

# Morfodinâmica dos Sistemas Costeiros



- Paradigma da Morfodinâmica
- Sistemas Morfodinâmicos Costeiros
- Feedback Morfodinâmico
- Evolução Costeira e Estratigrafia

# Fontes:

- [http://www.coastalwiki.org/wiki/Main\\_Page](http://www.coastalwiki.org/wiki/Main_Page)
- <https://ozcoasts.org.au/>

- A região costeira esta em constante transformação.
- A região litorânea, por exemplo, que representa a interface atual entre a terra e água, se modifica em diferentes escalas temporais, minutos, horas dias, semanas, meses.
- Essa constante transformação pode ser descrita **morfodinâmica** dos sistemas costeiros

- A morfodinâmica vem substituir a visão da região costeira sob as óticas da geomorfologia e da geografia descritiva –
- Observação / Classificação
- A geodinâmica considera a morfologia não só como produto, mas condicionante
- Com isso foi gerado a abordagem morfodinâmica (Wright & Thom, 1977)

- No paradigma da morfodinâmica, os sistemas costeiros (praia, mangues, baías) resultam da interação de tres elementos conectados:
- **Morfologia - Processos - Transporte de sedimentos**
- Esses elementos atuam com certa autonomia, mas por último respondem a fatores ambientais, as condições de entorno

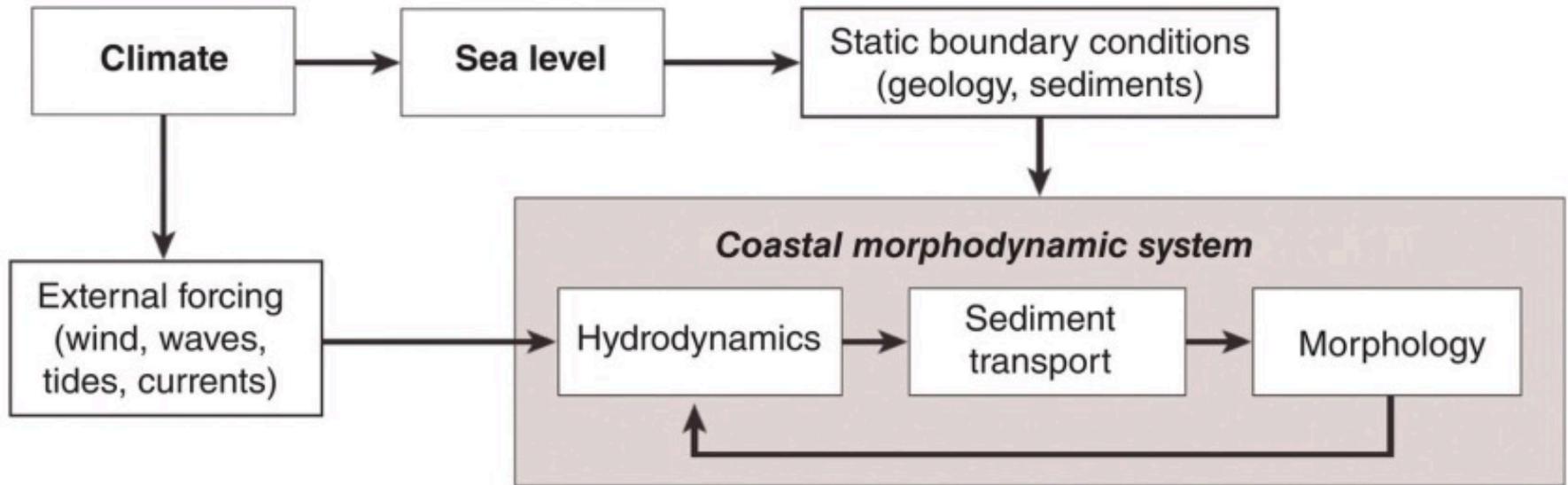
# Fatores de contorno

- Fronteira sólida (geologia, sedimentos)
- Clima
- Forçantes externos (vento, ondas, tempestades, marés, tsunames)
- Nível do mar





Vídeo de [lohan pelser](#) no [Pexels](#)



**Fig. 1.5** Conceptual diagram illustrating the morphodynamic approach, showing the coastal morphodynamic systems and the environmental boundary conditions (sea level, climate, external forcing and static boundary conditions).

(Source: Masselink 2012. Reproduced with permission from Pearson Education Ltd.)

# System

From Wikipedia, the free encyclopedia

*For other uses, see [System \(disambiguation\)](#).*

*For the set of rules that govern structure or behavior of people, see [Social system](#).*



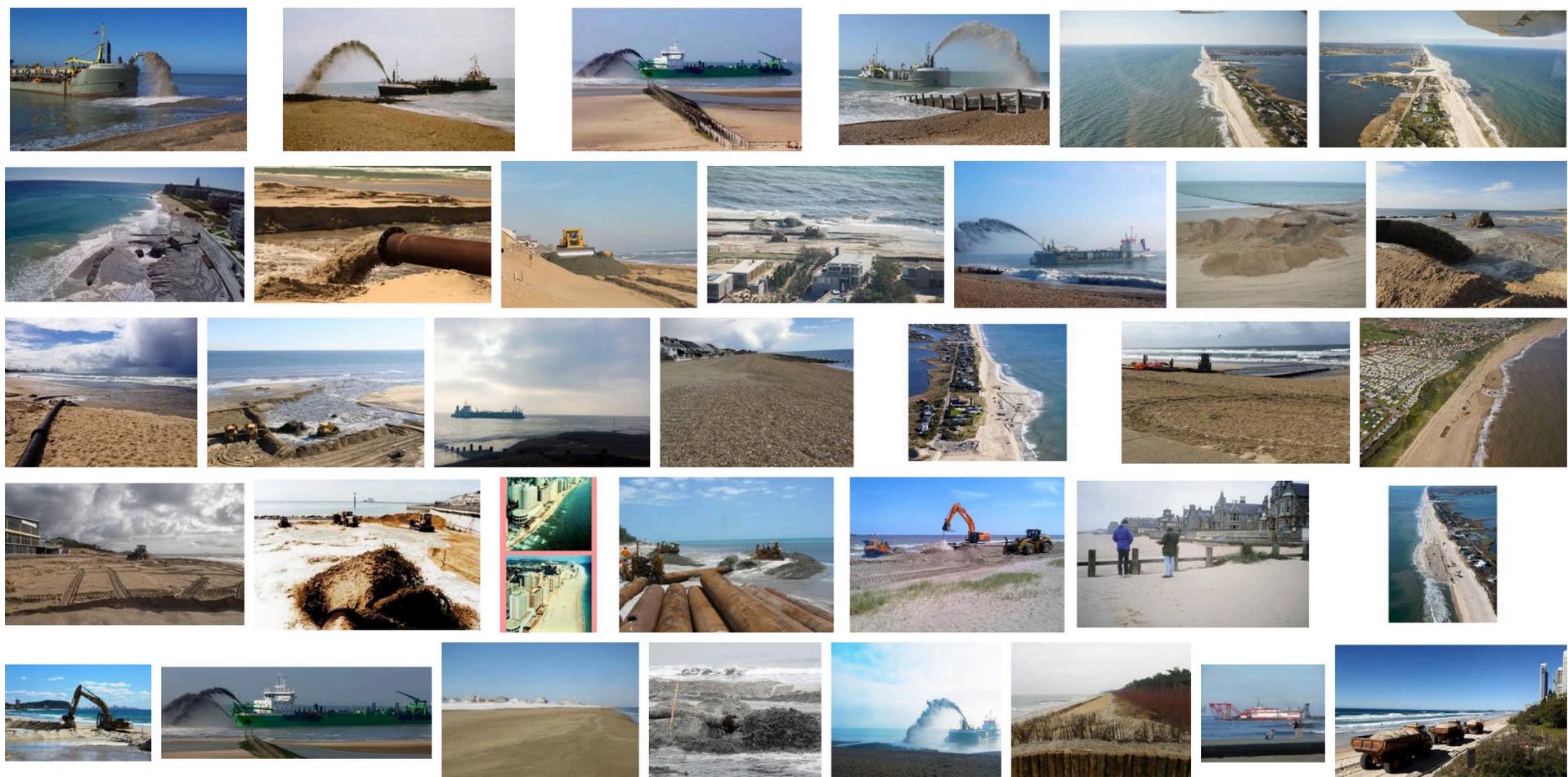
This article's **lead section does not adequately summarize key points of its contents.**

