



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

02 – 03 NOVEMBRO 2023

Estudo da aplicação de drones para elaboração de cartografia de apoio a planos de reabilitação urbana

Maria CARVALHO^{1,2}, Alexandrina MENESES², José Alberto GONÇALVES¹

¹Faculdade de Ciências da Universidade de Porto (Portugal)

²Câmara Municipal de Santa Maria da Feira (Portugal)

(up201709217@edu.fc.up.pt, Alexandrina.Meneses@cm-feira.pt, jagoncal@fc.up.pt)



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Sumário

- Objetivos
- Descrição do problema
- Levantamento com drone
- Processamento e geração de ortomosaico e MDS
- Avaliação do rigor posicional
- Análise da informação extraída



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Objetivos

- Objetivo geral:
 - Demonstrar que a aplicação de drones para a elaboração de cartografia de apoio a planos de reabilitação urbana pode trazer uma **série de benefícios** para uma Câmara Municipal.
- Objetivos específicos:
 - Estudar a possibilidade de **reduzir ou eliminar** a necessidade de **pontos de apoio** no terreno recorrendo a drones RTK nos levantamentos fotogramétricos de muito alta resolução.
 - **Avaliar qual a informação possível de extrair** dos produtos fotogramétricos resultantes do drone para integração nos levantamentos de apoio aos planos de reabilitação urbana.



Área de estudo



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Área de estudo

- Área de estudo a cobrir de 22 ha
- Elevada concentração urbanística
- Voo com um VANT Dji Phantom 4 RTK

