



Modelação Empírica da Forma Plana de Praias: Dois Casos de Estudo

Filipa S. de Brito F. de Oliveira
Núcleo de Estuários e Zonas Costeira
Departamento de Hidráulica e Ambiente
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Índice

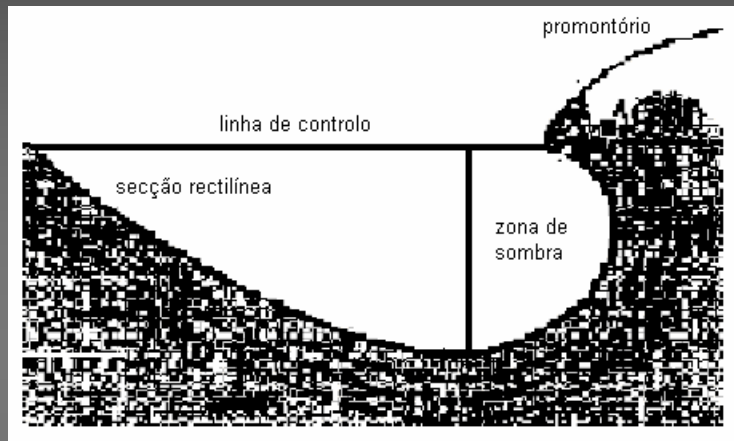
1. Objectivo
2. Conceitos teóricos
3. Casos de estudo
4. Modelos matemáticos
 - 4.1 Modelo Espiral Logarítmica
 - 4.2 Modelo Parabólico
 - 4.3 Modelo Hiperbólico Tangencial
5. Resultados e análise
6. Conclusões

Objectivo

Testar os três modelos empíricos da forma plana da praia actualmente existentes (Modelo Espiral Logarítmica, Modelo Parabólico e Modelo Hiperbólico Tangencial) como instrumento de avaliação da estabilidade de duas praias portuguesas, uma na costa oeste e outra na costa sul.

Conceitos teóricos

✓ Praias semi-encaixadas e encaixadas



- Protegidas por promontórios ou estruturas
- Apresentam geometria plana característica, consequência da difracção das ondas

✓ Praias em equilíbrio estático e dinâmico

A secção rectilínea mantém-se perpendicular à direcção predominante das ondas

Rebentação simultânea ao longo da praia

Componente longitudinal da energia das ondas nula

Transporte longitudinal nulo

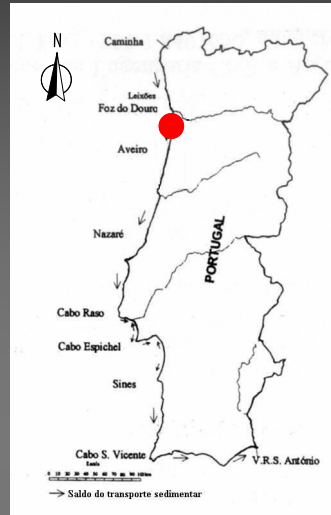
Componente longitudinal da energia das ondas $\neq 0$