Please consider expanding the lead to [provide an accessible overview](#) of all important aspects of the article. Please discuss this issue on the article's [talk page](#). *(October 2019)*

A **system** is a group of [interacting](#) or interrelated entities that form a unified whole.<sup>[1]</sup> A system is described by its spatial and temporal boundaries, surrounded and influenced by its environment, described by its structure and purpose and expressed in its functioning. Systems are the subjects of study of [systems theory](#).

- Esses fatores atuam como meta-controladores determinando onde os processos ocorrem
- Em estudos de sistemas contemporâneos, a ação humana também deve ser levada em conta.
- A atuação humana pode ser vista em pequena escala, como por exemplo a construção de uma estrutura rígida ou em longa escala, causada pela alteração do nível médio do mar

Engordamento de praia  
Defesas / Molhes / diques  
Dragagem  
Ocupação



- Fora estudos em escalas maiores (séculos ou milênios) as condições de entorno são dadas e constantes\*
- A dinâmica é resultado dos 3 elementos:

Processos - Transporte de sedimentos - Morfologia

<https://www.youtube.com/watch?v=ePdp9a7uAkE>

Quais são os Processos?

## **Processos:**

inclui todos processos que afetam o transporte de sedimentos. Os mais importantes são:

Hidrodinâmicos: ondas, marés e correntes

Eólicos: ventos

Outros:

Intemperismo / erosão pode ser significativo em costões rochosos

Processos biológicos, bioquímicos e biofísicos podem ser importantes em pântanos salgados, mangues e recifes biológicos

