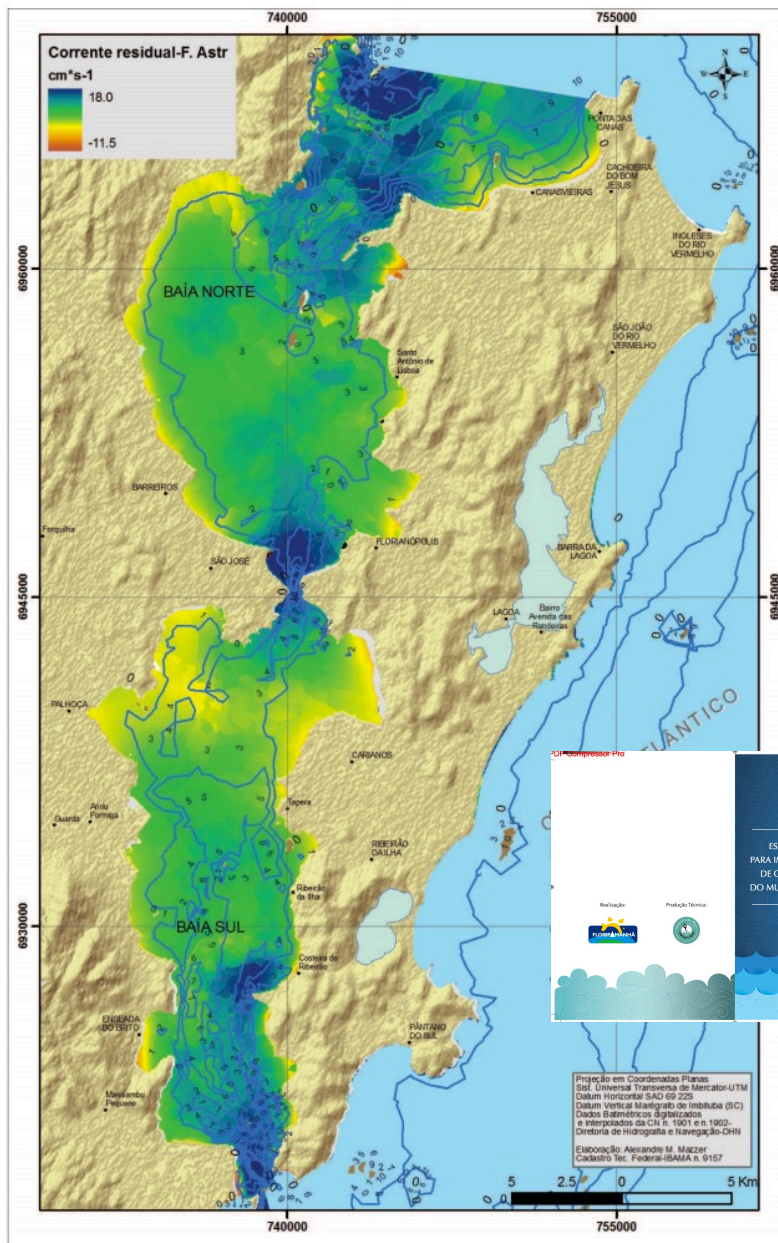


Figura 3: Correntes residuais da circulação gerada pela maré astronômica (valores positivos indicam direção norte; valores negativos indicam corrente de direção sul).

