Técnicas de Monitorização Costeira

José Alberto Gonçalves, jagoncal@fc.up.pt





Resumo

- Monitorização das alterações do litoral
- Topografia e GPS
- Drones com câmara e aplicação da fotogrametria
- Drone com sensor LIDAR
- Batimetria
- Exemplos em Portugal

Monitorização topográfica do litoral

- Ação do mar sobre as zonas costeiras provoca alterações topográficas das praias.
- Há necessidade de cartografar e quantificar essas alterações.





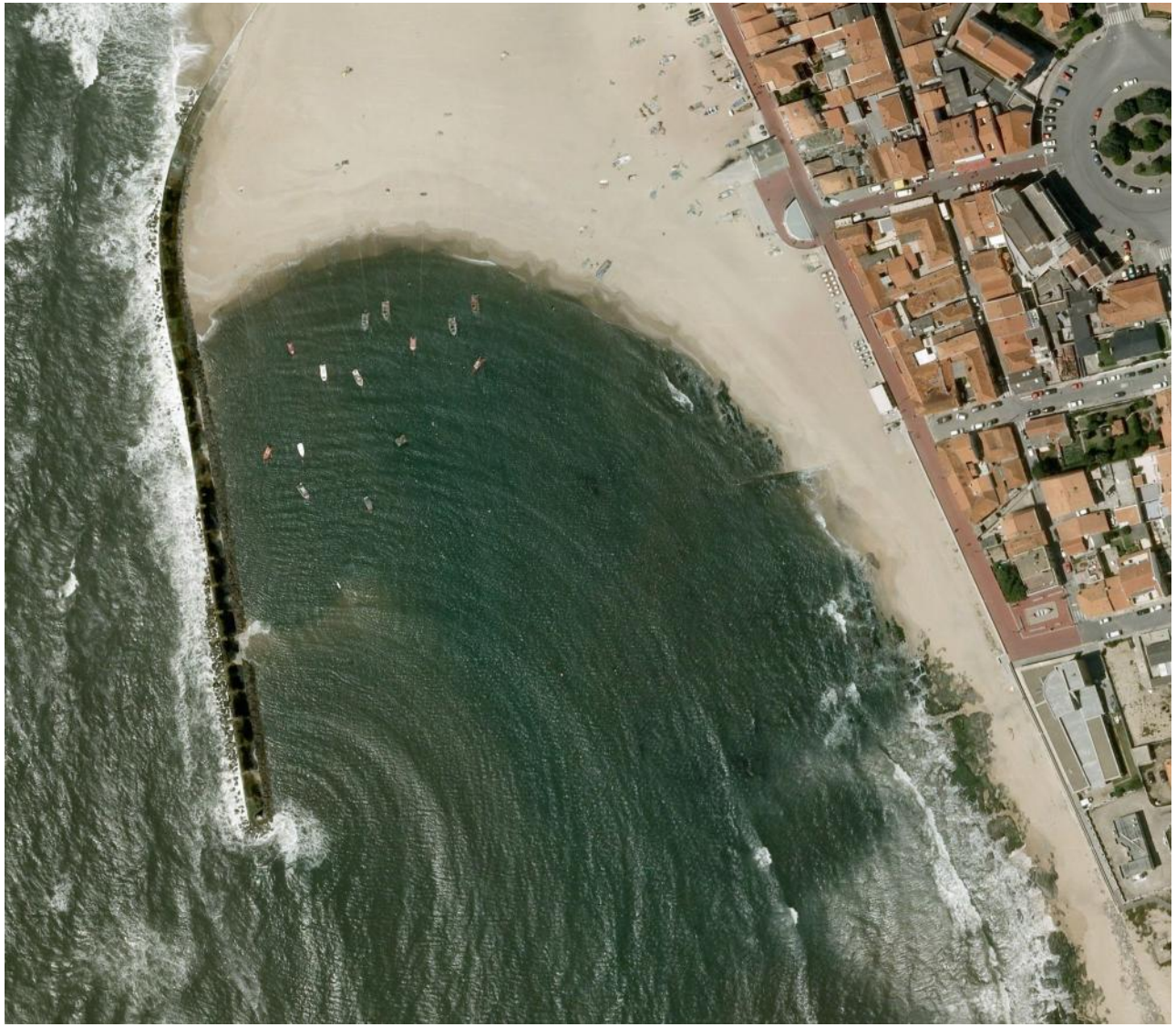
Exemplo de alterações associadas à atividade humana

2000



Exemplo de alterações associadas à atividade humana

2007



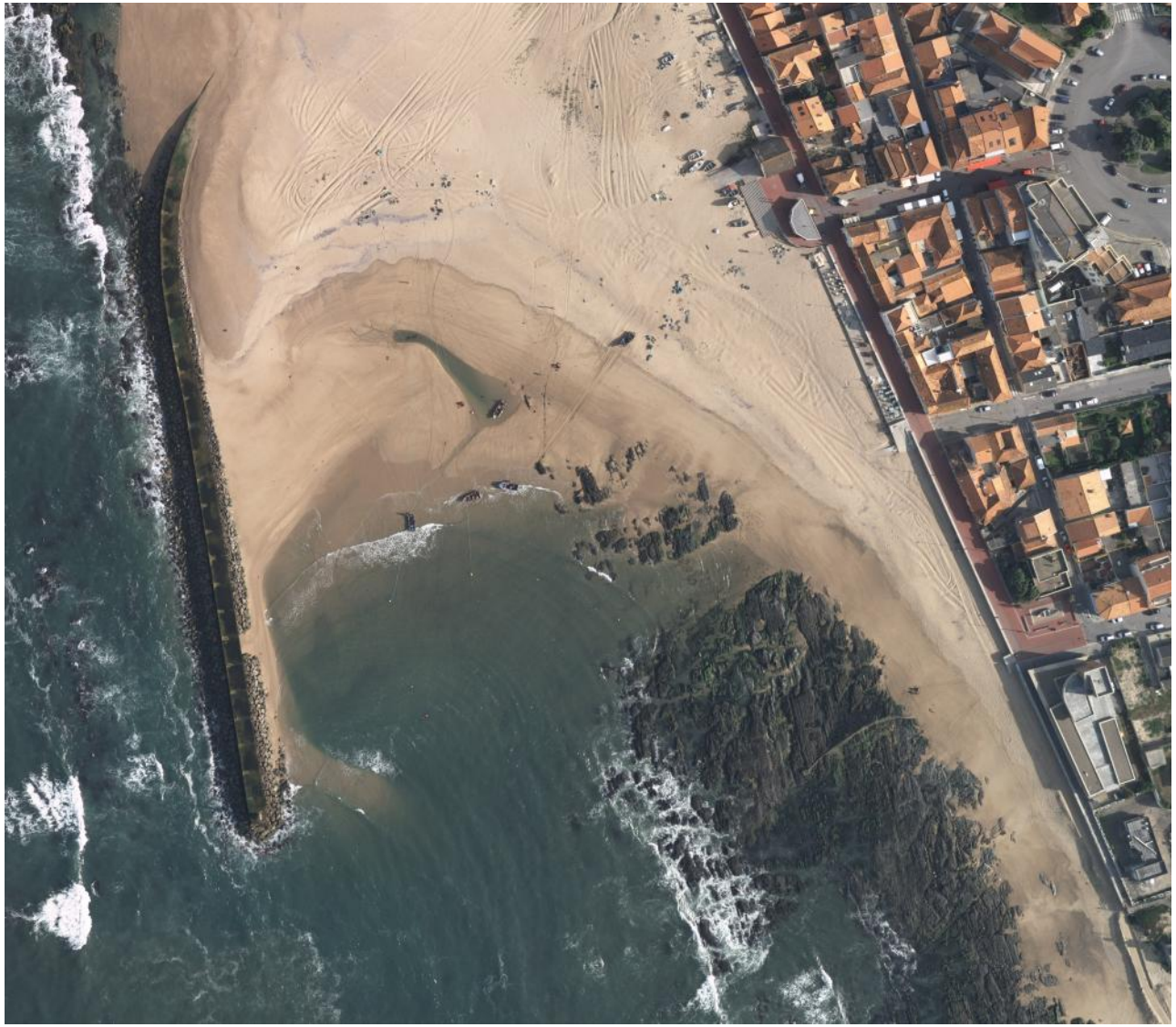
Exemplo de alterações associadas à atividade humana