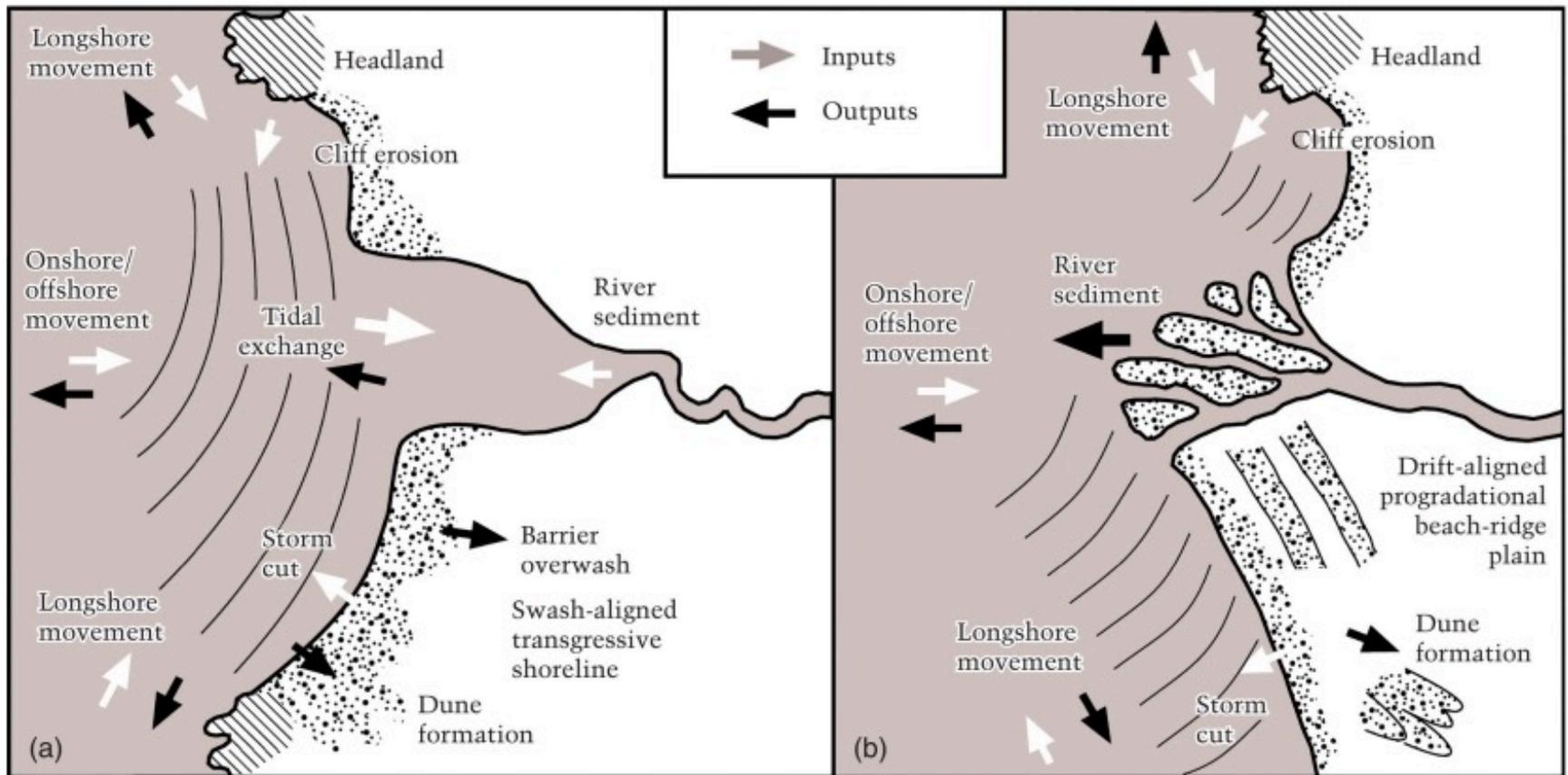
Descarga de rios importante para deltas



# Transporte de sedimentos:

- O deslocamento de um fluído causa estresse no leito, referido como tensão de cisalhamento (bed shear stress) podendo resultar em arrasto e transporte de sedimento
- O processo de transporte e deposição pode ser descrito no balanço de sedimento

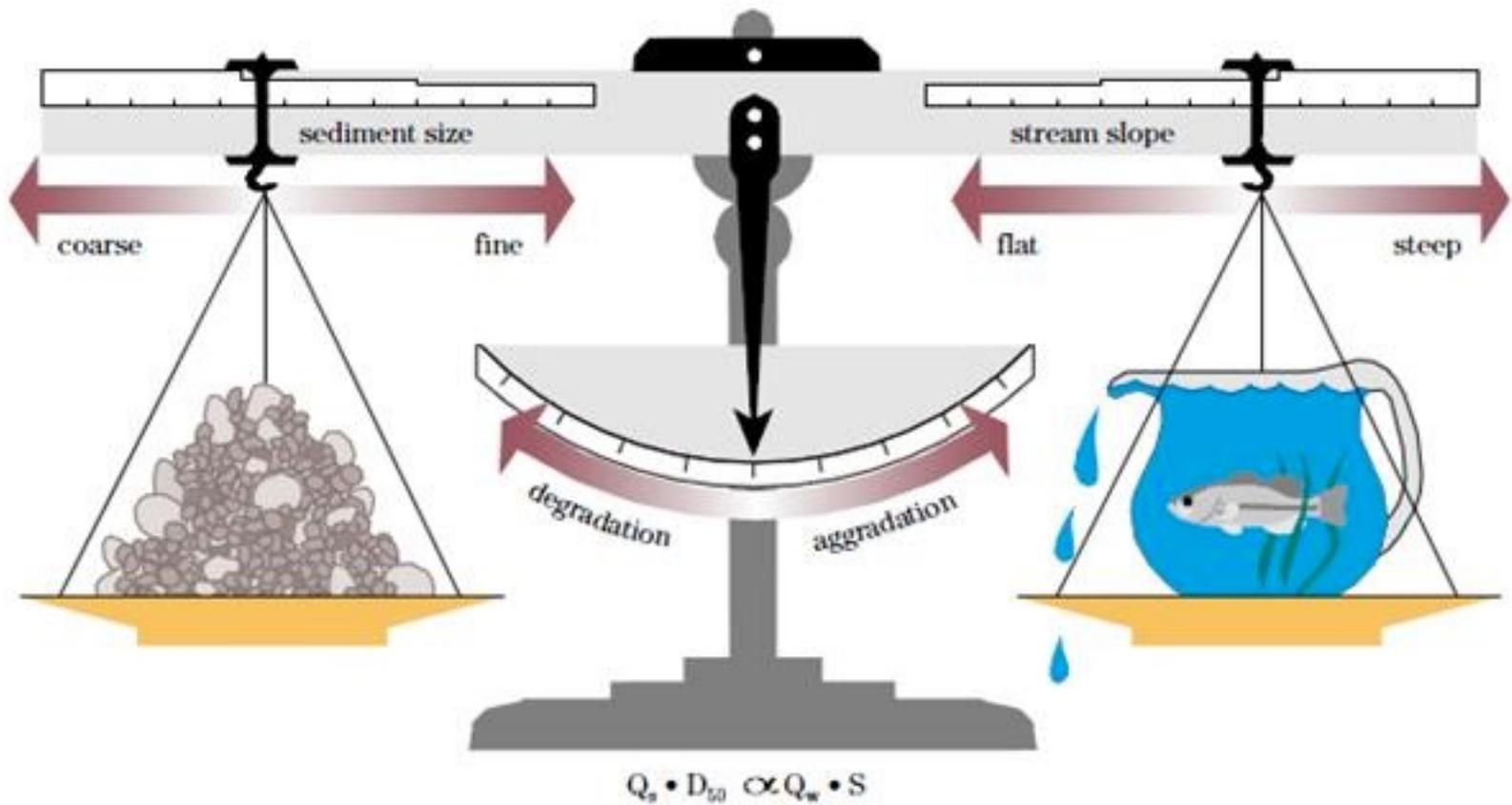
- Balanço positivo: deposita mais – avanço da linha de costa
- Balanço negativo: Transporta mais – erosão, com possível recuo da linha de costa



