

Monitorização de praias e dunas usando fotografia aérea digital com georreferenciação directa

José A. Gonçalves⁽¹⁾, Luísa Bastos⁽¹⁾, Helena Granja⁽²⁾,
José Luís Pinho⁽³⁾, Renato Henriques⁽²⁾, Américo Magalhães⁽¹⁾

(1) Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

(2) Universidade do Minho, Departamento de Ciências da Terra

(3) Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil



Resumo da apresentação

- Motivação
- Descrição da metodologia
- Análise da georreferenciação directa
- Extracção automática de MDTs
- Conclusões

Motivação

- Estudo de monitorização do litoral de V. N. de Gaia realizado pela Universidade do Minho e Universidade do Porto para o Parque Biológico de Gaia.
- Fotografia aérea digital é uma fonte de informação interessante, quer para extrair dados altimétricos, quer para fornecer base de imagem georreferenciada.
- Pretende-se avaliar o grau de automatização desta metodologia, bem como a qualidade dos produtos resultantes.

Motivação

2000



Motivação

2007



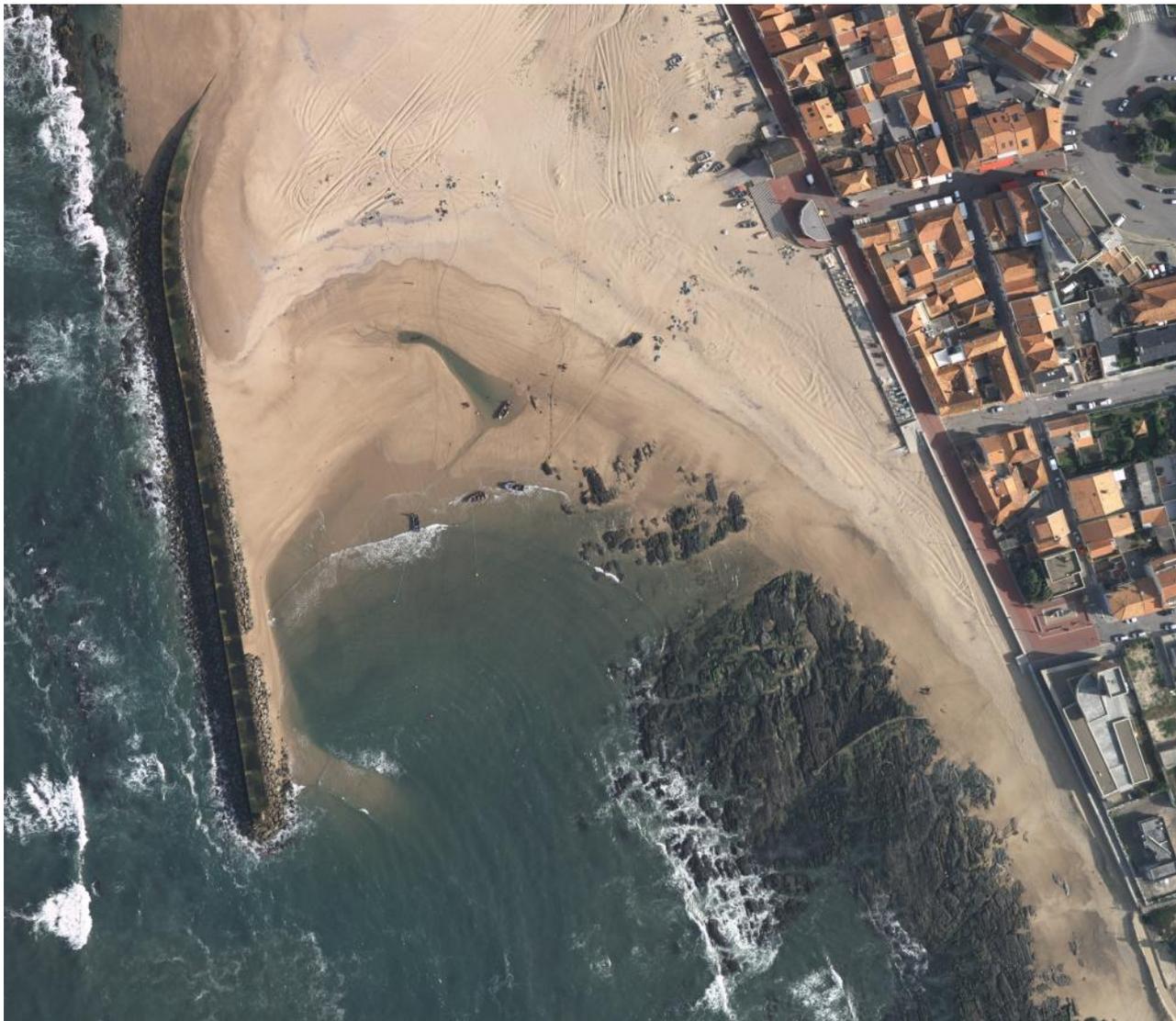
Motivação

2008
Nov.



Motivação

2009
Abril



Metodologias aplicáveis

- Levantamento topográfico (estação total)
- Levantamento GPS

Metodologias rigorosas mas demoradas; são também processos invasivos.

- Varrimento Laser

Metodologia muito adequada e automatizada mas relativamente cara.

- Fotografia aérea digital

Metodologia menos automatizada mas de custo menor para aquisição de dados.

Câmara aérea digital – ZI Imaging DMC



- Dimensão da imagem
13824 x 7680 pixels
- Tamanho do pixel
0.012 mm
- Distância focal
120 mm
- Ponto principal
x=0.000 mm, y=0.000 mm
- Distorsões radiais insignificantes.
- Bandas Pan + RGB + NIR

Aquisição de imagens adjudicada à empresa Município.

Características do voo

- Resolução de 10 cm no terreno.
- Altura de voo cerca 1000 m.
- Duas fiadas cobrem toda a região costeira de Gaia.