2008
Nov.



Exemplo de alterações associadas à atividade humana

2009
Abril



Monitorização topográfica do litoral







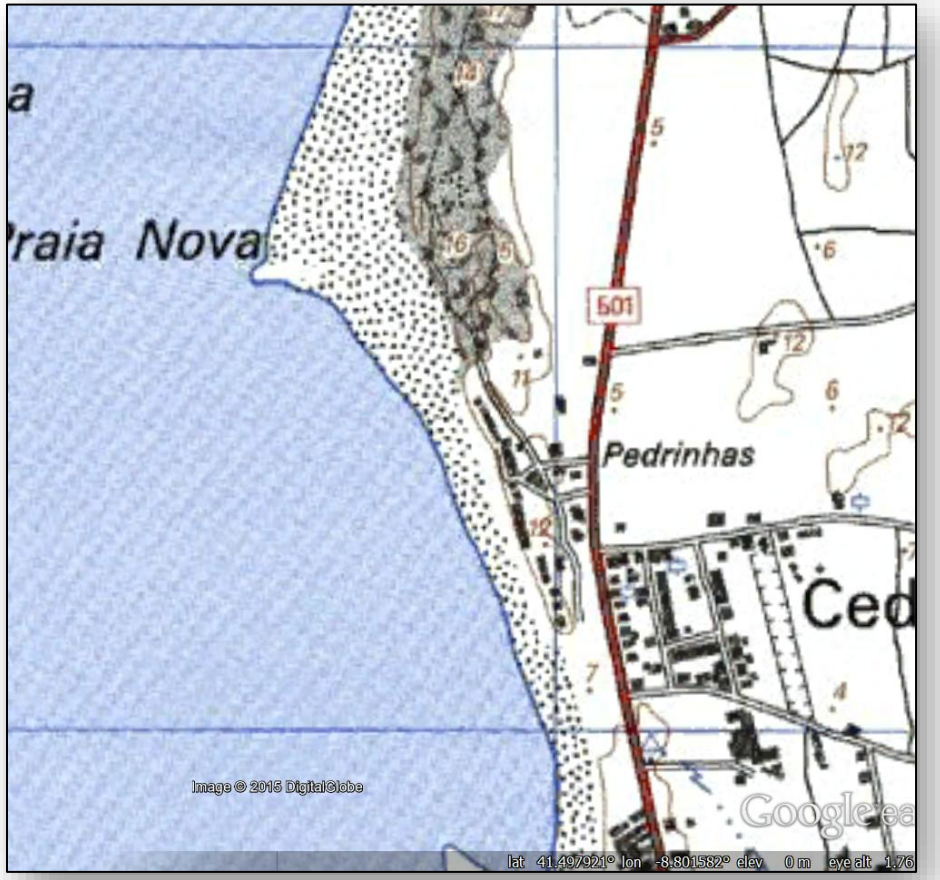


Monitorização topográfica do litoral

- Ação do mar sobre as zonas costeiras provoca alterações topográficas das praias.
- Há uma necessidade de cartografar e quantificar essas alterações.
- Exigências diferentes da produção tradicional de cartografia topográfica.
- Processamento de dados e fornecimento de resultados analisáveis deve ser muito rápido.