**Fig. 1.6** Sediment budgets on: (a) estuarine; and (b) deltaic coasts.

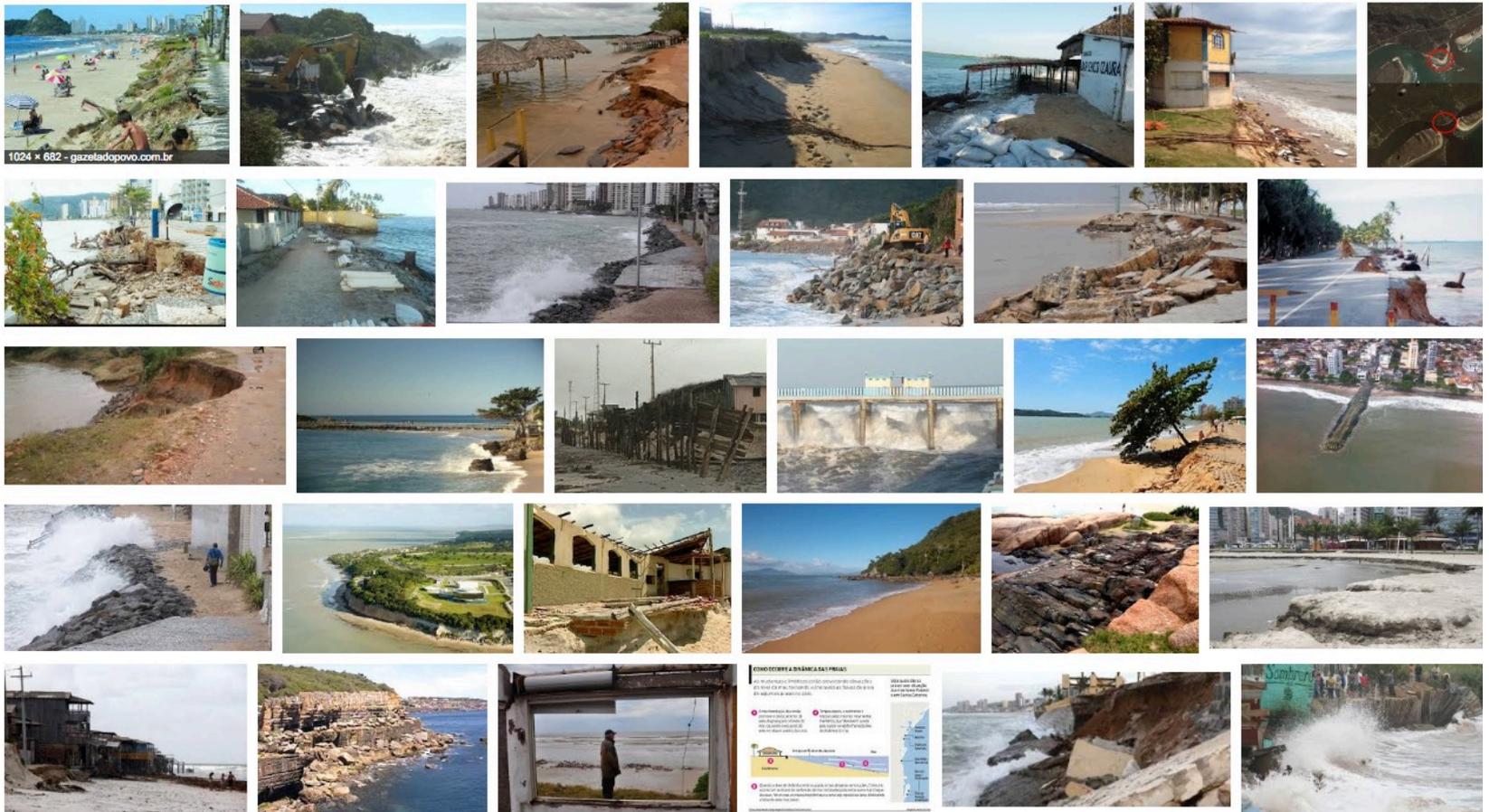
(Source: Masselink et al. 2011. Reproduced with permission of Hodder & Stoughton Ltd and adapted from Carter and Woodroffe 1994 with permission from Cambridge University Press.)

O Conhecimento do balanço de sedimentos é fundamental para a compreensão da dinâmica costeira



From Rosgen (1996), from Lane, Proceedings, 1955.  
 Published with the permission of American Society of Civil Engineers.

# Conhecer o balanço de sedimentos se torna fundamental para compreensão da dinâmica costeira assim como para a previsão de mudanças futuras



# Morfologia:

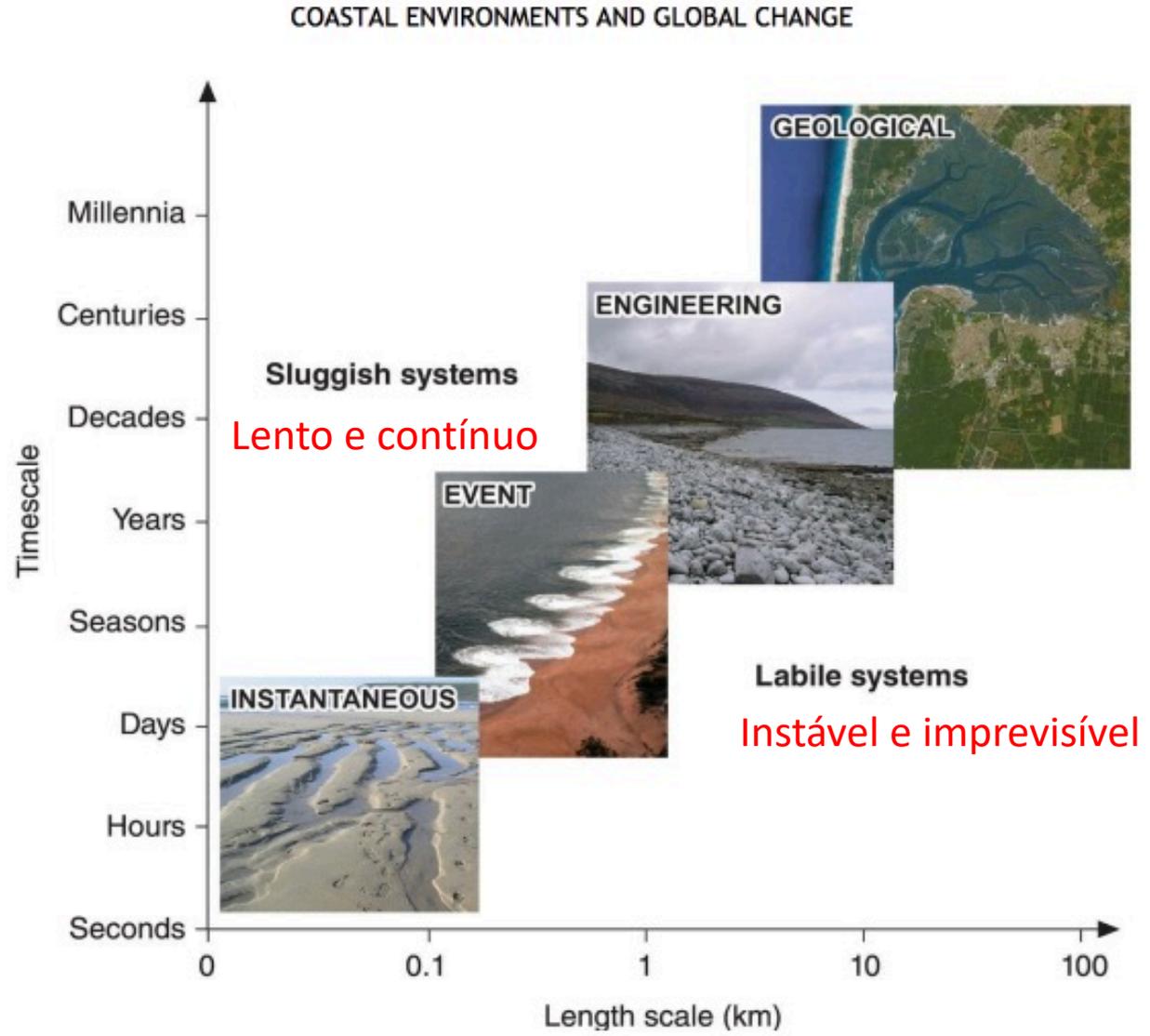
- A morfologia compreende a superfície tridimensional de um relevo ou de um conjunto de relevos (dunas costeiras, deltas, estuários, pias, recifes, plataforma)
- A mudança do relevo é decorrente da erosão e deposição e é, em parte, registrada na estratigrafia