Posição com uma precisão centimétrica em tempo real

Uma lente de 8,8 mm / 24 mm

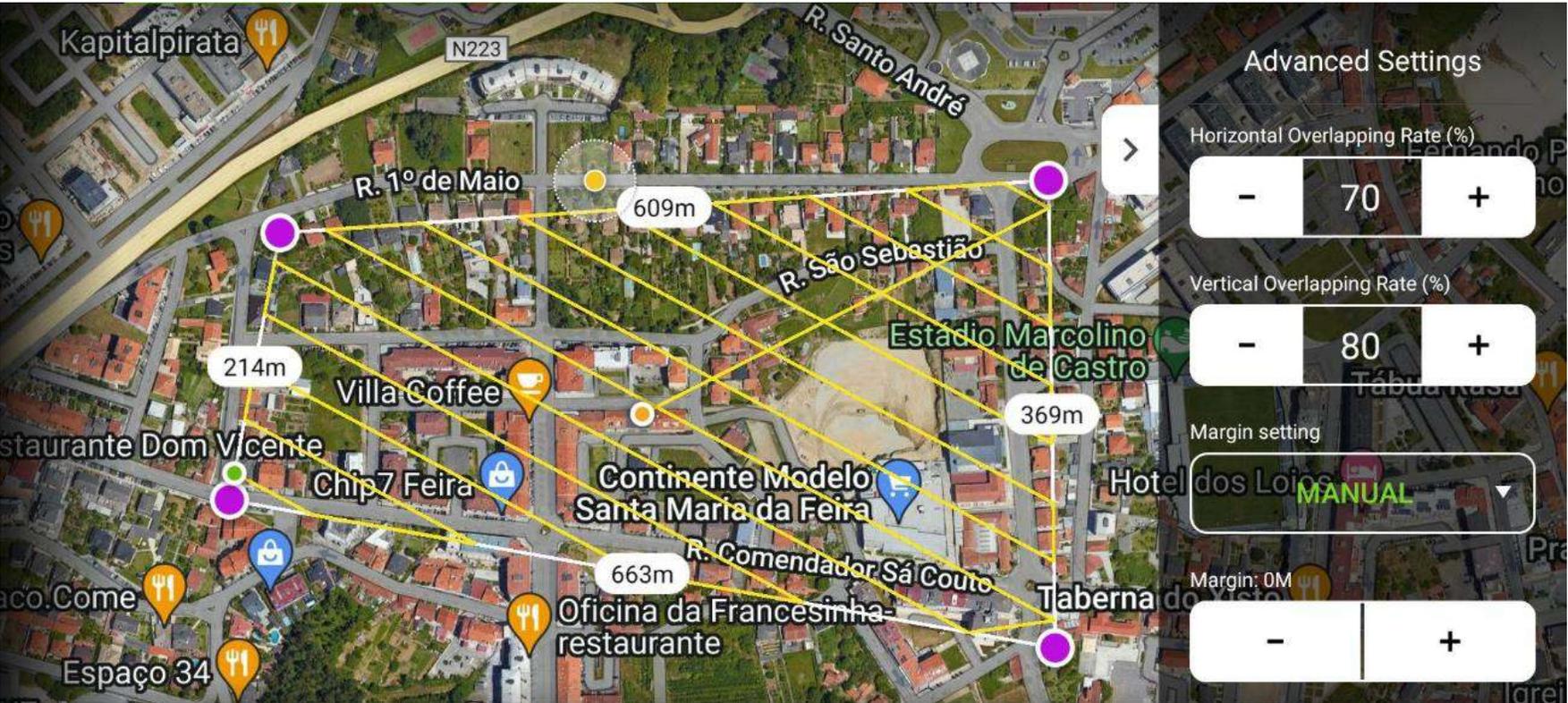


Planeamento de voo

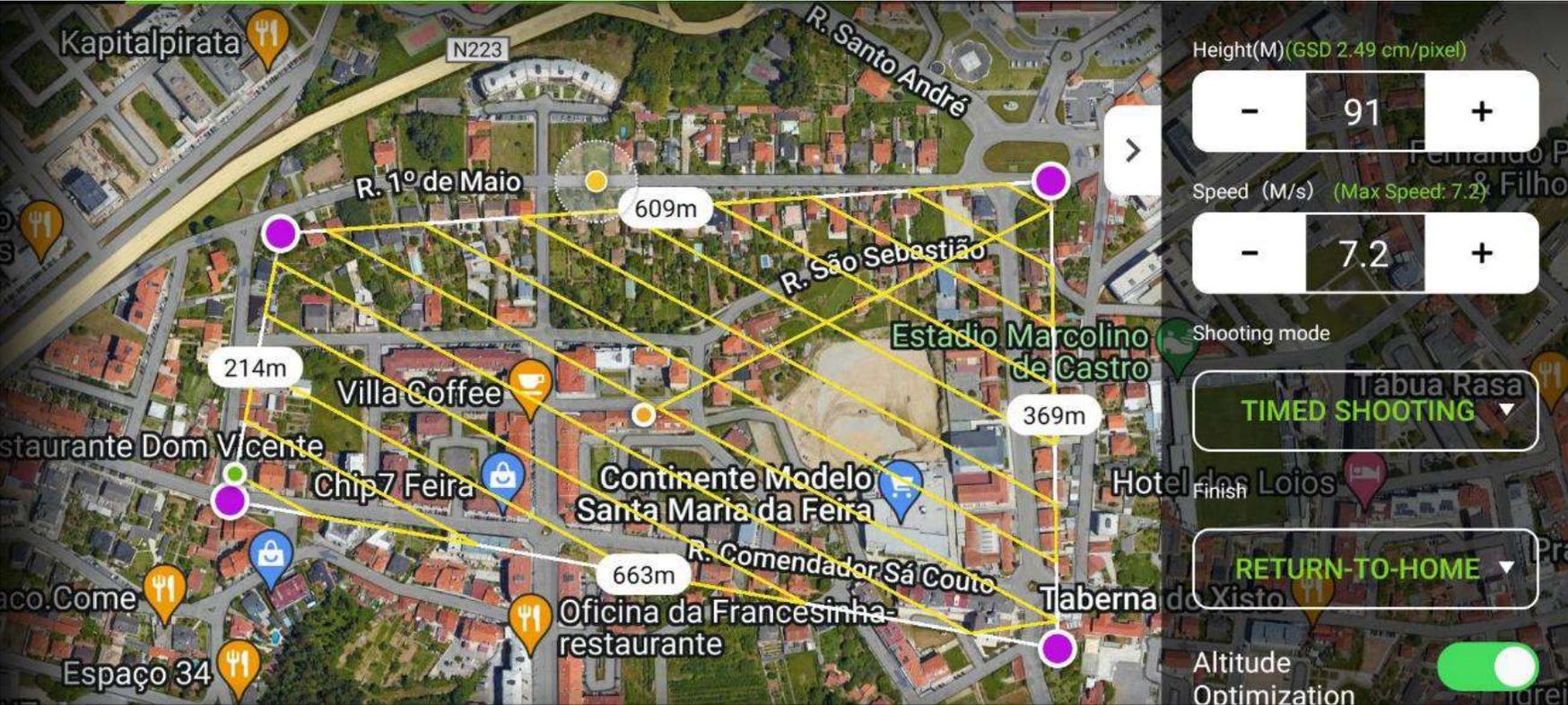
- Opções escolhidas
 - Aquisição de imagens com pixel de 2.5 cm no terreno, a que corresponde altura de voo de 91 m.
 - Sobreposições longitudinal e lateral de 80% e 70%, respetivamente.
 - Escolha da opção “Altitude optimization” (Inclusão de uma linha de voo com câmara oblíqua).
 - Manter a geometria original da câmara, que contém distorção.
- Ligação RTK
 - Escolheu-se a estação permanente da ReNEP EDVD (São João da Madeira), aproximadamente a 6 km.
- A estas opções correspondeu:
 - Total de 369 fotos (19 delas oblíquas), adquiridas com intervalo de disparo de 2 segundos, e velocidade do drone de 7 m/s.
 - Tempo de voo inferior a 20 minutos, que foi realizado com apenas com uma bateria.



Planeamento de voo



Planeamento de voo



Exemplo de imagem obtida



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Processamento

- Utilizou-se o programa Agisoft Metashape
- Orientação do bloco de imagens sem pontos de apoio
 - Todas as fotos tiveram RKT fix. Precisões RTK estimadas foram consideradas na triangulação.
- Geração de nuvem densa de pontos.
- Aplicação de algoritmo de classificação de “Ground Points”
- Geração de MDS e MDT (resolução de 5 cm)
- Geração de ortomosaico (resolução de 2.5 cm)
- Testes de precisão



Nuvem densa de pontos (cor da imagem)



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODÉSIA

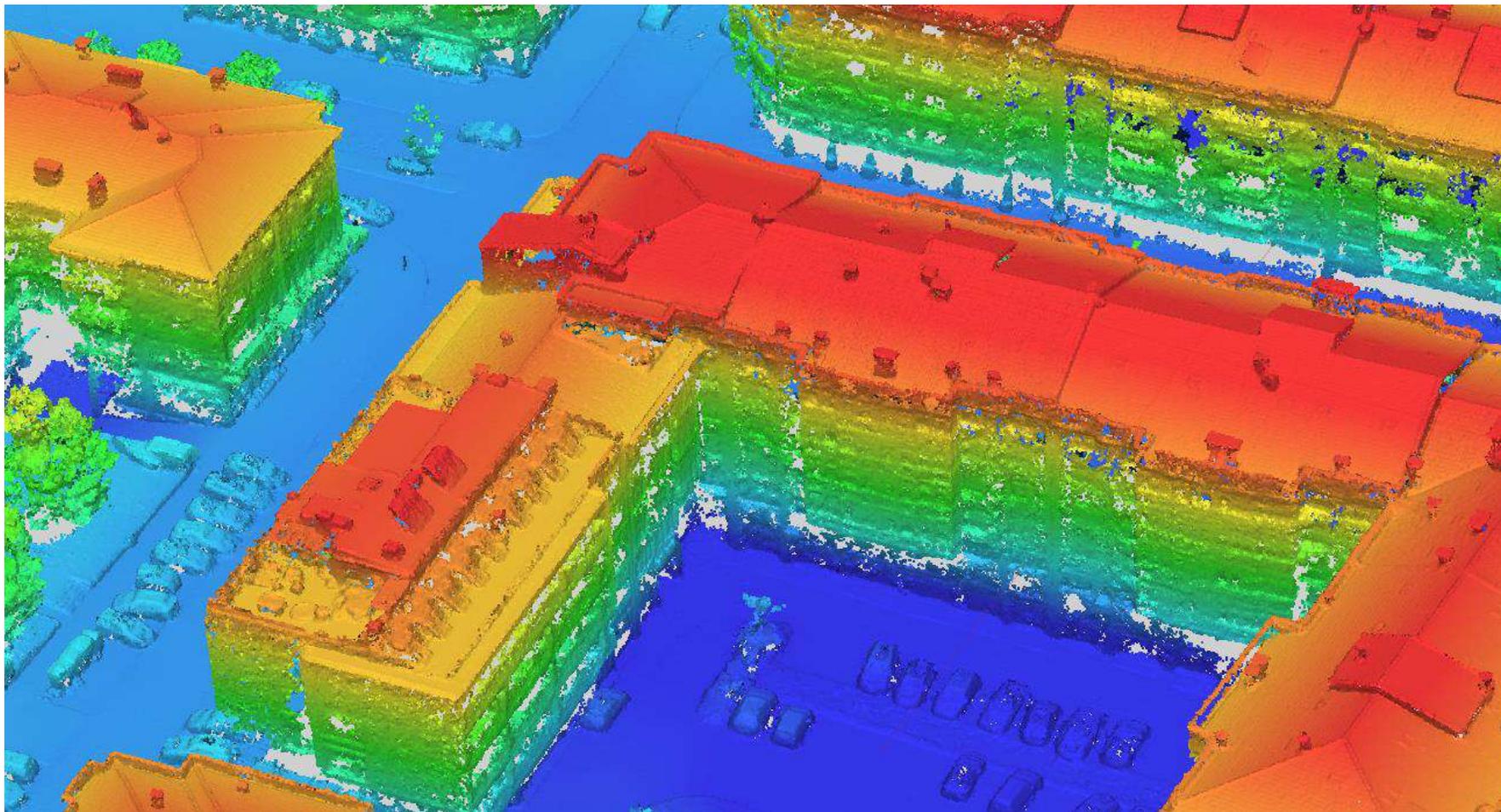
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Nuvem densa de pontos (altitudes)