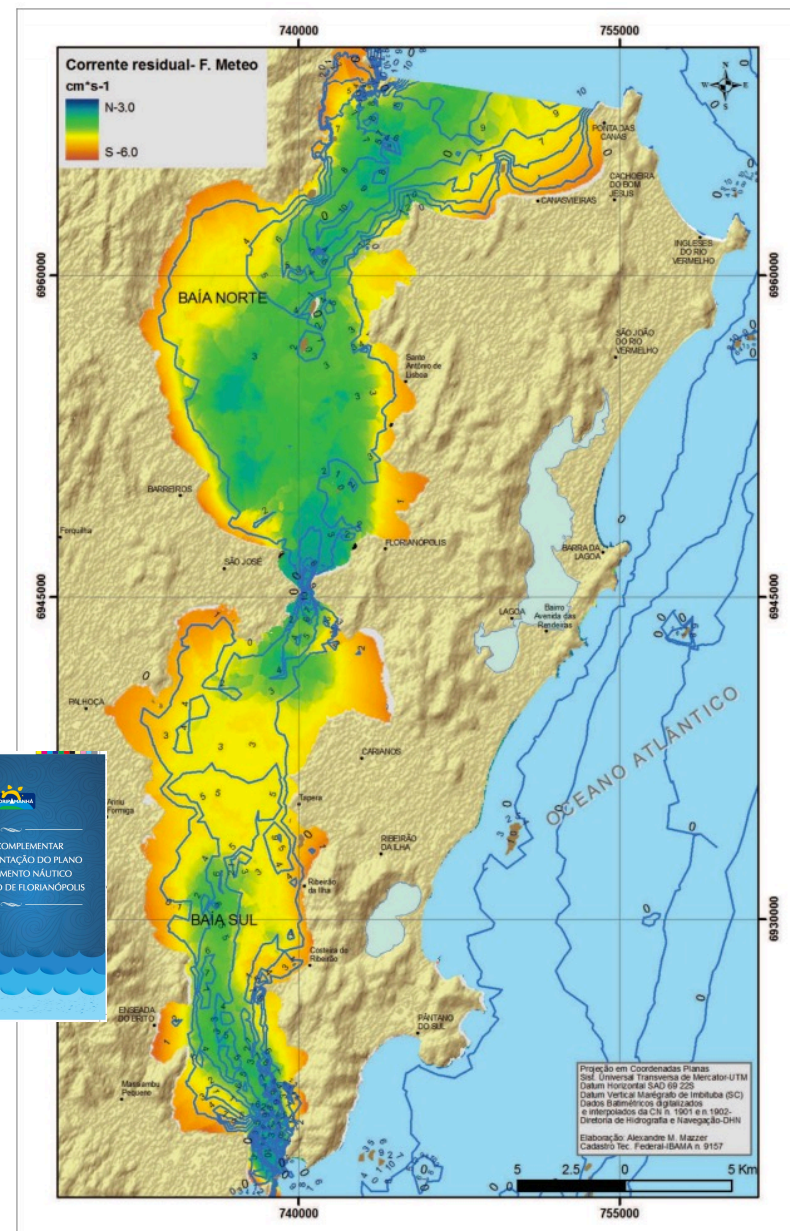
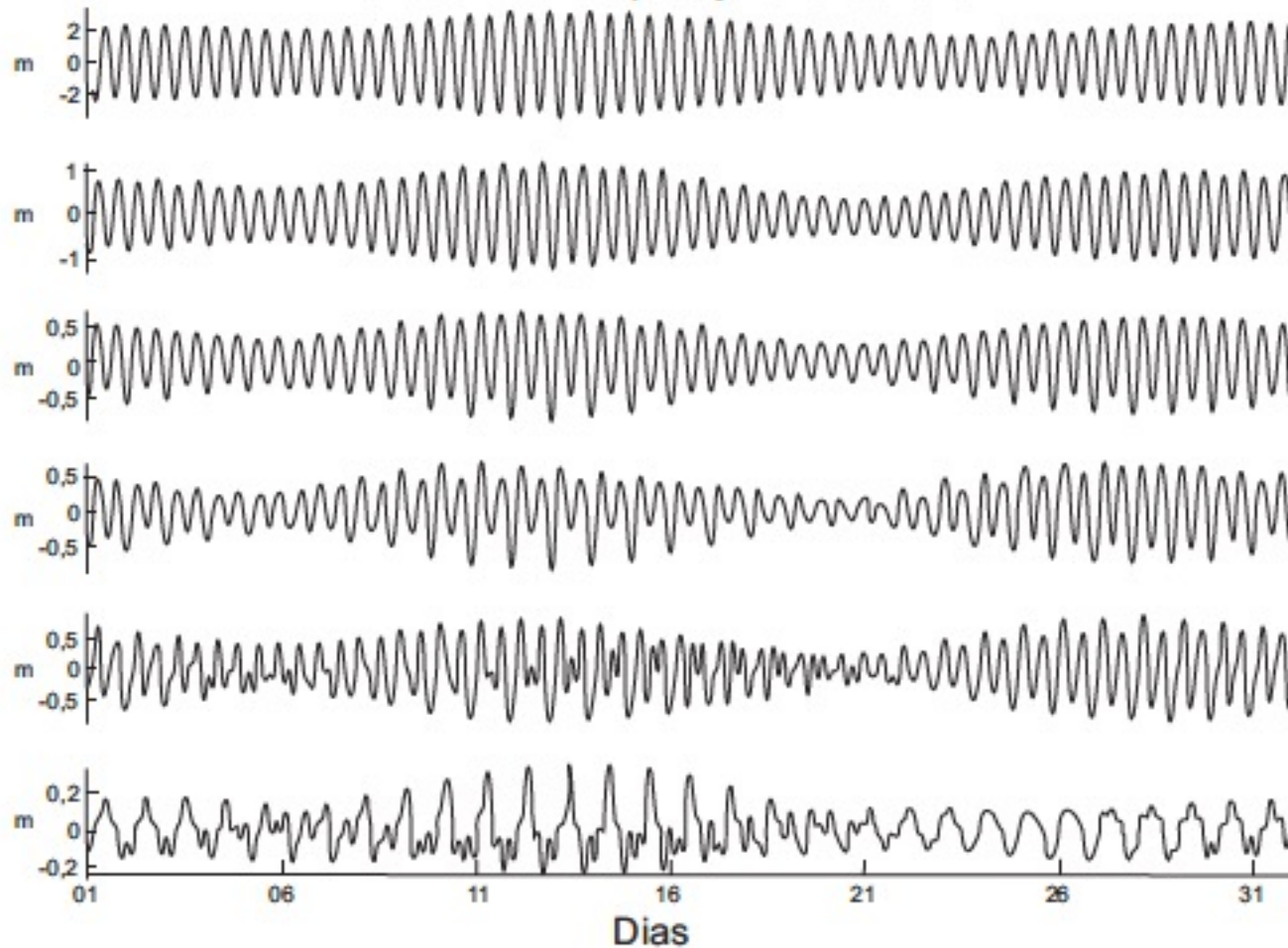