- Georreferenciação directa.
- Dois voos por ano, em Novembro e Abril.
- Aquisição na maré baixa.

Plano de voo



Características da esteroscopia

- Razão $B/H = 0.3$.
(relativamente baixa comparando com câmaras analógicas tradicionais)
- Erro de 1 pixel numa paralaxe implica erro altimétrico de aproximadamente 30 cm.
- Erro médio quadrático de 0.3 pixeis nas coordenadas imagem de pontos conjugados implica erro altimétrico de aproximadamente 14 cm.

Exemplo de imagem RGB



7680 x 13824 pixels



Extracto de imagem CIR



480 x 640 pixels

Extractos de imagem RGB



200 x 100 pixels



500 x 500 pixels

Análise da georreferenciação directa

- Parâmetros de orientação externa obtidos por GPS+INS são fornecidos.

Fiada	Foto	Tempo_GPS	Data	Hora	Este	Norte	Altitude	Omega	Phi	Kappa
1	4	374804.455	23-04-2009	8:06:44	530301.26	4539869.67	1062.39	-0.0241	-0.5665	98.3286
1	5	374807.971	23-04-2009	8:06:48	530256.24	4540172.92	1060.18	-0.3561	0.0780	98.5177
1	6	374811.476	23-04-2009	8:06:51	530214.99	4540476.67	1059.51	-0.4971	1.1305	97.7197
1	7	374814.984	23-04-2009	8:06:55	530175.79	4540781.35	1059.94	-0.2378	0.2535	97.5423
1	8	374818.492	23-04-2009	8:06:58	530136.63	4541086.48	1059.53	-0.1975	0.1511	97.5208
1	9	374821.984	23-04-2009	8:07:02	530095.67	4541390.86	1058.39	-0.2207	-0.8170	98.1075
1	10	374825.461	23-04-2009	8:07:05	530051.59	4541694.09	1058.19	-0.2645	-0.4904	98.3204
1	11	374828.937	23-04-2009	8:07:09	530011.49	4541998.20	1059.14	-0.4160	1.3530	97.3594
1	12	374832.425	23-04-2009	8:07:12	529976.78	4542304.08	1060.39	-0.2141	1.1374	96.6446
1	13	374835.913	23-04-2009	8:07:16	529939.25	4542609.59	1060.94	-0.0350	-0.8138	97.4639
1	14	374839.385	23-04-2009	8:07:19	529897.01	4542912.90	1062.34	0.1919	-1.0487	98.0353
1	15	374842.870	23-04-2009	8:07:23	529855.97	4543217.48	1062.69	-0.0328	0.2485	97.5428
.....