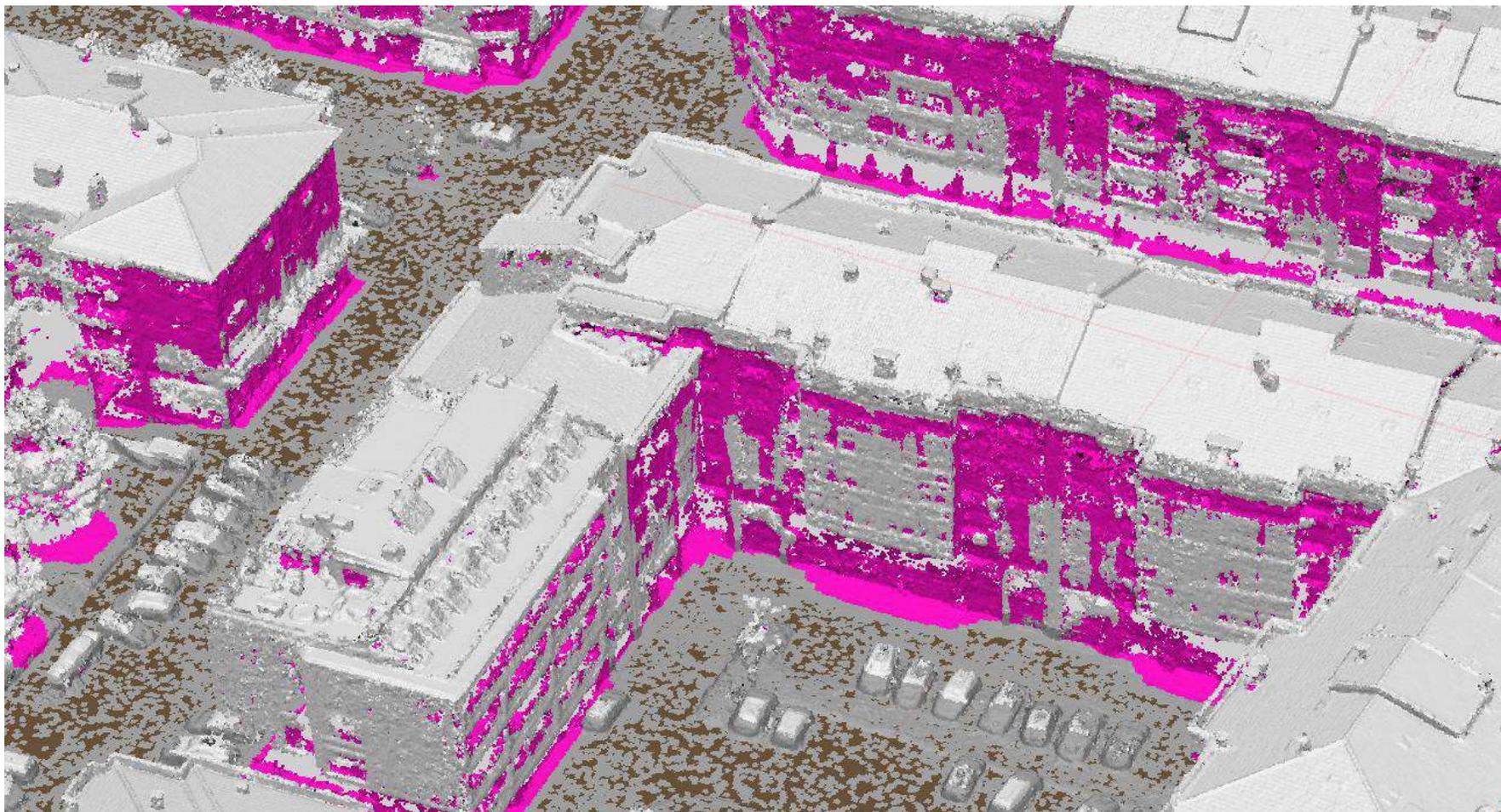


X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Nuvem densa de pontos classificada