Figura 4: Correntes residuais da circulação gerada pela maré meteorológica e simulação de ventos de direção sul e nordeste. (Valores positivos indicam corrente direção norte; valores negativos indicam corrente direção sul.)

Marés na Costa Brasileira

Previsão de maré para janeiro de 2013



Pororoca no norte

Figura 9.11 Previsões de maré para diversos portos brasileiros para o mês de janeiro de 2013. De cima para baixo: São Luís (MA), Recife (PE), Vitória (ES), Santos (SP), São Francisco do Sul (SC) e Rio Grande (RS). Observe a mudança na escala vertical entre os diferentes locais.









Mais terminologia

- **Nível médio de preamares:** é o valor médio das elevações observadas nas preamares, em períodos adequadamente longos;
- **Nível médio das baixa-mares:** análogo ao anterior, mas para as baixa-mares;
- **Nível médio das preamares de sizígia:** corresponde ao valor médio das preamares observadas nos períodos de sizígia;
- **Nível médio das preamares de quadratura:** corresponde ao valor médio das preamares observadas nos períodos de quadratura;

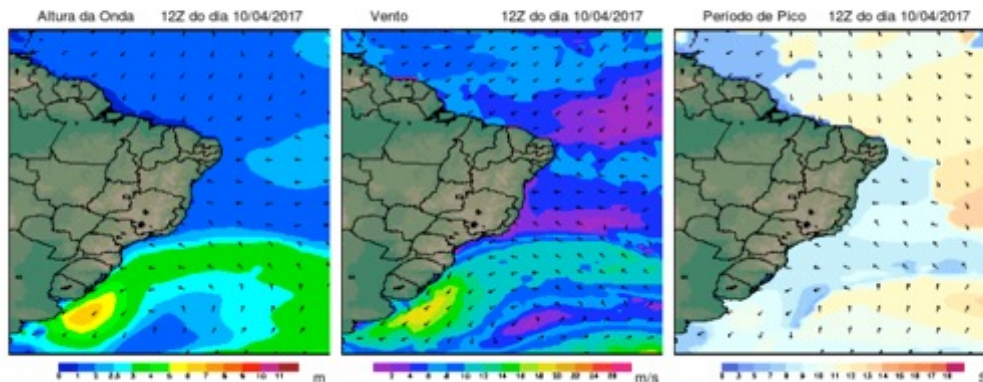
- **Nível médio das baixa-mares de quadratura:** análogo ao anterior, mas para as baixa-mares;
- **Nível de redução de sondagens:** é um nível suficientemente abaixo do nível médio do mar, que informa aos navegantes as condições mínimas de segurança de um porto para suas embarcações e navios. Esse nível normalmente é publicado nas cartas náuticas.