- \*A abordagem morfodinâmica independe da escala : a forma e o processo estão fortemente conectados



A relação nem sempre é linear, depende do tipo de ambiente ex: dunas x costas rochosas)

As interações respondem ao "conceito de magnitude e frequência"



(Source: Adapted from Cowell and Thom 1994. Imagery © 2013 Terrametrics. Map data © 2013 Google.) For colour details, please see Plate 1.

# Em se tratando de um Sistema: Feedback morfodinâmico

- Existe um acoplamento entre processo e a morfologia – forma/processo/forma
- A forma depende do processo que depende do sedimento e vice versa, compondo o sistema

- Se entradas e saídas dentro de um sistema costeiro são as mesmas, existe um estado de equilíbrio.
- Se algo acontecer ao romper esse equilíbrio, o sistema mudará para restaurar o equilíbrio. Isso é conhecido como equilíbrio dinâmico, pois o sistema responde à perturbação.
- Quando a mudança inicial dentro de um sistema gera mais mudanças na mesma direção, isso é conhecido como feedback positivo.
- Quando um sistema retorna ao equilíbrio após uma mudança no sistema, isso é conhecido como feedback negativo.

Exemplo: mar calmo  
com acreção de  
sedimento na praia



**Fig. 1.8** Photograph of a developing berm on a sandy beach. Berms are swash-formed features that usually develop as part of beach recovery following storm erosion. On tidal beaches they are found just above the high-tide level. This particular berm formed after a period of energetic waves and is well defined with a small runnel located to the landward. The photo was taken at high tide and the berm is still being overtopped by swash action and is therefore still being constructed.

(Source: Photograph by Gerd Masselink.)

Face de praia, berma

# Exemplos de feedback entre processo e morfologia

- Preenchimento do estuário e correntes de maré
- Desenvolvimento de duna frontal e aerodinâmica
- Lobo deltaico e gradiente hidráulico
- Acreção de marisma e frequência de inundação
- Estabelecimento de mangue e processo de sedimentação
- Recife de coral e atenuação de ondas



A natureza dinâmica da morfologia e processos hidrológicos:  
difícil identificar a causa e o efeito:

A morfologia é consequência do processo ou condiciona o processo?

Muitas vezes a previsão do comportamento a longo termo é difícil.

A morfodinâmica é um sistema complexo ou não linear:  
pequenos erros de previsão podem gerar grandes problemas  
posteriores

# Feedback negativo

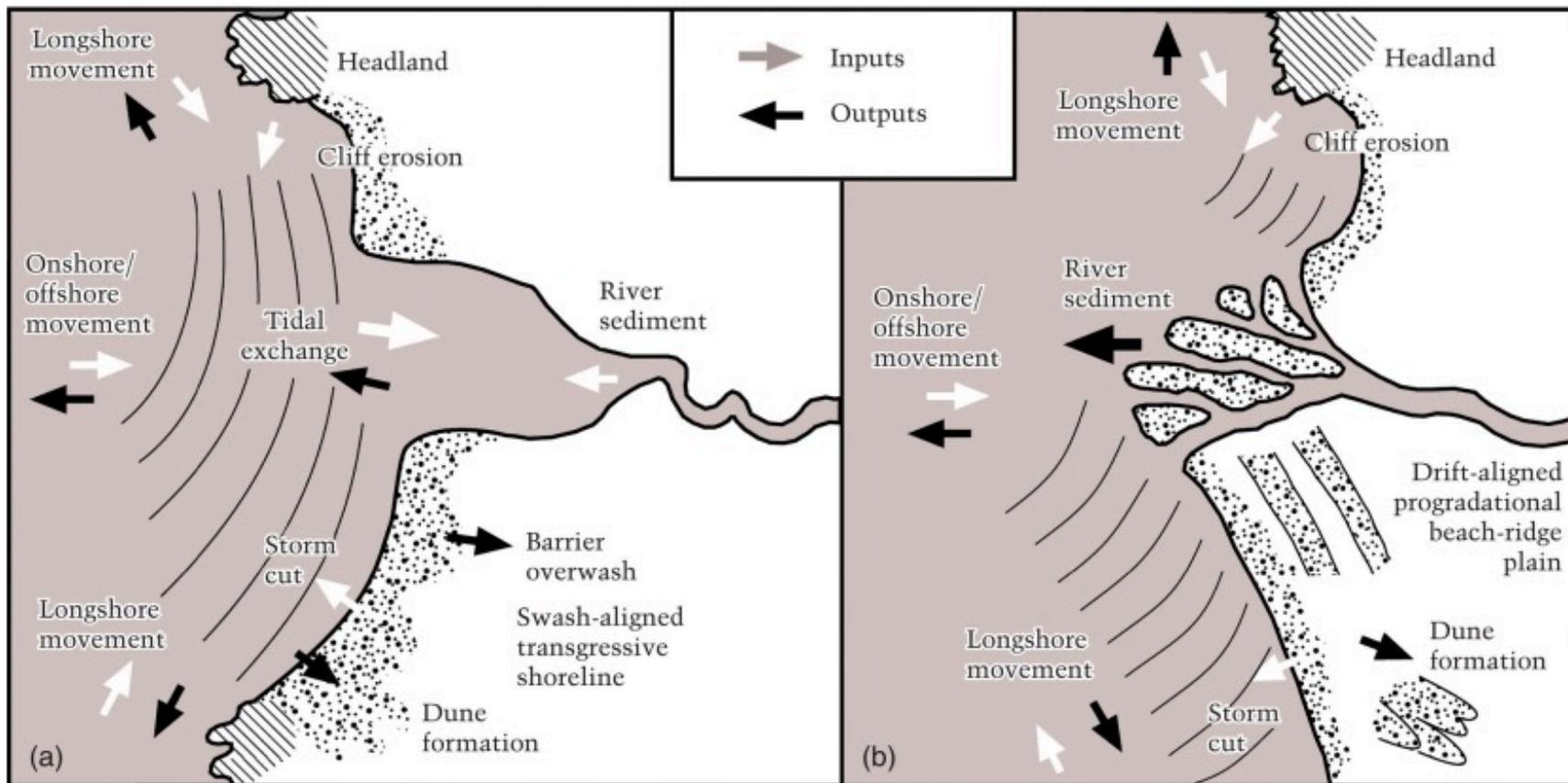
- É um mecanismo de amortecimento que tende a levar o sistema ao equilíbrio
- Ex: formação da berma