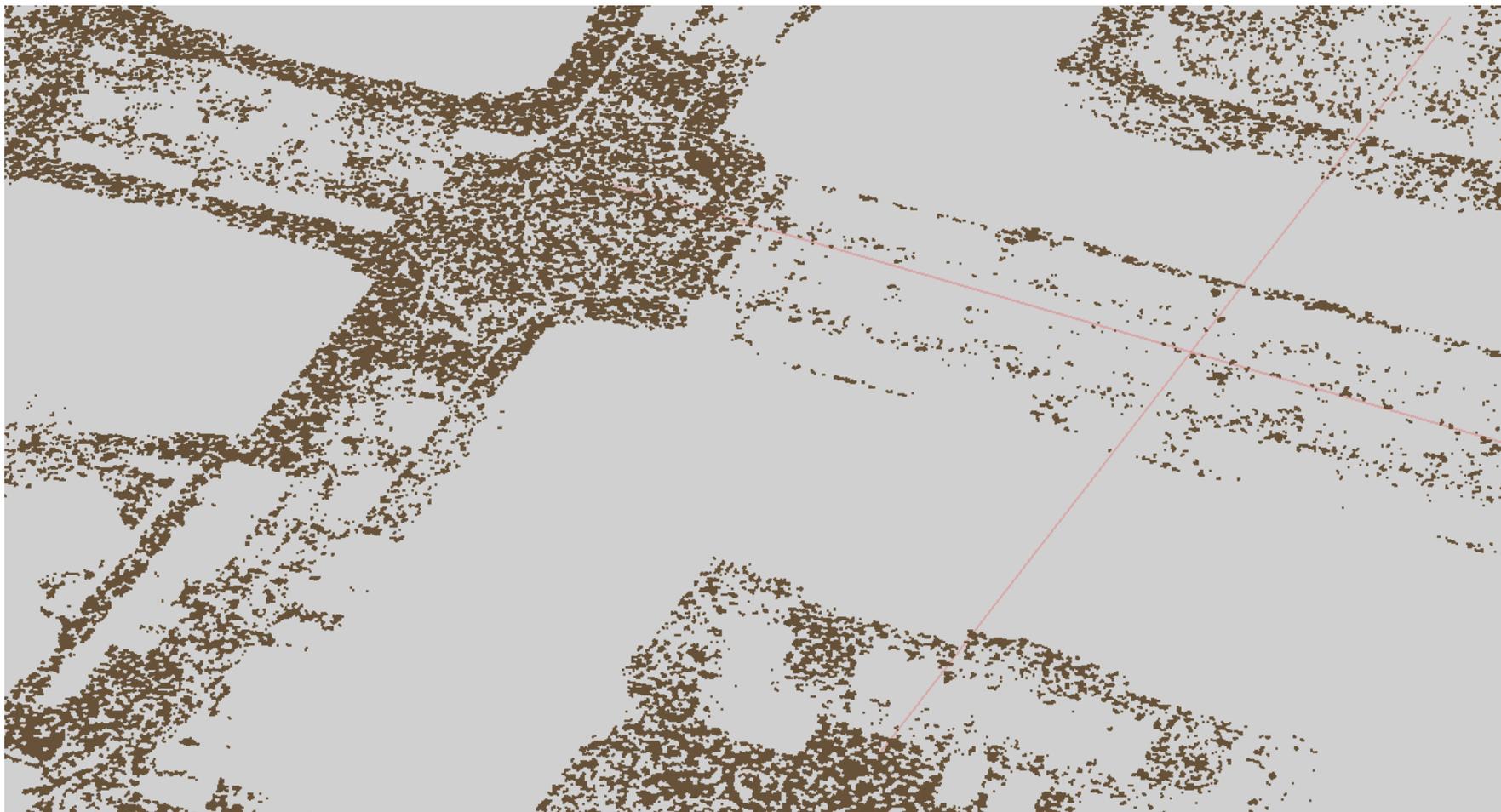


X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Nuvem densa de pontos classificada (apenas “Ground”)



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

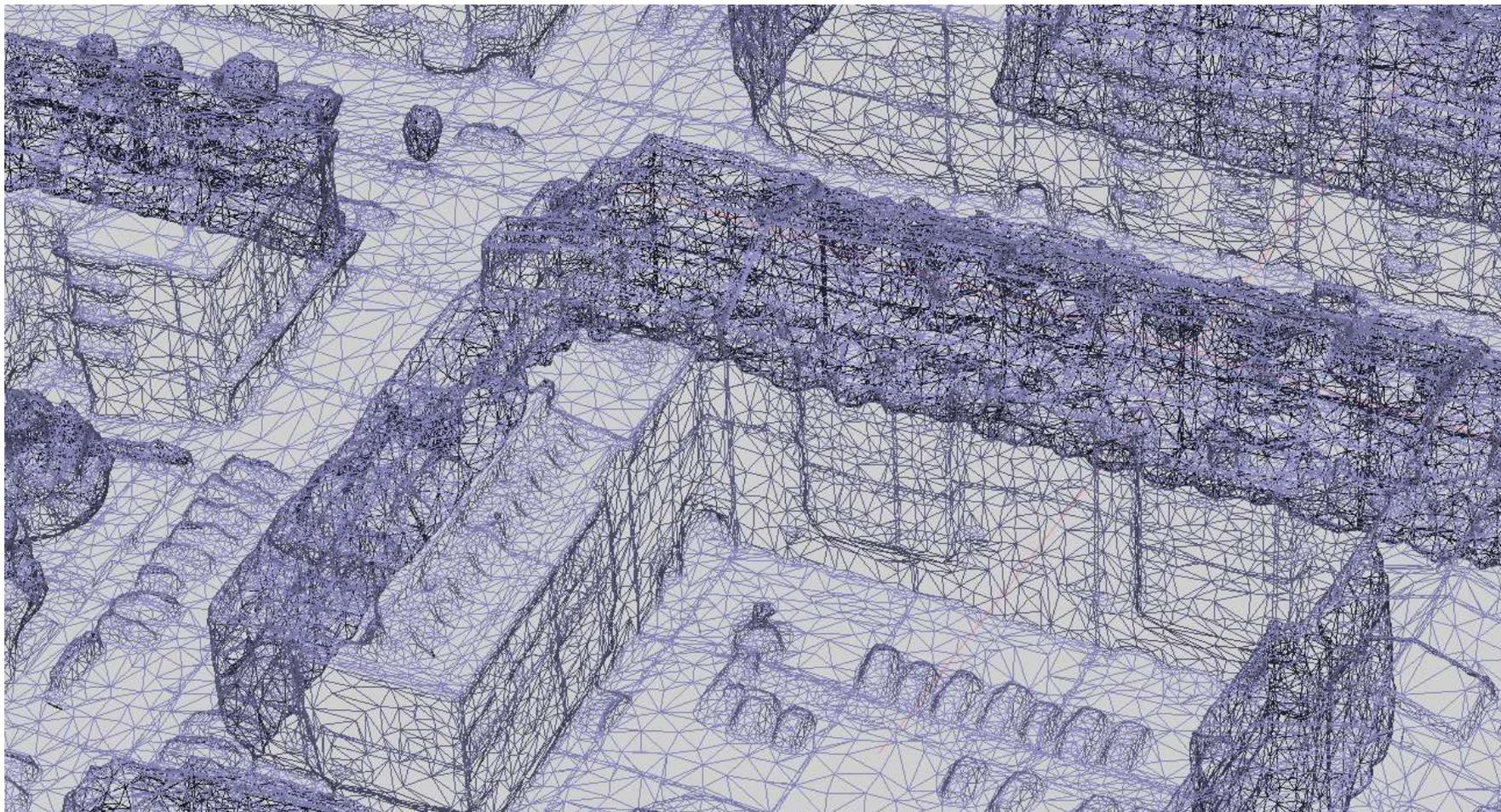
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Triangulação dos pontos da nuvem (“Mesh”)