Análise da georreferenciação directa

- Foram escritos programas em linguagem C, para vários cálculos com as equações de co-linearidade:
 - Projecção Objecto – Imagem $(E,N,h) \Rightarrow (x,y)$
 - Projecção Imagem – Objecto $(x,y,h) \Rightarrow (E,N)$
 - Intersecção de feixes $(x_L, y_L, x_R, y_R) \Rightarrow (E,N,h)$
- Foram usados na análise dos parâmetros de orientação externa e posteriormente no cálculo de coordenadas de pontos conjugados.

Análise da georreferenciação directa

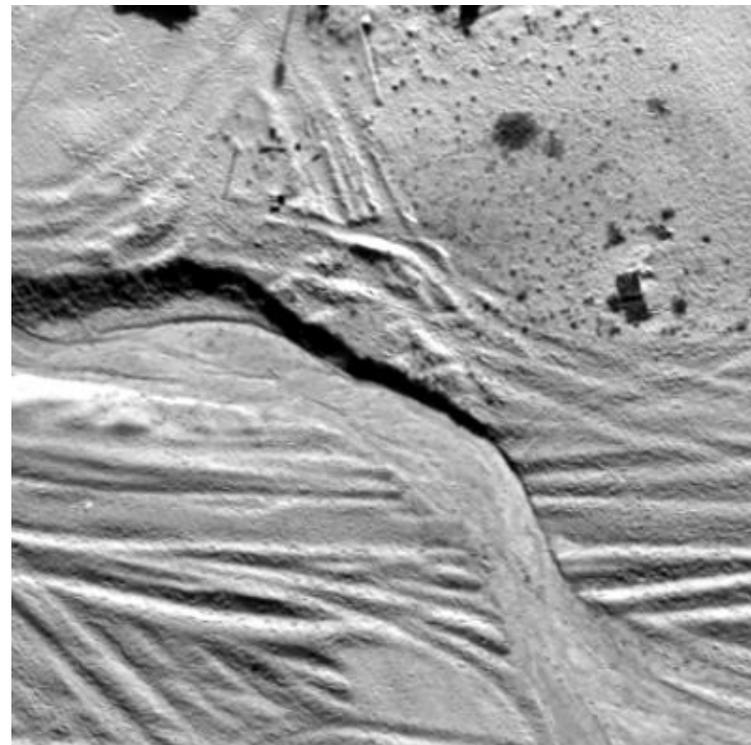
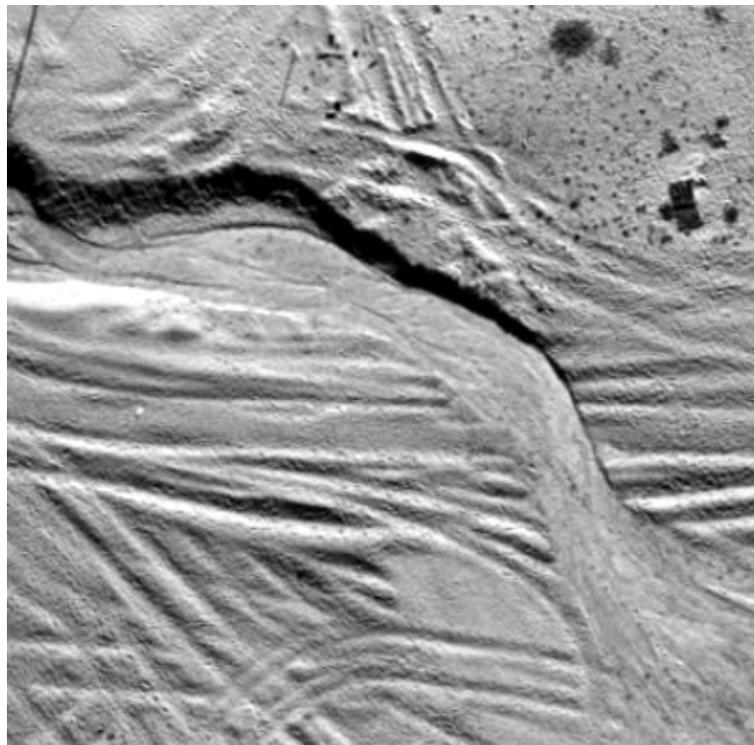
- Vários tipos de testes efectuados:
 - Avaliação da intersecção de feixes.
 - Comparação de coordenadas e cotas de pontos calculadas a partir de pares estereoscópicos de fiadas diferentes.
 - Comparação de coordenadas e cotas de pontos obtidas fotogrametricamente com coordenadas medidas no terreno (GPS diferencial, dupla frequência).