- **Maré astronômica:** gerada exclusivamente pela atração gravitacional;
- **Maré meteorológica:** diferença entre a maré astronômica e a efetivamente observada, gerada por influências meteorológicas (pressão atmosférica e vento)

AVISOS DE RESSACAS MARÍTIMAS

MAPAS BRASIL

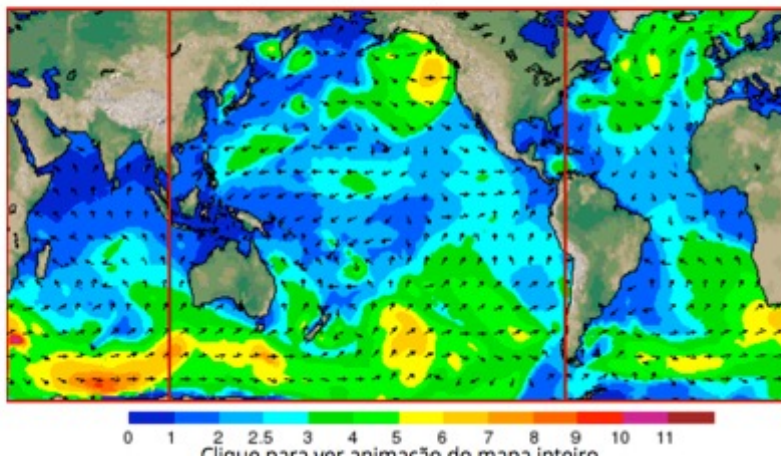
O Modelo de Ondas é apropriado para águas acima de 40 metros de profundidade.



Domínios: Costa Brasileira, Sul, RJ e SP, Sudeste, Norte e Nordeste

MONITORAMENTO GLOBAL

Altura Significativa(m) e Direção Média das Ondas



PREVISÃO PARA AS CIDADES LITORÂNEAS

Estado:

Cidade:

ESTADO DO MAR

Cidade	Alt.e Dir. (m)	Agitação Vento(m/s)
Ubatuba-SP	1.3 - ENE	5.5 - NNE
Santos-SP	0.9 - ESE	4.5 - NNW
Amapá-AP	2.0 - NE	8.0 - NE

Atualizado: 06/04/2017

OCEANOGRAMAS

Previsão:

Climatologia:

AVALIAÇÃO

Campos:

Dia: Mês: Ano:

[» Explicativo de Avaliação de Ondas](#)

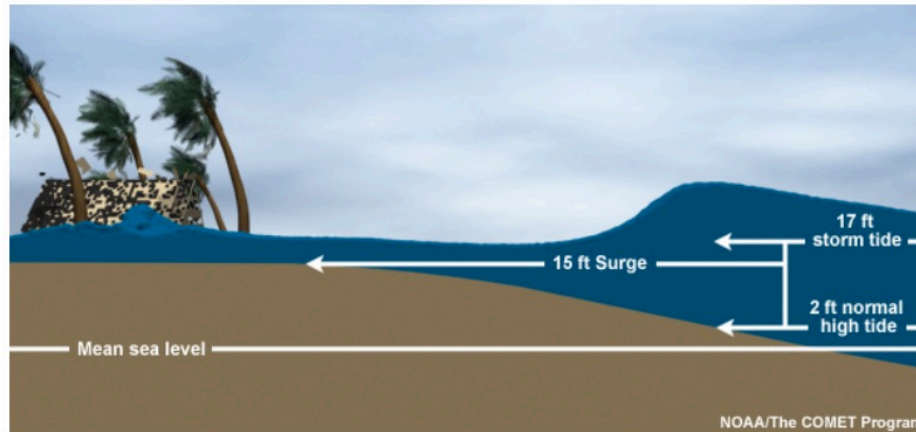
CLIMATOLOGIA DIÁRIA DE ONDAS

Storm surge / Ressaca



BOLIVAR PENINSULA IN TEXAS AFTER HURRICANE IKE (2008)

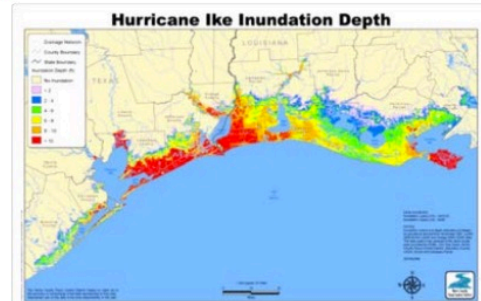
What is Storm Surge?