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Modelo Mesh texturizado



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODÉSIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Modelo Digital de Superfície (MDS)



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

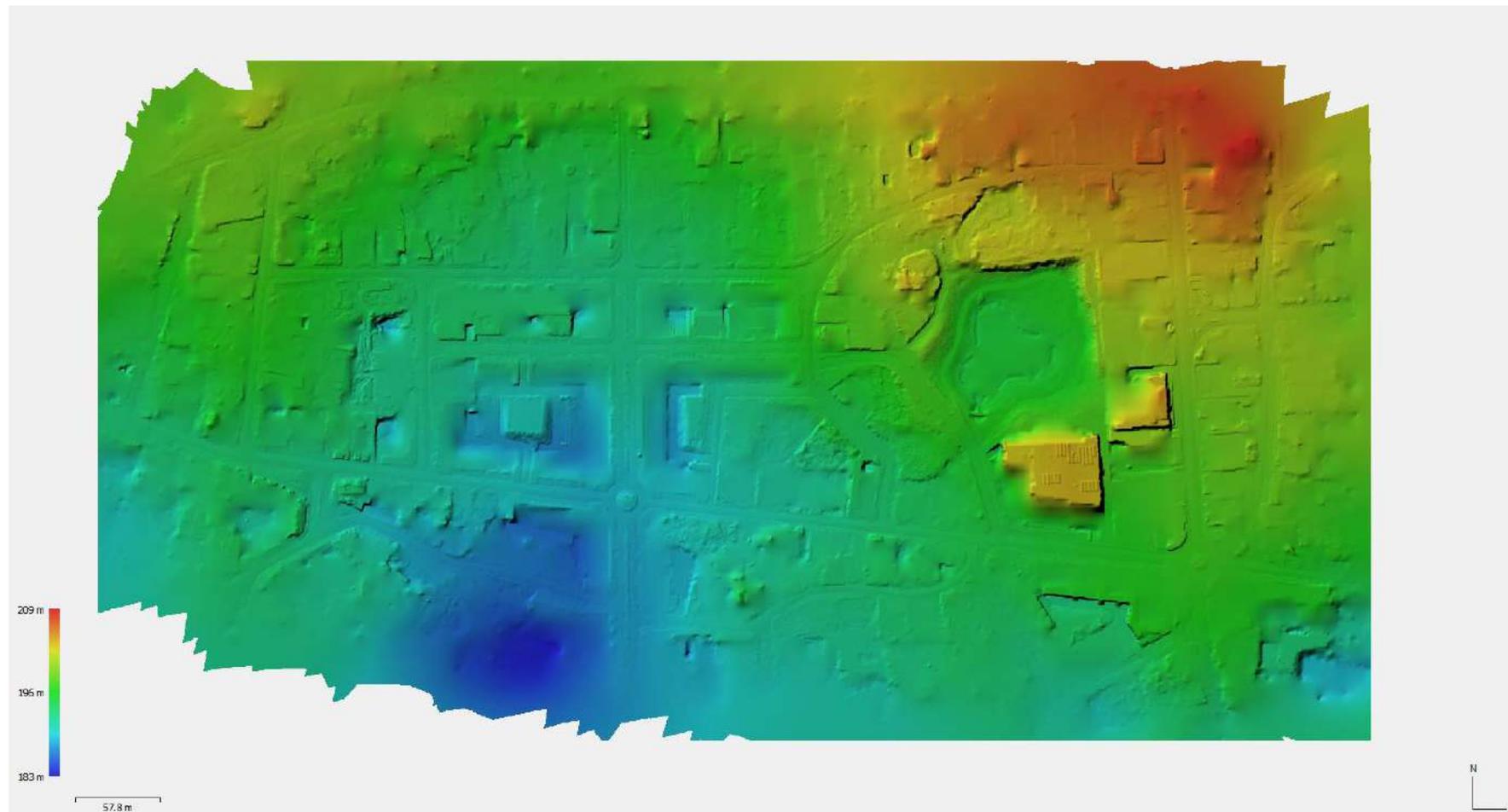
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Modelo Digital de Terreno (MDT)