	PAR1	PAR2
Nº. PONTOS	6	7
MÉDIA	-0.10	0.11
DESV. PADRÃO	0.11	0.09
REMQ	0.14	0.14

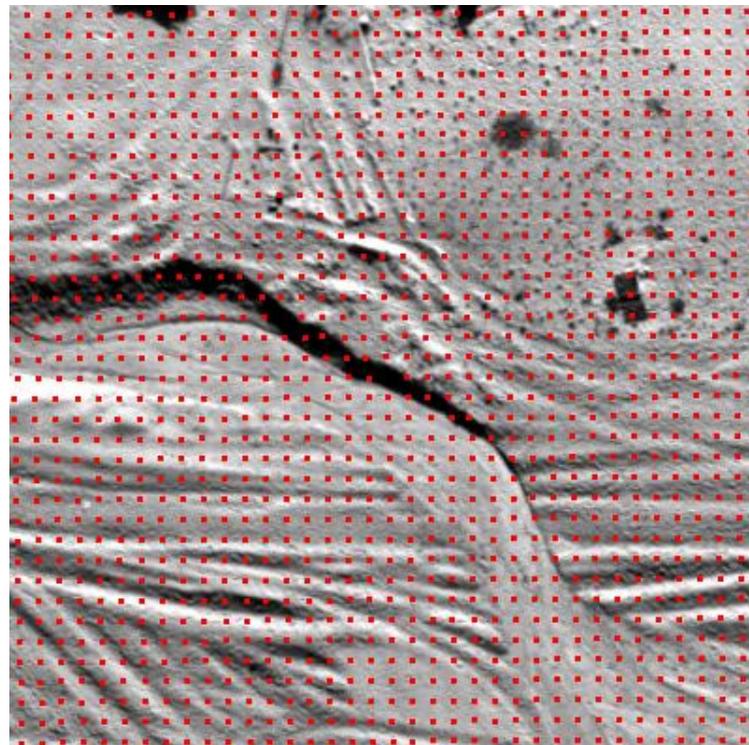
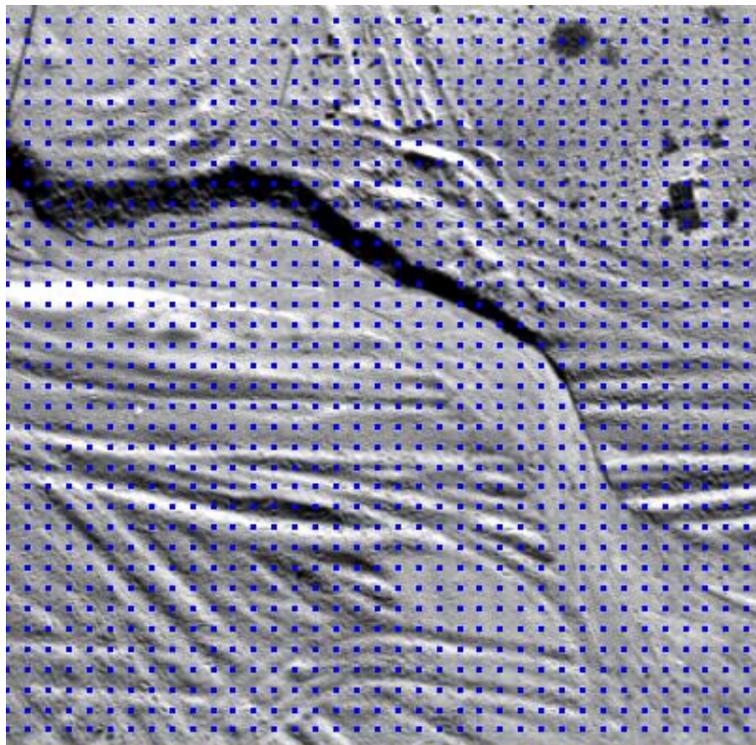
Extracção de MDT