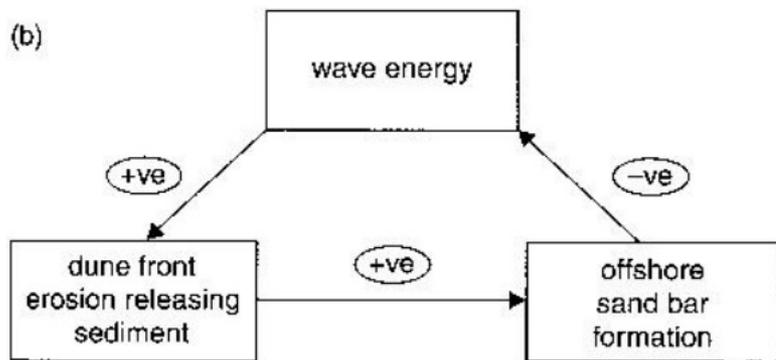
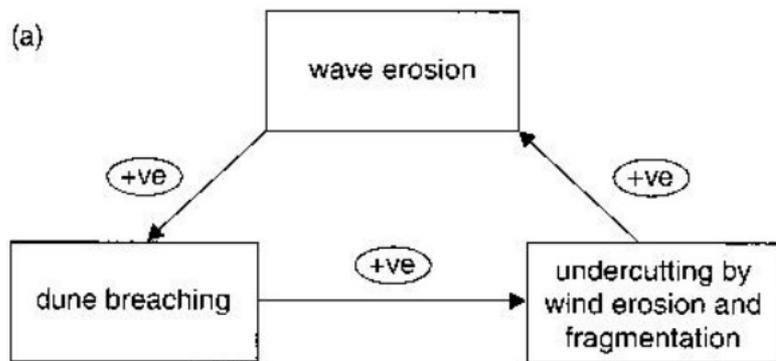


# Feedback positivo

- Afasta o sistema do equilíbrio
- Modifica a morfologia e a torna menos compatível com o processo
- O sistema em feedback positivo tem “vida própria”
- Ex: sedimentação interna em estuários profundos devido a assimetria entre cheia e vazante

# COASTAL ENVIRONMENTS AND GLOBAL CHANGE





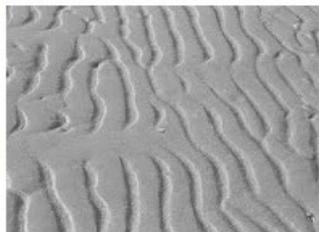
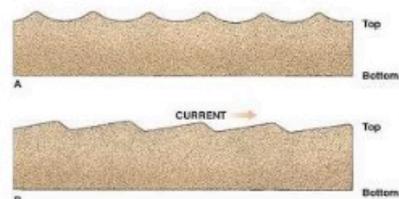
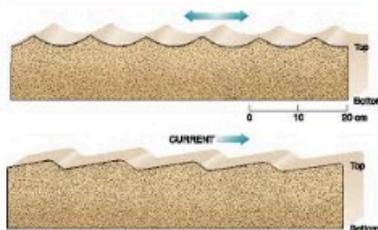
**Figure 1.4 Examples of feedback relationships in coastal systems: (a) example of positive feedback where a positive relationship exists between wave erosion and dune breaching (meaning that an increase/decrease in one, i.e. wave erosion, increases/decreases the other, i.e. the amount of dune breaching), which in turn has a positive relationship to subsequent dune undercutting through wind erosion, so further fragmenting the dune ridge and leaving it more susceptible to further wave erosion. Positive feedback involves either no negative relationships, as in this example, or an even number of them; (b) example of negative feedback. Note that a negative relationship, such as here between offshore sand bar formation and wave energy, means that as one increases/decreases the other decreases/increases in response. Negative feedbacks always involve an odd number of negative relationships.**

# Autoorganização ou propriedades emergentes

- Desenvolvimento de aspectos morfológicos com formas específicas ou espaçamento que surgem da interação de formas e processos
  - Marcas de ondulação – Ripple Marks
  - Cúspides de praia
  - Morfologia de barras
  - Linha de costa cuspidada

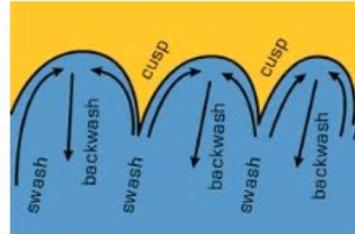
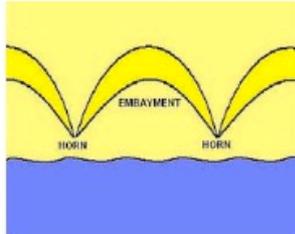


220 x 340 - en.wikipedi...