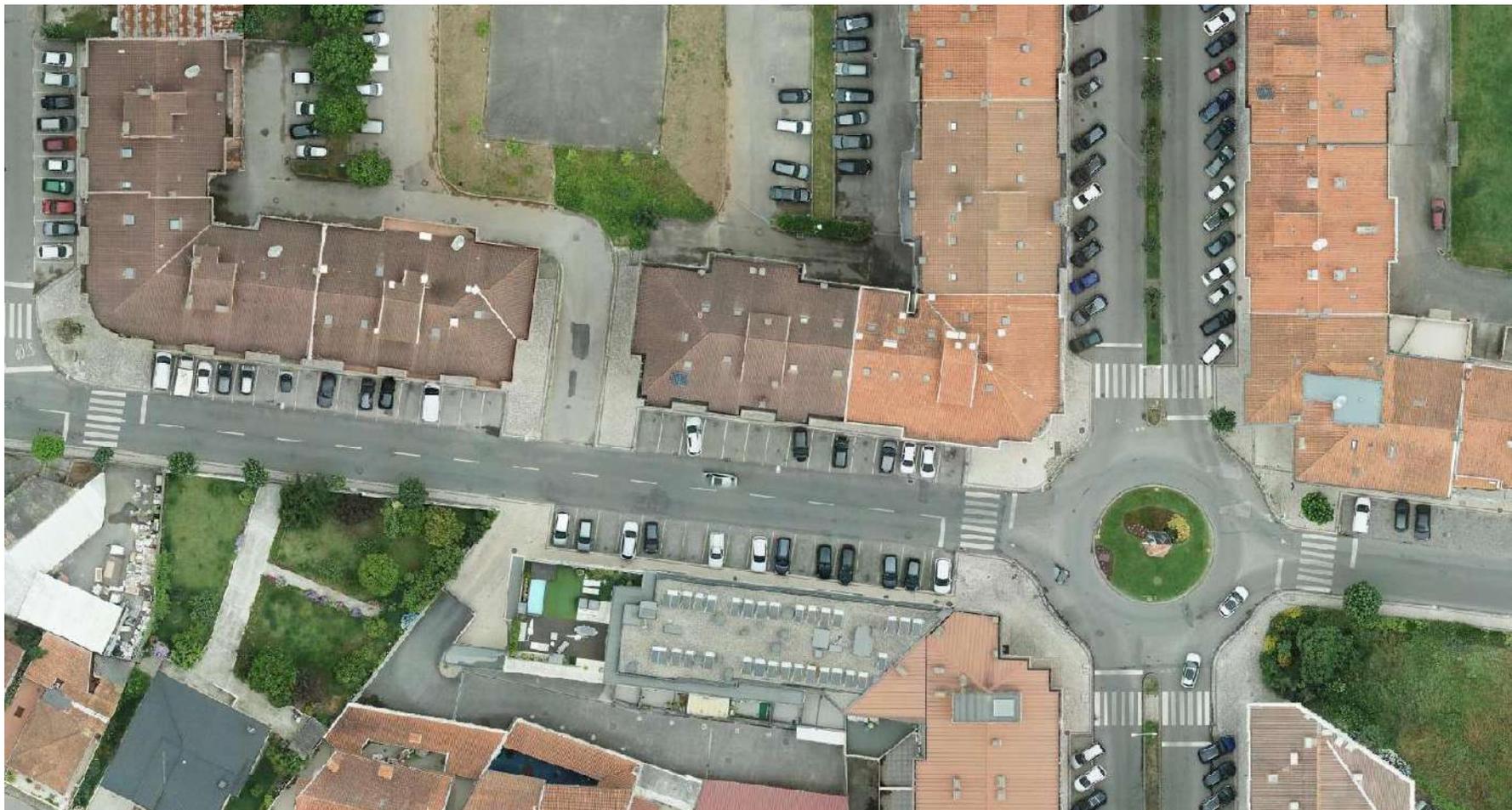


X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Orto de 2022 – Drone Phantom 4 RTK (pixel 2.5 cm)



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Orto de 2021 – DGT (pixel 25 cm)



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEN
DOS
ENGENHEIROS

Ortomosaico de toda a área



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Planta Topográfica (levantamento de campo GNSS+ET)



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Testes para validação posicional - planimetria

- Levantamento de pontos de validação com GNSS (ligação a EDVD).
- Leitura de coordenadas no ortomosaico no QGIS
- Cálculo de erros e estatísticas.
 - Média
 - Desvio padrão
 - Erro Médio Quadrático (EMQ)



	Erro _x (m)	Erro _y (m)	Norma
Nº de pontos	26	26	
Média	0.036	0.002	
Desvio padrão	0.020	0.021	
EMQ	0.041	0.021	0.046



Testes para validação posicional - altimetria

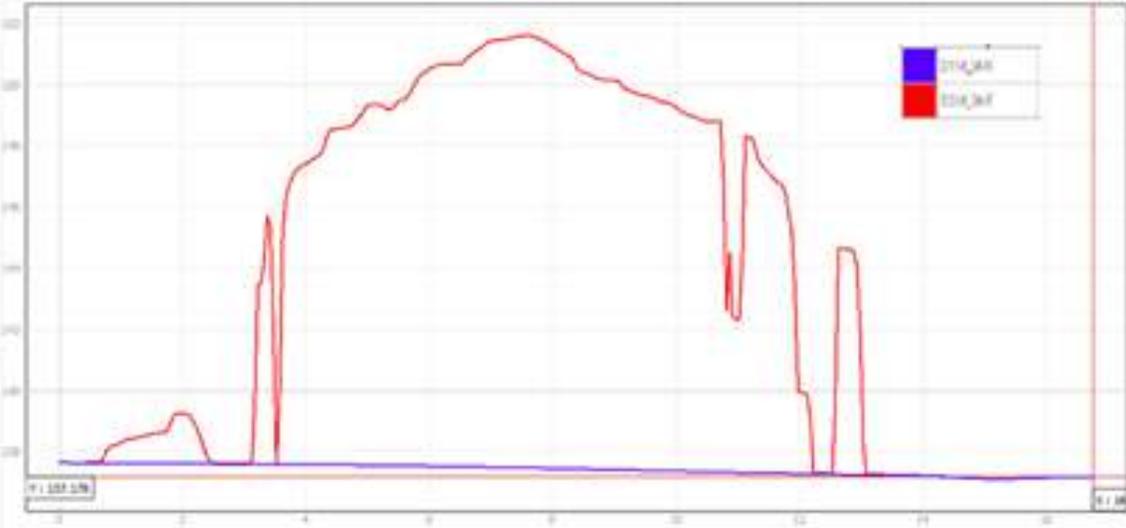
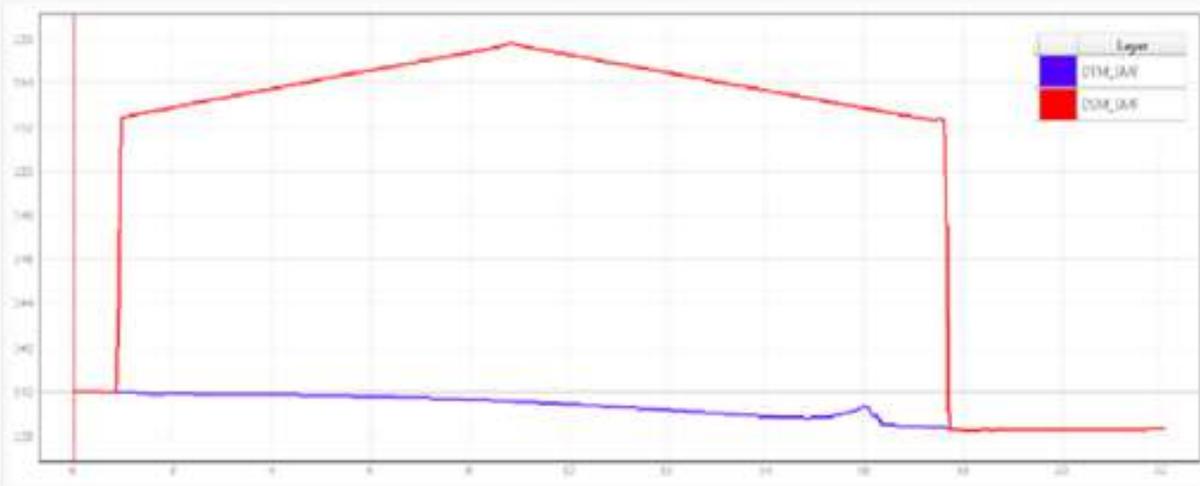
- Obtenção de cotas no DSM com o plugin Point Sampling Tool.
- Dois testes:
 1. DSM obtido com todas as fotos
 2. DSM obtido sem fotos oblíquas