Monitorização topográfica do litoral

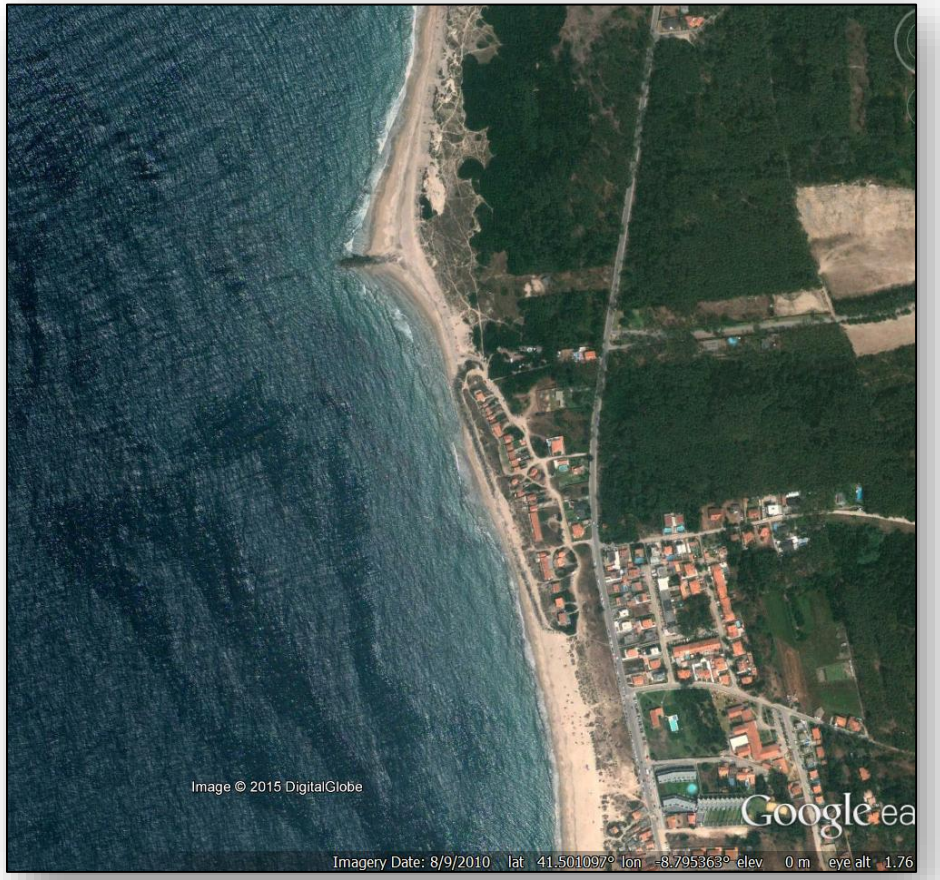
- Cartografia tradicional poderia permitir a deteção de alterações.
- Contudo não é adquirida com a frequência necessária (período de revisão > 10 anos).
- Precisão e detalhe associados à escala 1:25000 só permitem identificar alterações muito significativas.



Carta militar 1:25.000, Edição de 1997

Monitorização topográfica do litoral

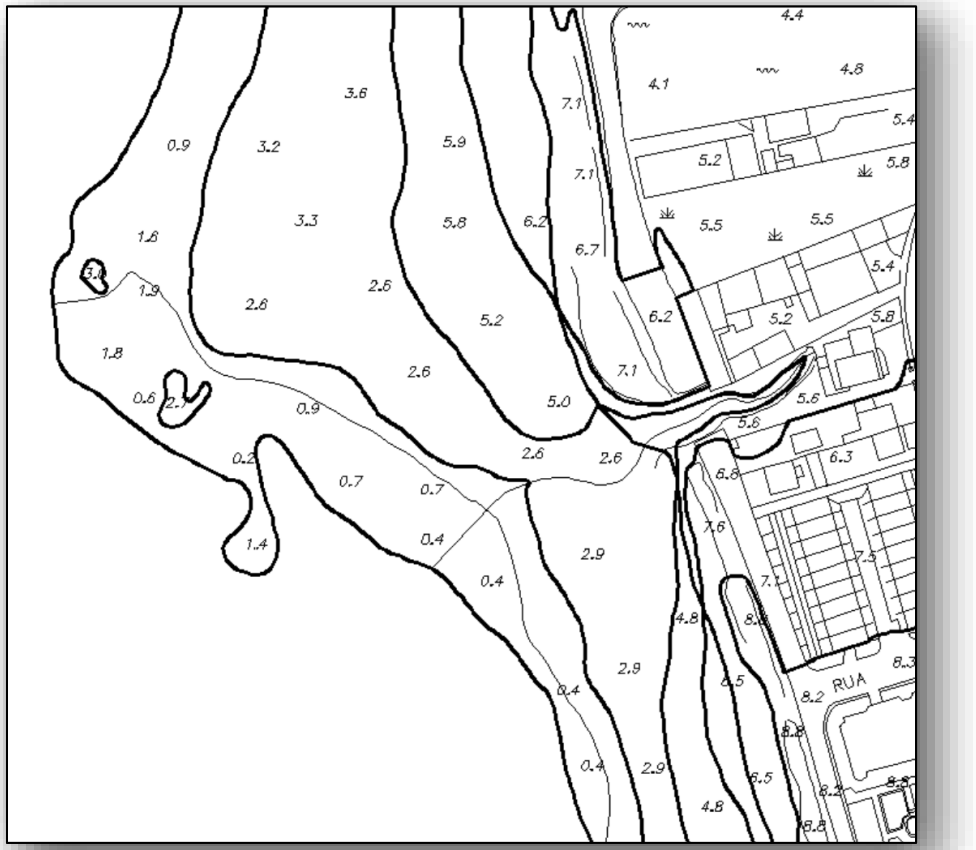
- Cartografia tradicional poderia permitir a deteção de alterações.
- Contudo não é adquirida com a frequência necessária (período de revisão > 10 anos).
- Precisão e detalhe associados à escala 1:25000 só permitem identificar alterações muito significativas.



Ortoimagem Google Earth, 2010

Monitorização topográfica do litoral

- Cartografia de grande escala (1:500, 1:1000) é adequada.
- Rigor planimétrico da ordem de 0.1 a 0.2 m.
- Produção não é regular.
- Custos elevados devido à necessidade de operação manual.