Storm surge is an abnormal rise of water generated by a storm, over and above the predicted astronomical tide.

- It's the change in the water level

Storm tide is the water level rise during a storm due to the combination of storm surge and the astronomical tide.



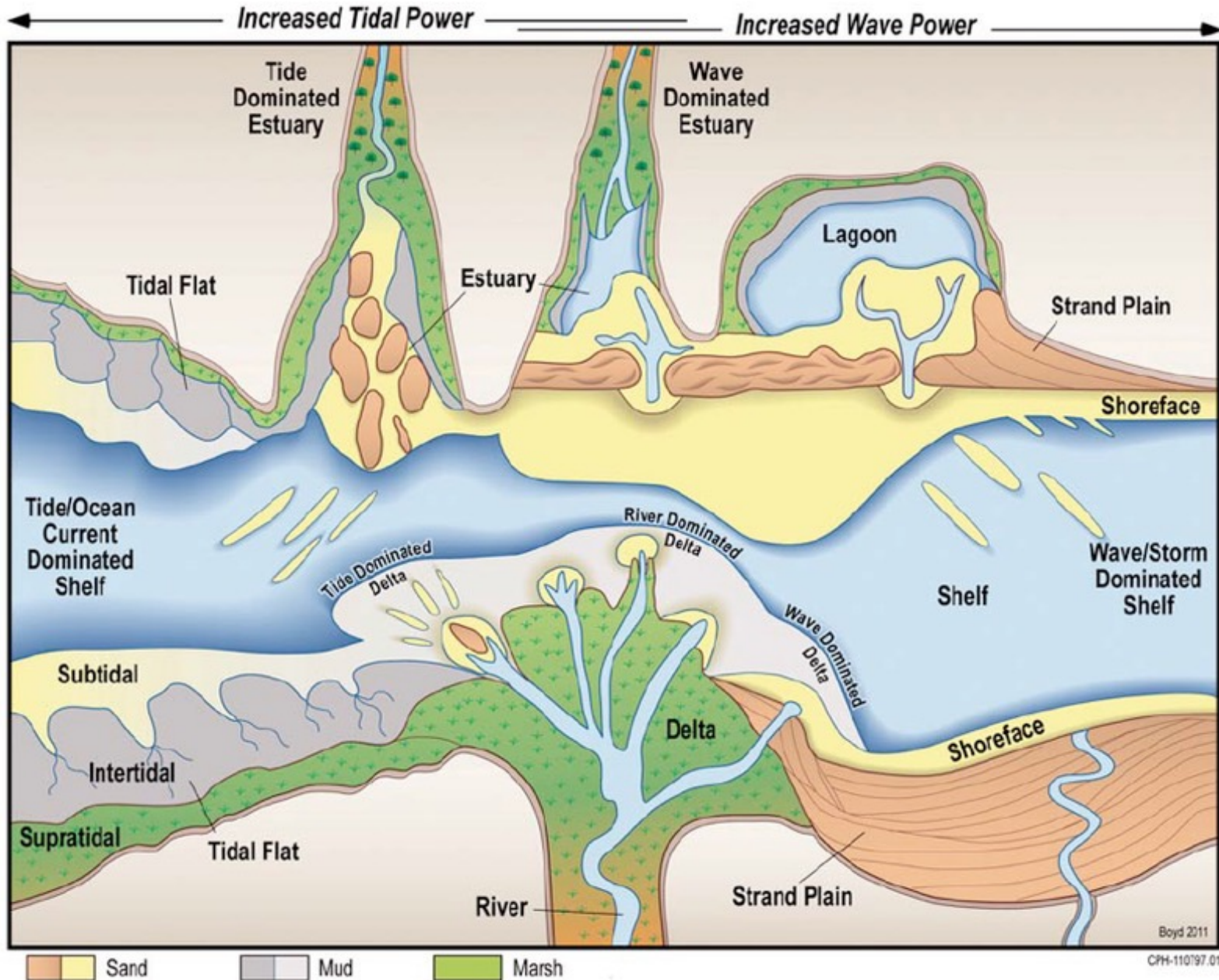
Inland Extent

Storm surge can penetrate well inland from the coastline. During Hurricane Ike, the surge moved inland nearly 30 miles in some locations in southeastern Texas and southwestern Louisiana.



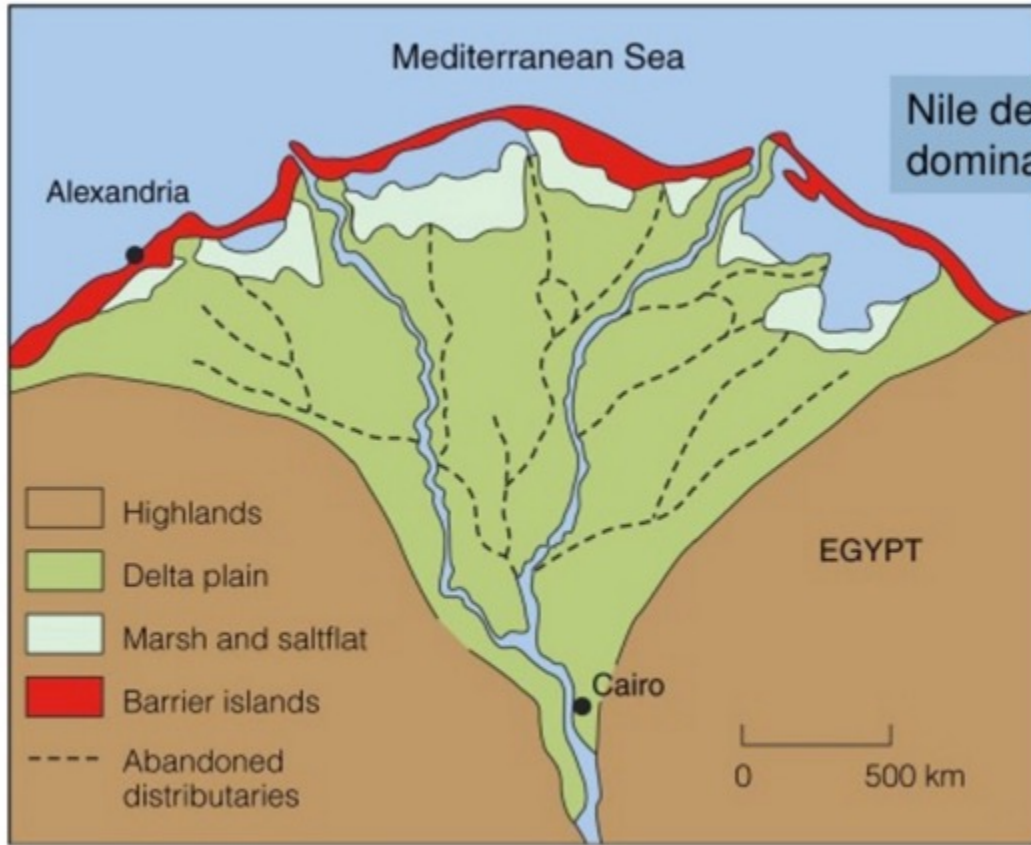


Figure 4. Range of common shallow-water depositional systems in a coastal classification based on ratio of wave power to tidal power (Boyd et al., 1992, with recent update in James and Dalrymple, 2010). The deltas, strand plains, and open-coast tidal flats (lower half of diagram) are regressive coastal environments, whereas estuaries, barrier-lagoon systems, and open coast tidal flats (upper half of diagram) are transgressive coastal environments. Shelf environments associate with both types of coast; shelf width increases during transgression and decreases during regression (diagram courtesy of Ron Boyd).



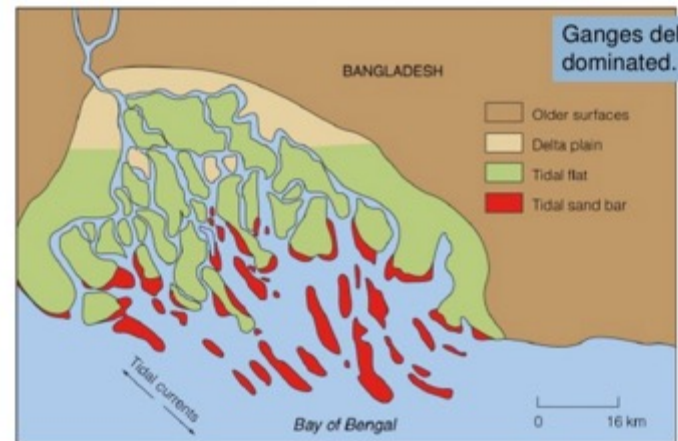
Boyd 2011

CPH-110197.01



Nile delta is wave dominated.

© 2007 Thomson Higher Education



Ganges delta is tide dominated.

© 2007 Thomson Higher Education