	DSM com fotos oblíquas Erro em cota (m)	DSM sem fotos oblíquas Erro em cota (m)
Nº de pontos	26	26
Média	-0.015	0.256
Desvio padrão	0.021	0.412
EMQ	0.025	0.478



Extração de informação

Perfis DSM/DTM - Avaliação de alturas (edifícios, árvores,...)



X CC

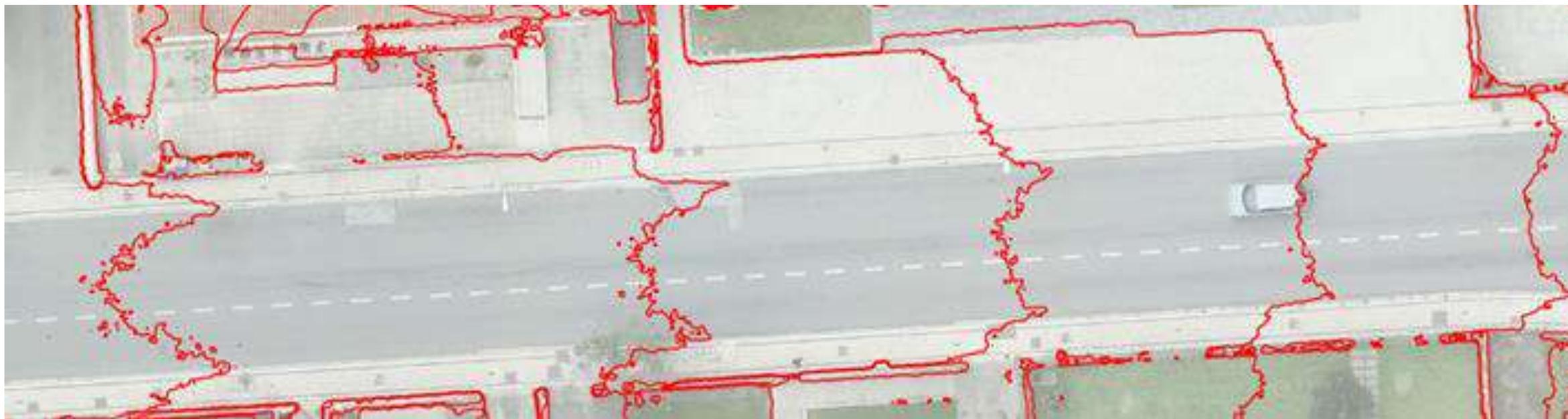
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

Extração de informação

Curvas de nível

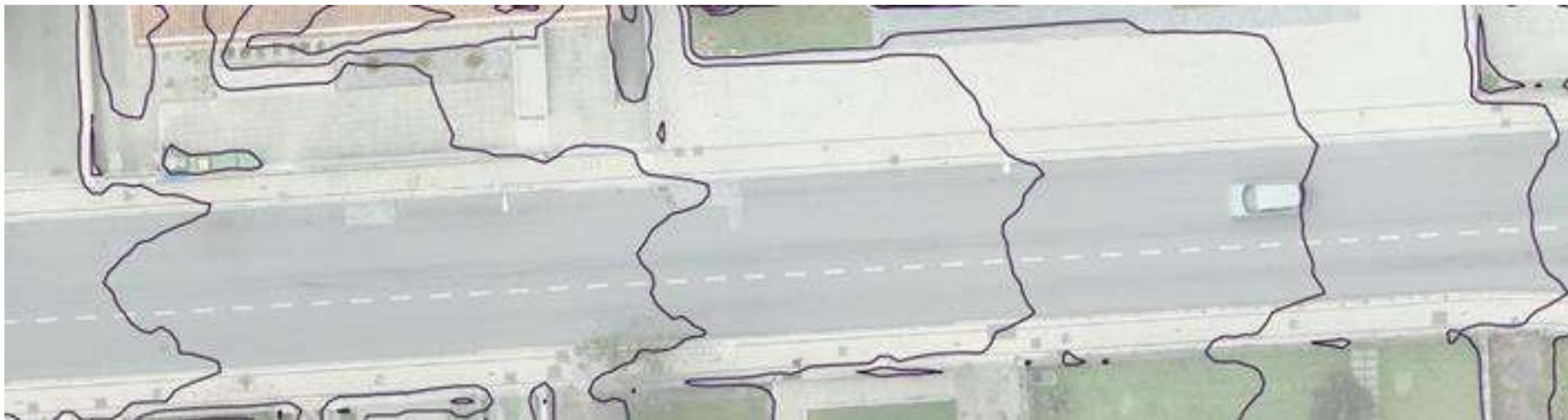
- Será possível traçar curvas de nível do DTM aceitáveis para uma planta topográfica tradicional?
- Curvas de nível do DTM suavizado (resolução de 0.5 m)