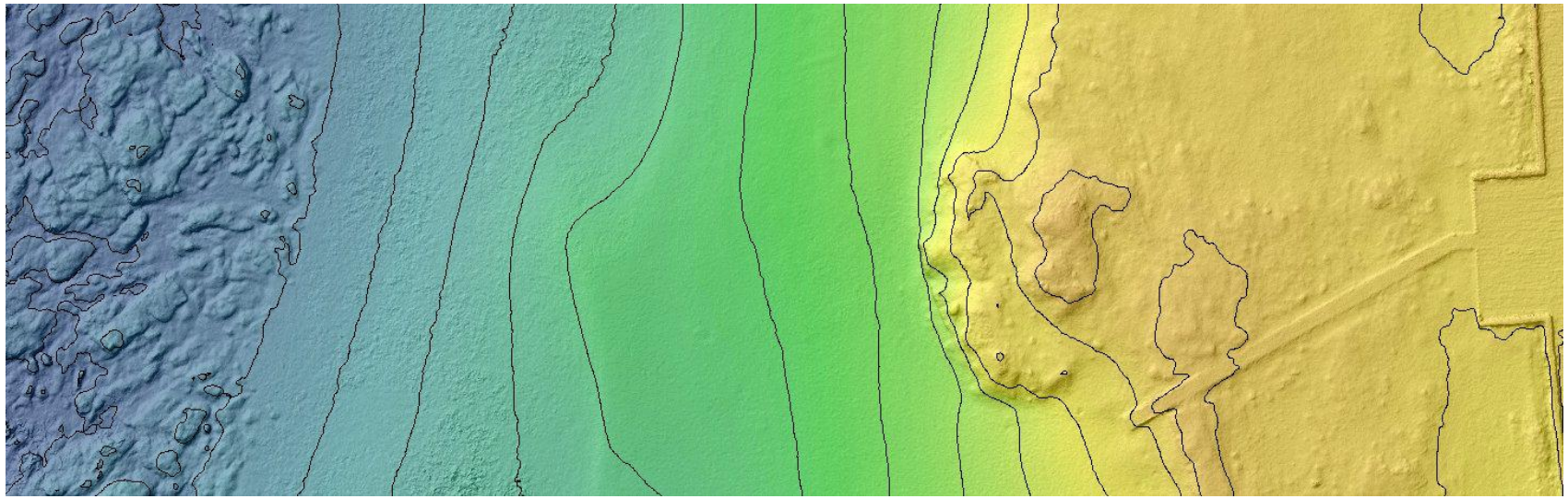


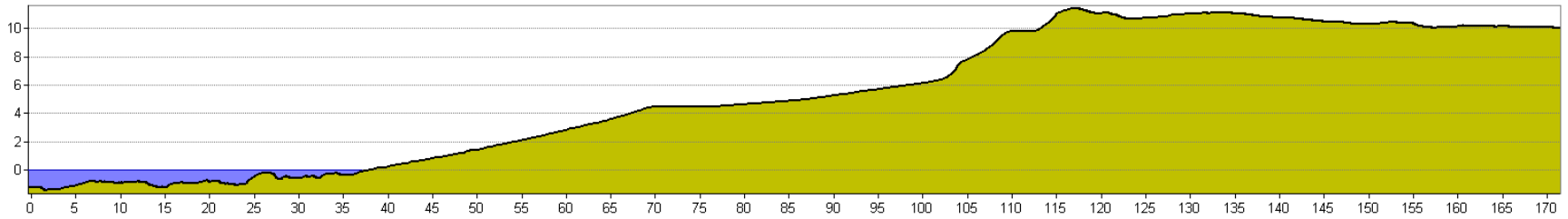
Monitorização topográfica do litoral

- Levantamento por técnicas topográficas não é exequível.
- Levantamento GPS cinemático a pé, de perfis, ou em pequenos veículos (moto4), apenas para áreas restritas.
- Alternativas através de aquisição de dados em plataformas aéreas são as mais adequadas:
    - Levantamentos com câmaras aéreas em avião ou drones
    - Levantamentos com LIDAR aéreo (varrimento laser)

Aplicação na monitorização de praias

Criação de modelos digitais de superfície (MDS) de grande resolução, em diferentes épocas.





Requisitos para a produção de MDS no litoral

OBSERVATÓRIO ASTRONÓMICO Prof. Manuel de Barros

- Rapidez de aquisição de dados em campo.
- Coberturas estereoscópicas com grande redundância.
- Resolução de imagem de poucos centímetros.
- Minimização de pontos de apoio fotogramétrico.
- Processamento rápido, com intervenção mínima de operador.
- Rigor posicional da ordem da resolução da imagem.

Exemplos de drones











Exemplo de uma cobertura estereoscópica



Restinga do Douro
Área de 1.2 km^2





Exemplo de uma cobertura estereoscópica



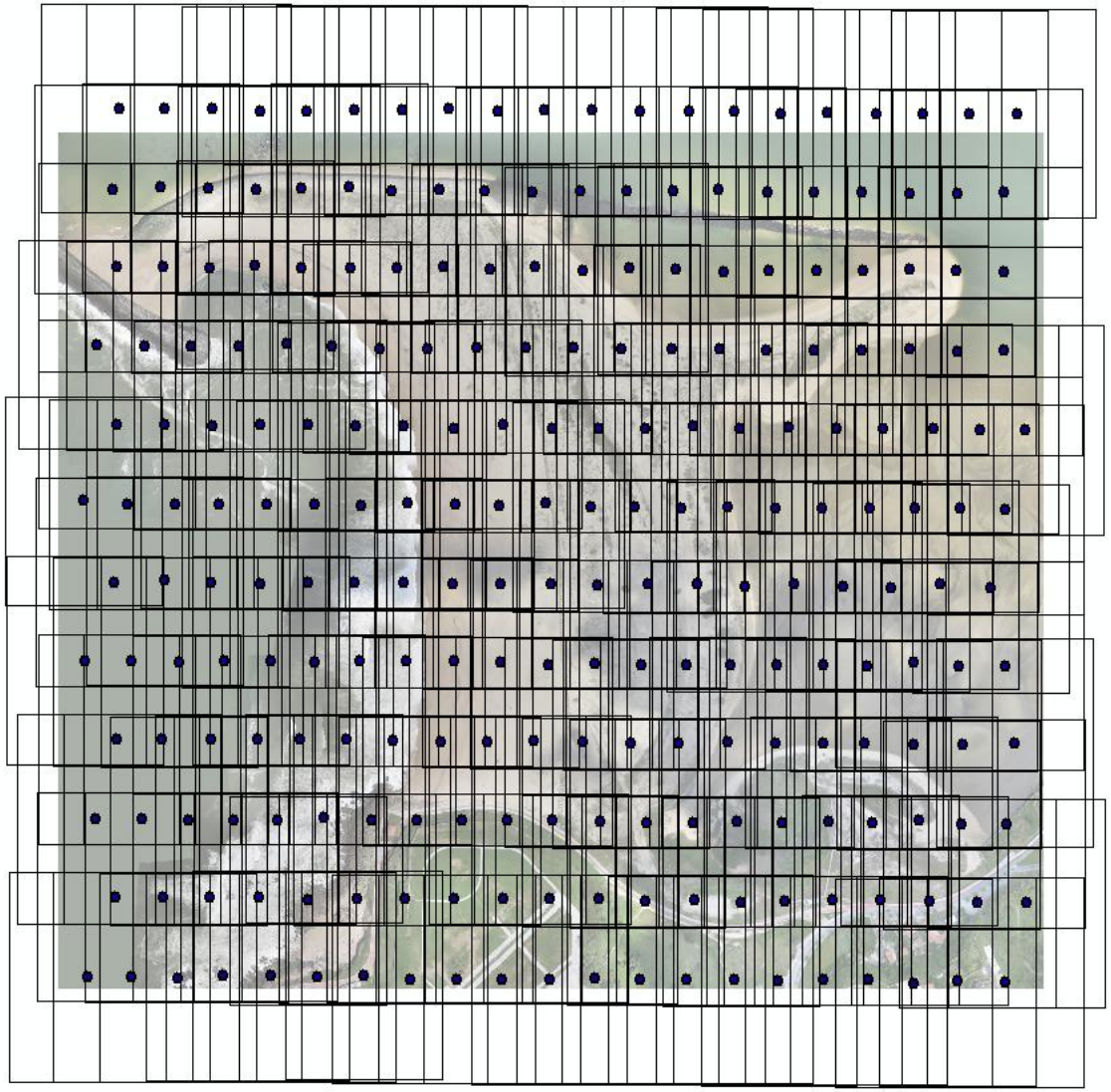
Restinga do Douro
Área de 1.2 km^2

Planeamento do voo para cobertura com resolução de 5 cm.





Exemplo de uma cobertura estereoscópica



Restinga do Douro
Área de 1.2 km^2

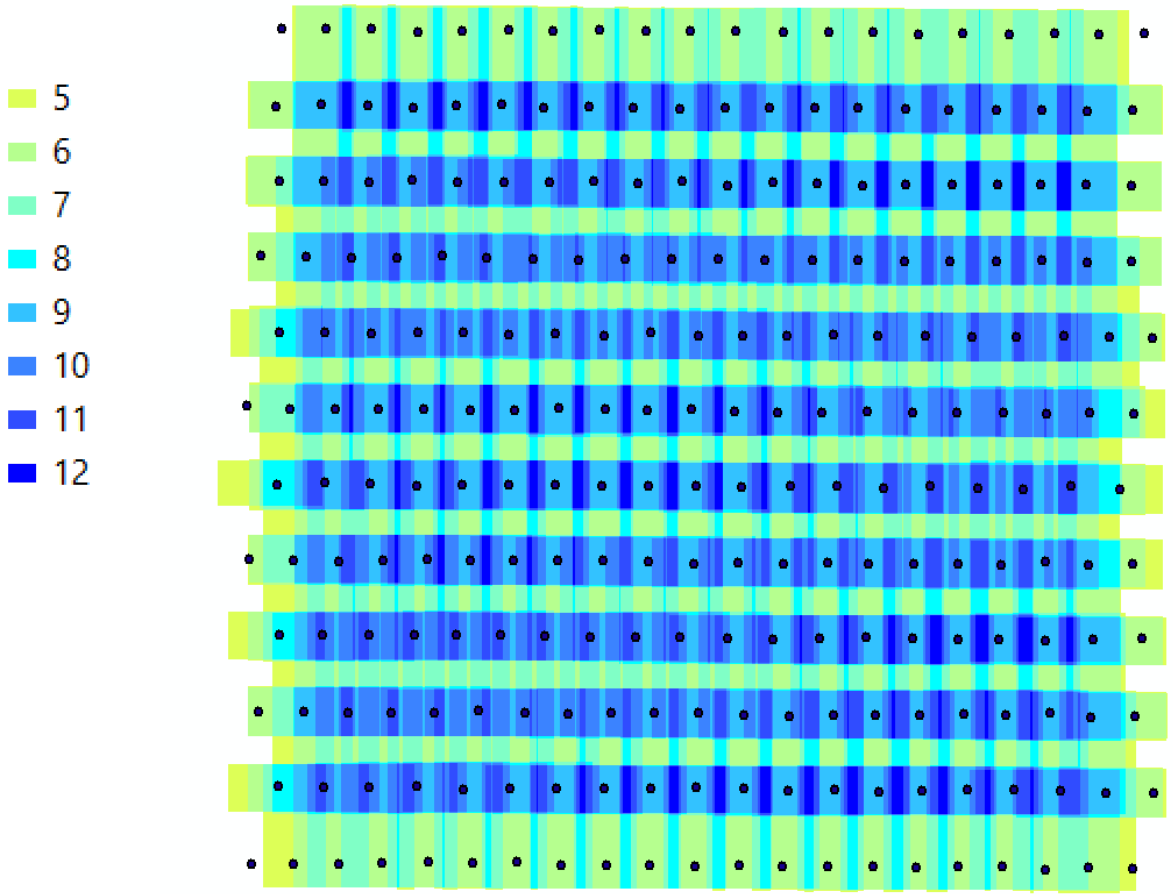
Sobreposições

Longitudinal:	70%
Lateral:	60 %





Grande redundância da cobertura



Restinga do Douro
Área de 1.2 km^2

No interior da zona coberta cada ponto é observado em 5 ou mais fotos.

Melhora-se o processo de orientação automática e a precisão das coordenadas 3D obtida.

Pontos de apoio fotogramétrico

- Onde existam pontos bem definidos, resultantes de construções humanas, usamo-los como pontos de apoio para orientação das imagens.

- Levantamento de precisão com GNSS (dupla frequência, RTK). Precisão ≈ 2 cm, com tempos de observação curtos.





Pontos de apoio fotogramétrico

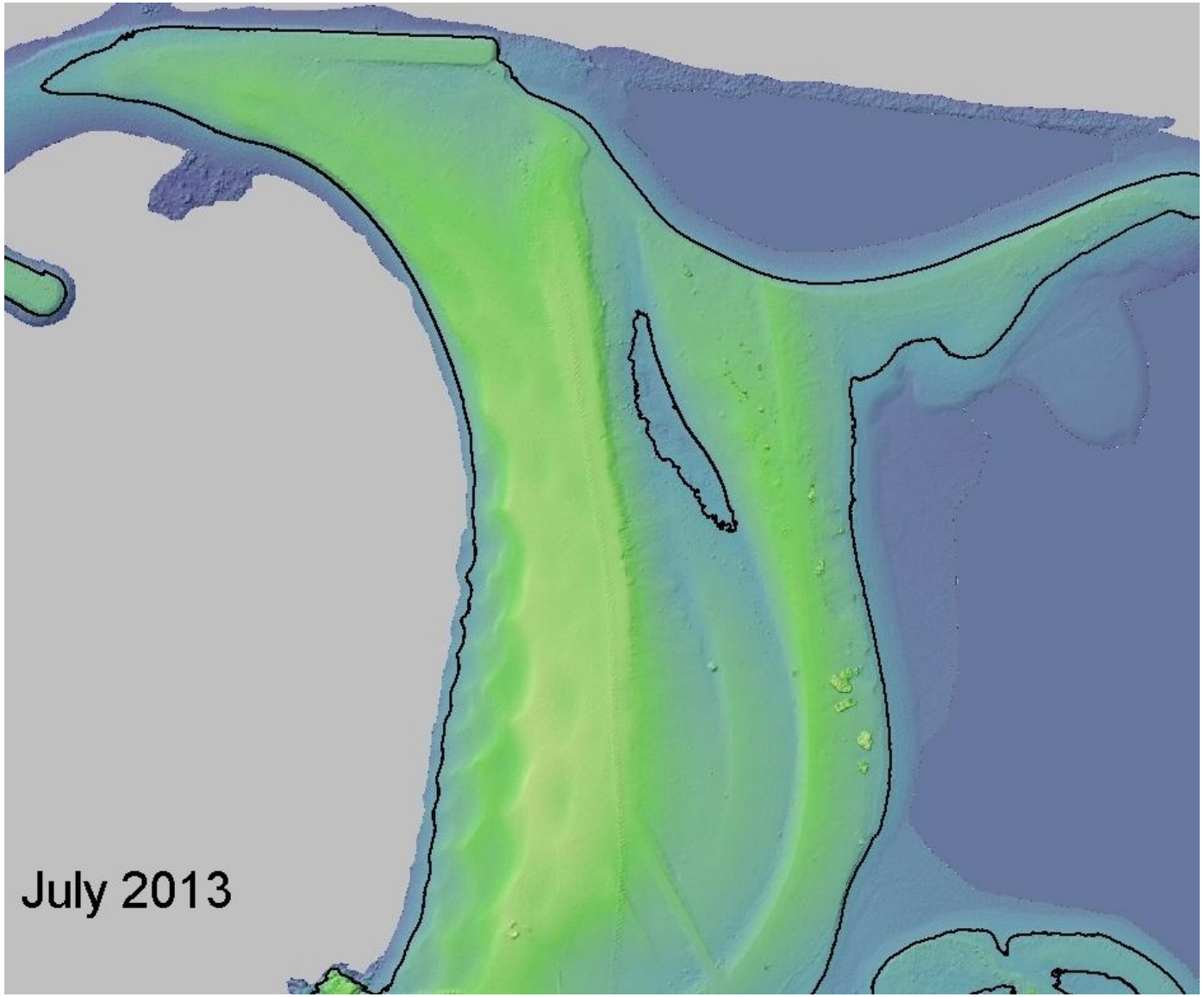
- Normalmente não existem pontos desse tipo em praias.
- Utilizam-se pontos sinalizados antes do início do voo e levantados de seguida.