800 x 531 - amusingplanet.com



gettyimages



www.dailymail.com - 02/06/05

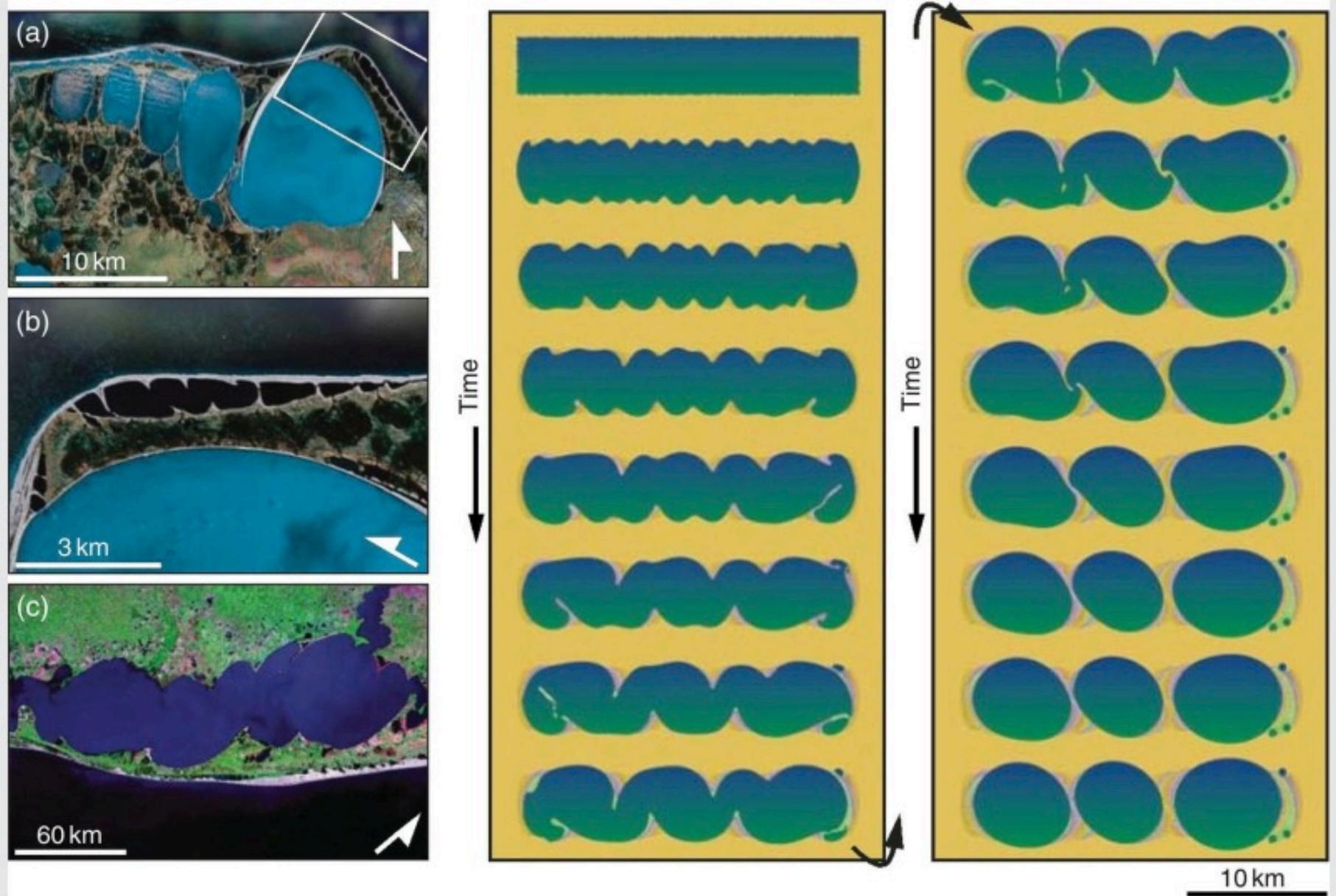
Copyright © Rick Brando 2002



<https://www.google.com.br/imgres?imgurl=http%3A%2F%2F3.googleuse>



**Fig. 1.9** Flying spit in the Sea of Azov, Ukraine. The formation of these features has intrigued coastal scientists for decades, but numerical modelling by Ashton and Murray (2006a, b), based on the relation between the longshore sediment transport rate and the deep-water wave angle (see [Box 1.1](#)), seems to have provided a satisfactory explanation for their formation.