Ocorre transporte sedimentar longitudinal

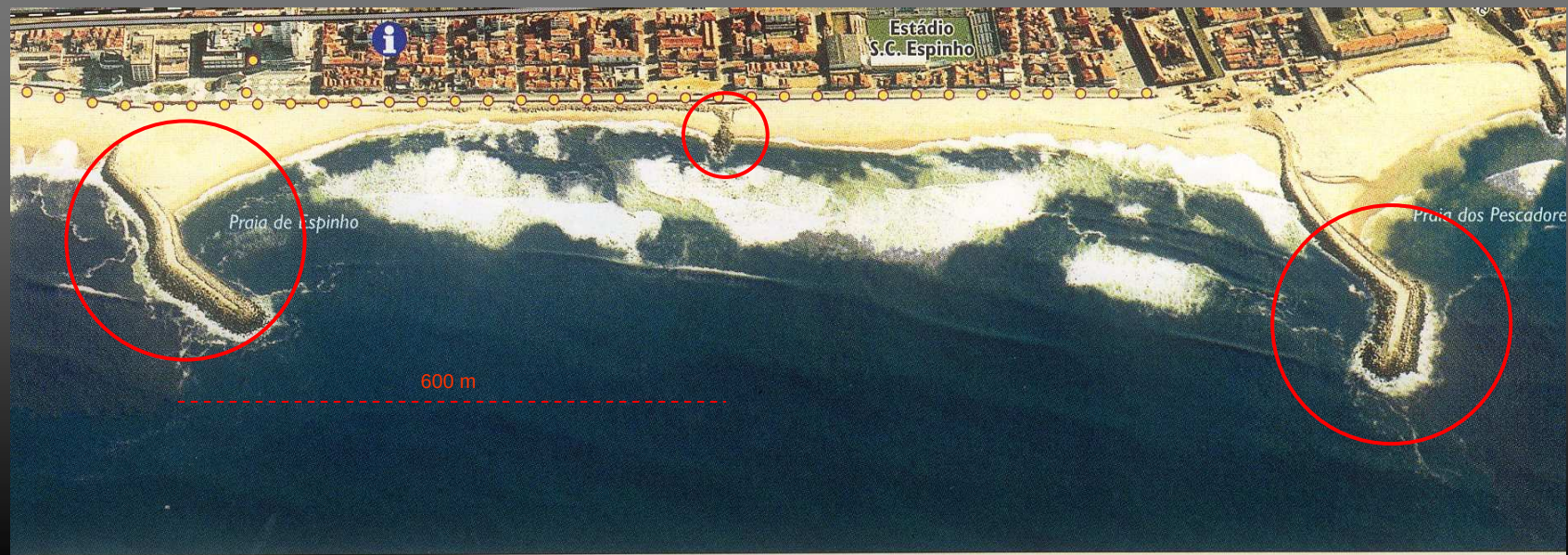
Variação da largura da parte emersa dos extremos da praia

Balanço sedimentar total nulo

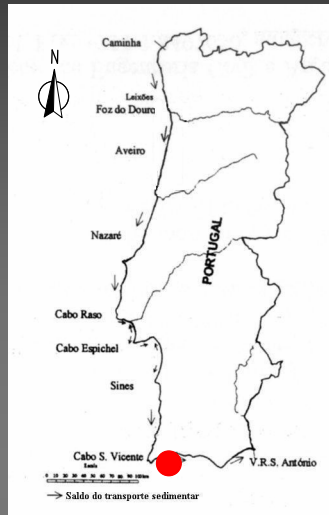
Casos de estudo



- Praia de Espinho ≈ 1200 m
- Praia da baía de Espinho (trecho norte) ≈ 600 m
- Limitada artificialmente por esporões (norte: 380 m; sul: 440 m)
- Exposta a regime de agitação marítima bastante energético



Casos de estudo



- Praia do Zavial $\approx$ 600 m
- Contida entre promontórios $\Rightarrow$ Geomorfologia determina a condição de praia encaixada
- Exposta a regime de agitação marítima bastante menos energético do que o incidente na praia de Espinho



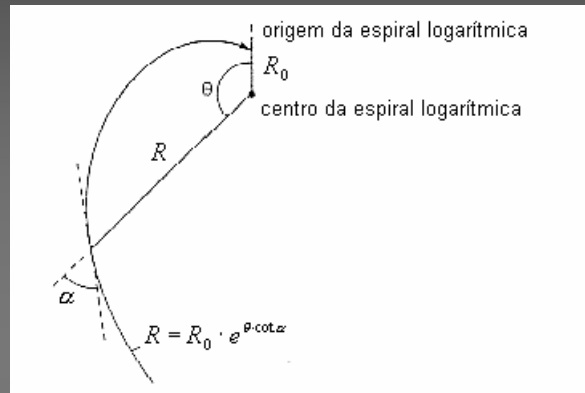
Modelos matemáticos de avaliação da forma plana de praias

Modelo	Formulação
<u>Modelo</u> <u>E</u> spiral <u>L</u> ogarítmica (MEL)	Espiral logarítmica (KRUMBEIN, 1944 e YASSO, 1965)
<u>Modelo</u> <u>P</u> arabólico (MP)	Parabólica (HSU e EVANS, 1989)
<u>Modelo</u> <u>H</u> iperbólico <u>T</u> angencial (MHT)	Hiperbólica tangencial (MORENO e KRAUS, 1999)

Modelo Espiral Logarítmica (MEL)

1. Formulação:

$$R = R_0 \cdot e^{\theta \cot \alpha}$$



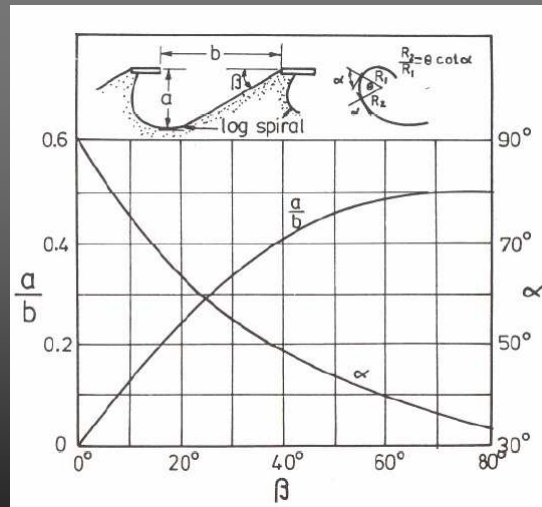
2. Comentários:

- ✓ O centro da espiral logarítmica, que define R_0 , nem sempre corresponde ao ponto de difracção.
- ✓ Em estudos realizados, o centro da espiral logarítmica e o ponto de difracção apresentaram afastamentos que variam entre 0.3 a 2000 m.
- ✓ As características das ondas incidentes não são levadas em consideração.

Modelo Espiral Logarítmica (MEL)

2. Comentários (cont.) :

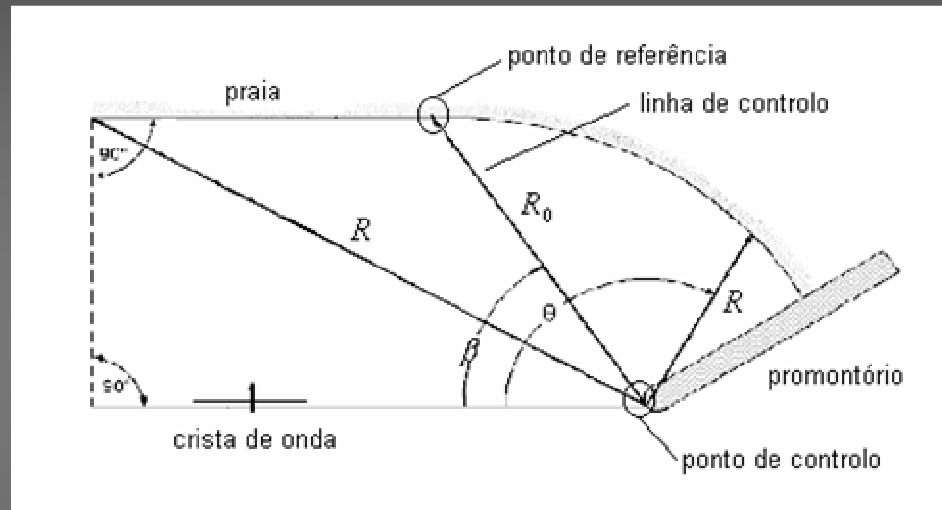
- ✓ O facto de ser uma expressão exponencial faz com que uma mínima variação do ângulo mude muito a forma da curva.
- ✓ Analisada a influência da direcção da onda predominante na formulação, concluiu-se que o afastamento entre o centro da espiral e o ponto de difracção da onda incidente acentua-se para pequenos valores de β .



Modelo parabólico (MP)

1. Formulação:

$$\frac{R}{R_0} = C_0 + C_1 \cdot \left(\frac{\beta}{\theta} \right) + C_2 \cdot \left(\frac{\beta}{\theta} \right)^2$$



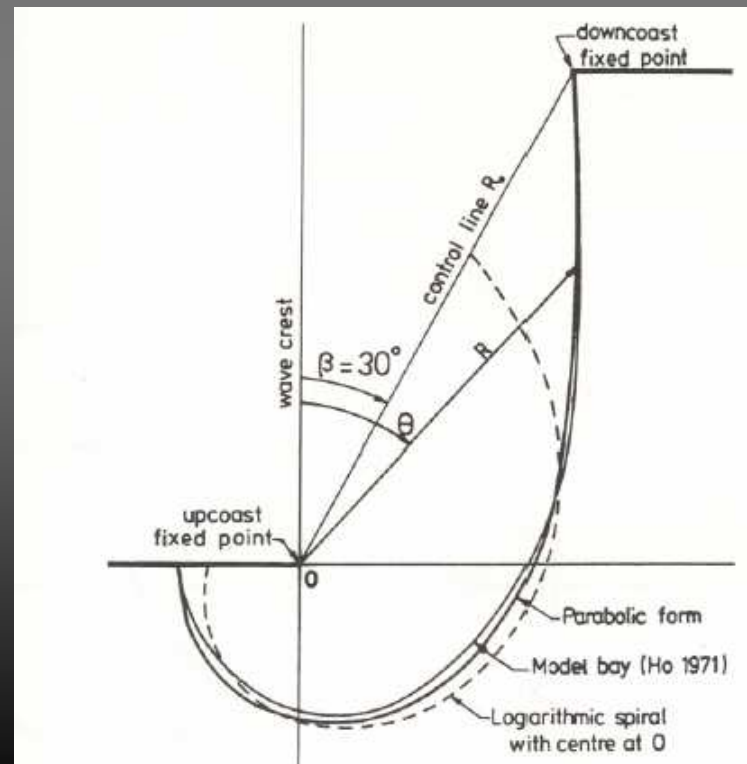
2. Comentários:

- ✓ A maioria das praias encaixadas apresentam valores de β entre 20° e 80° .
- ✓ C_0 , C_1 e C_2 são polinómios de grau 4, 3 e 4, respectivamente, em β .
- ✓ A direcção da onda incidente é levada em consideração.

Modelo parabólico (MP)

2. Comentários (cont.) :

- ✓ Da comparação entre os dois modelos para um caso de estudo concluiu-se que a formulação parabólica prevê muito bem a forma plana total da praia, melhor do que a curva espiral logarítmica, que se desvia consideravelmente, sobretudo na zona rectilínea.



Modelo Hiperbólico Tangencial (MHT)

1. Formulação:

$$y = \pm a \cdot \tanh^m(b \cdot x)$$

- ✓ x é a distância ao longo da praia (// à tendência geral da linha de costa)
- ✓ y é a distância normal à costa (deve apontar para o mar)
- ✓ parâmetros a , b e m controlam as características morfológicas da curva

controla a magnitude da assíntota (distância entre o eixo x e a assíntota, que é // a x)

factor de escala que controla a aproximação ao limite assintótico

controla a curvatura da linha na zona próxima ao promontório, zona de maior curvatura

Modelo Hiperbólico Tangencial (MHT)

2. Comentários:

- ✓ Formulação mais recentemente, desenvolvida como alternativa às anteriores, com o intuito de resolver os problemas de ambiguidade na definição dos parâmetros que as governam, principalmente o ponto de difracção e o ângulo entre a direcção predominante de onda e a linha de controlo, e de simplificar o ajuste da forma de equilíbrio.
- ✓ Fornece boas soluções analíticas (curvas bastante aproximadas).
- ✓ O facto de se basear numa formulação menos intuitiva faz com que o processo iterativo de aproximação da solução seja mais exaustivo.

Resultados. Praia da baía de Espinho



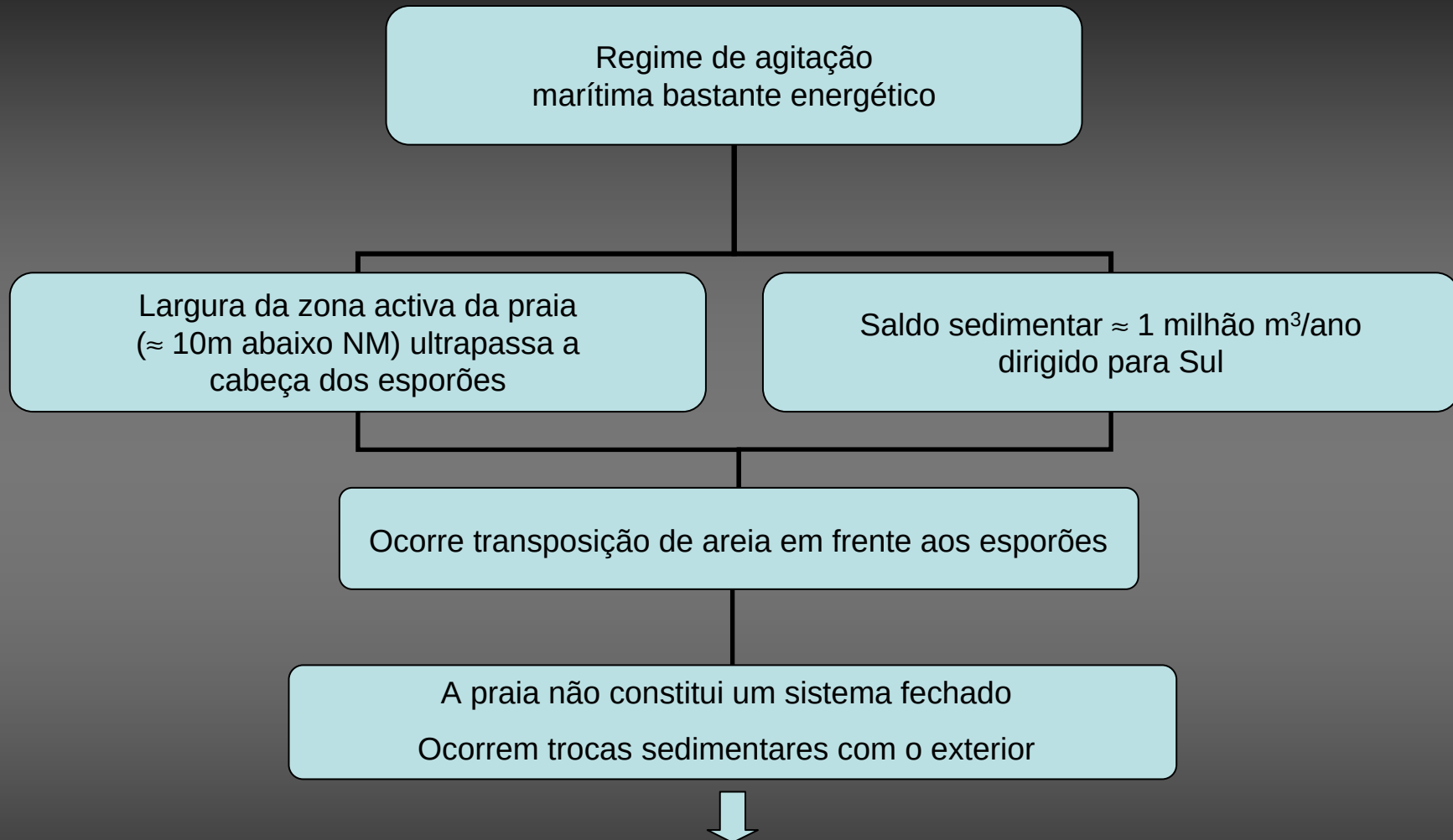
Observa-se , no geral, um bom ajuste das curvas analíticas à forma plana das praias com os três modelos.