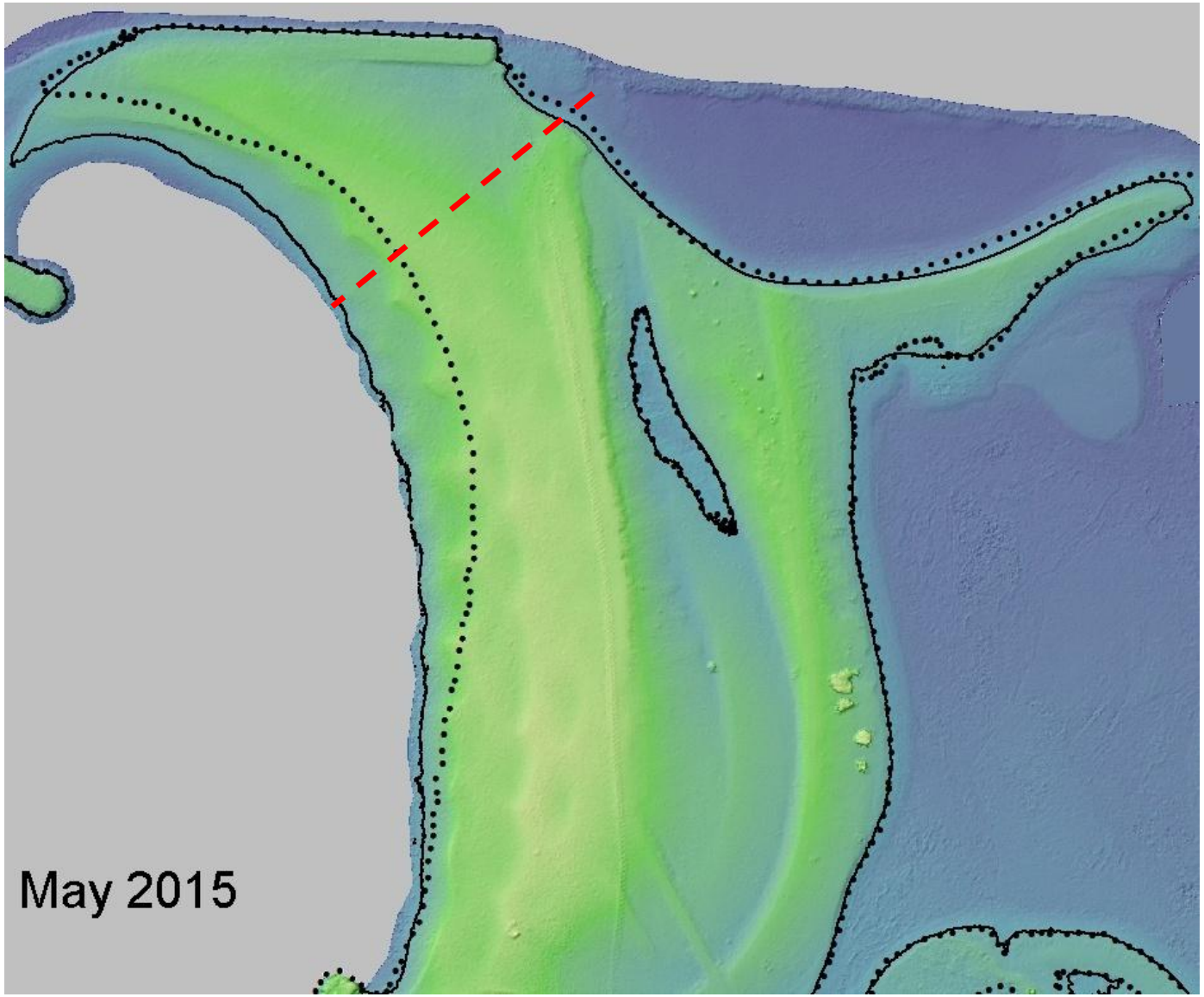




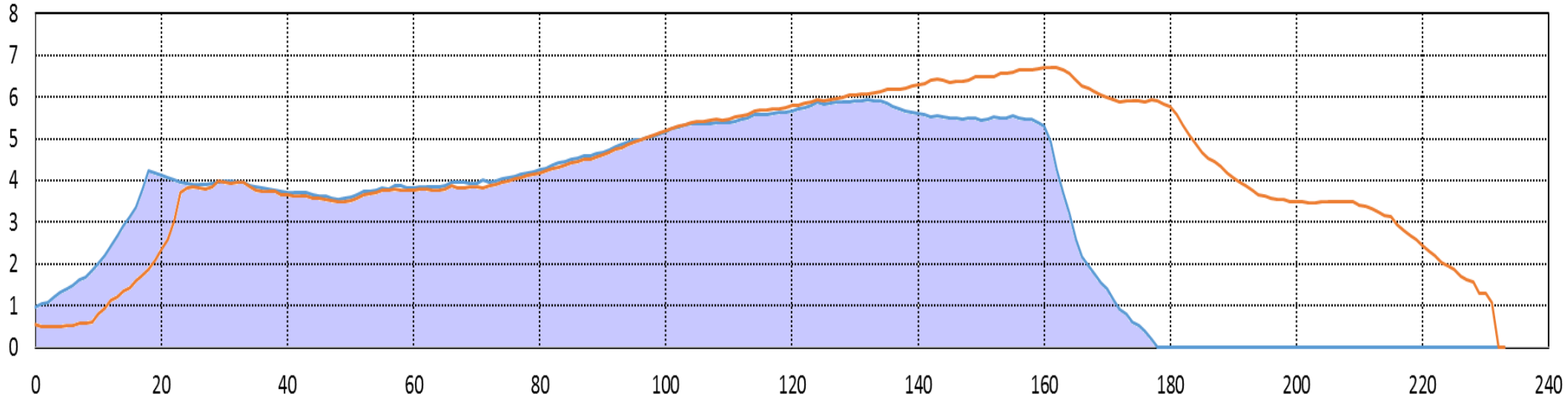
MDS (2013) e curva de nível de cota 2 m



MDS (2015) e curva de nível de cota 2 m



Cálculo do volume acrescido



- Restrição dos MDS acima da cota zero.
- Subtração dos dois modelos, considerando apenas valores maiores que 0.20 m. Restrição a um polígono da zona de acréscimo do lado da praia
- Cálculo do volume por multiplicação da área e do valor médio do raster da diferença de cotas.
- Foi obtido o valor de 170 000 m3.

Programa COSMO – APA

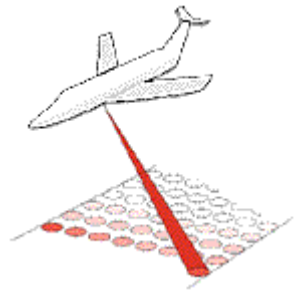
https://cosmo.apambiente.pt/





LiDAR – Varrimento laser

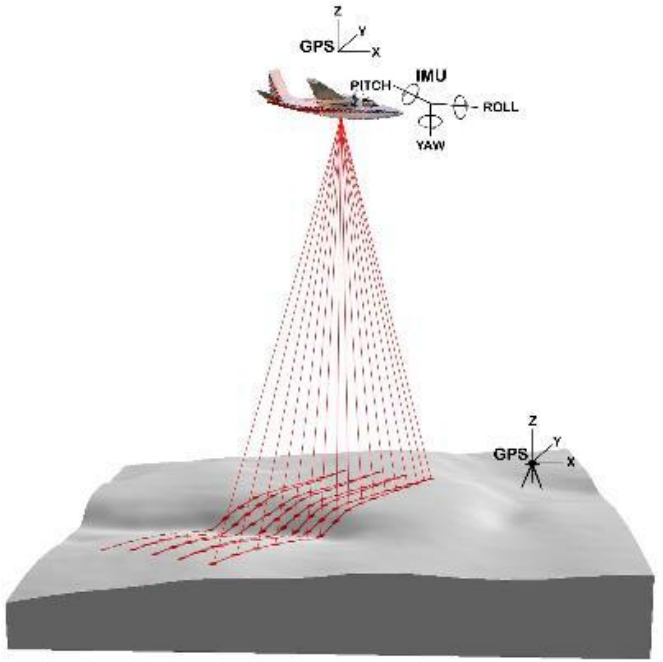
- LiDAR – Light Detection and Ranging
  - Laser de varrimento envia impulsos que são refletidos pelo terreno ou por objectos que existam à sua superfície (edifícios, vegetação, etc.)
  - Feixe emitido é recebido de volta. Tempo de percurso dos impulsos permite medir uma distância com rigor centimétrico.
  - Distância e ângulo de varrimento permitem determinar a posição do ponto no terreno com rigor, num referencial ligado ao avião.
  - É necessário conhecer a posição e a orientação do sensor em cada instante com um rigor compatível com a medida de distância pelo laser.
  - Recetor GPS com medida de fase da onda portadora, em duas frequências (L1 e L2), a bordo da aeronave.