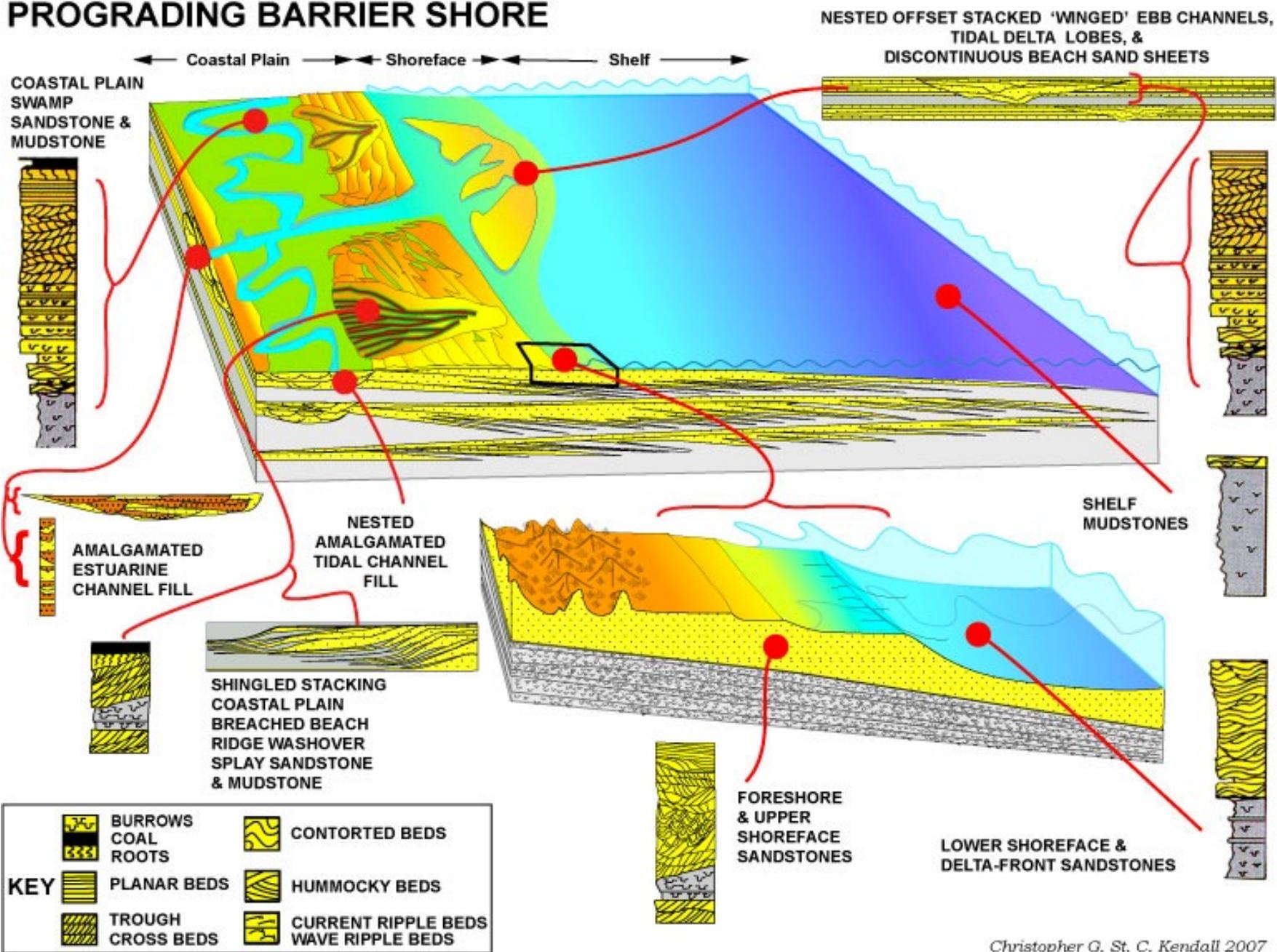


**Fig. 1.10** Natural examples of enclosed water bodies with cusped features and segmented water bodies. (a) Laguna Val'karkynmangkak, Russia; (b) inset of (a); and (c) Lagoa Dos Patos, Brazil. The results of a numerical simulation of the formation of cusped features and segmented water bodies are shown in the right panels.

# Evolução Costeira e Estratigrafia

- A medida que o sistema costeiro evolui, sua evolução é registrada nos sedimentos (argila, silte, areia, cascalho) na forma de estratigrafia
- As seqüências estratigráficas são um registro da história deposicional e os eventos de erosão são apenas representados pela lacuna ou discontinuidade
- A estratigrafia é do reino da geologia, mas devido a informação de processos e morfologia que traz, é de interesse dos cientistas que estudam o ambiente costeiro

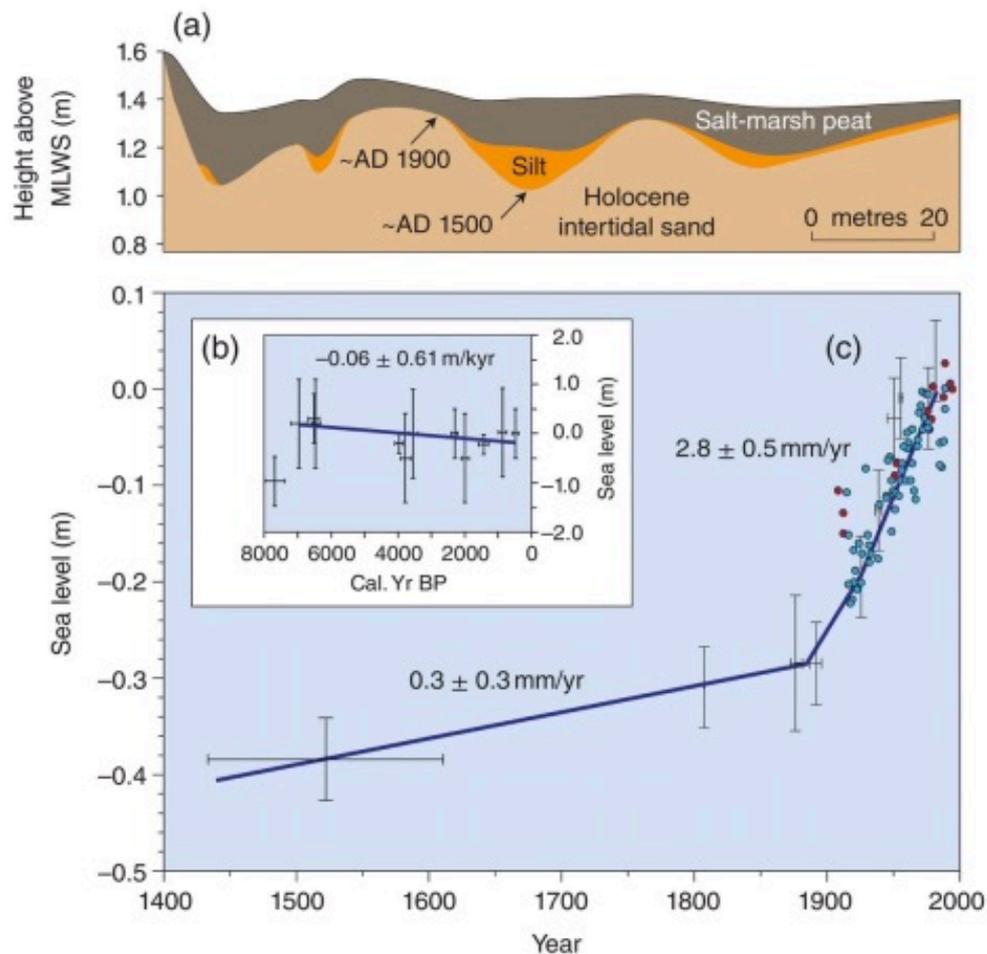
# PROGRADING BARRIER SHORE



Christopher G. St. C. Kendall 2007



- Quando acompanhada de datação, a estratigrafia é particularmente útil para entender e reconstruir processos e história de variações de nível do mar



**Fig. 1.12** Deriving sea-level history from salt-marsh stratigraphy. (a) Stratigraphy of a salt marsh in southern New Zealand. The marsh developed in the past half millennium on a substrate of late Holocene intertidal sands. The sands were deposited in the middle and late Holocene when sea level was slightly higher than present. MLWS, mean low water spring. (b) Since about ad 1900, accumulation has been very rapid as a consequence of the accommodation space provided by the sharp sea-level acceleration (c). The crosses in (b) and (c) represent dated samples of shells and plant material, respectively, which can be related to former sea levels (with vertical and age uncertainties). Different coloured dots in (c) represent annual measurements of sea level from two nearby tide gauges. Cal. Yr BP, calibrated years before present. (d) The photo shows an overview of the marsh, which can be found on the Catlins coast in southeastern New Zealand, near the village of Pounaweia.

- O exemplo mostra: como o nível do mar controla a estratigrafia
- O nível do mar promove espaço de acomodação
- Os sedimentos arquivam informações que permitem a reconstrução do nível do mar.

# Sumário (2)

- A região costeira de hoje é produto dos processos atuais e da herança do passado. Com isso é ter uma perspectiva de evolução de longo prazo
- De acordo com o paradigma morfodinâmico, os sistemas costeiros compreende 3 elementos conectados: morfologia, processos e transporte de sedimentos. Esses elementos possuem um certo grau de autonomia mas respondem a fatores ambientais
- Sistema costeiros tendem a mudança quando sujeitos a um feedback positivo e a estabilizar com um feedback negativo.
- Os sistemas podem se autoorganizar por propriedades emergentes