- Foi utilizado o software BLUH (Leibnitz University Hannover) para fazer a correlação automática.
- Utiliza *least squares matching with region growing*.
- Desvantagem: para cada imagem precisa de pelo menos um *seed point*.
- Trabalha sobre imagens de 8 bits. Imagens pan-cromáticas da câmara DMC são de 12 bits. Houve necessidade de conversão para 8 bits.

Extracção de MDT



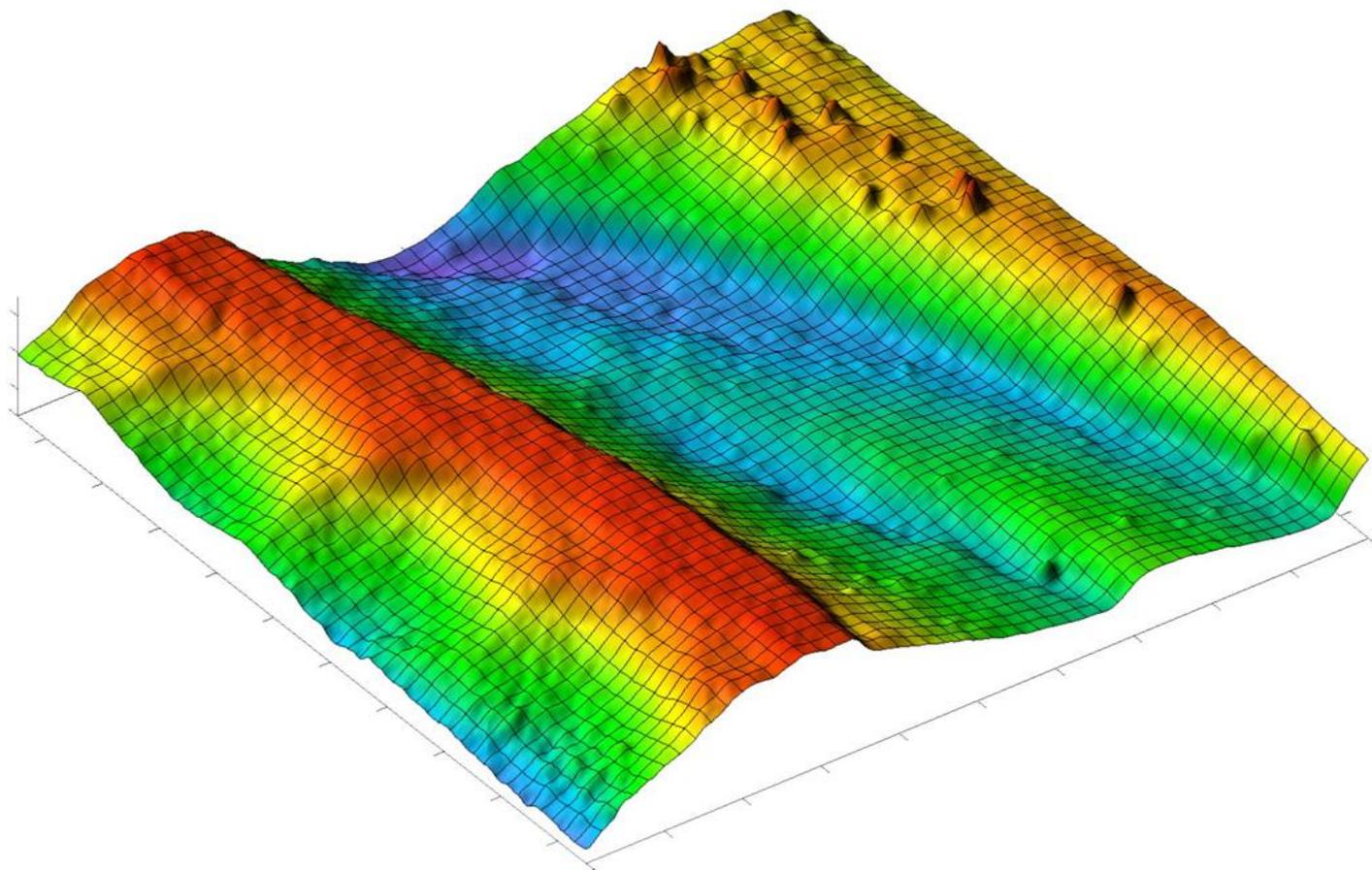
Extracção de MDT



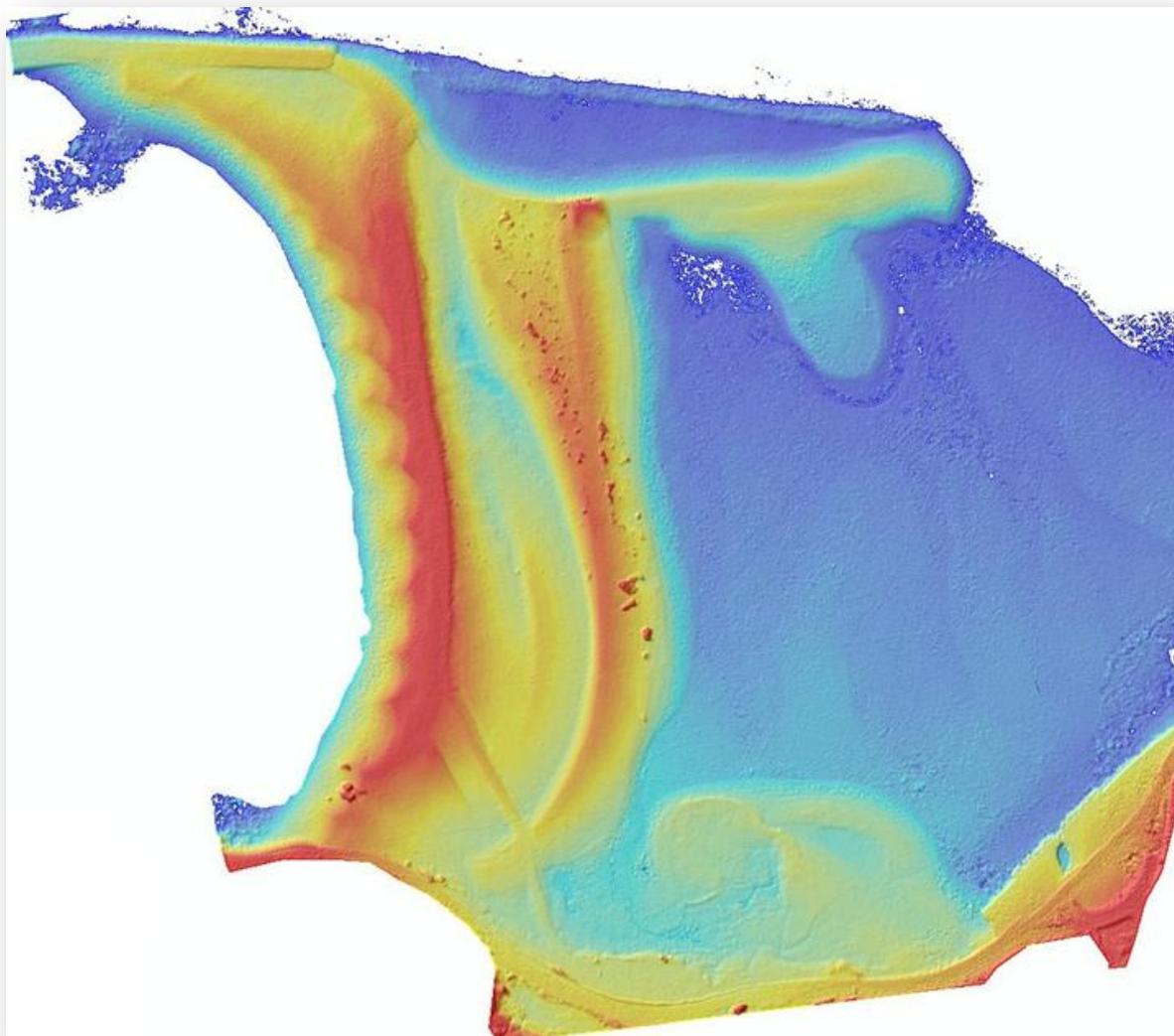
Extracção de MDT

- Coordenadas terreno dos pontos conjugados são calculadas pelo algoritmo de intersecção de feixes.