Resultados. Praia do Zavial



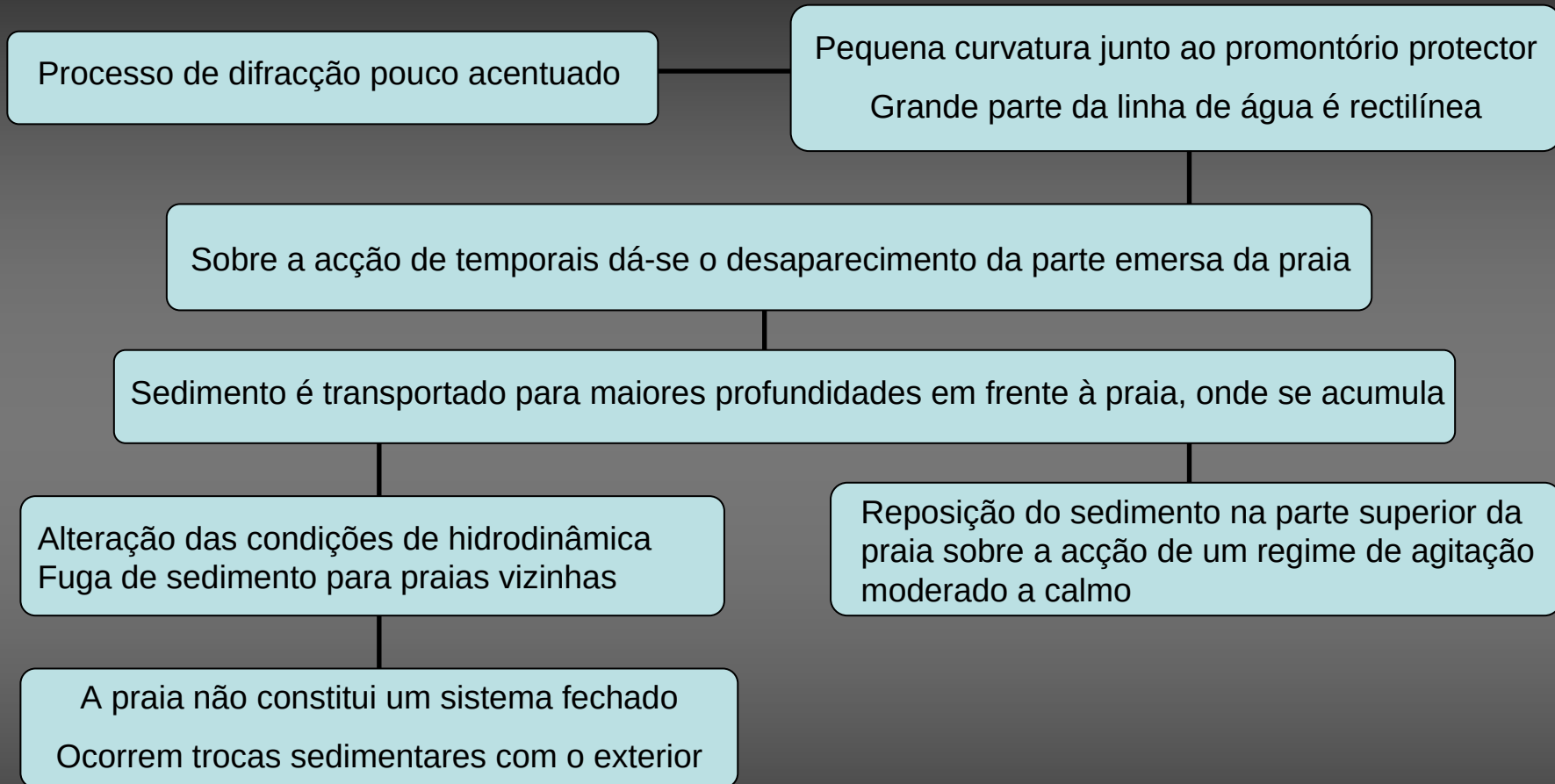
Observa-se , no geral, um bom ajuste das curvas analíticas à forma plana das praias com os três modelos.

Análise de resultados. Praia da baía de Espinho



Apesar da forma plana da praia da baía de Espinho se adaptar bem às curvas analíticas, não se pode concluir que a praia está em equilíbrio permanente.

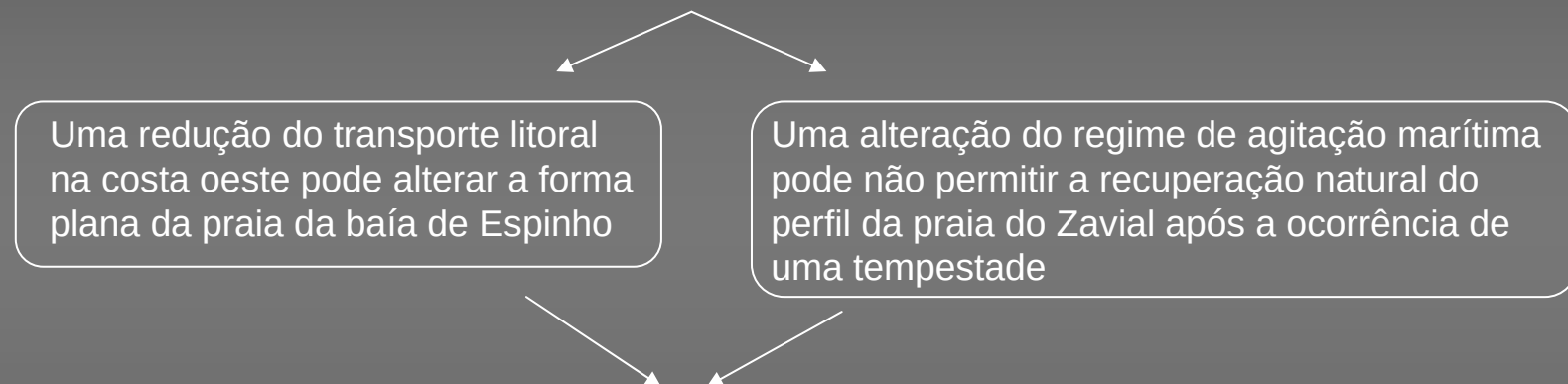
Análise de resultados. Praia do Zavial



Apesar da forma plana da praia do Zavial se adaptar bem às curvas analíticas, não se pode concluir que a praia está em equilíbrio permanente.

Conclusões

- ✓ Dado que nenhuma das duas praias constitui um sistema fechado, não é legítimo concluir que pelo facto das praias serem encaixadas são estáveis, nem que a geometria das linhas de água corresponde à forma plana permanente das praias.



- ✓ Conclui-se que a aplicação destes modelos matemáticos empíricos da forma plana da praia como critério de estabilidade tem que ser suportada pelo conhecimento da dinâmica sedimentar local.
- ✓ No entanto, sob a hipótese das condições hidro-sedimentares não se alterarem, os modelos permitem prever com confiança modificações da forma plana da praia resultantes de alterações da posição do ponto de difracção (por exemplo, devido ao prolongamento do molhe oeste na praia da baía de Espinho ou devido ao recuo, por erosão, da arriba que constitui a Ponta da Fisga) que governa a geometria plana da praia na zona adjacente.