LiDAR – Varrimento laser

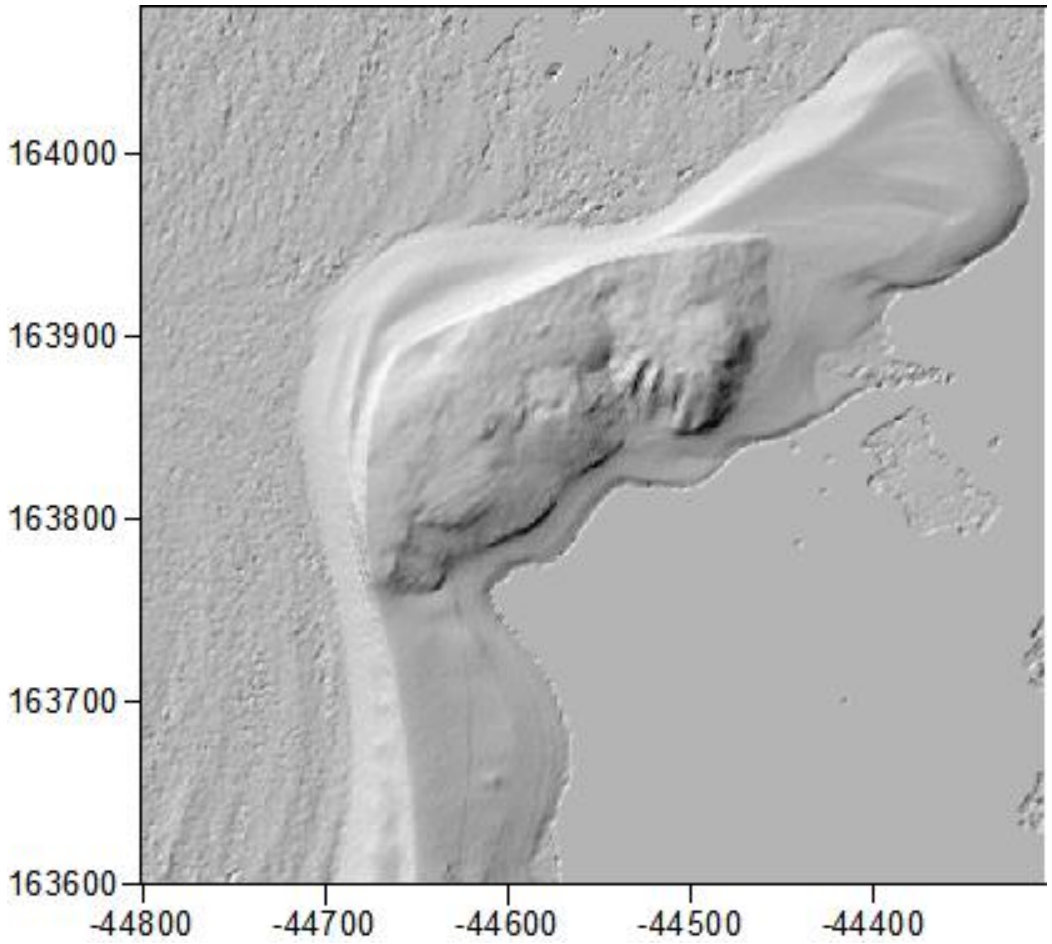
- LiDAR – Light Detection and Ranging
  - Posicionamento cinemático diferencial em relação a um recetor fixo, num ponto próximo, consegue precisão superior a 1 dm. Situação favorável devido à falta de obstáculos à antena no avião.
  - Sistema de medição inercial (INS) ligado ao sensor laser, permite complementar posicionamento GPS, assim como determinar ângulos de atitude (rotações em torno dos 3 eixos)
  - Posições dos pontos ficam assim conhecidas num referencial ligado à terra.
  - Nuvem de pontos com grande densidade permite gerar uma grelha com espaçamento de 1 m ou menor (DSM-Digital Surface Model).



LiDAR – Varrimento laser

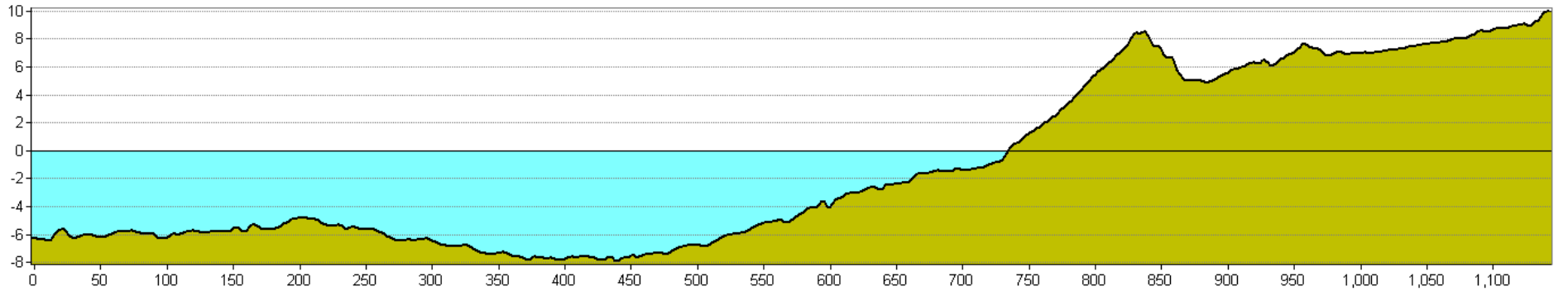
- Zonas costeiras:
  - grelhas de alta precisão e detalhe permitem moni-torizar pequenas altera-ções de dunas e arribas.

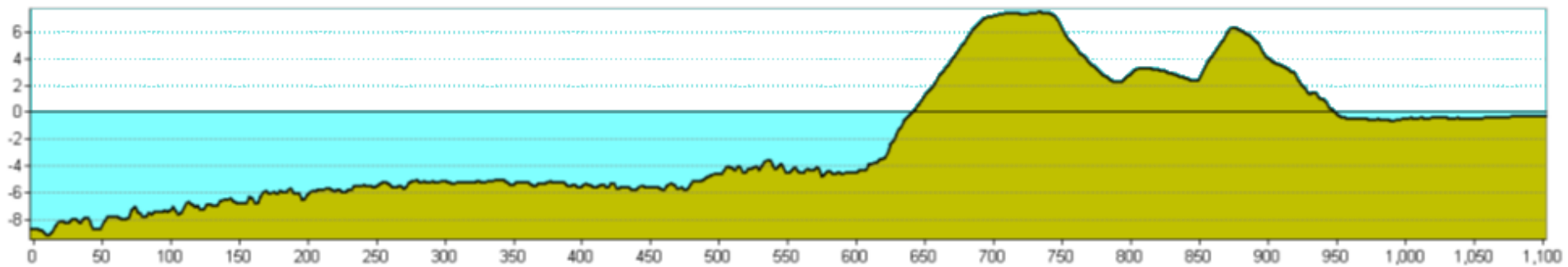
    Exemplo:
    DSM do Cabedelo da Foz do Douro.



Batimetria (Litoral de Gaia)

- Traçado de perfis
  - Zona da Praia da Madalena e Cabedelo





Conclusões

- Métodos de aquisição de dados para monitorização costeira deverão produzir resultados em tempos muito curtos.
- Fotografia aérea digital, associada a métodos automáticos de extração do relevo, é uma solução muito competitiva para uma rápida monitorização de praias, em regiões com alguma dimensão.
- Recolha de informação manual encarece muito o custo final e não se justifica para finalidades de monitorização.
- Drones com câmara digital são uma alternativa mais eficaz mas apenas para zonas restritas .
- LiDAR em drone é atualmente uma alternativa com custos aceitáveis e uma grande eficiência.