- Pontos errados são eliminados através dum critério de tolerância na intersecção de feixes (valor máximo aceite foi de 30 cm).
- MDT na forma de grelha com espaçamento de 1 m gerado por médias móveis .
- Eventuais pontos errados que permaneçam são eliminados por filtragem.

Extracção de MDT

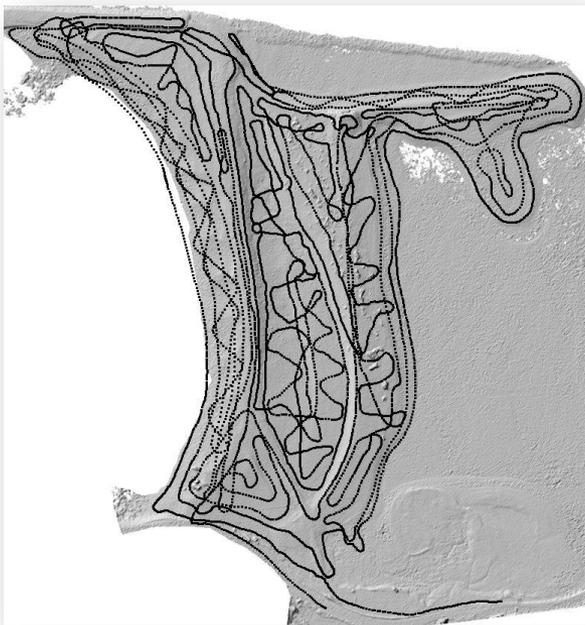


Extracção de MDT



Avaliação da exactidão do MDT

- Comparação de cotas de levantamento de campo (programa de monitorização regular do cabedelo).
- Erros principais encontravam-se em areia húmida (pouco contraste reduz qualidade do *stereo-matching*).



	Toda a área (6519 pontos)	Área seleccionada (5833 pontos)
MEDIA	0.06	0.04
DESV.PADRÃO	0.22	0.09
REMQ	0.22	0.10
MINIMO	-1.60	-0.46
MAXIMO	1.84	0.74

Criação de ortofotos

- Ortorrectificação é conveniente para comparar imagens das diferentes épocas.
- MDT extraído foi restringido às áreas com areia e rochas.
- Ortorrectificação efectuada com MDT composto do MDT extraído e um outro gerado a partir de altimetria da cartografia de escala 1:2.000.

Ortofoto com curvas de nível do MDT (voo 1)



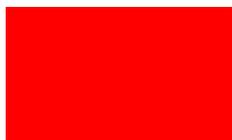
Ortofoto com curvas de nível do MDT (voo 2)



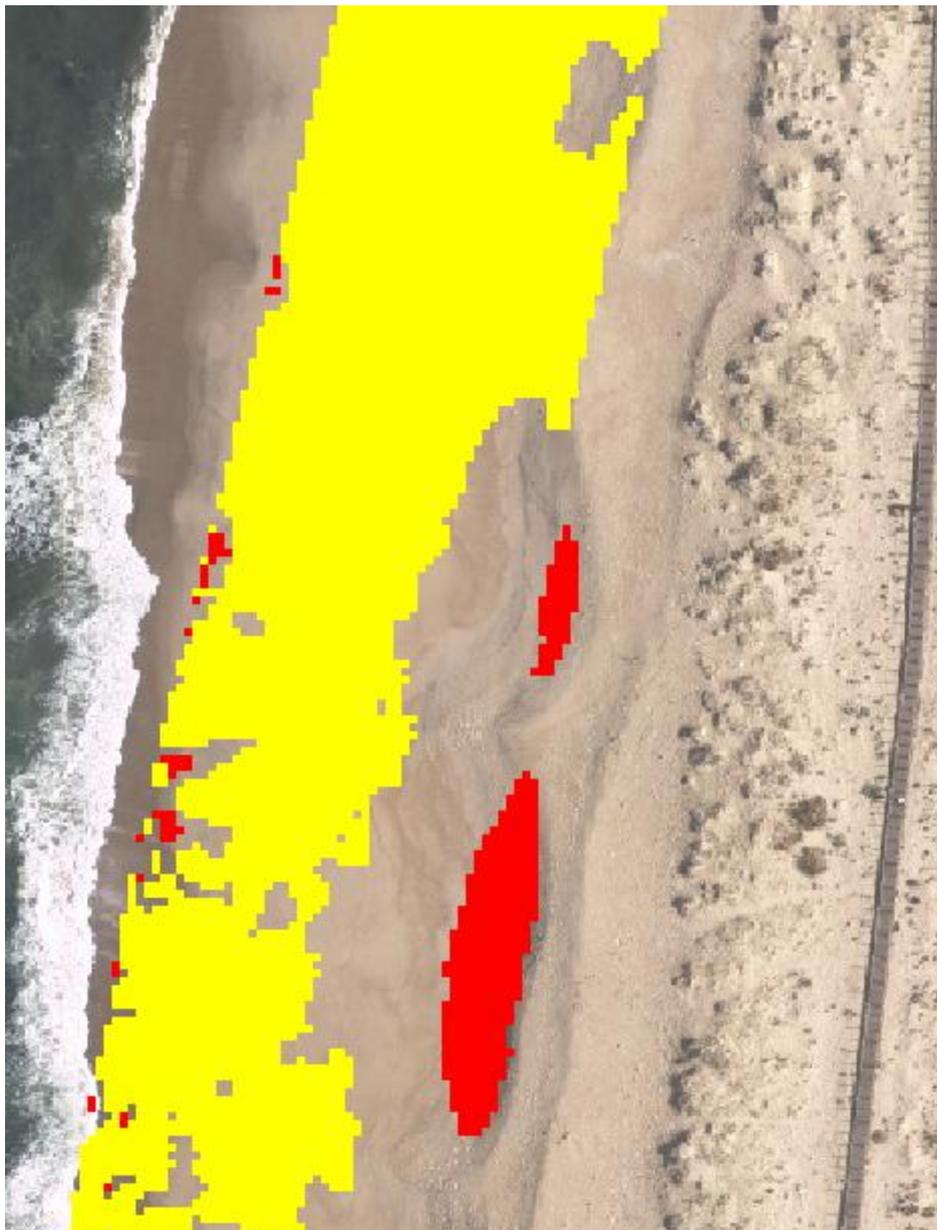
Diferenças entre os dois MDT



$\Delta h > 1 \text{ m}$



$\Delta h < -1 \text{ m}$



Conclusões

- Metodologia muito eficiente para estudos de alteração de morfologia costeira.
- Orientação externa resultante da georreferenciação directa muito rigorosa (melhor que 20 cm). Apoio terrestre desnecessário.
- Extracção automática do MDT requer intervenção relativamente pequena do utilizador.
- Comparação de MDTs de diferentes épocas permite avaliar com muito rigor alterações morfológicas das praias.

Trabalho futuro

- Desenvolver maior automatização da extracção do MDT, reduzindo a intervenção do utilizador.
- Tirar mais partido da resolução radiométrica do sensor (12 bits). Poderá ser melhorado o matching nas zonas de areia com menor contraste.
- Utilização dos ortofotos com banda de infravermelho permitirá avaliar outros tipos de alterações.

Histograma da imagem de 12 bits