Extração de informação

Curvas de nível

- Será possível traçar curvas de nível do DTM aceitáveis para uma planta topográfica tradicional?
- Curvas de nível do DTM original (resolução de 5 cm)



Extração de informação

Curvas de nível

- Será possível traçar curvas de nível do DTM aceitáveis para uma planta topográfica tradicional?
- Curvas de nível do DTM original (resolução de 5 cm)



Extração de informação

Identificação de objetos

- Que objetos de interesse conseguimos extrair para uma cartografia de apoio a planos de reabilitação urbana?
 - Tampas de infraestruturas (gás, eletricidade, saneamento), sarjetas, etc.



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Extração de informação

Identificação de objetos

- Que objetos de interesse conseguimos extrair para uma cartografia de apoio a planos de reabilitação urbana?
 - Árvores



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

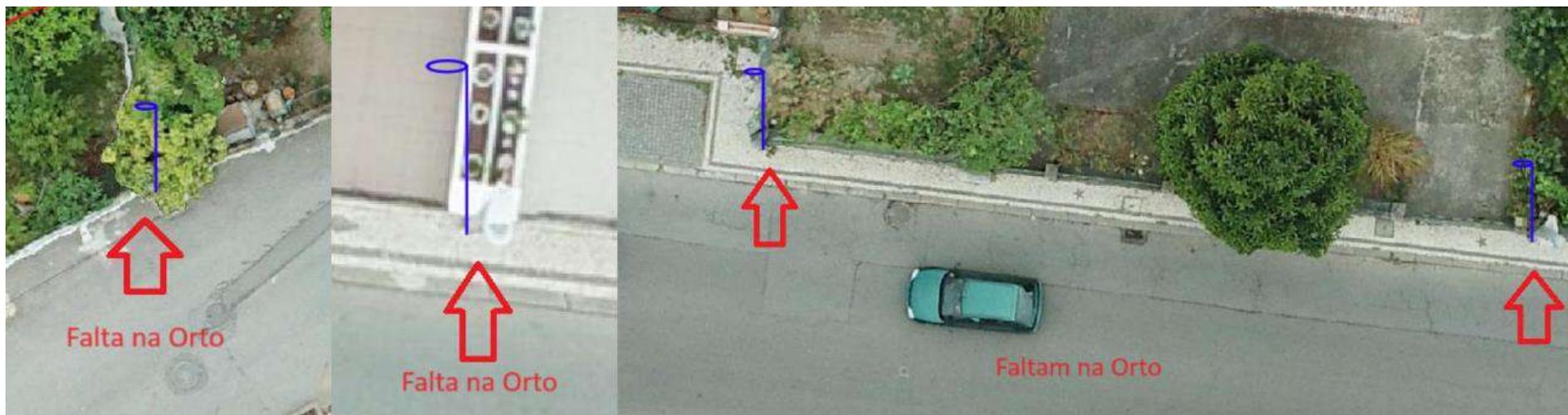


ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Extração de informação

Identificação de objetos

- Que objetos de interesse conseguimos extrair para uma cartografia de apoio a planos de reabilitação urbana?
 - Postes de iluminação



Extração de informação

Identificação de objetos

- Que objetos de interesse conseguimos extrair para uma cartografia de apoio a planos de reabilitação urbana?
 - Postes de telecomunicação



Extração de informação

Identificação de objetos

		Levantamentos	Elementos			
			Observável	Faltas	Excesso	Totais
Tampas de infraestruturas:	Total das amostragens	Levantamento topográfico GPS e ET	629	23		652
		Levantamento topográfico UAS	533	131	12	
Árvores:	Total das amostragens	Levantamento topográfico GPS e ET	56			56
		Levantamento topográfico UAS	53	5	2	
Postes de iluminação:	Total das amostragens	Levantamento topográfico GPS e ET	104			104
		Levantamento topográfico UAS	97	7		
Postes Telecomunicação:	Total das amostragens	Levantamento topográfico GPS e ET	75			75
		Levantamento topográfico UAS	70	5		



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

Conclusão

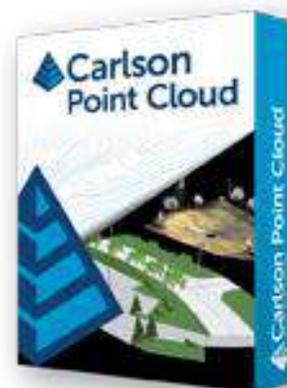
- O voo efetuado com drone permitiu concluir que é possível produzir num prazo muito curto um ortomosaico com elevada resolução, acompanhada de um modelo digital de superfície também muito detalhado.
 - Conseguiu-se uma precisão que cumpre as exigências de elevado rigor, sem pontos de apoio.
 - Verificou-se que isso era apenas possível com a inclusão de uma fiada de imagens oblíquas que otimiza o cálculo da altimetria.
 - Observou-se também que uma aquisição de imagens com céu encoberto é mais favorável para reduzir o impacto das sombras no ortomosaico.
- Fez-se uma avaliação de qual a informação que pode ser obtida vectorialmente para incluir na cartografia.
 - Muita dela, como algum mobiliário urbano, é detetada com boas taxas de sucesso, reduzindo muito o trabalho de campo.
 - Por outro lado, há informação, por exemplo a altimetria na forma de curvas de nível, que é gerada com excessivo rigor para o que se espera numa planta. É necessário aplicar estratégias de simplificação, como a seleção manual de pontos, que melhoram o aspeto final dessa informação.
- De uma forma geral concluiu-se que esta tecnologia pode ser utilizada com grande vantagem no trabalho de uma câmara municipal, tendo-se já avançado para a aquisição de equipamento próprio e realização de formação de forma a operacionalizá-la.



Aplicabilidade do estudo



Autel Evo Pro II V3



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEN
DOS
ENGENHEIROS

Aplicabilidade do estudo



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODÉSIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS