A revolução dos VANTs

Casos práticos para monitoramento e avaliação

Emanuele Traversari

MundGEO#Connect LatinAmerica 2013

18 a 20 de Junho | São Paulo (SP) Brasil

O que é um VANT

- O VANT é uma sigla para Veículo Aéreo Não Tripulado: é uma aeronave genérica, criada para operar sem piloto humano a bordo.

- Hoje..... as plataformas VANTs estão se tornando uma alternativa para a fotogrametria aérea clássica com veiculo tripulado.... Mas algumas duvidas:

  Qual é o tamanho de um VANT ?

  Que tipo de propulsão ou motor que alimenta o VANT ?

  Qual altura e por quanto tempo pode voar um VANT ?

  Que dispositivos eletrônicos e quais frequências esta usando o VANT ?

  Que sistema de segurança tem o VANT?

  O que pode acontecer em caso de falha ou queda de um VANT ?

- Uma tecnologia que se desenvolveu mais rapidamente do que as leis para regulamentá-la e precisa com urgência de uma regulamentação para voos civis nos céus do país

Muitos tipos de VANTs …

- VANT para *Target* ou *Combate* que simula um inimigo ou para *Reconnaissance* fornecendo informações do campo de batalha
- A faixa da peso varia de poucos quilos até 1.000 kg. A área de vôo de alguns quilômetros até 500 km. Com uma altitude de vôo a partir de algumas centenas de metros a 5 km. Resistência de alguns minutos ou por 2-3 dias

Pequeno dispositivos VANTs

Micro VANTs são desenvolvidos especificamente para aplicações civis e comerciais e precisam de regras simples = segurança

- Tamanho pequeno
- Mais leve do que 5kg
- Tempo operacional limitado

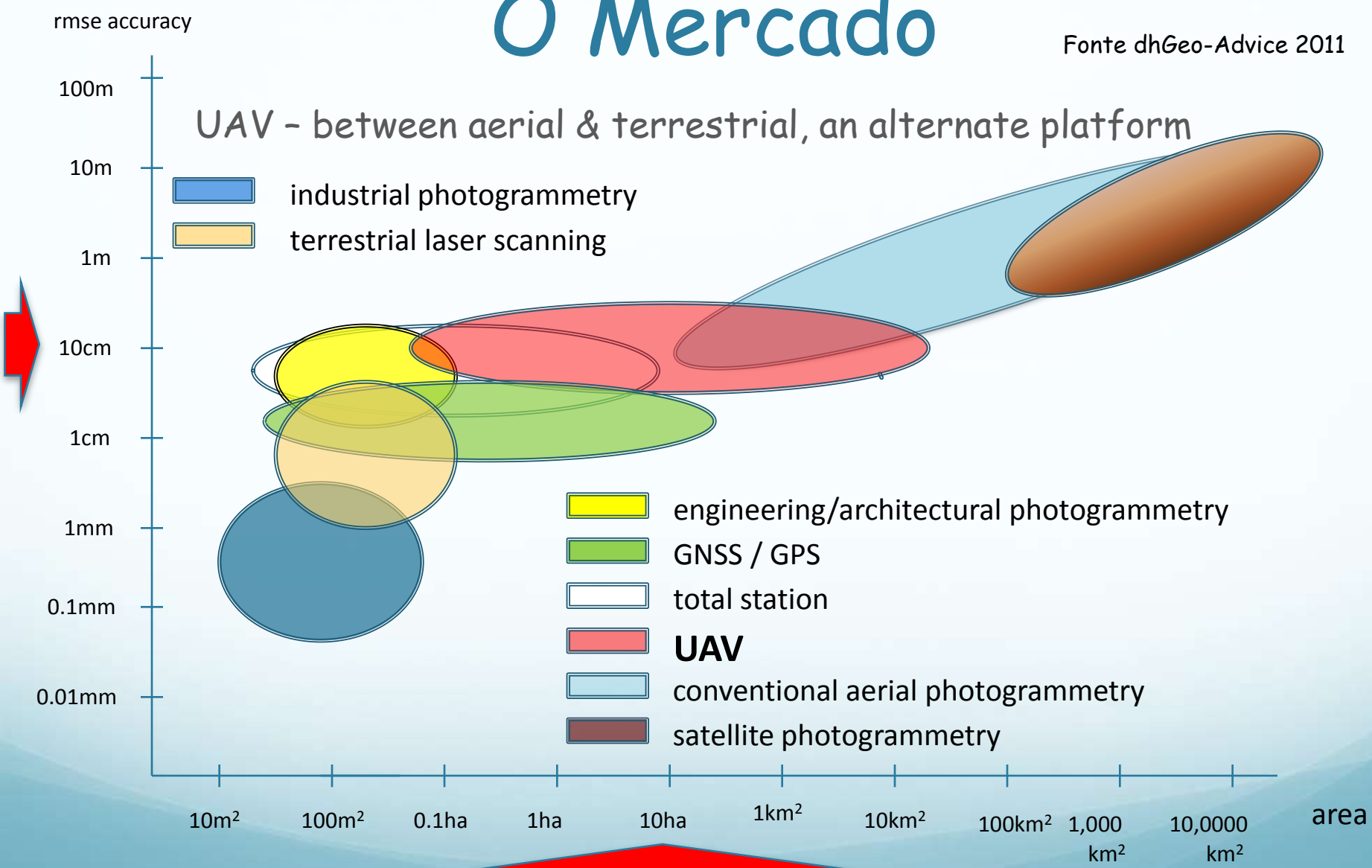
A revolução dos Micro VANTS

- Abrir o mundo da fotogrametria e dos produtos 3D derivados para um mercado de usuários maiores com custos menores
- Rápido a fornecer dados em áreas pequenas que precisam para tomar decisões
- **MUITOS** problemas computacionais para ser resolvidos
  - soluções de diferentes disciplinas e ciências (i.e., Computer Vision com Fotogrametria)
  - juntamente com o grande poder de computação dos computadores atuais

Um grande desafio para fornecer dados de qualidade através de um processamento totalmente automatizado

O Mercado

Fonte dhGeo-Advice 2011



Caso 1°

Criação de mapas detalhados de áreas de deslizamento

Estudo do Caso

- A densa rede de quebras e a degradação produzida pelo intemperismo são os fatores predisponentes para a erosão e deslizamentos de vários tipos das rochas que formam a espinha dorsal do território atrás da zona residencial e perto da linha onde o trem passa

- Identificadas cinco áreas propensas a deslizamentos de terra na prefeitura de Vibo Valentia - Italia
  - Área total: 1,43 kmq
  - Diferença na altitude: > 250 m

Ferramentas Utilizadas

- Wingspan: 80 cm
- Peso Total: 500 gr
- Autonomia: 30 min por cada bateria
- Radio Range max: 1.3 Km
- Velocidade do vento suportado: 7 m/s
- Velocidade de cruzeiro: 10m/s
- Resolução da câmera: 12 MPixel

- Estação de fotogramétria de última geração de processamento dados dos VANTs. Realização in forma automática de:
  - Aerotriangulação
  - MDT e Curvas de nível
  - Ortofoto
  - MDS e Nuvem de pontos em 3D

Etapas do Levantamento

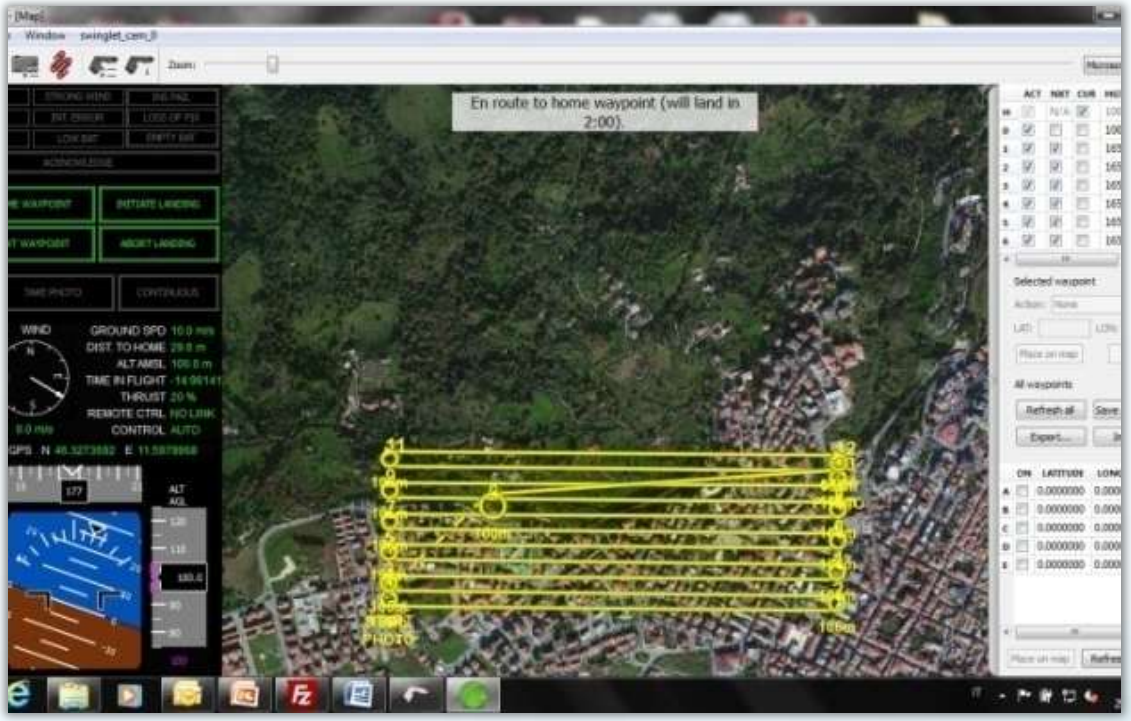
1. Estudo da morfologia do território
2. Planejamento de voos necessários para cobrir a área de interesse --> 3 voos a uma altitude de 165m
3. Execução dos voos planejados
4. Levantamento topográfico de 15 GCPs
5. Análise das imagens capturadas e geotags das mesmas
6. Pós-processamento de imagens adquiridas com o software de triangulação, geração do orto-mosaico e extração do MDS e da nuvem de pontos 3D
7. Restituição estereoscópica em CAD

Levantamento aereo: vôo 1°

Planejamento de vôo

Execução do vôo

- Número de imagens adquiridas: 311
- Altitude: 165m
- GSD medio: 5.5 cm
- Tempo de vôo: 20 minutos

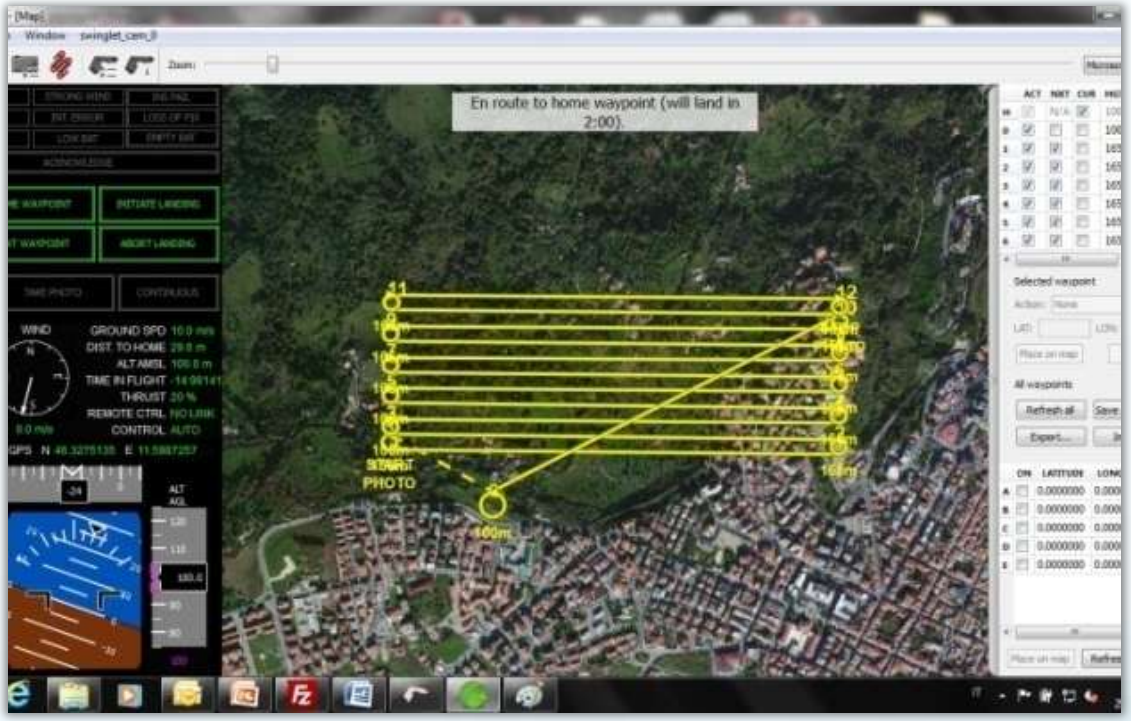


Levantamento aereo: vôo 2°

Planejamento de vôo

Execução do vôo

- Número de imagens adquiridas: 311
- Altitude: 165m
- GSD medio: 5.5 cm
- Tempo de vôo: 22 minutos

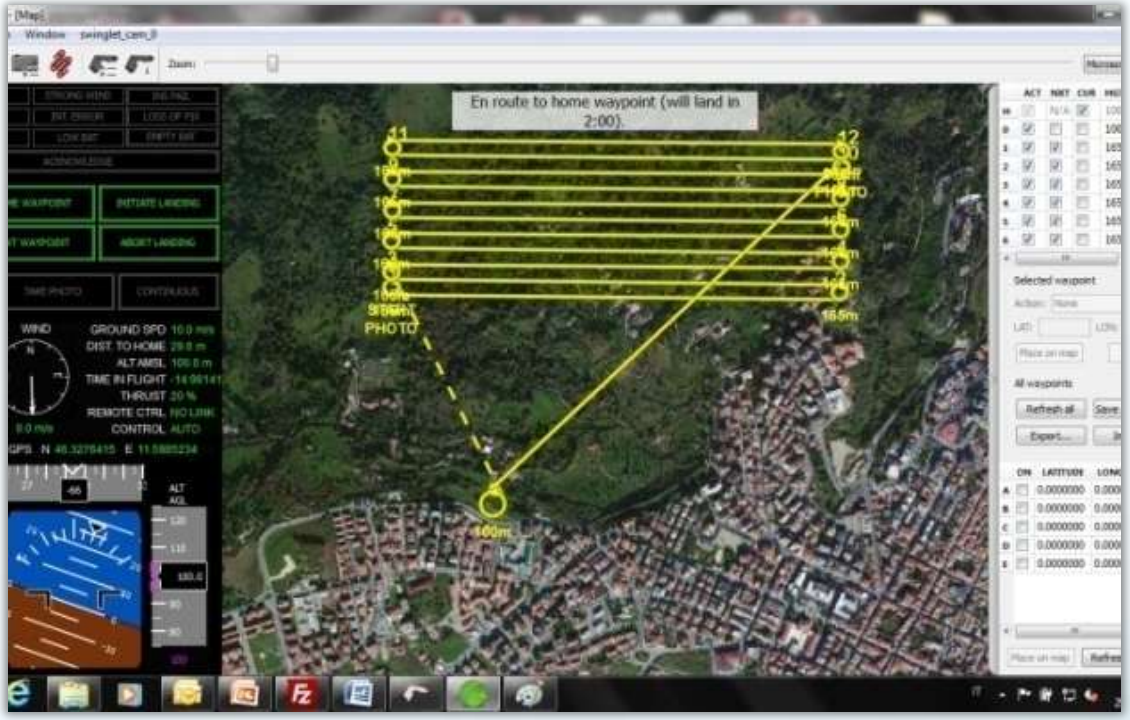


Levantamento aereo: vôo 3°

Planejamento de vôo

Execução do vôo

- Número de imagens adquiridas: 312
- Altitude: 165m
- GSD medio: 9 cm
- Tempo de vôo: 24 minutos



Trabalho executado

No campo

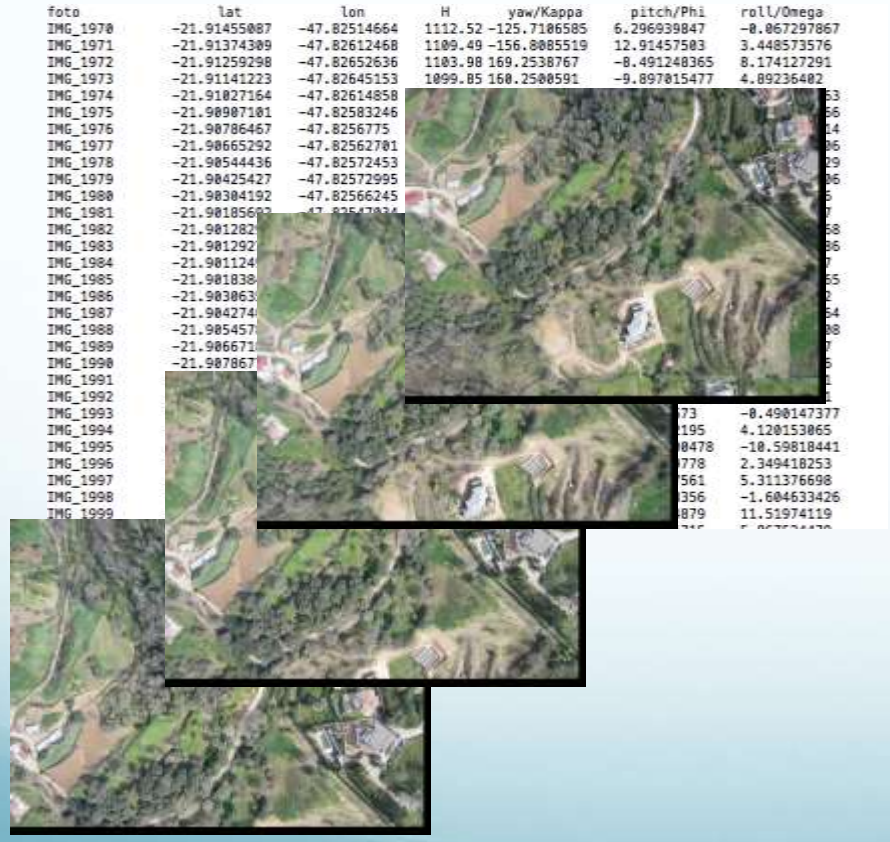
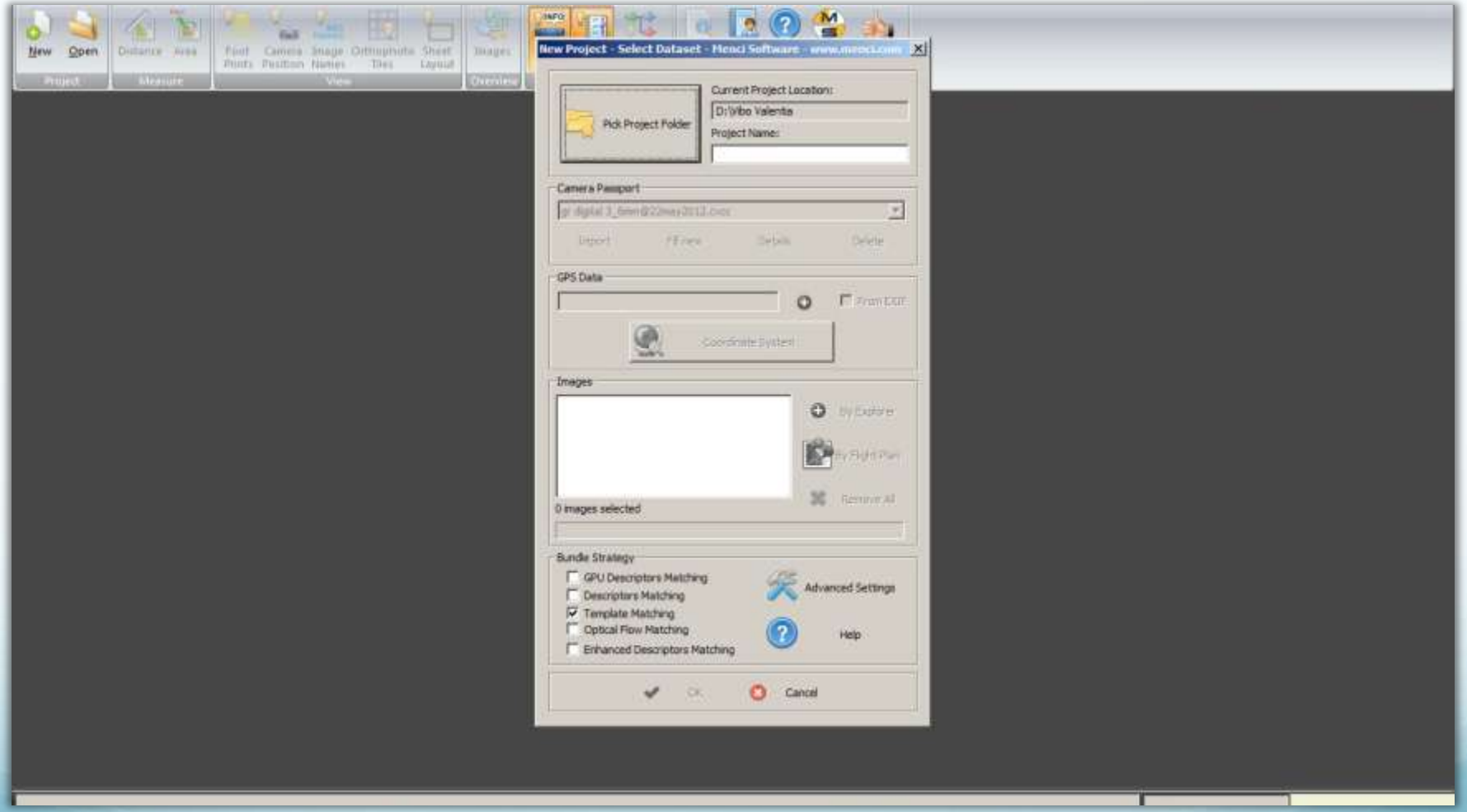


foto	lat	lon	H	yaw/Kappa	pitch/Phi	roll/Omega
IMG_1970	-21.91455087	-47.82514664	1112.52	-125.7106585	6.296939847	-0.067297867
IMG_1971	-21.91374309	-47.82612468	1109.49	-156.8085519	12.91457503	3.448573576
IMG_1972	-21.91259298	-47.82652636	1103.98	169.2538767	-8.491248365	8.174127291
IMG_1973	-21.91141223	-47.82645153	1099.85	160.2500591	-9.897015477	4.89236402
IMG_1974	-21.91027164	-47.82614858				
IMG_1975	-21.90907101	-47.82583246				
IMG_1976	-21.90786467	-47.8256775				
IMG_1977	-21.90665292	-47.82562701				
IMG_1978	-21.90544436	-47.82572453				
IMG_1979	-21.90425427	-47.82572995				
IMG_1980	-21.90304192	-47.82566245				
IMG_1981	-21.9018560					
IMG_1982	-21.901282					
IMG_1983	-21.901292					
IMG_1984	-21.901124					
IMG_1985	-21.901838					
IMG_1986	-21.903063					
IMG_1987	-21.904274					
IMG_1988	-21.905457					
IMG_1989	-21.906671					
IMG_1990	-21.907867					
IMG_1991						
IMG_1992						
IMG_1993					73	-0.490147377
IMG_1994					195	4.120153065
IMG_1995					0478	-10.59818441
IMG_1996					778	2.349418253
IMG_1997					561	5.311376698
IMG_1998					356	-1.604633426
IMG_1999					879	11.51974119

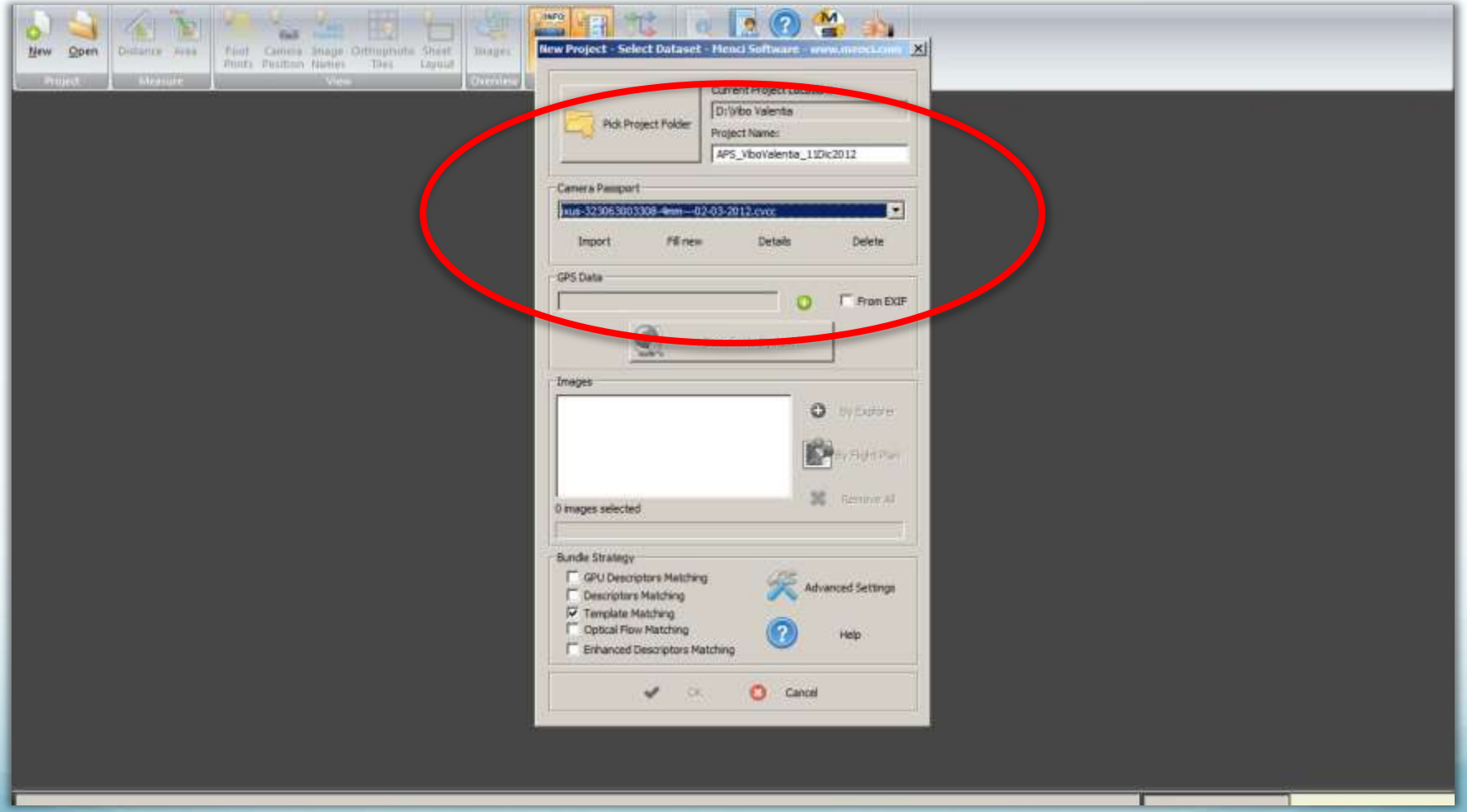
No escritório

- Download das imagens
- Geotag
- Processamento com APS

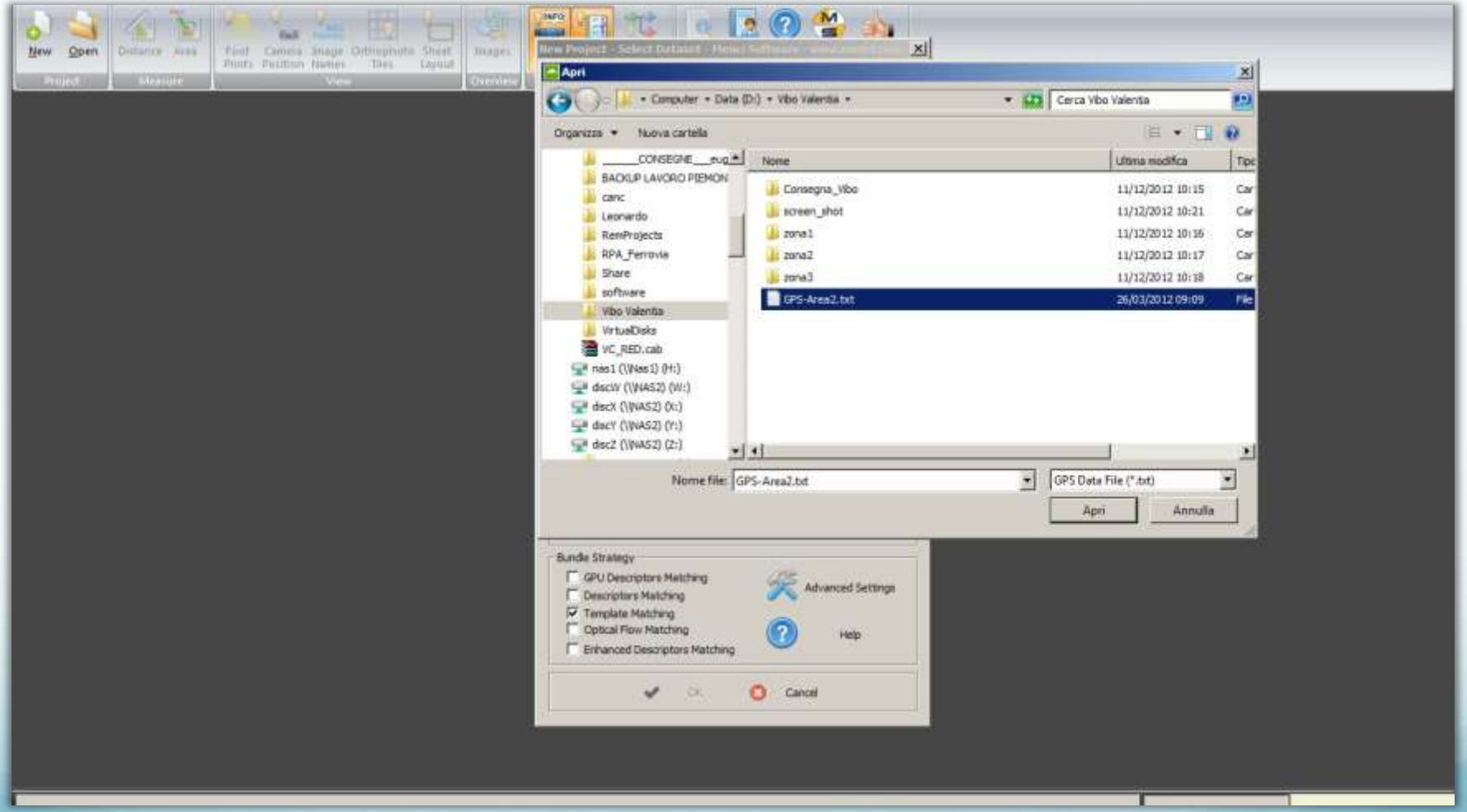
Elaboração do projeto



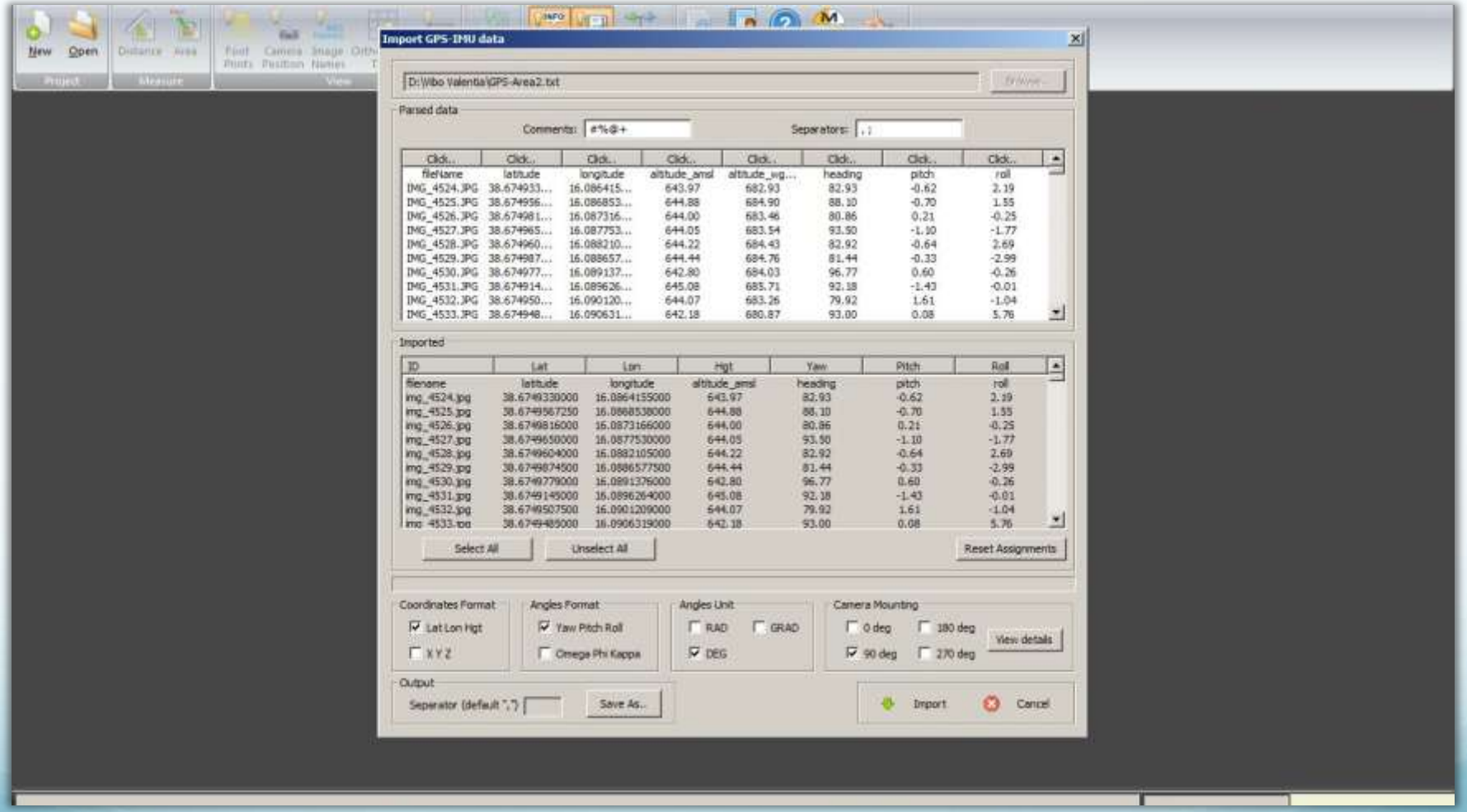
Definição do certificado



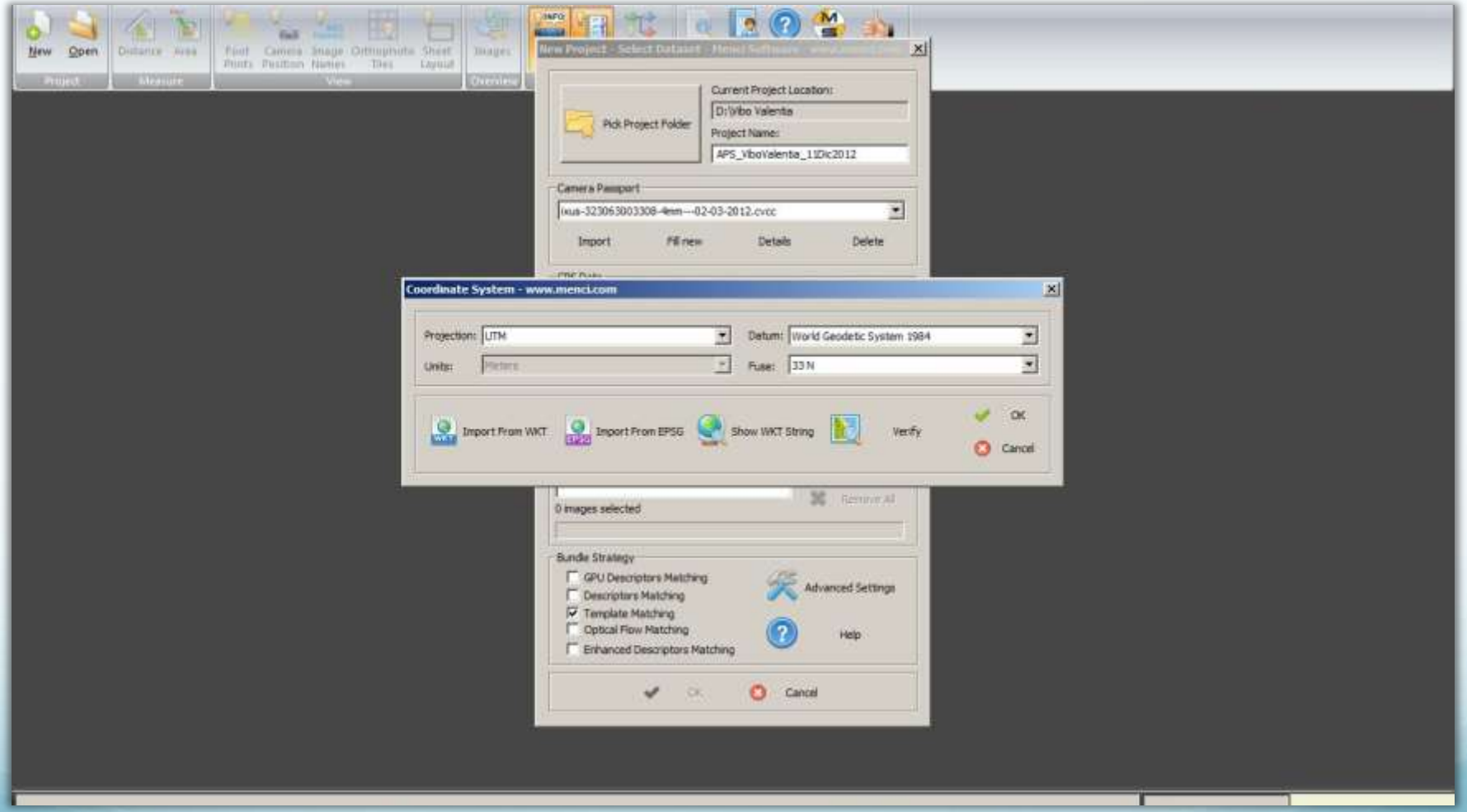
Associação das imagens



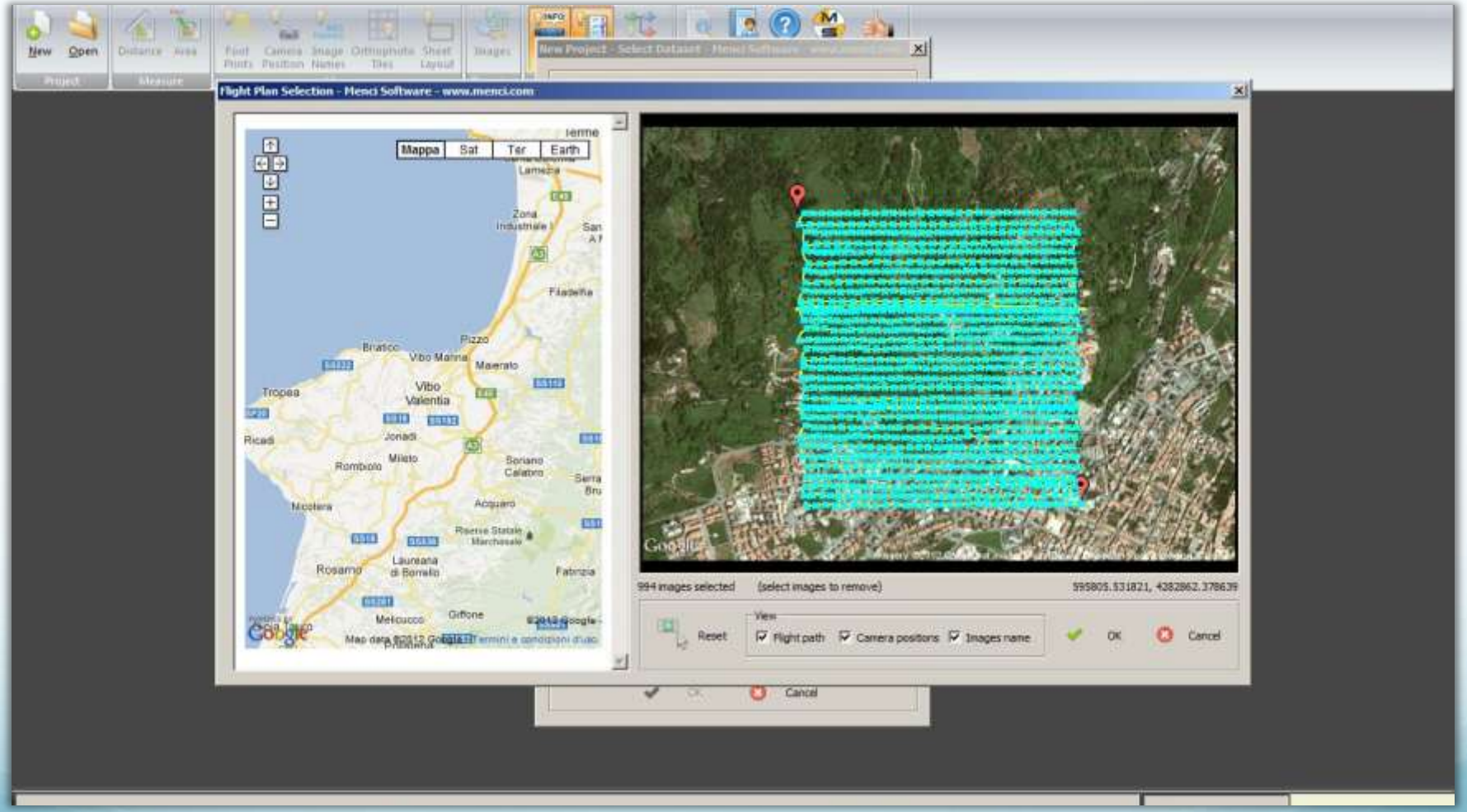
Definiçãodados GPS / IMU



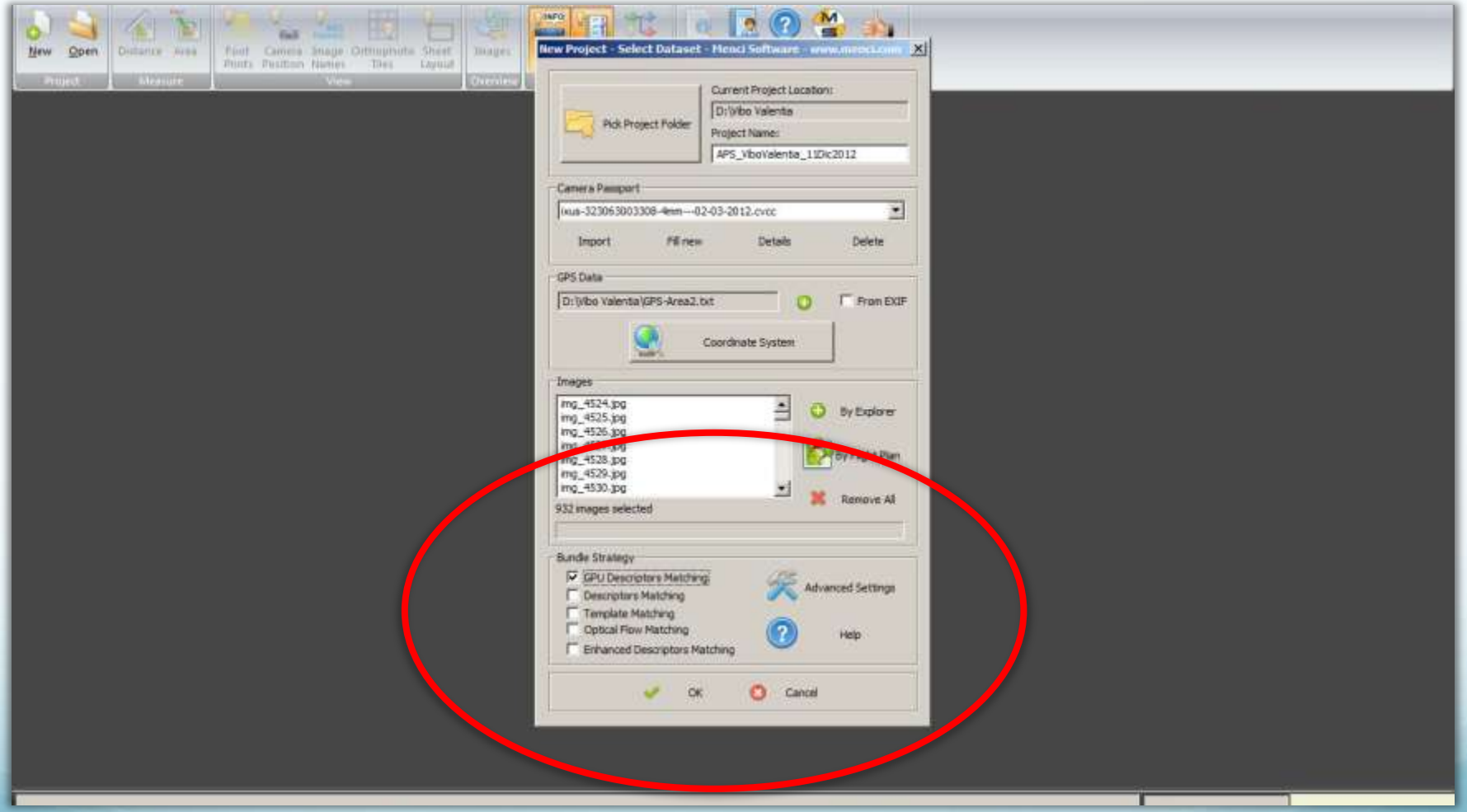
Definição do sistema de coordenadas



Importar imagens a partir do plano de vôo

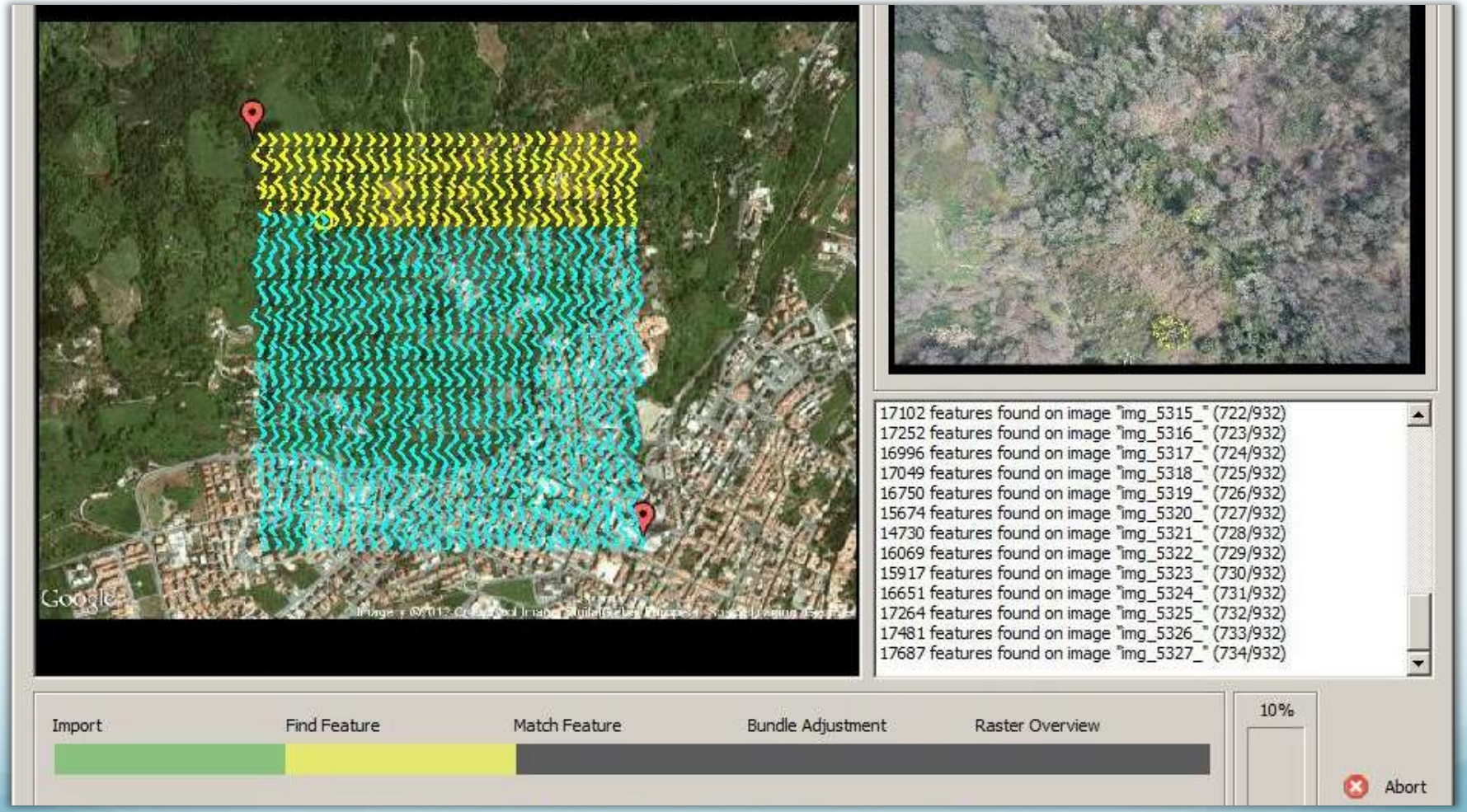


Escolha do algoritmo

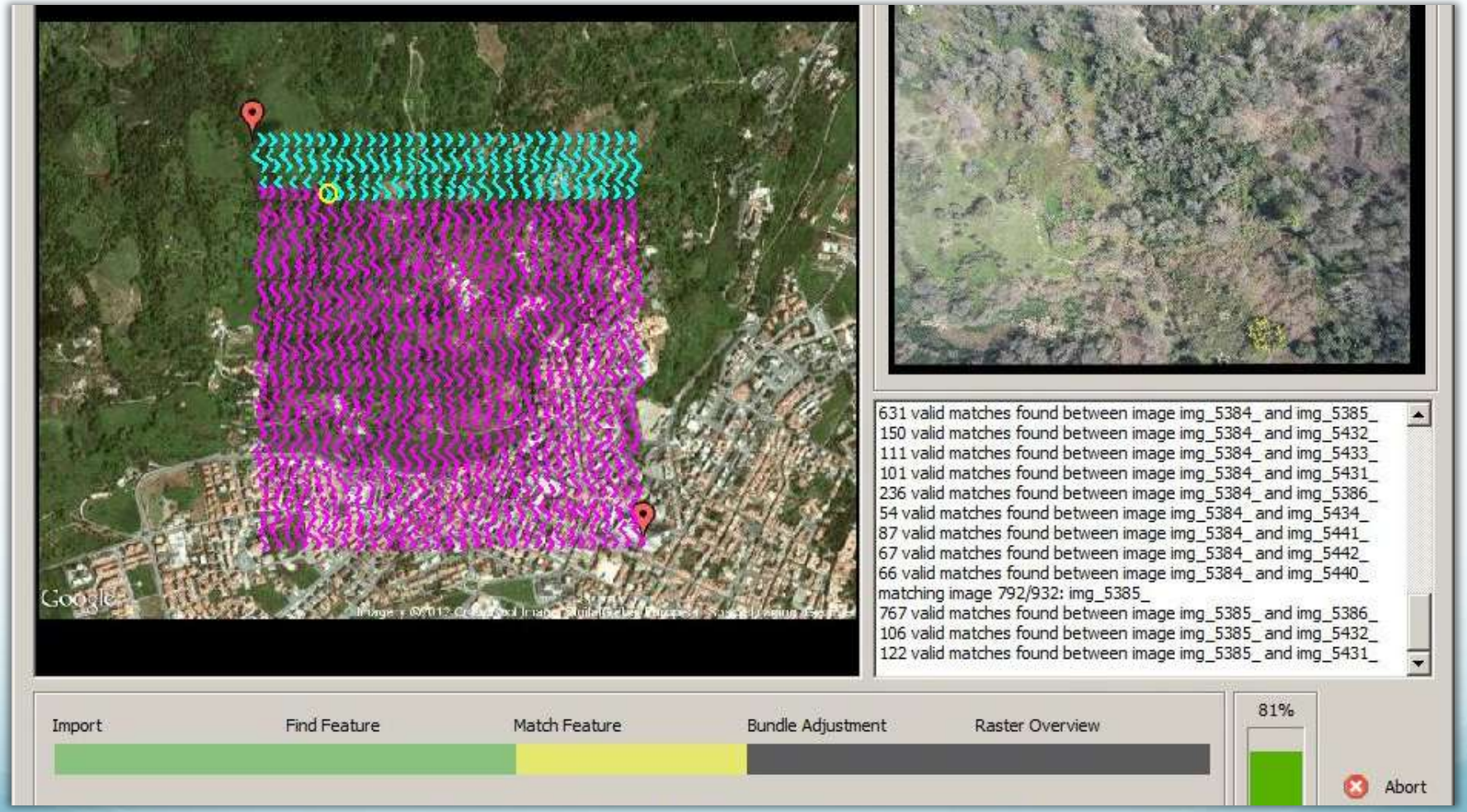


Passo 1/5: importação das imagens

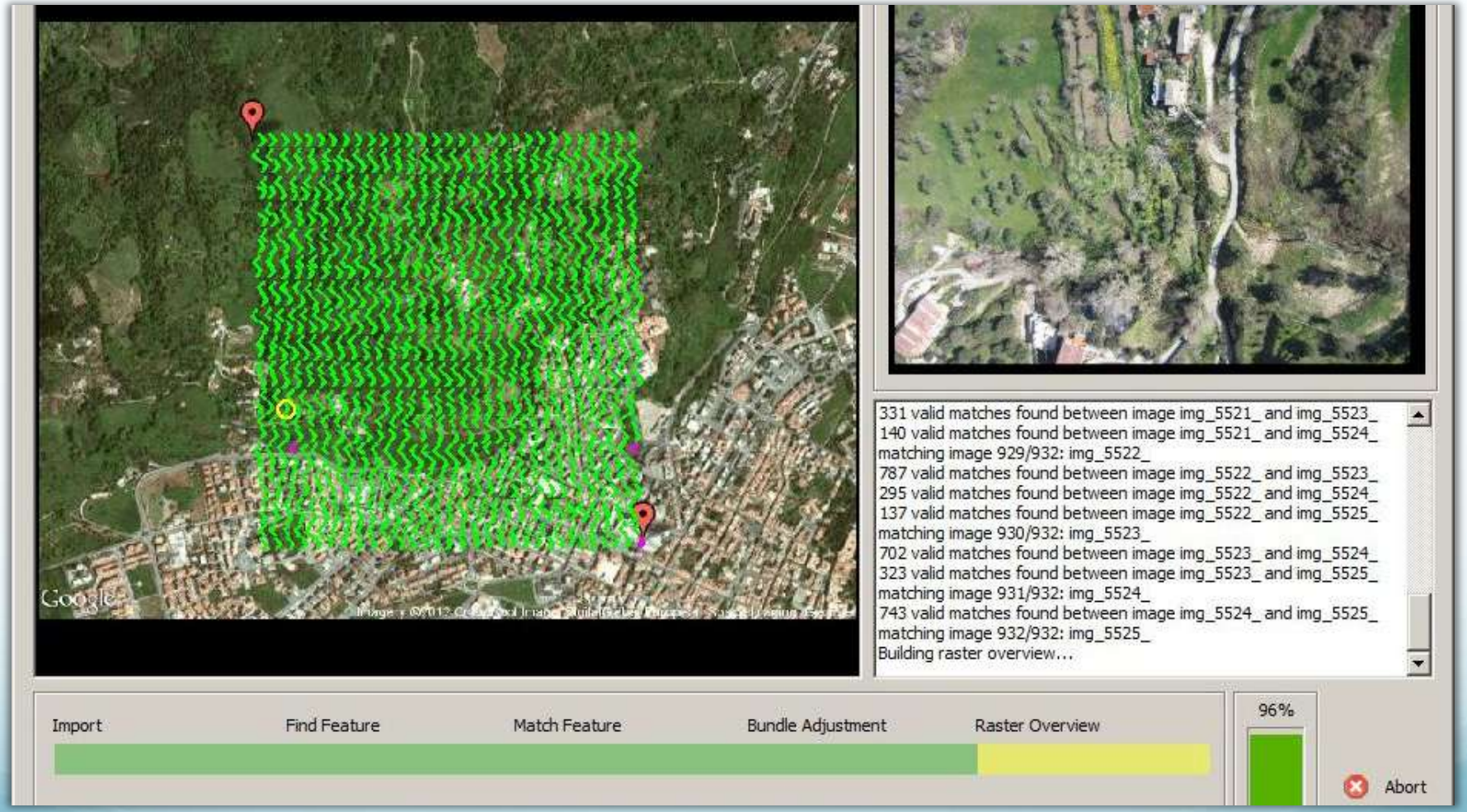
Passo 2/5: buscar feições



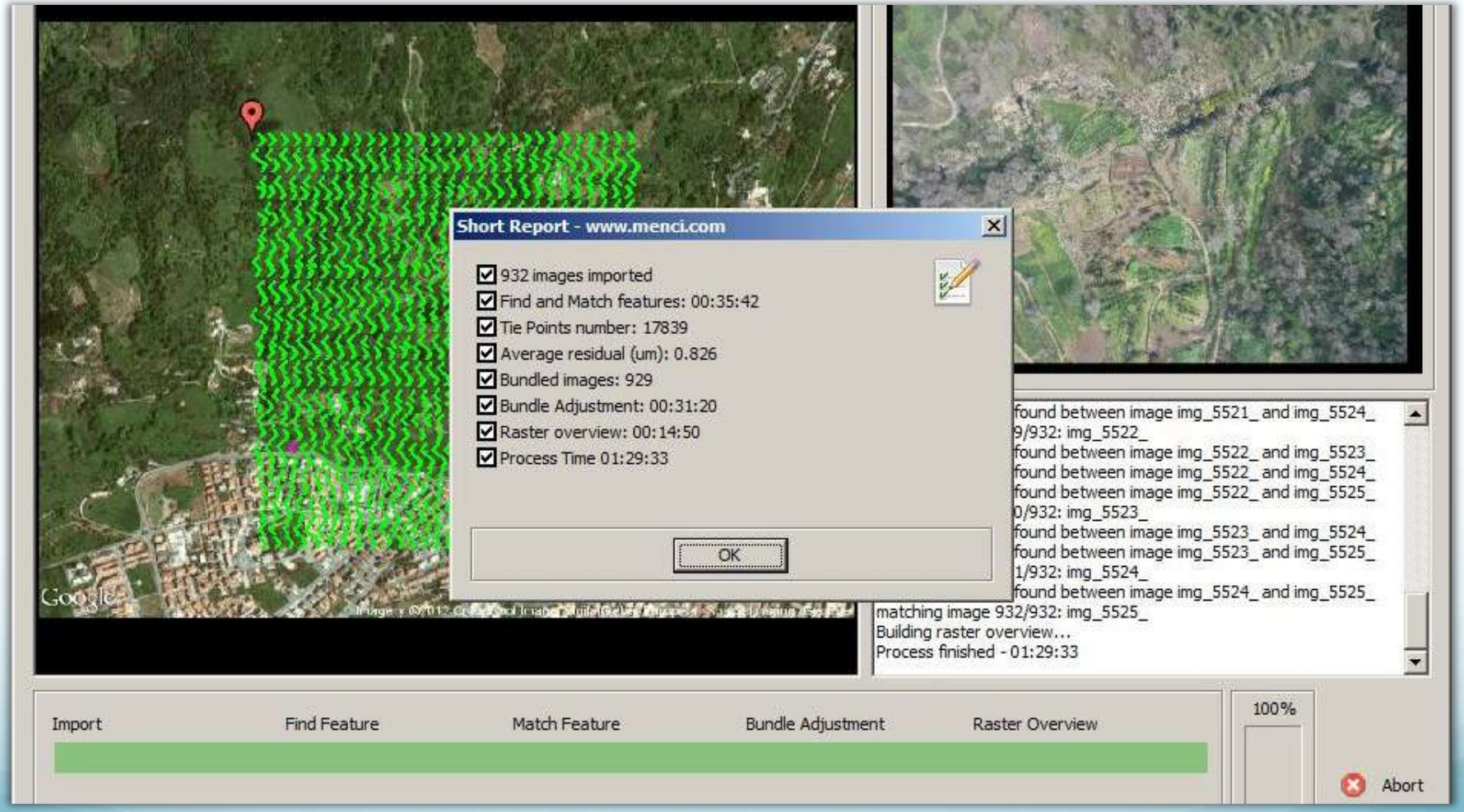
Passo 3/5: correlacionar feições



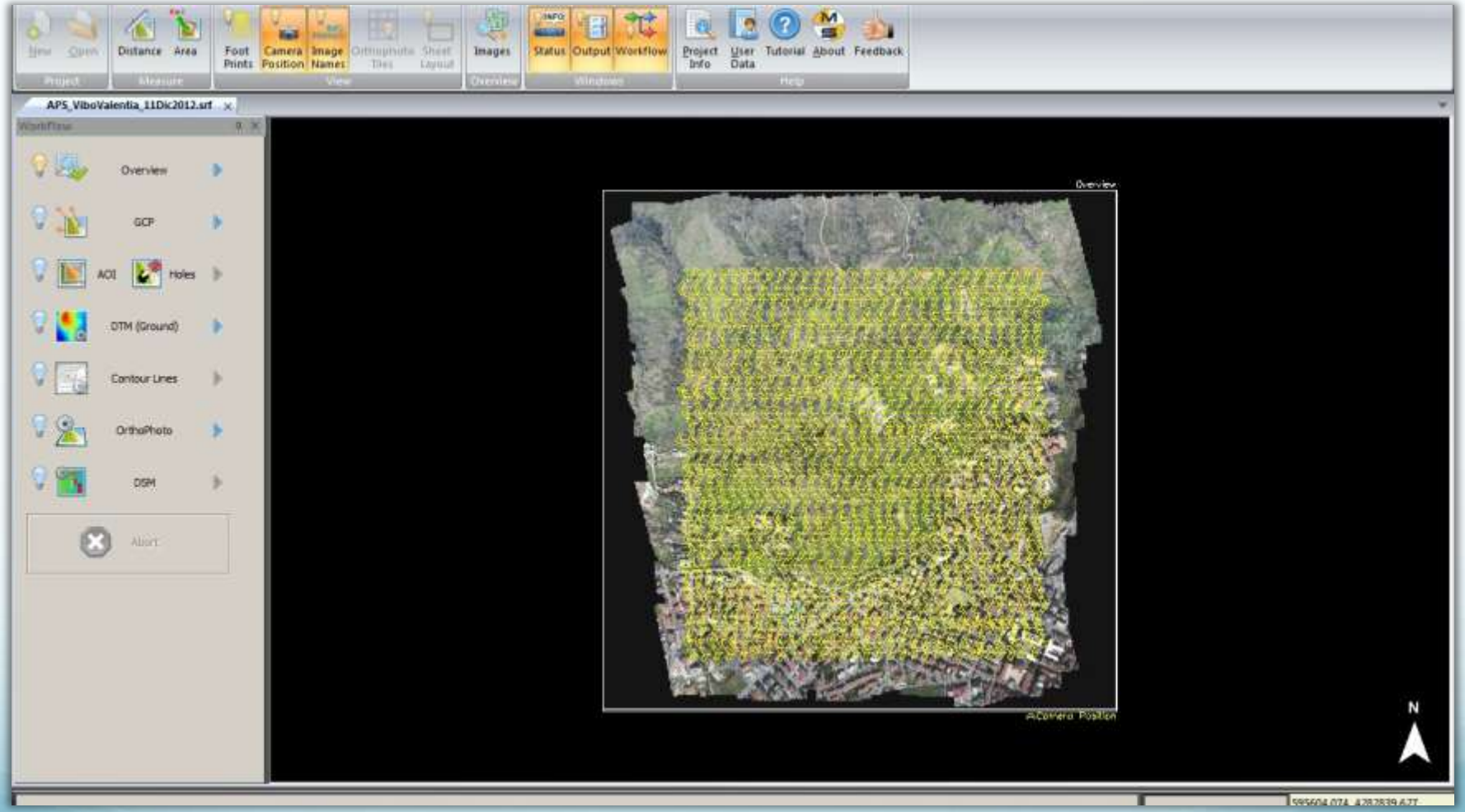
Passo 4/5: bundle adjustment



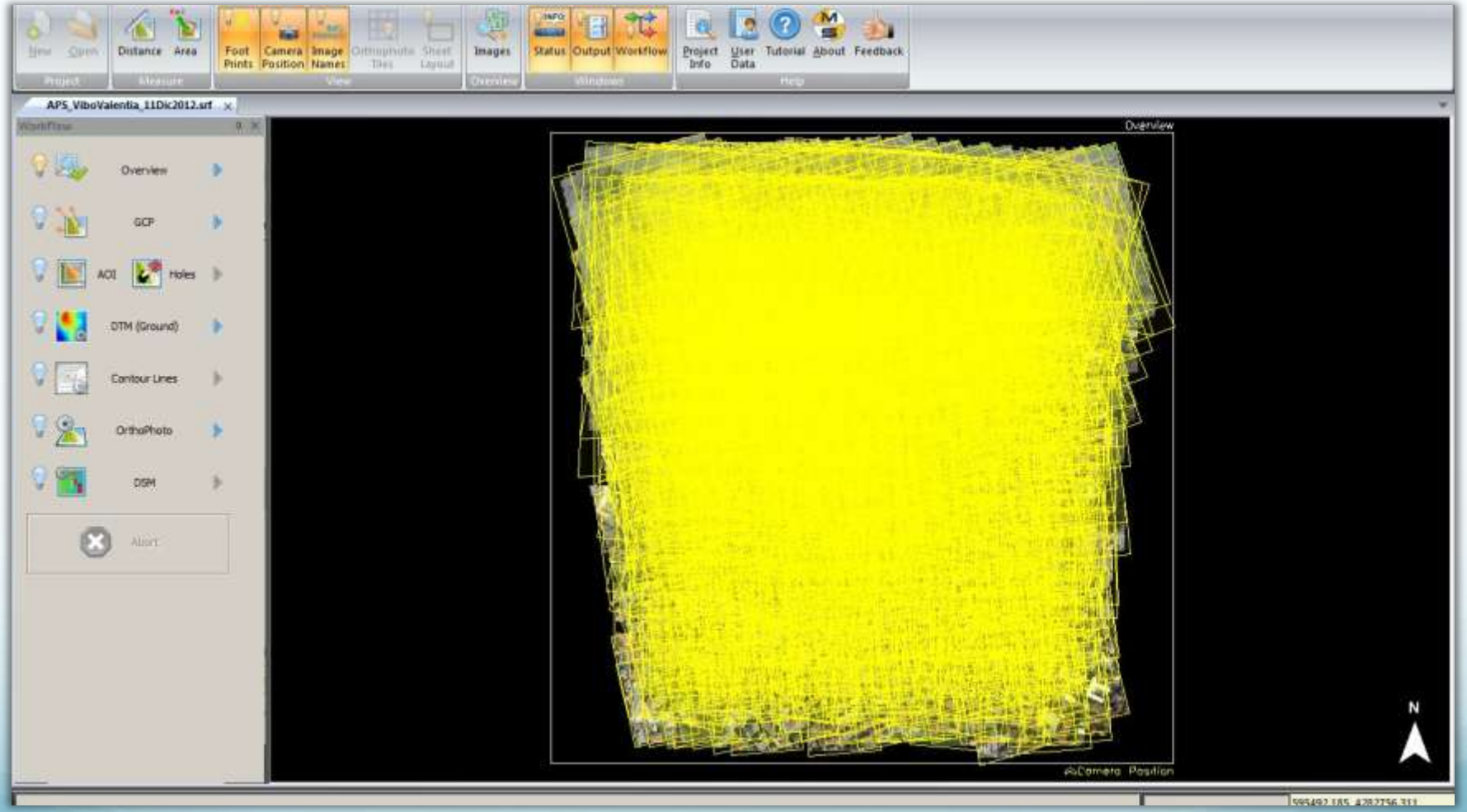
Passo 5/5: Criar a Visão Geral Raster



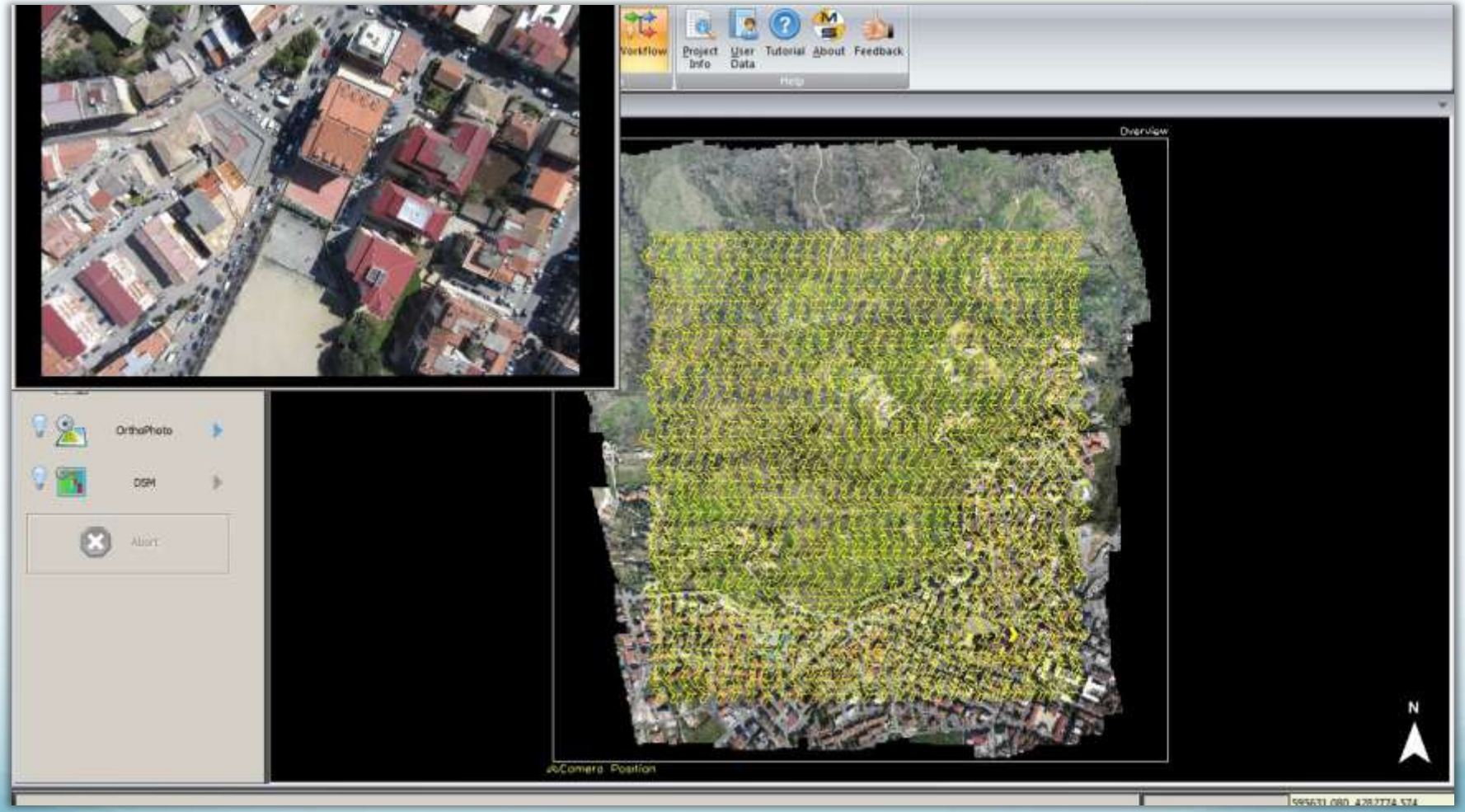
Análise do plano de voo mostrando os centros das tomadas



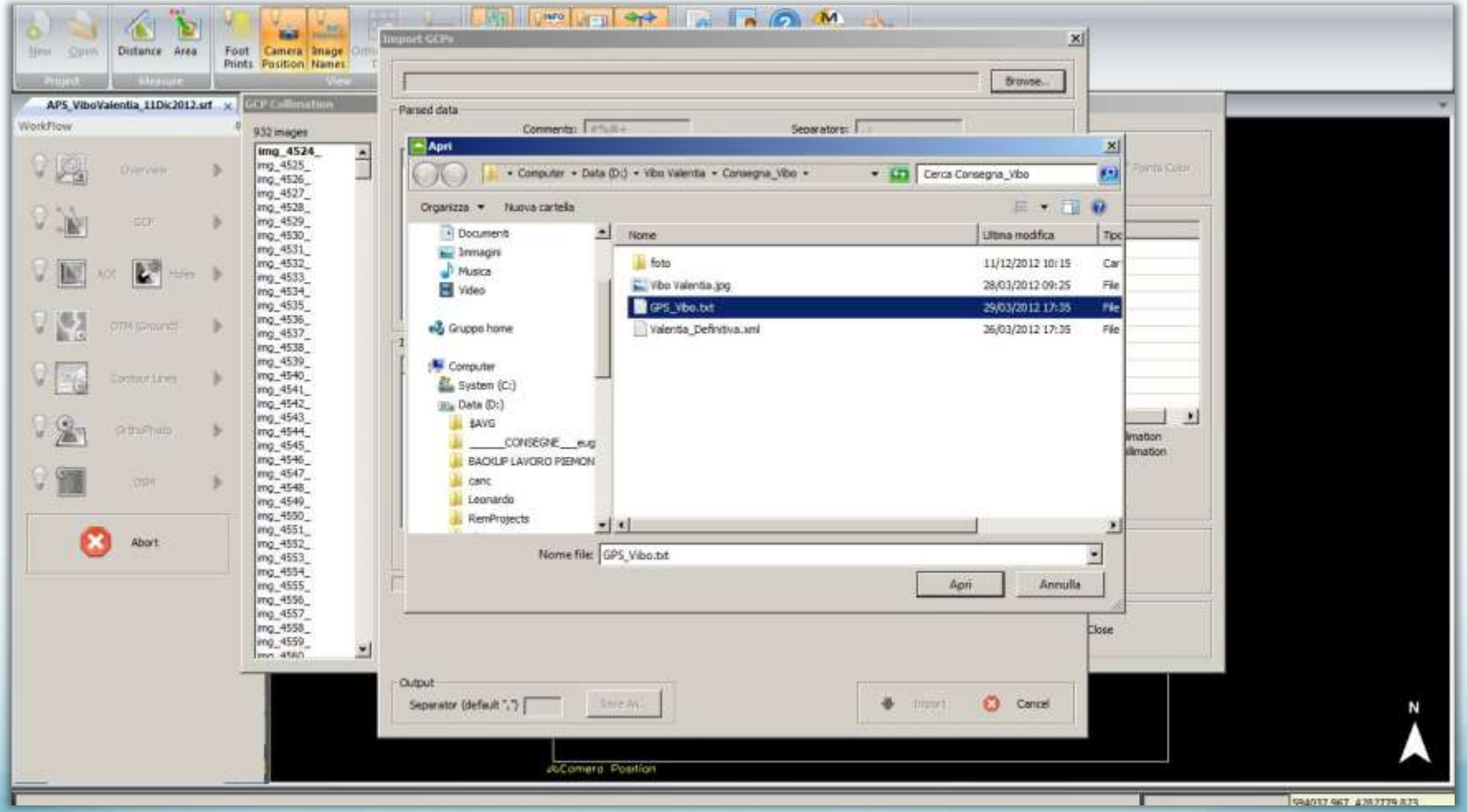
Análise da cobertura das imagens



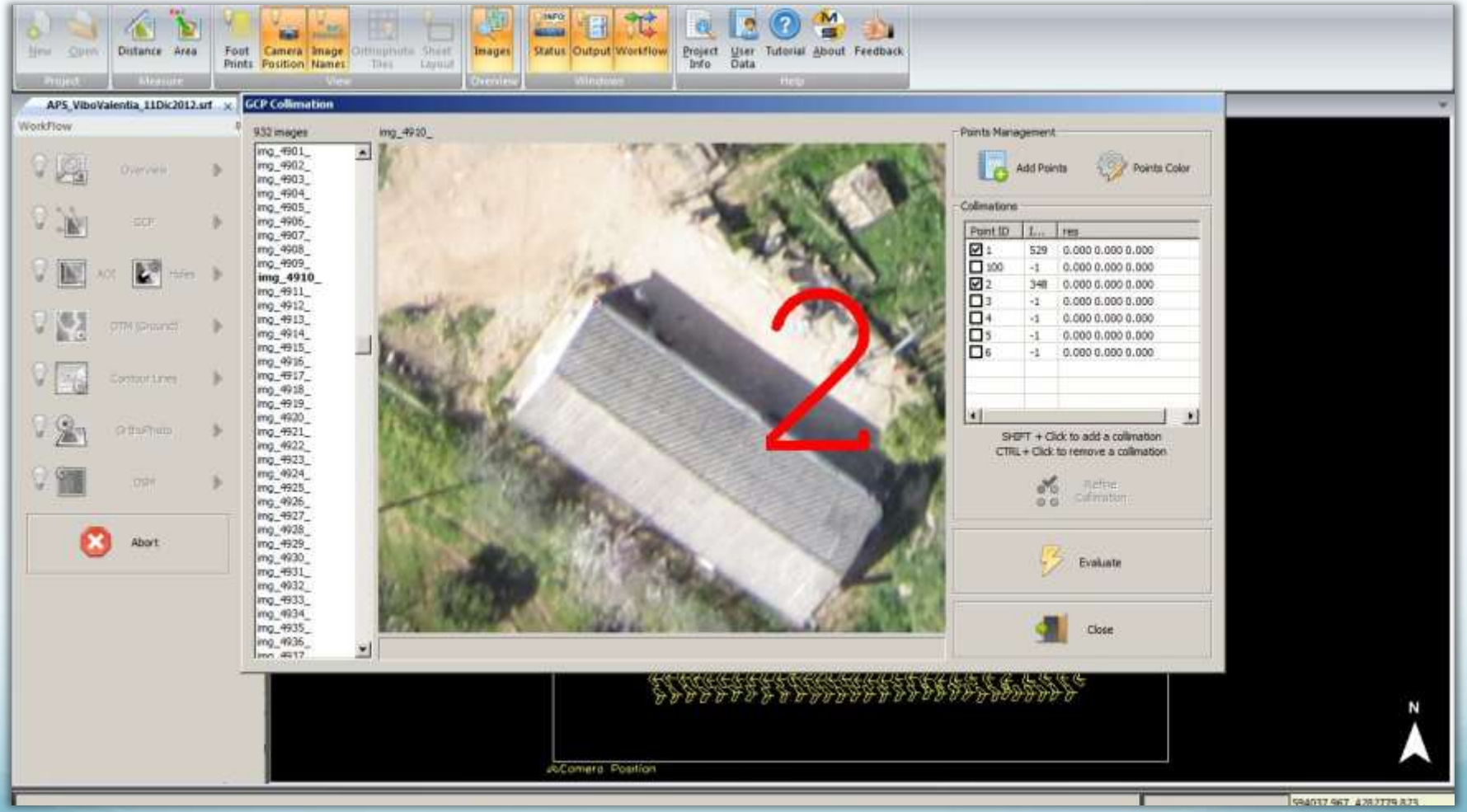
Abrir e visualizar uma imagem



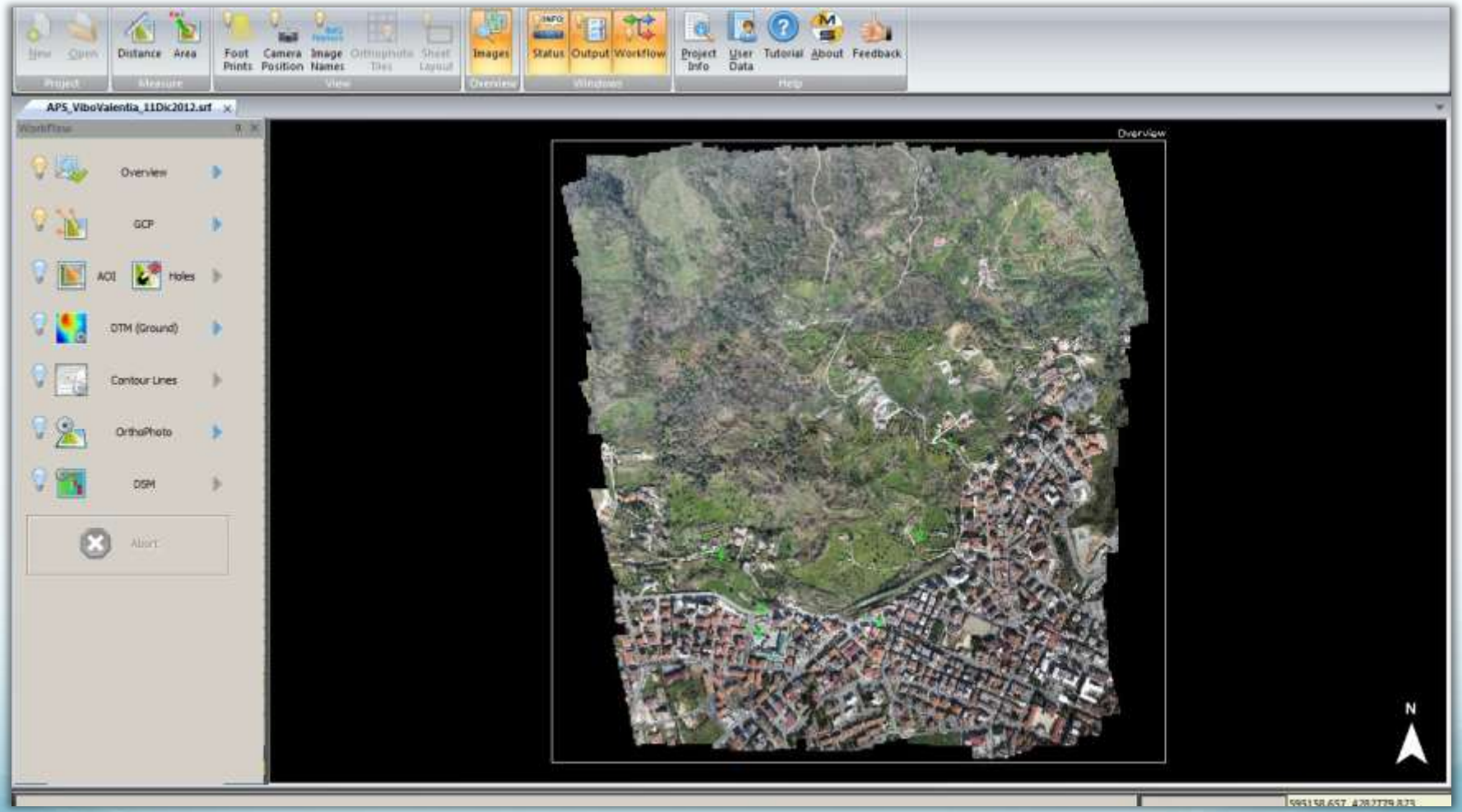
Importar os Pontos de Controle



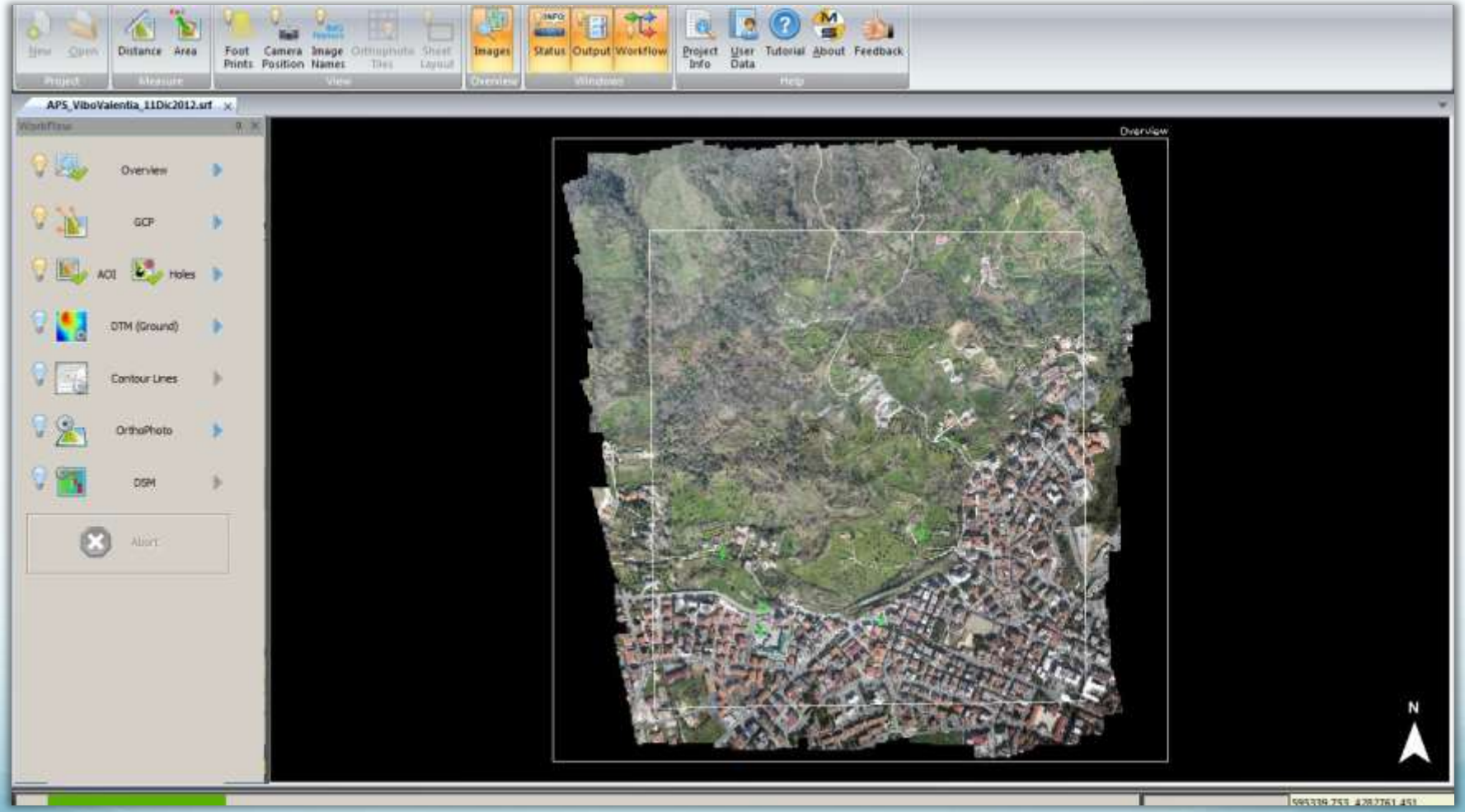
Determinação dos pontos de controle



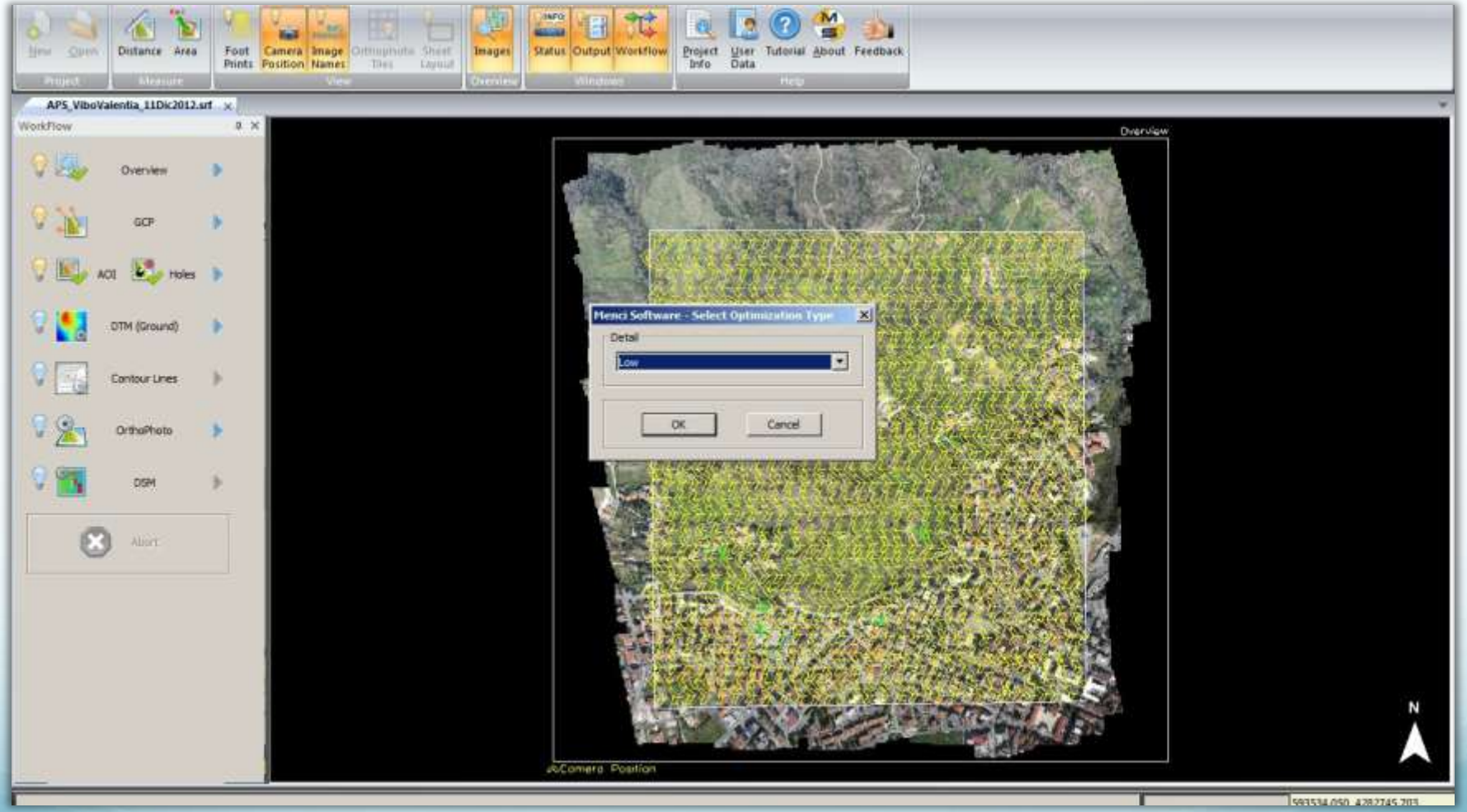
Exibindo GCP acima da Visão Geral



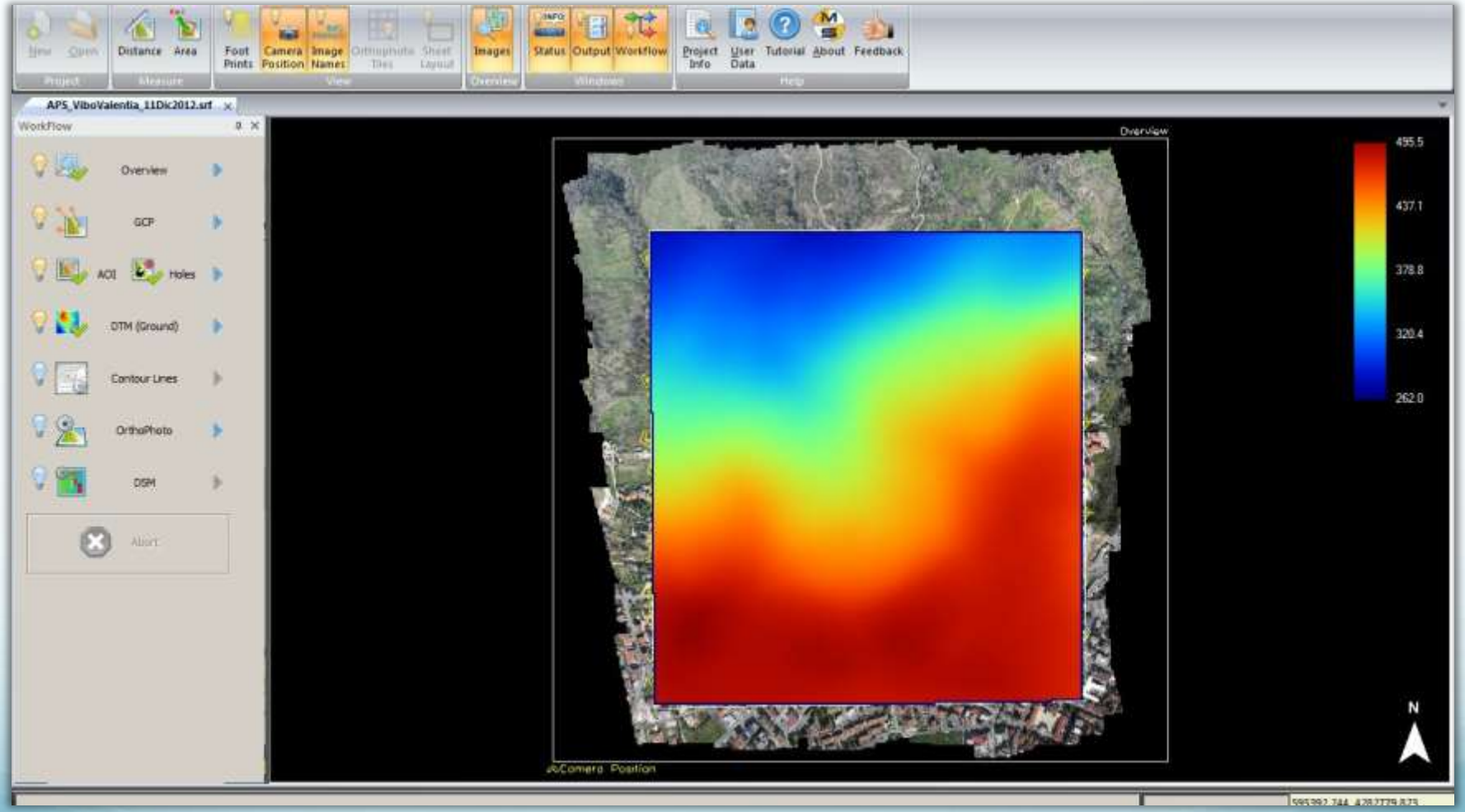
Definição da área de interesse



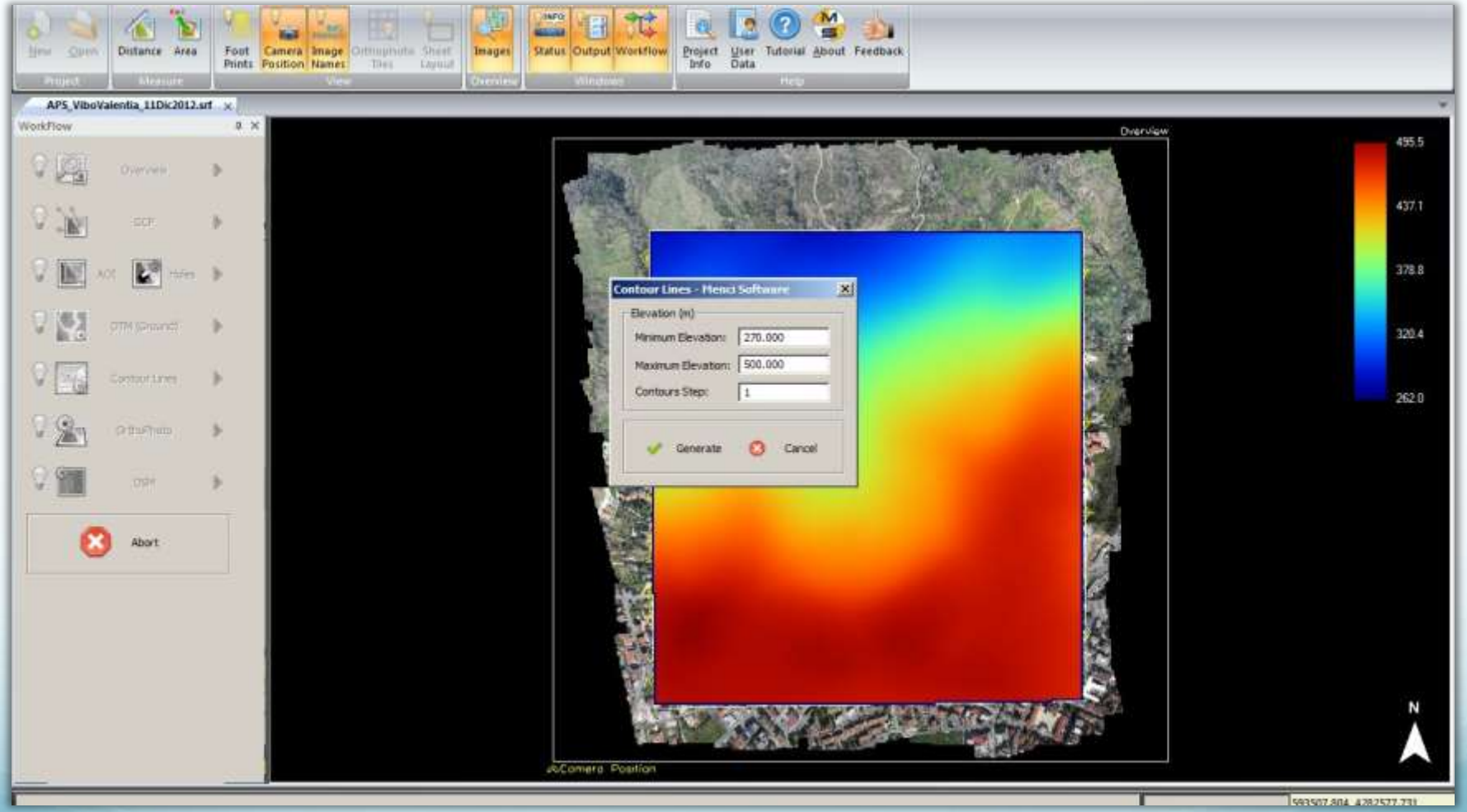
Escolhendo o detalhe do MDT



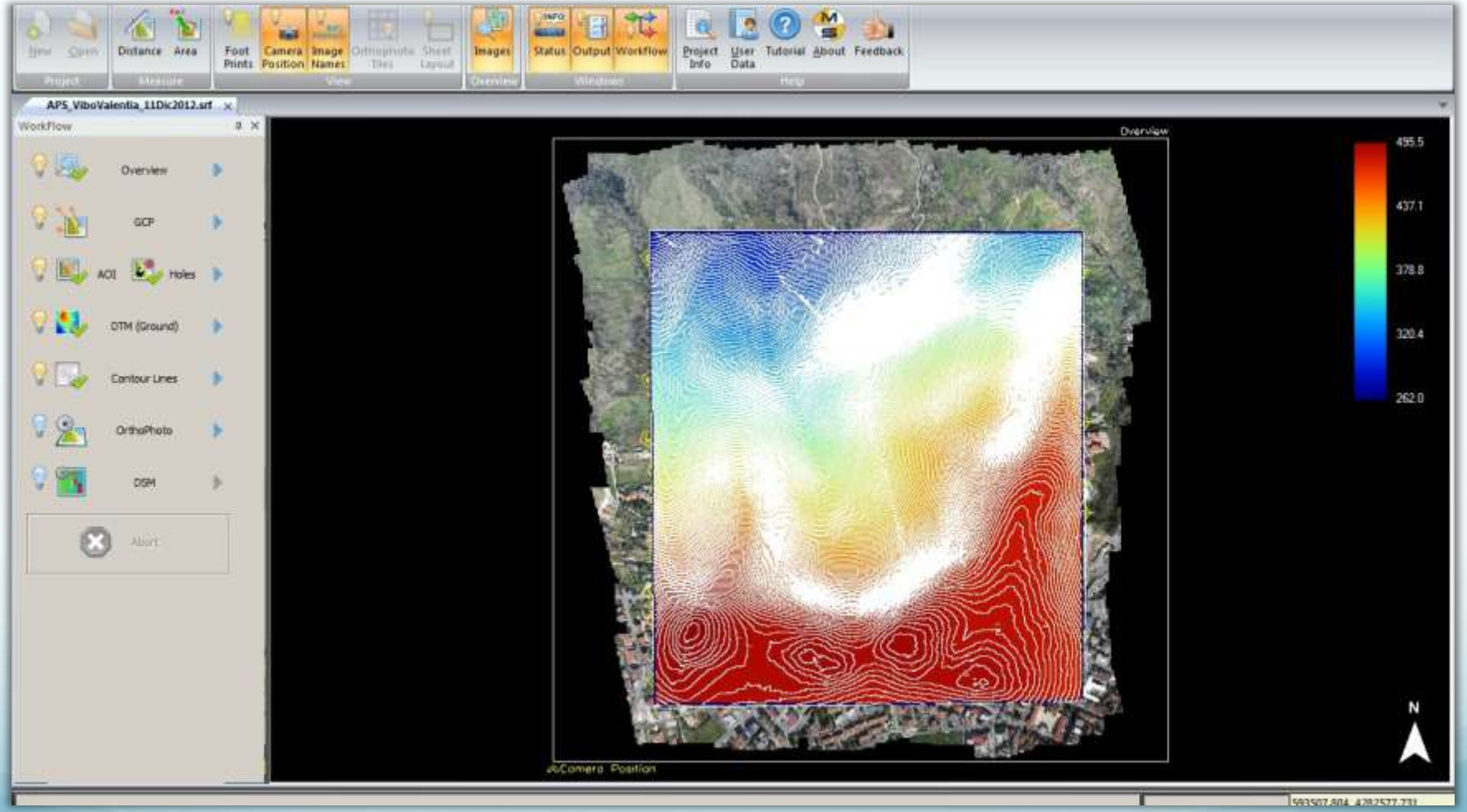
Extracção do MDT



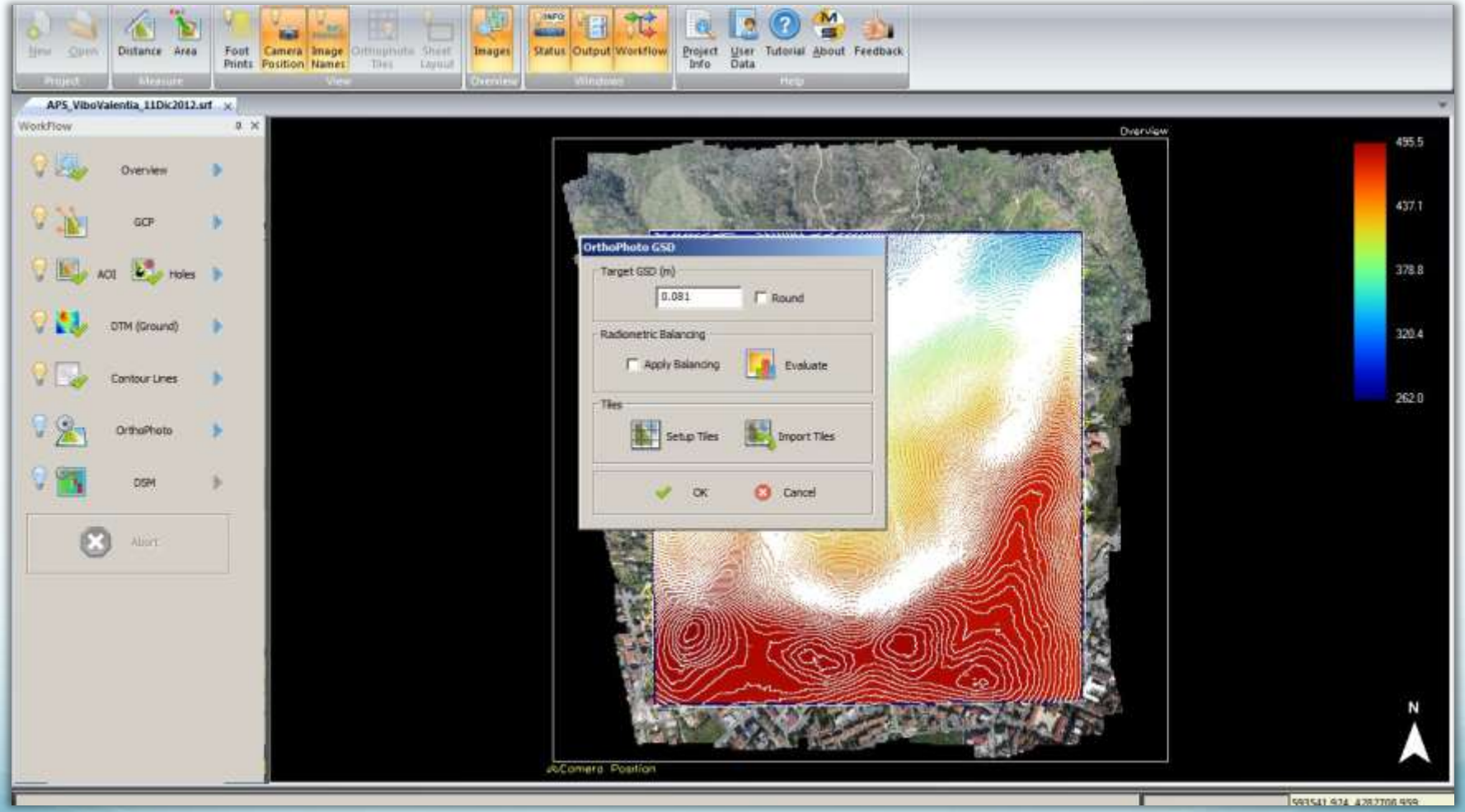
Extracção das curvas de nível



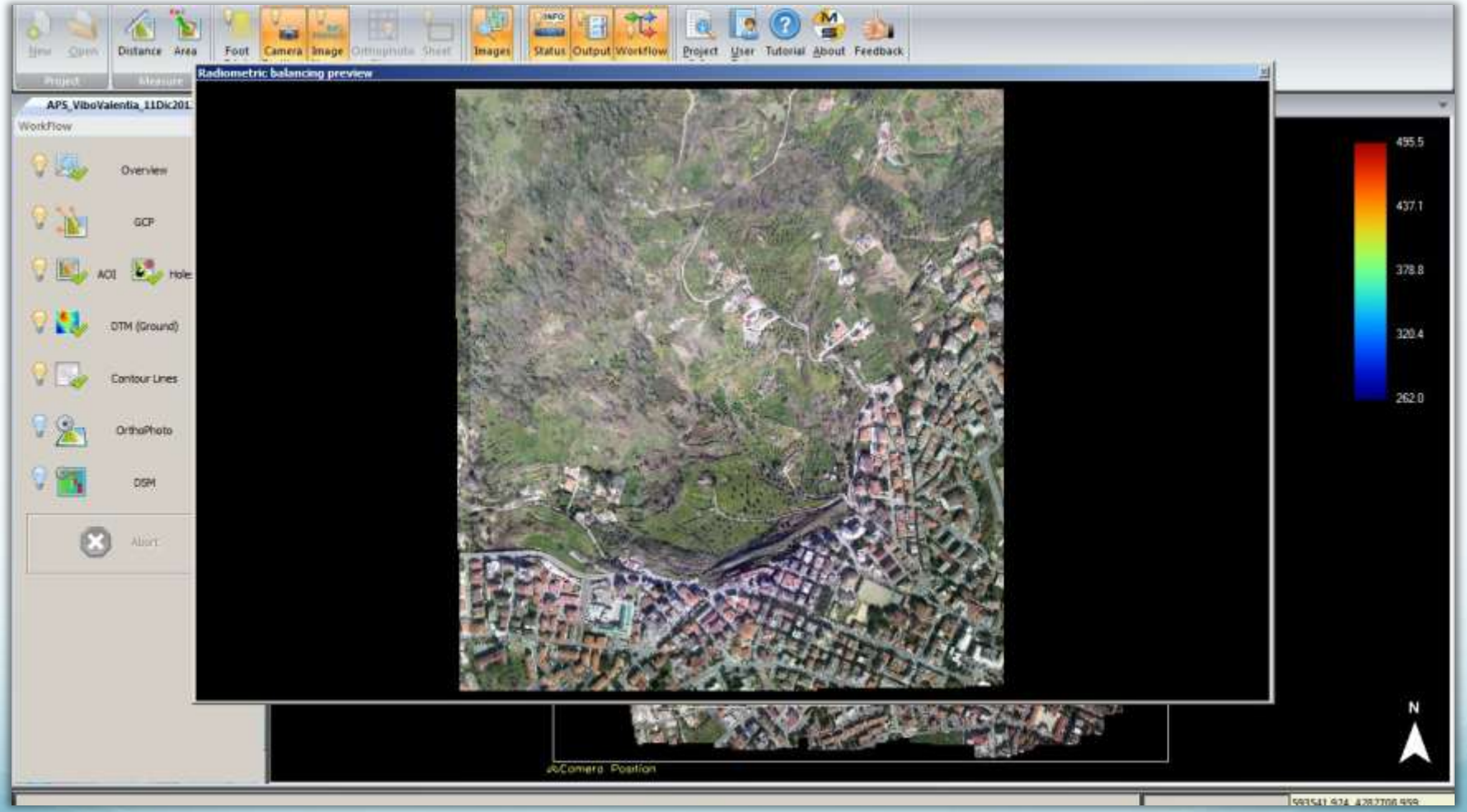
Curvas de nível



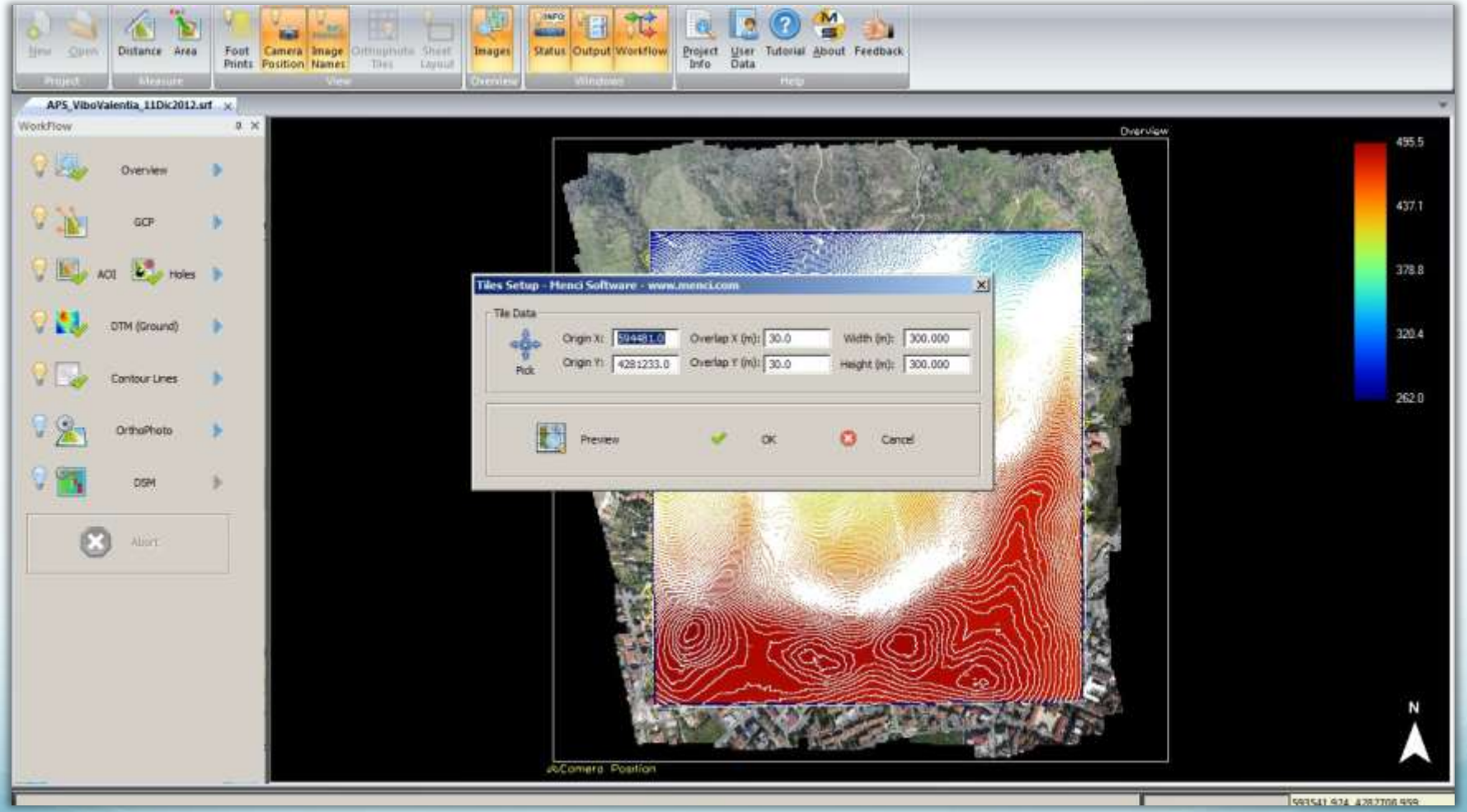
Definição resolução da ortofoto



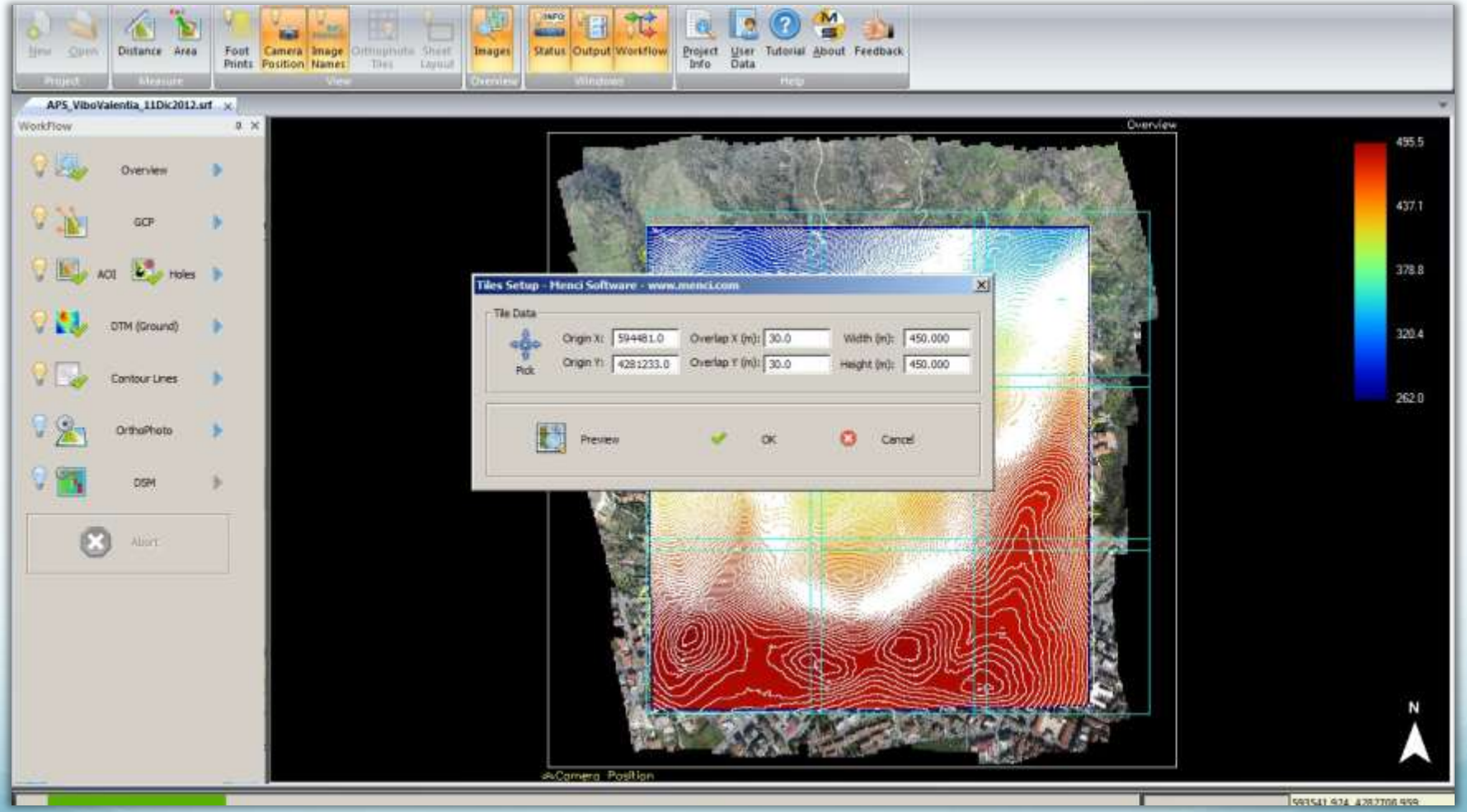
Confira do balanço de cores



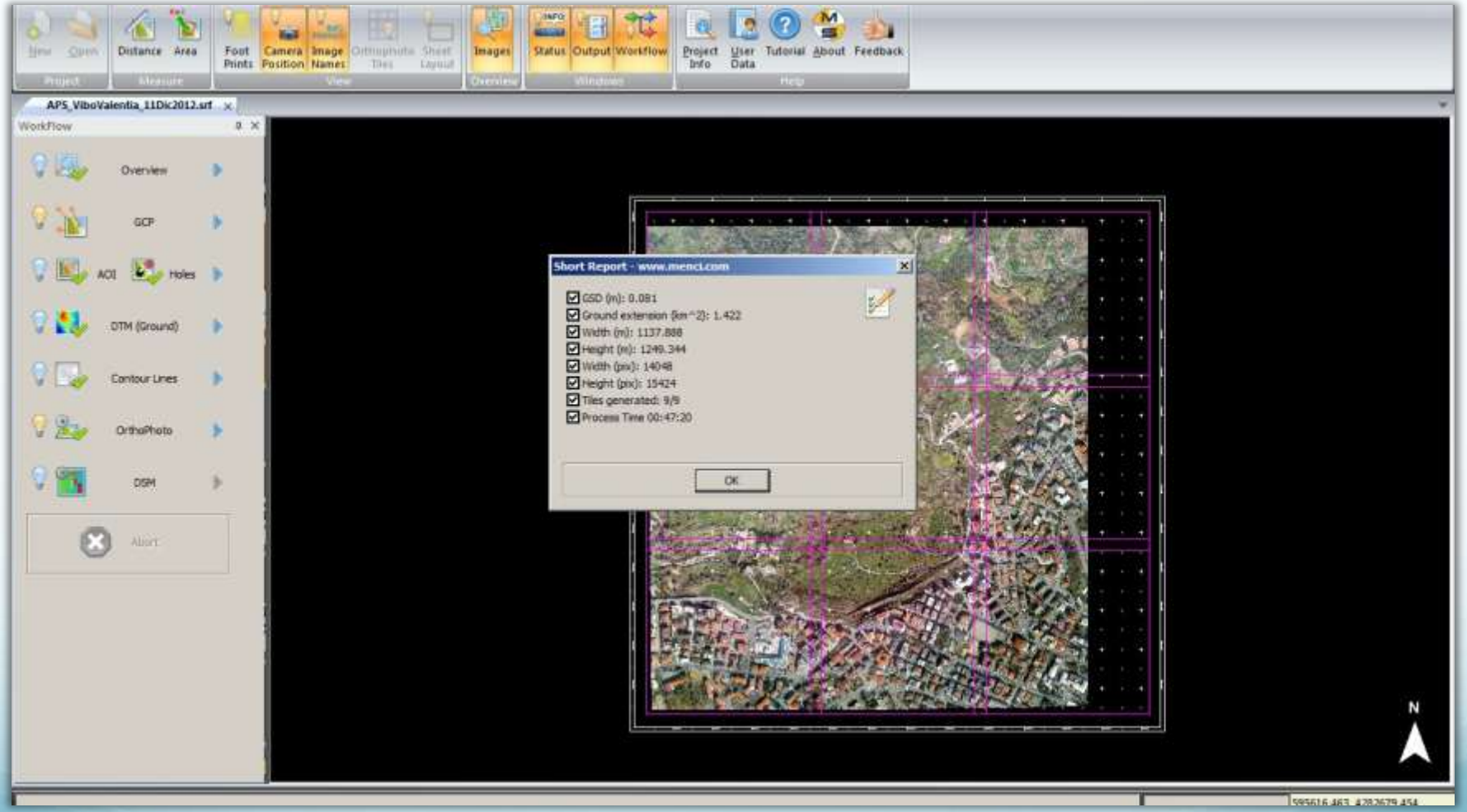
Definição dos Recortes



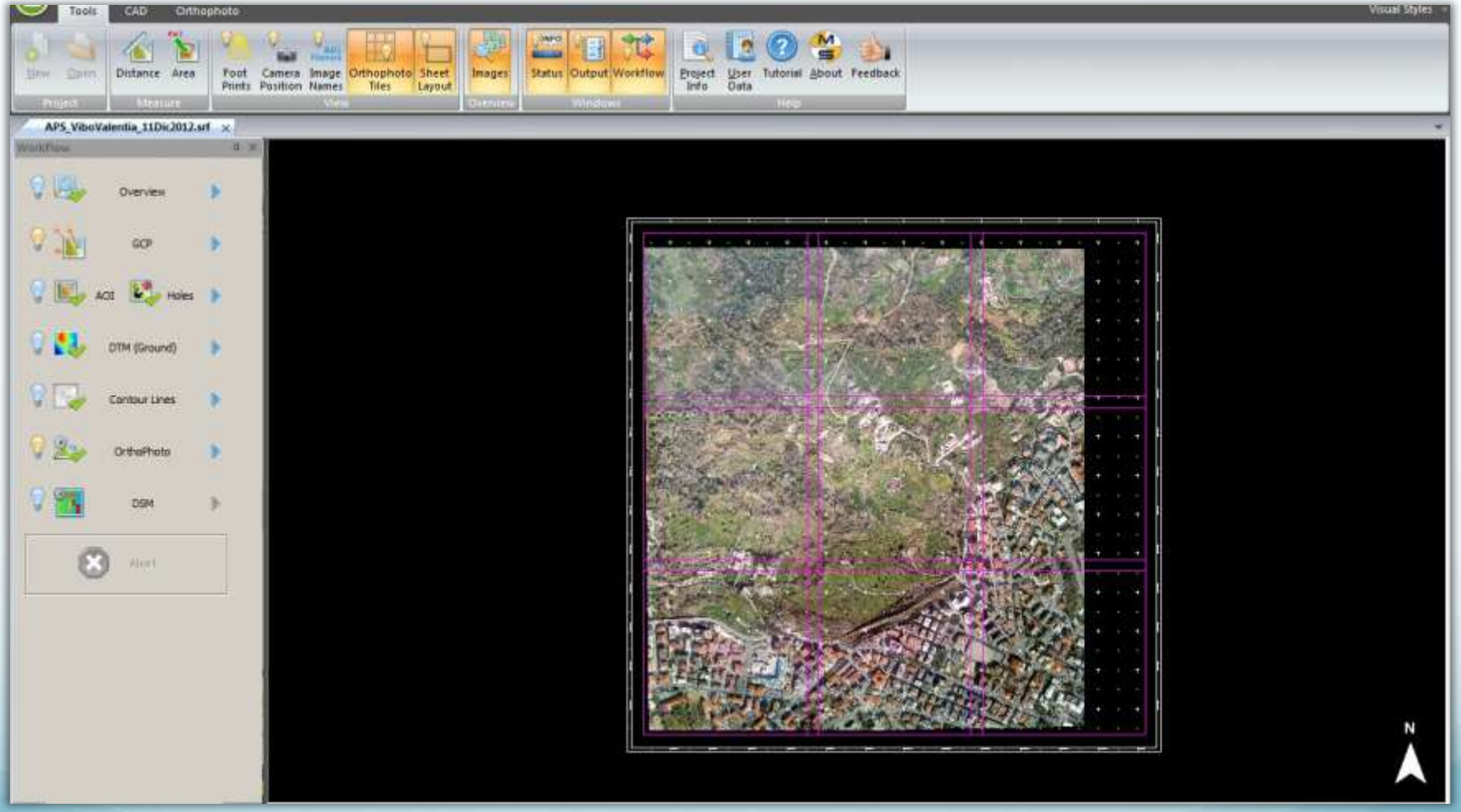
Pré-visualização dos Recortes



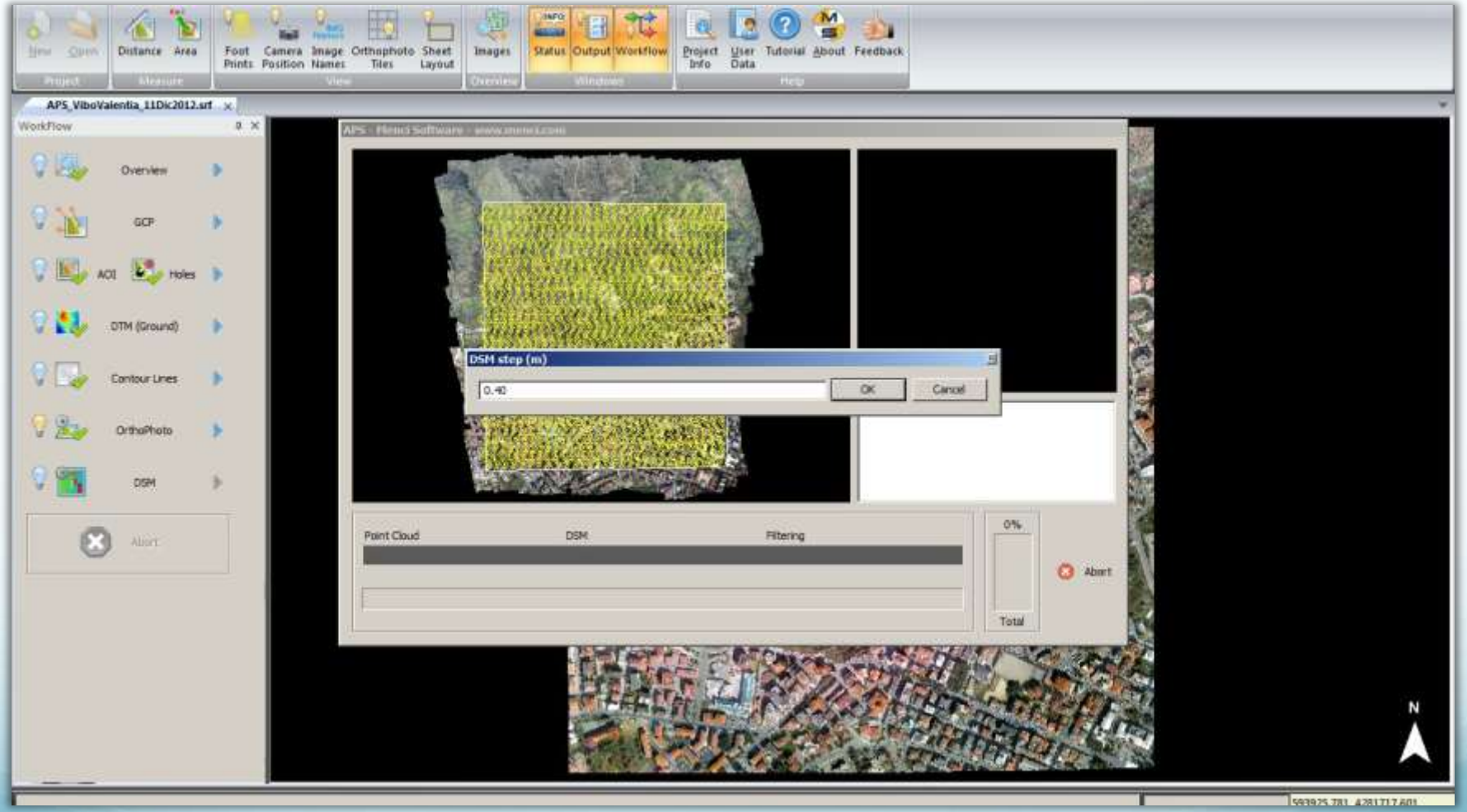
Término do processo de ortofoto



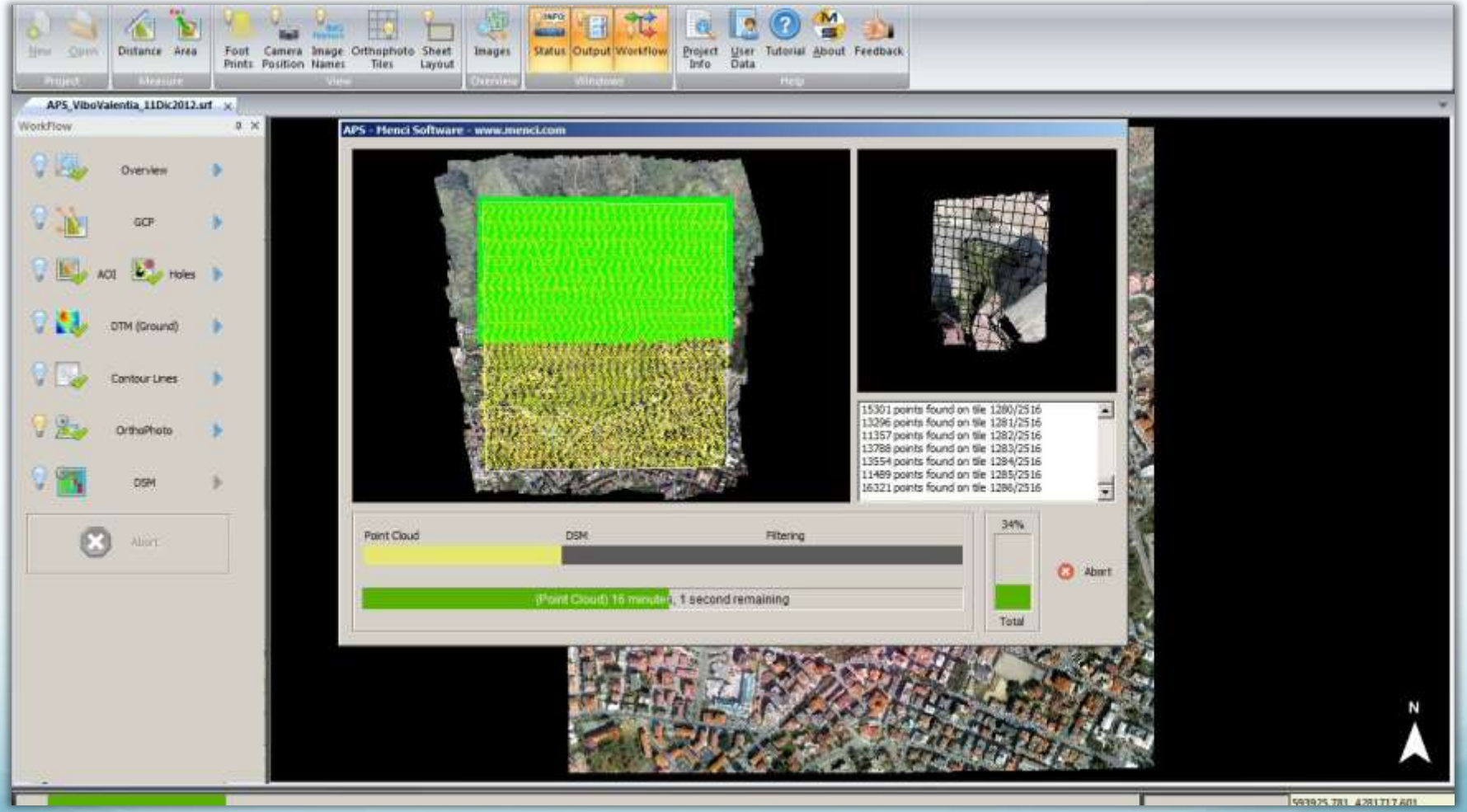
Recortes das ortofotos



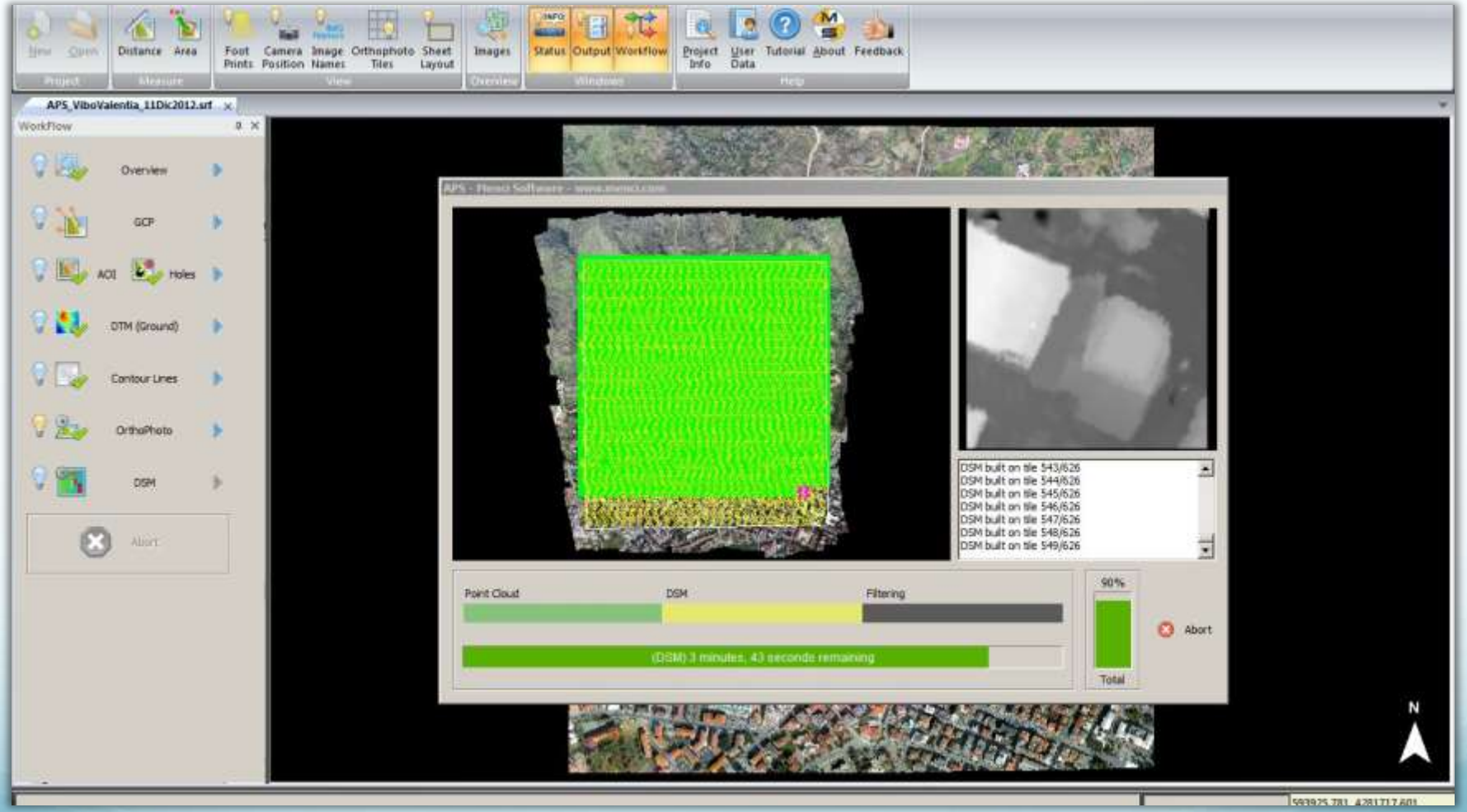
Definindo o passo do MDS



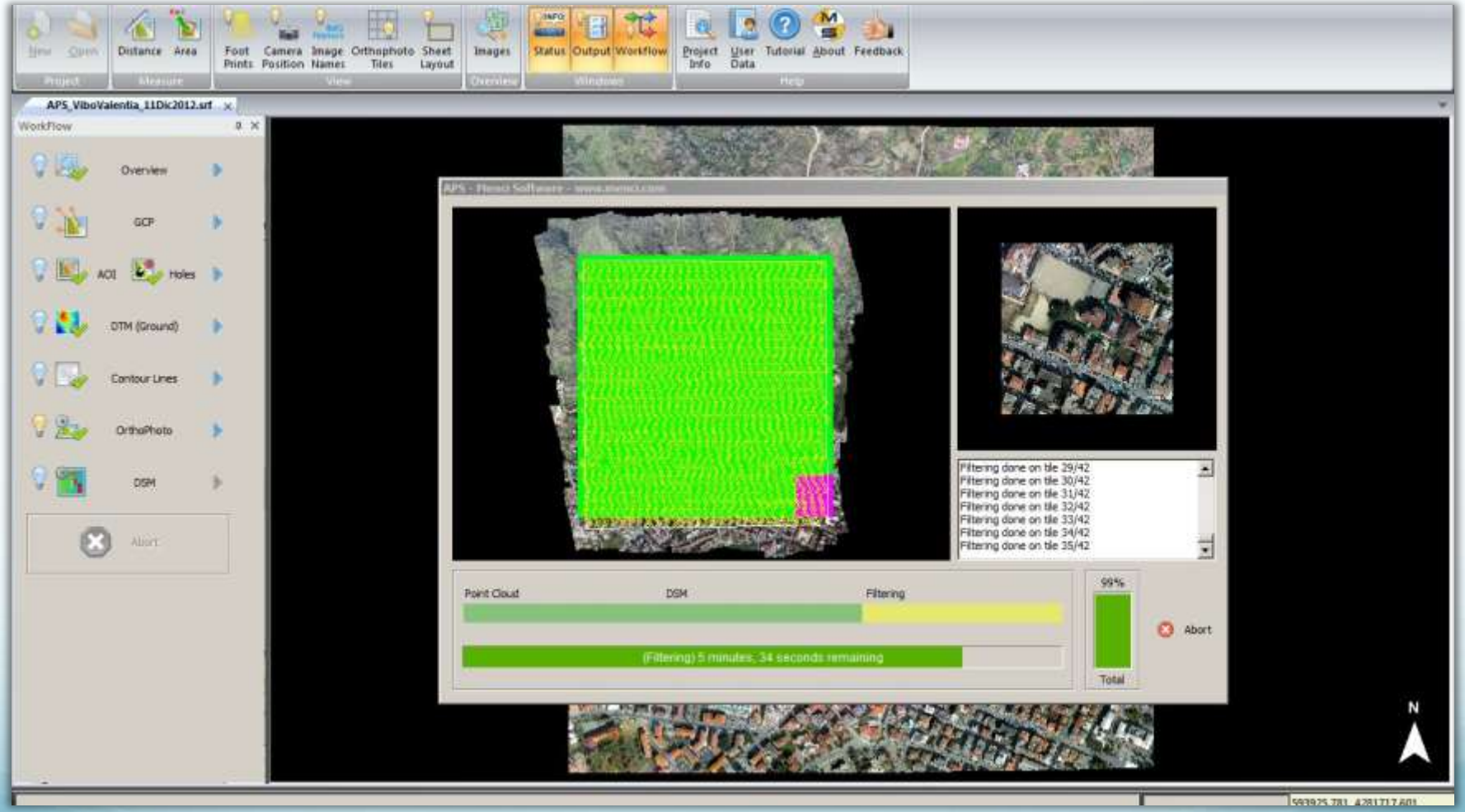
Extração de MDS: Nuvem de Pontos



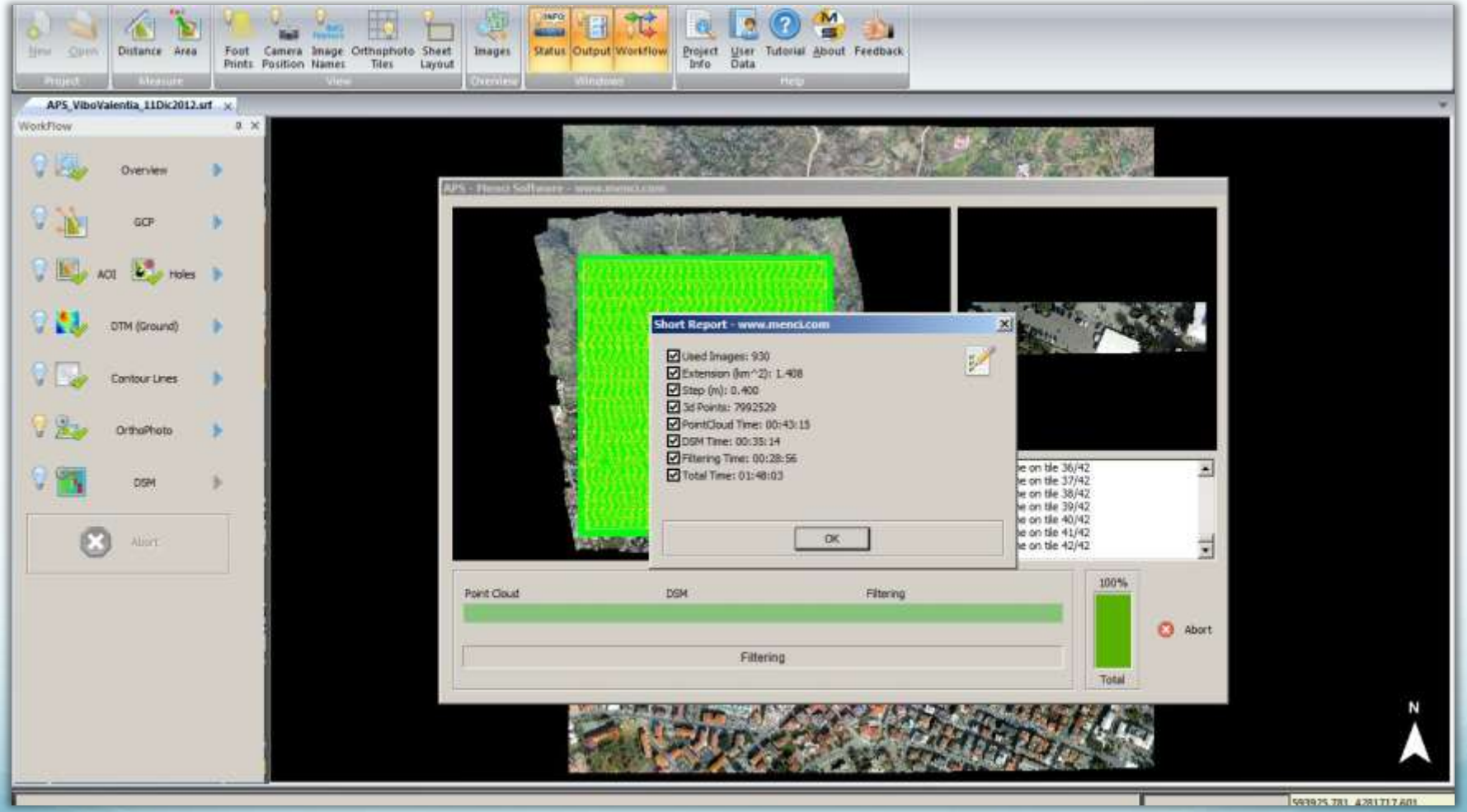
Extração de MDS: criar o MDS



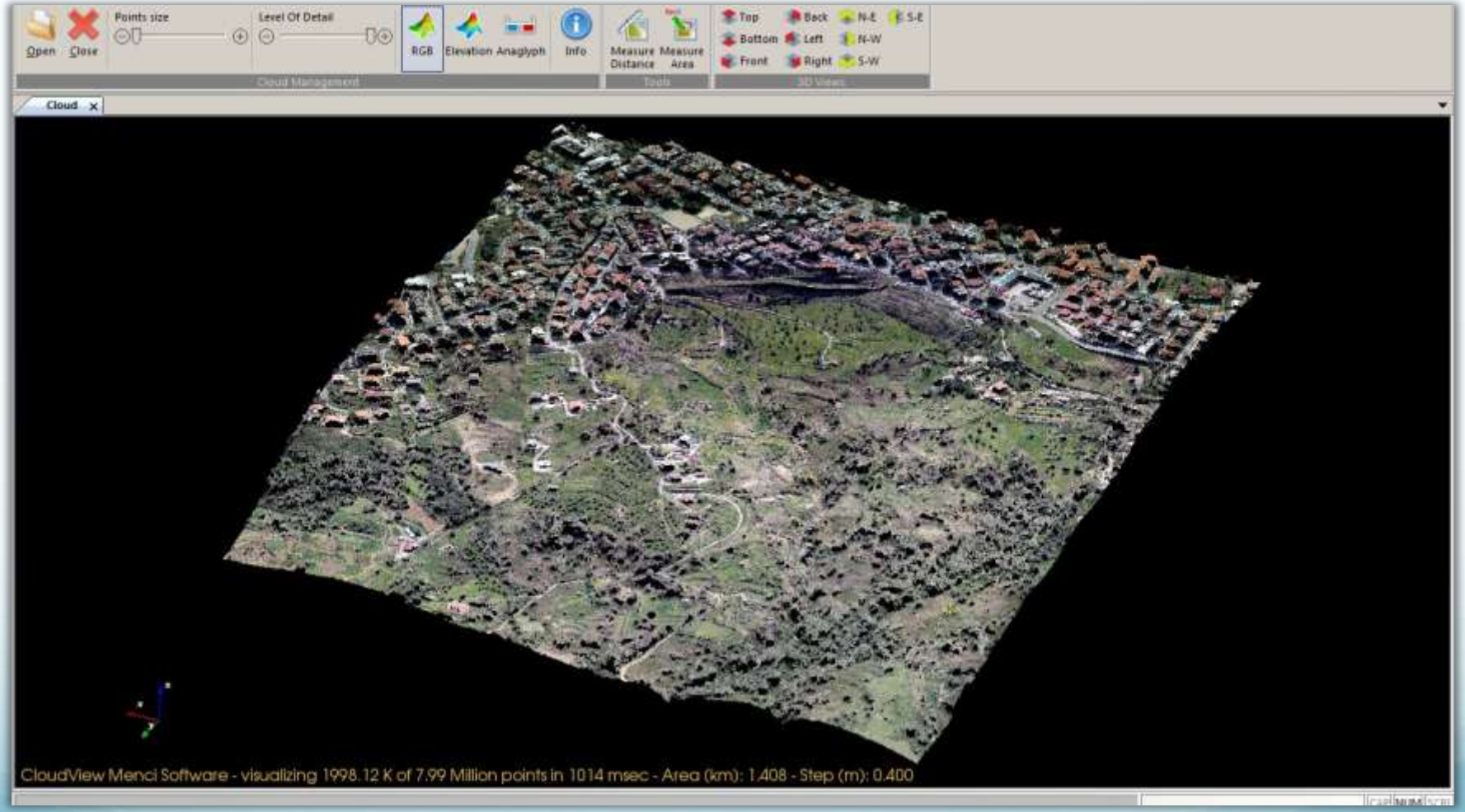
Extração de MDS: filtragem



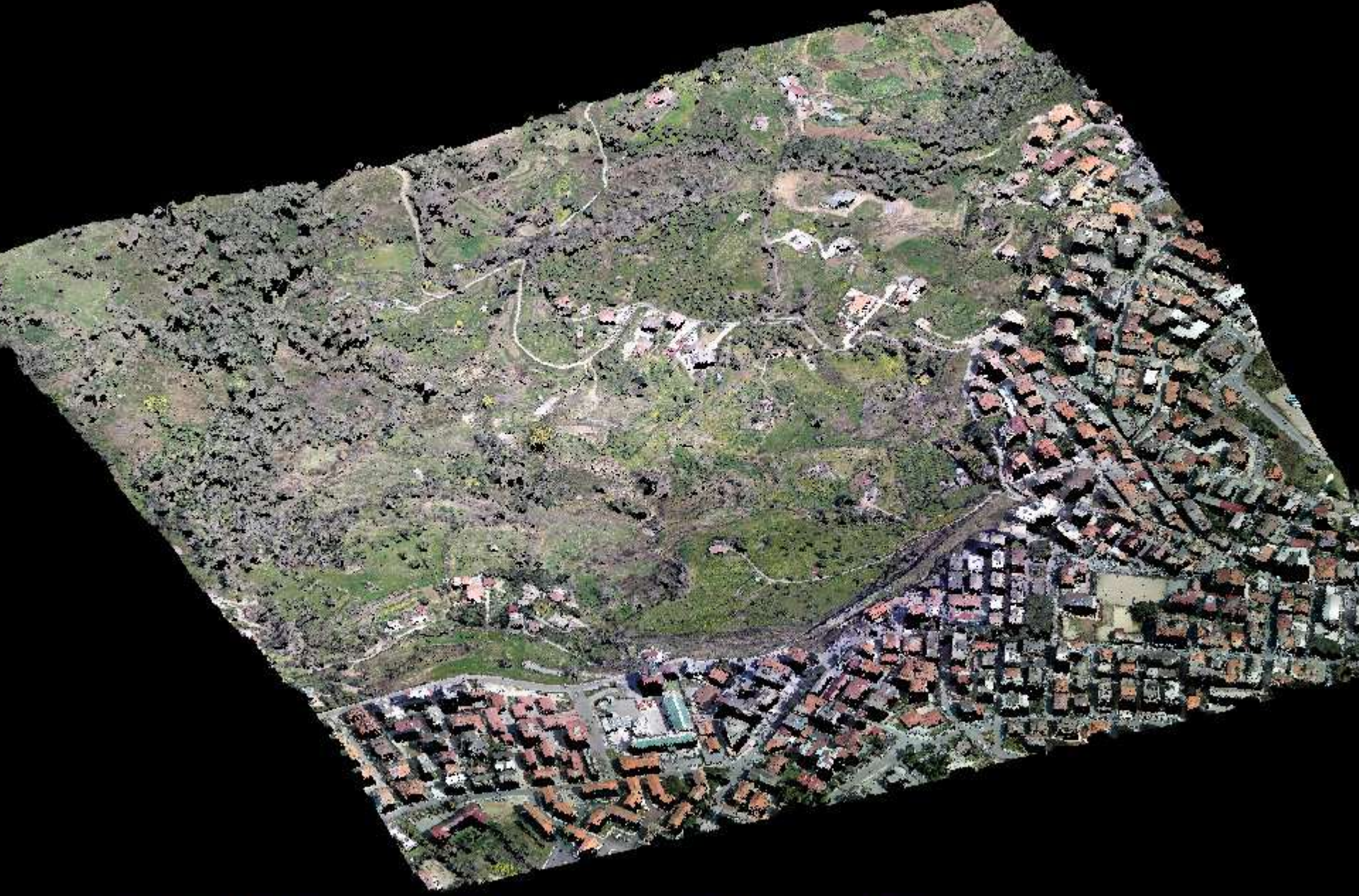
Extração de MDS: final



Mostrar a nuvem de pontos

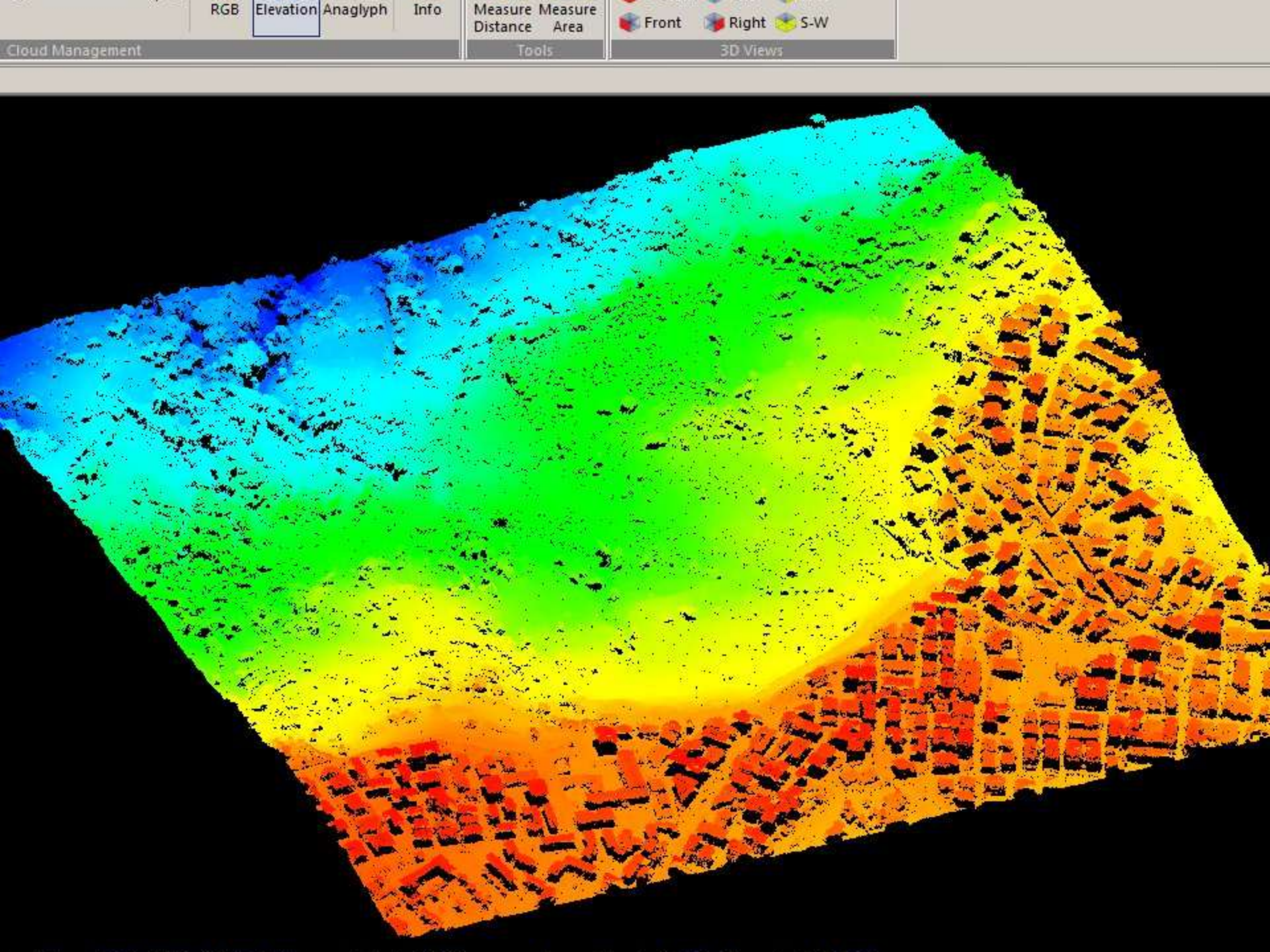


595134.0 4281



isualizing 1998.12 K of 7.99 Million points in 983 msec - Area (km): 1.408 - Step (m): 0.400

GNU Image M... APS Full 3.2.0... CloudView v... IT


RGB
Elevation
Anaglyph
Info
Cloud Management
Measure Distance
Measure Area
Tools
Front
Right
S-W
3D Views

Resumo do Trabalho

VANT: Swinglet CAM	Área total 1.43 Km2
Altitude de voo: 165m	Número de imagens: 932 (3 voos)
GSD da fotos: 5 e 9 cm	**Tempo real de vôo: 1h 20'**
Algoritmo bundle: APS GPU	Passo do MDT: 5 m
Passo do MDS: 40 cm	Passo Curvas de nivel: 1m.
GSD ortofoto: 10 cm	**Tempo total de processamento:6h40'**

Caso 2°

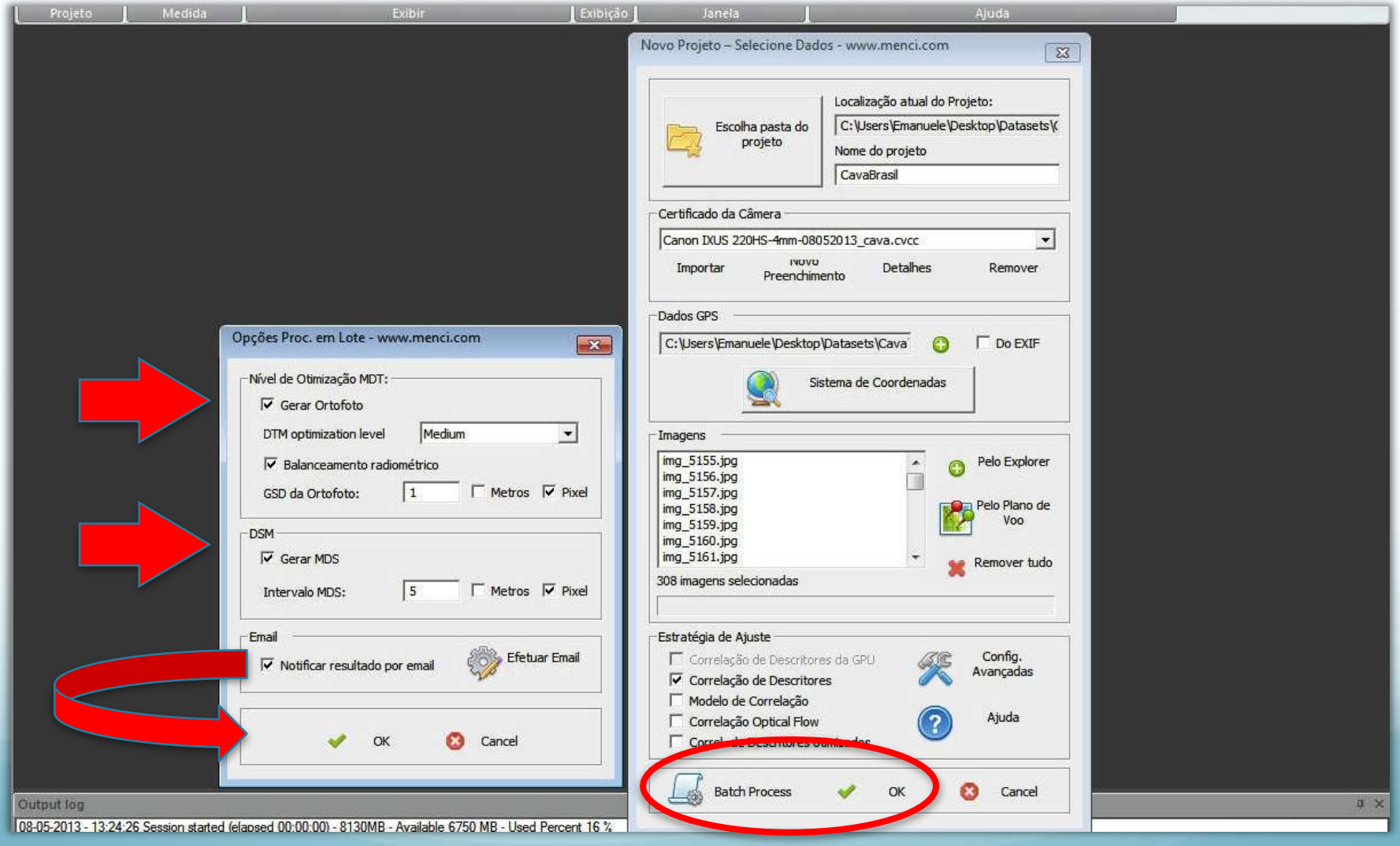
Monitoramento das quantidades extraídas em uma pedreira

Estudo do Caso

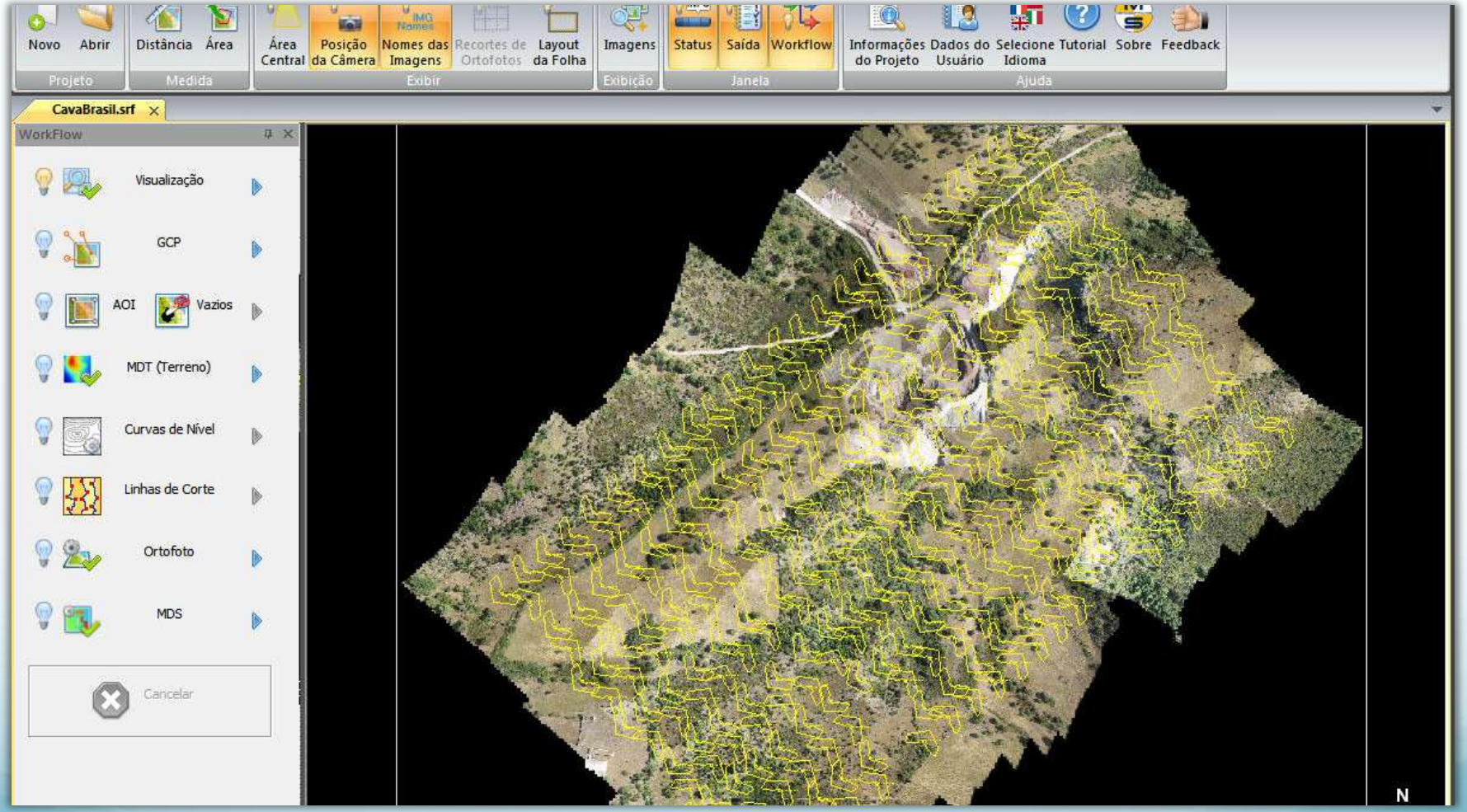
- Na pedreira de Itteri estão se realizando escavações para a extracção de material que vai ser usado na construção de prédios.
- O dono da pedreira pretende cobrar os custos de acordo com os metros cúbicos extraídos.
- No início da obra foi realizado um levantamento e um MDS básico. Cada mês executam um novo levantamento para ter um novo MDS e calcular a diferença dos volumes.
- Área de interesse em total 0.396 km2
- Altitude de Vôo: 125 m
- 200 imagens adquiridas com um micro VANT
- Pixel GSD: 4 cm

Levantamento aéreo

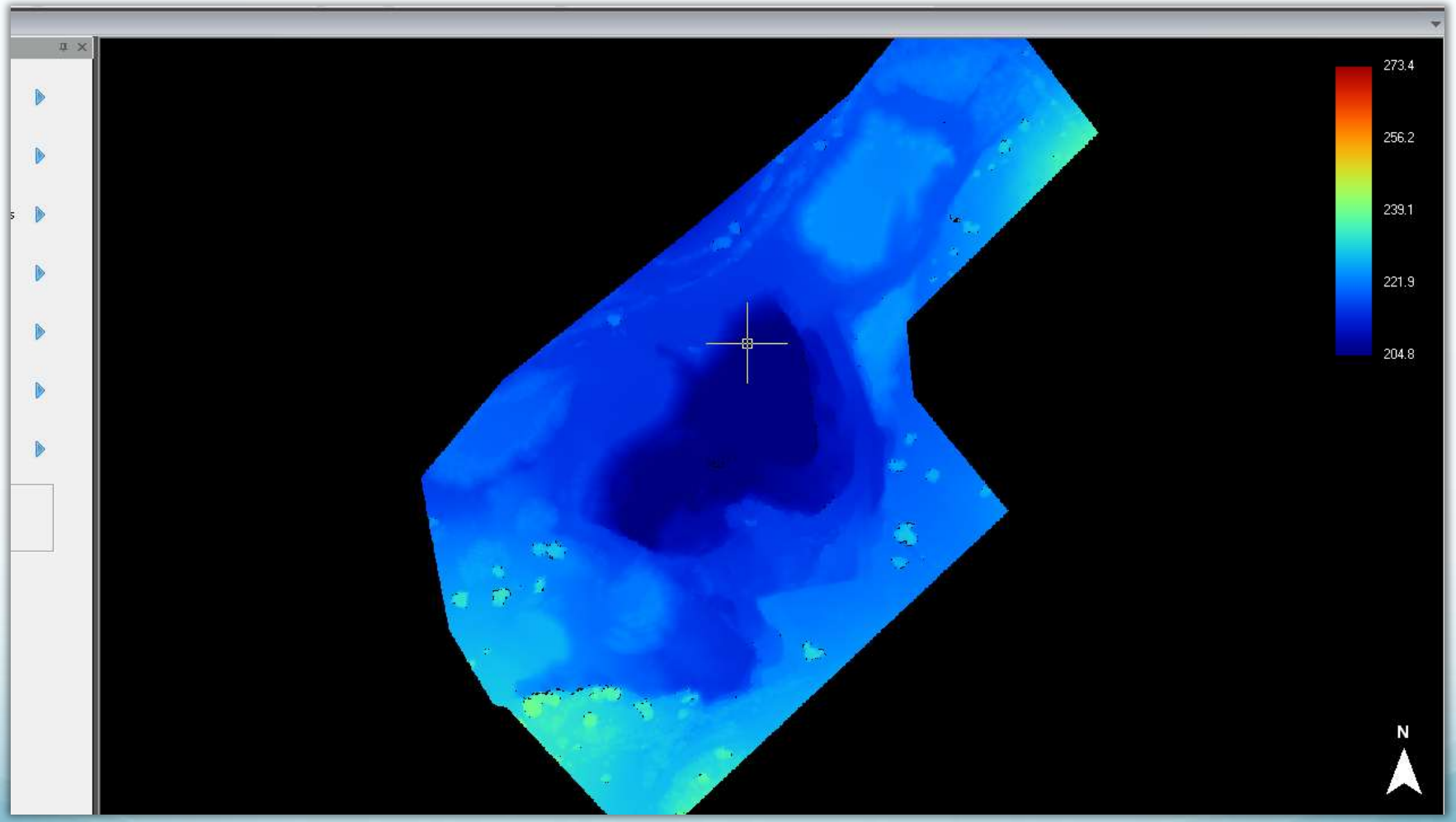
Execução automática do processo completo - Sem GCP



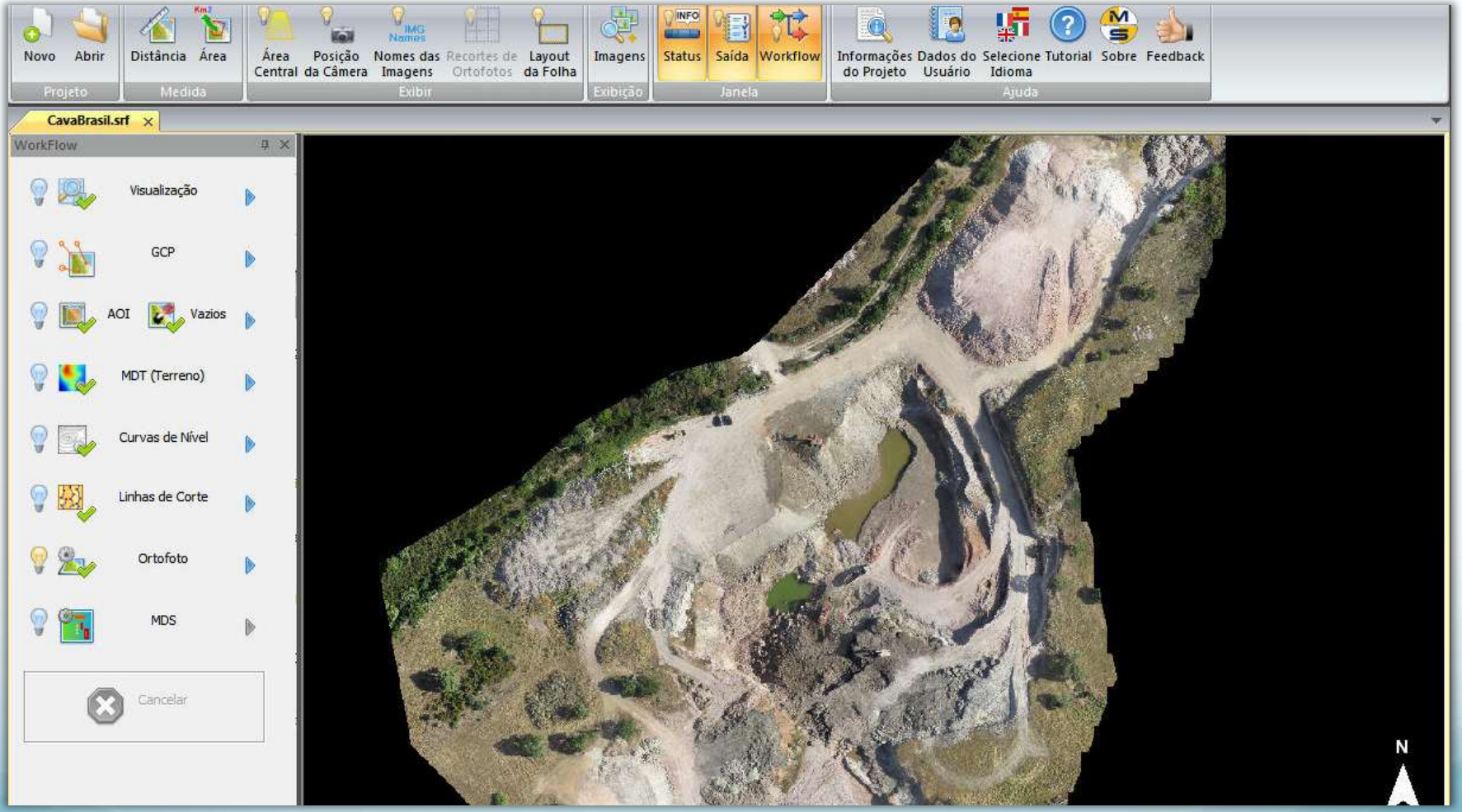
TA e Orientação das imagens



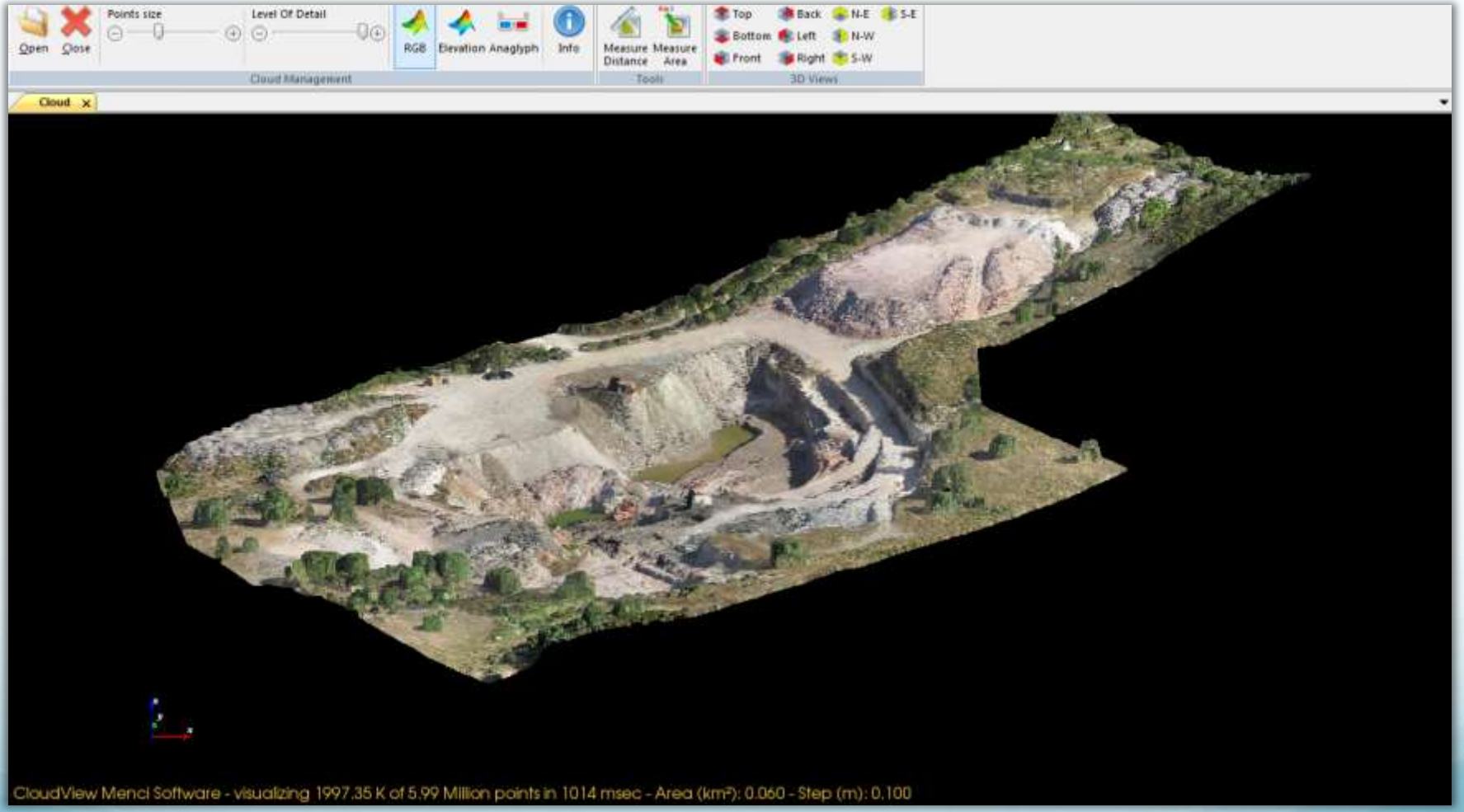
Modelo Digital da Superficie



Ortofoto


Novo
Abrir
Projeto
Distância
Área
Medida
Área Central
Posição da Câmera
Nomes das Imagens
Recortes de Ortofotos
Layout da Folha
Exibir
Imagens
Exibição
Status
Saída
Workflow
Janela
Informações do Projeto
Dados do Usuário
Selecione Idioma
Tutorial
Sobre
Feedback
Ajuda
CavaBrasil.srf
WorkFlow
Visualização
GCP
AOI
Vazios
MDT (Terreno)
Curvas de Nível
Linhas de Corte
Ortofoto
MDS
Cancelar
N

Modelo em 3D


Open
Close
Points size
Level Of Detail
RGB
Elevation
Anaglyph
Info
Cloud Management
Measure Distance
Measure Area
Tools
Top
Bottom
Front
Back
Left
Right
N-E
N-W
S-W
S-E
3D Views
Cloud
CloudView Menci Software - visualizing 1997.35 K of 5.99 Million points in 1014 msec - Area (km²): 0.060 - Step (m): 0.100

Next Step for money

Arquivos de saída

Arquivo xyzrgb do mds

Arquivos geoTIFF da Ortofoto

Arquivos de entrada

no sistema GIS para realizar o cálculo de volumes e fornecer ao contador o valor em metros cúbicos a ser cobrado

Resumo do Trabalho

VANT: Swinglet CAM	Área total 0.396 Km2
Altitude de voo: 125m	Número de imagens: 200
GSD das fotos: 4 cm	**Tempo real de vôo: 22 minutos**
Algoritmo bundle: GPU	Passo do MDS: 10 cm GSD ortofoto: 4 cm
Precisão sem gcp 1.2 m	GCP Resíduos: 0.015 m
Área ortofoto final 0.06 Km2	**Tempo total de processamento:1h54'**

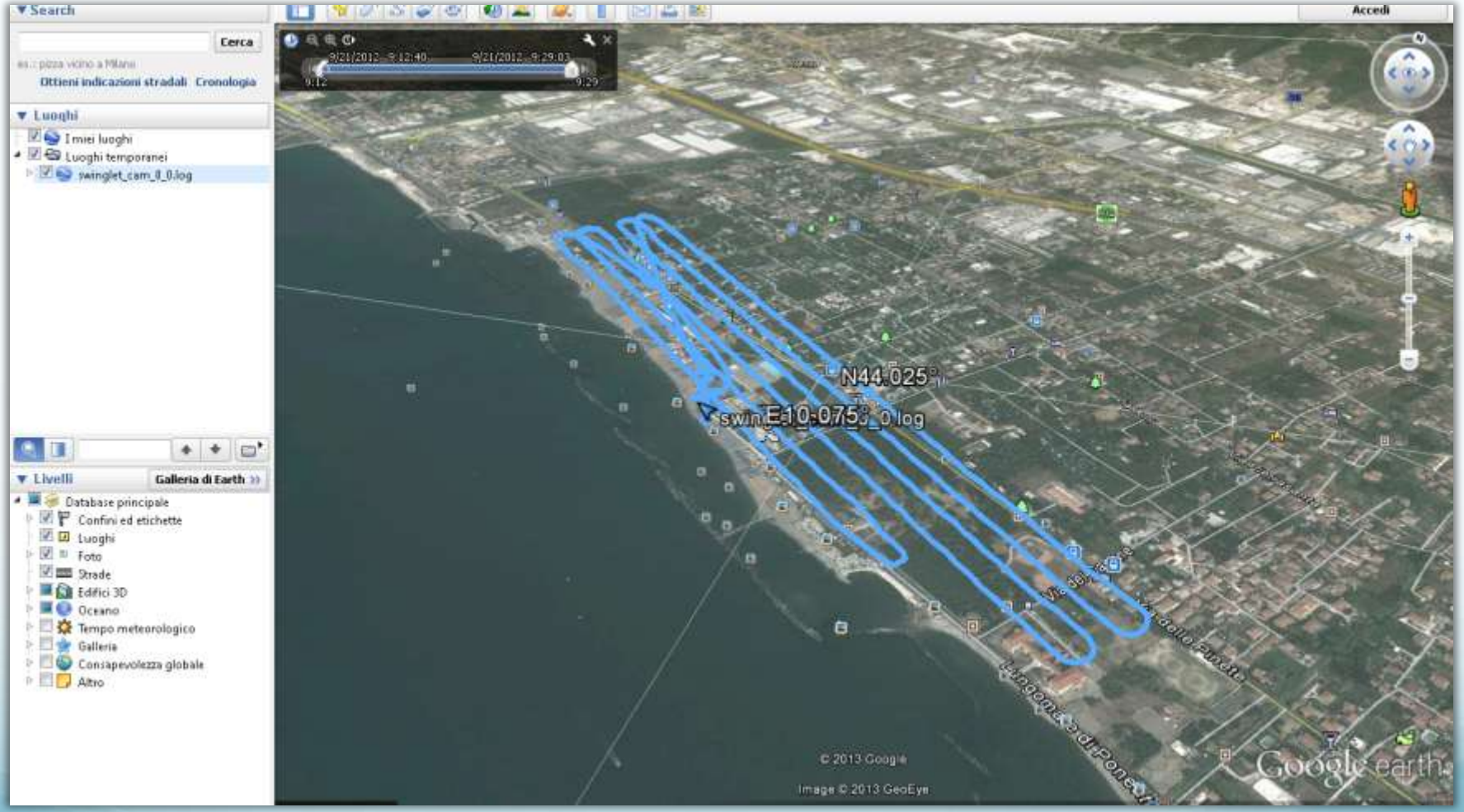
Caso 3°

Avaliação e atualização de uma zona de litoral turístico

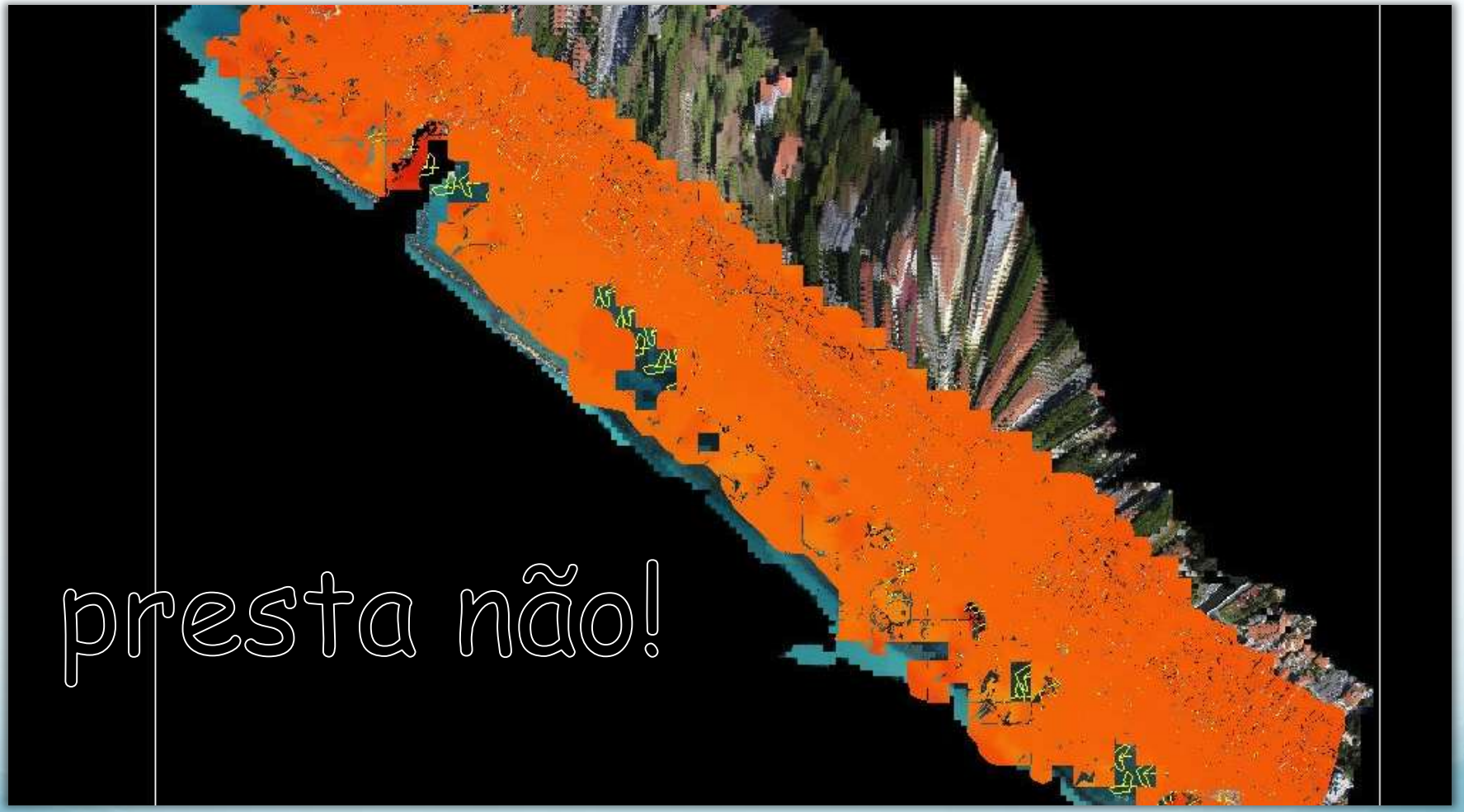
Estudo do Caso

- Depois do inverno, no final da baixa temporada, a Prefeitura de Marina di Carrara precisa de um novo mapeamento da situação do litoral para definir possíveis ações de reestruturação e organizar os preparativos para a nova temporada turística
- Identificada a área de interesse ao longo da costa, em total 1,221 km2
- Altitude de Vôo: 156 m
- 416 imagens adquiridas com um VANT Swinglet
- Pixel GSD: 5 cm

Levantamento aereo



Algoritmo padrão: às vezes...

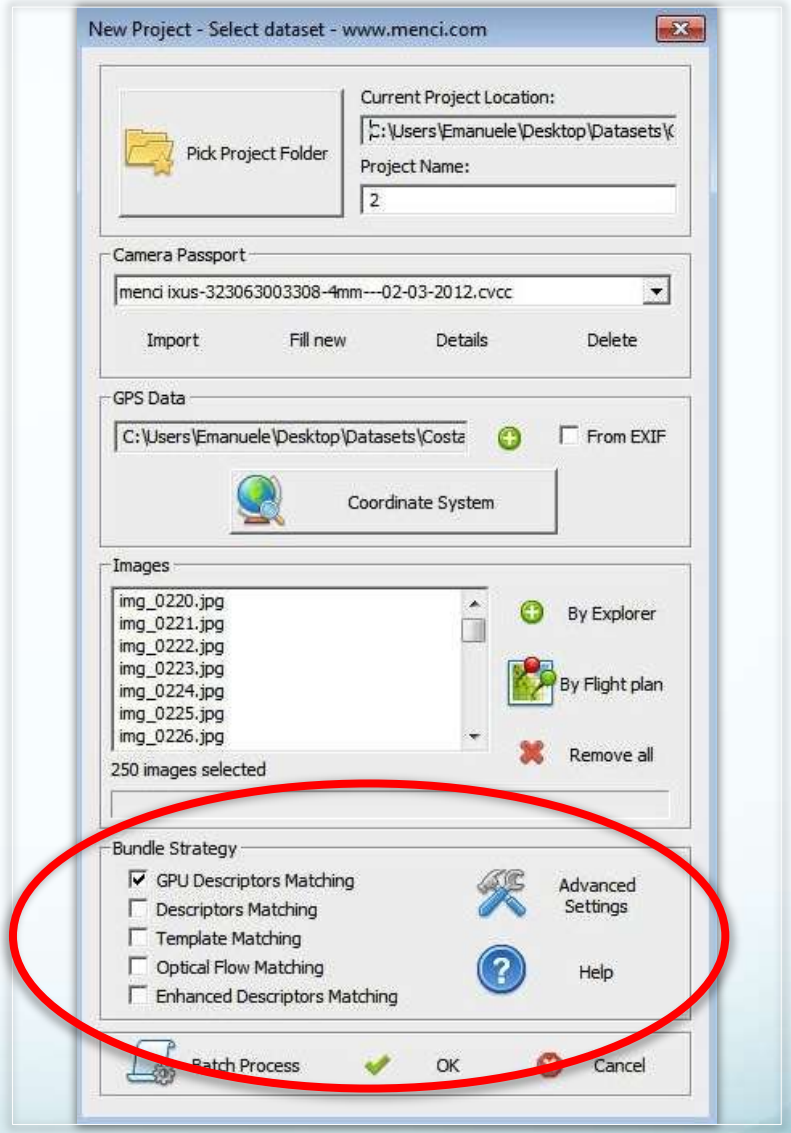


Tudo Automático: às vezes...

Selecção de um algoritmo mais apropriado

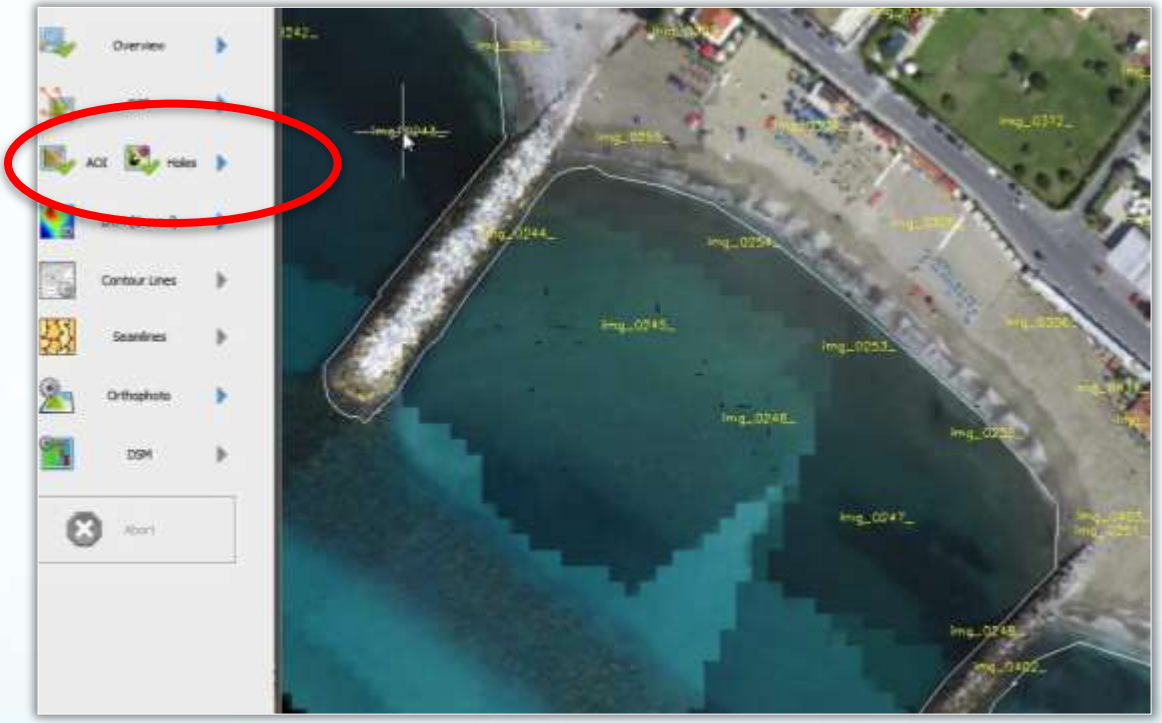
Entre os softwares de pós-processamento de dados VANTs disponíveis, alguns podem oferecer diferentes soluções de Bundle Adjustment de acordo com

- A situação de vôo
- O tipo de imagens
- Tipo de solo encontrado
  - Terras agrícolas, Centros urbanos
  - Areia, Mato

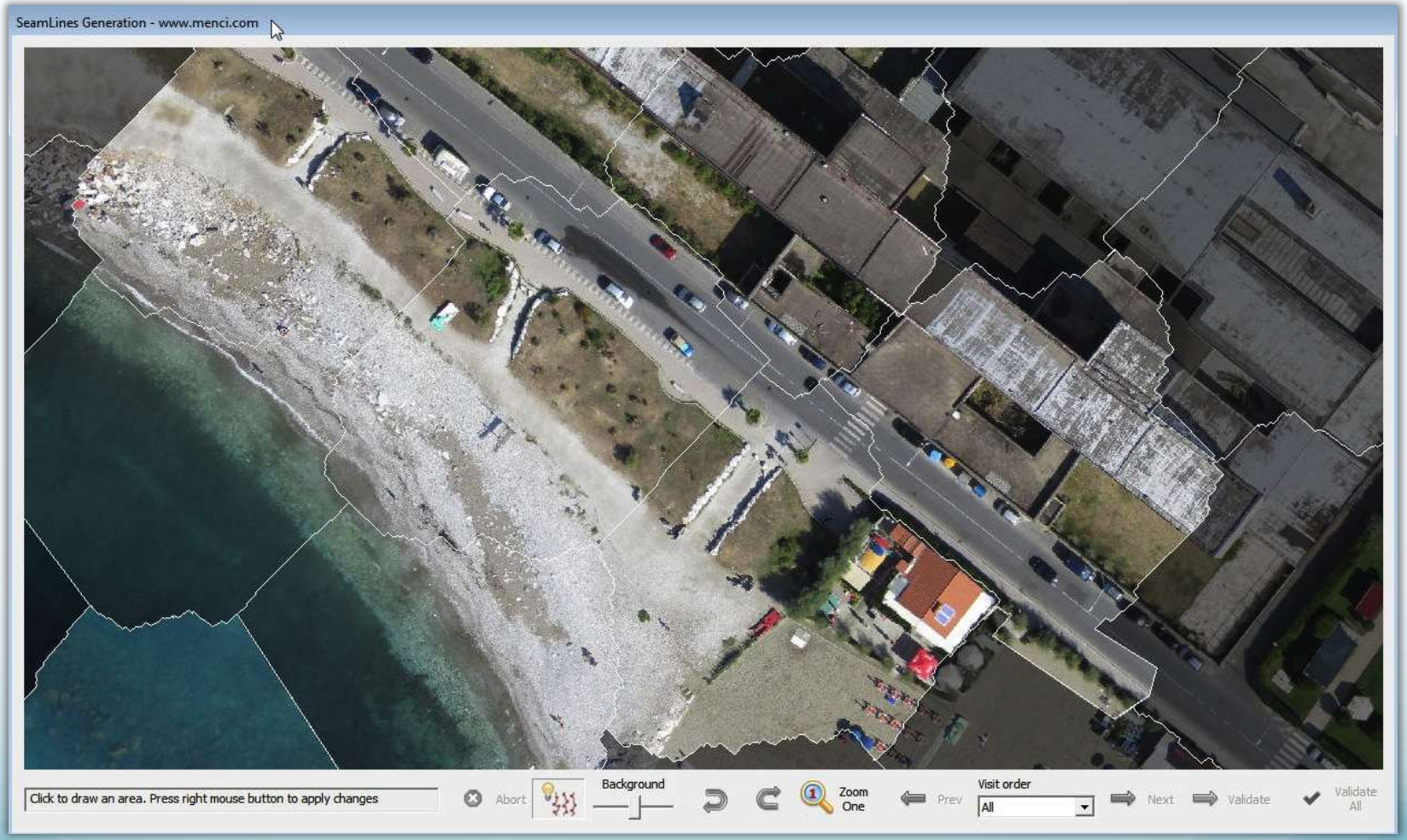


Área de Interesse

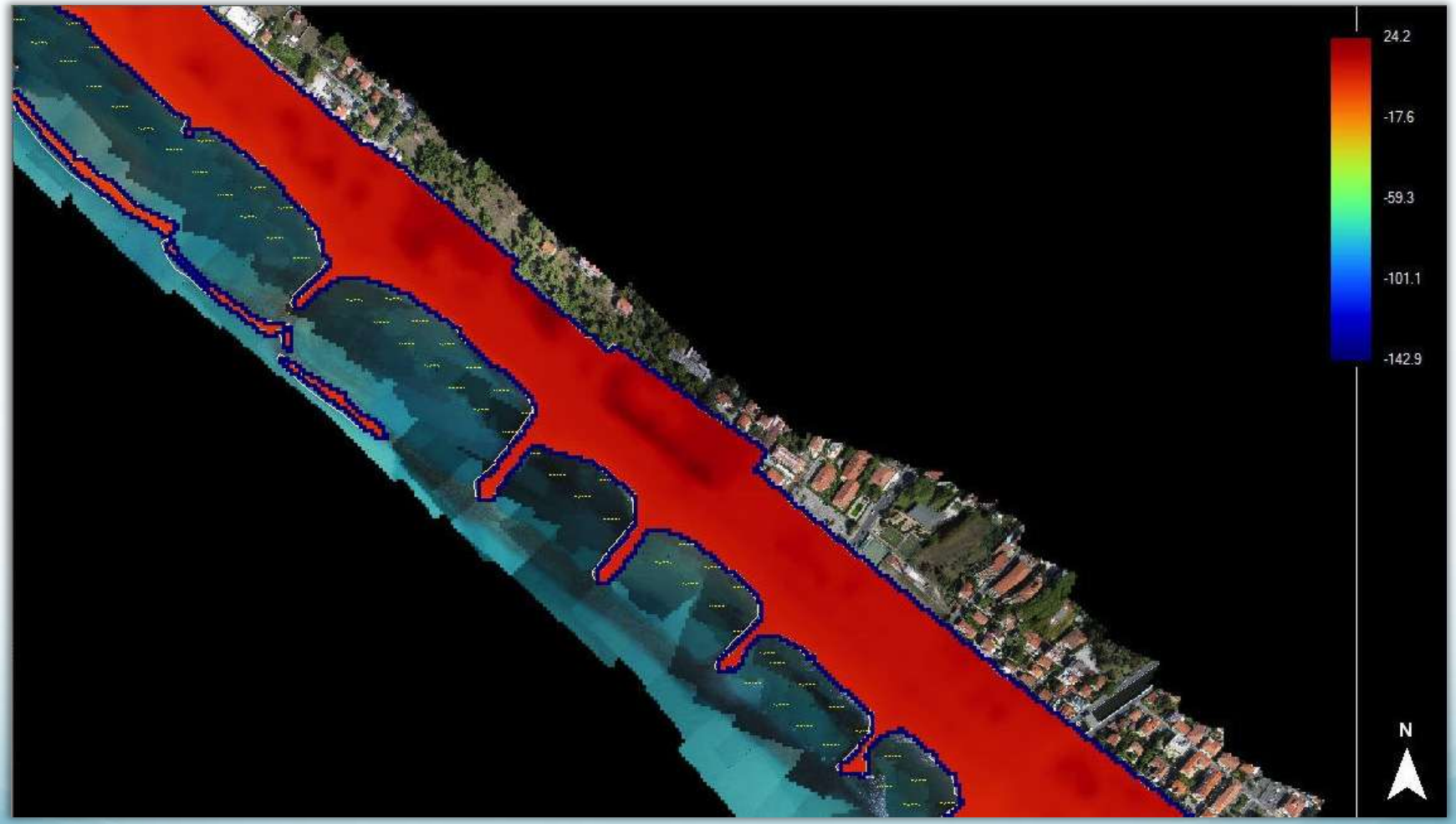
Ter ferramentas necessárias para definir os limites das áreas operacionais e remover as áreas que podem criar problemas



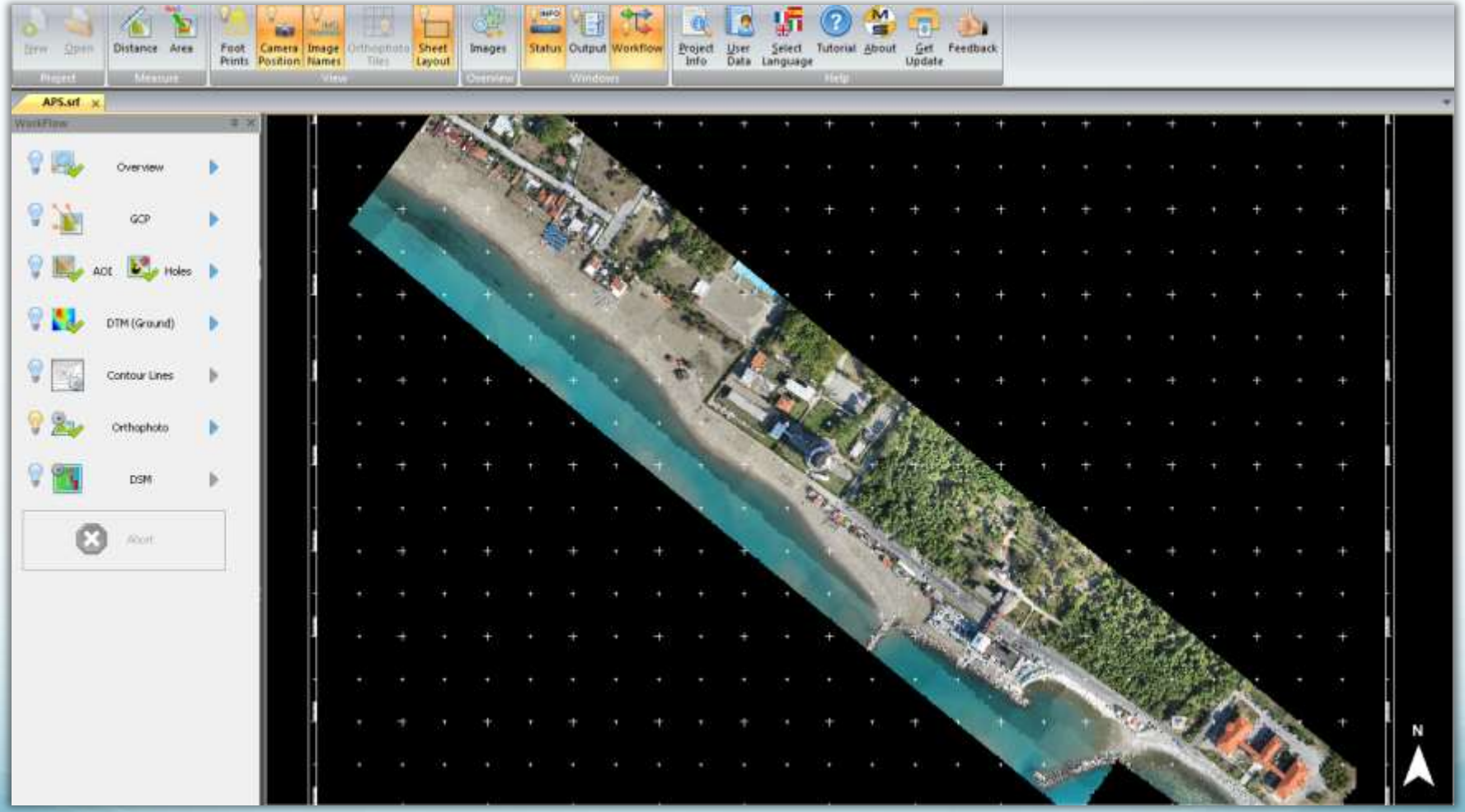
Edição das linhas de corte em modo de melhorar a Ortofoto



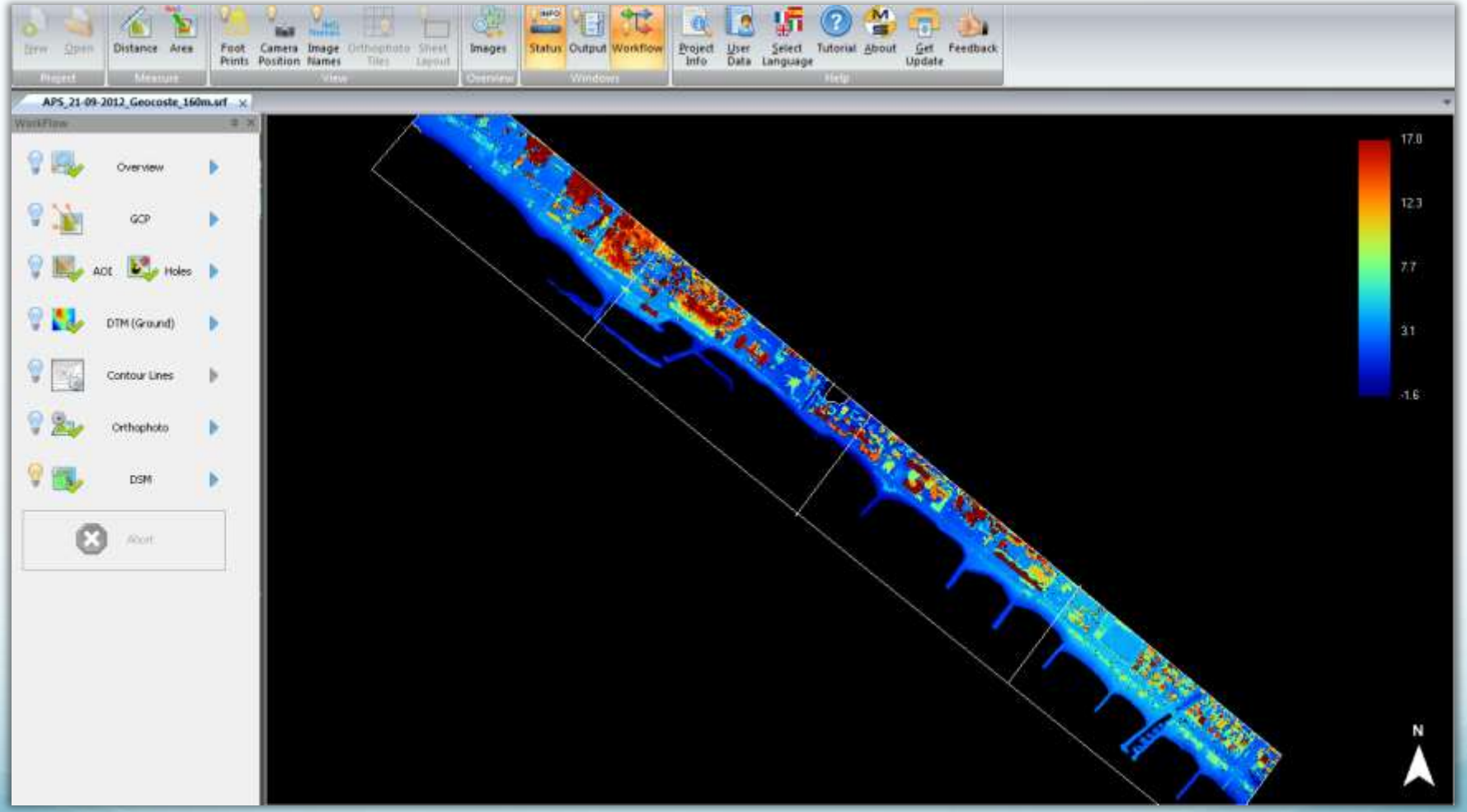
Extração do MDT em áreas definidas



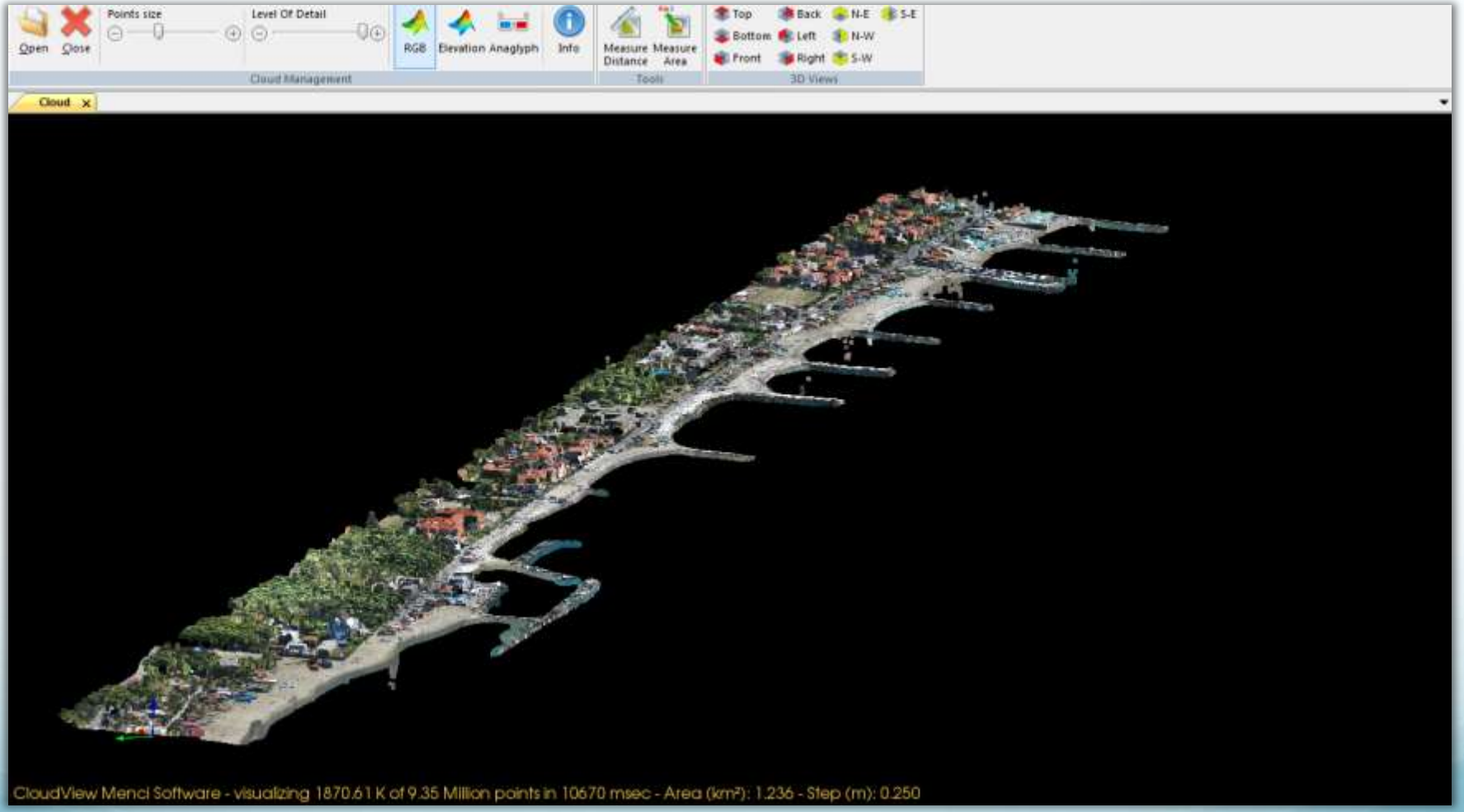
Ortofoto


New
Open
Project
Distance
Area
Measure
Foot Prints
Camera Position
Image Names
Orthophoto Tiles
Sheet Layout
View
Images
Overview
Status
Output
Workflow
Windows
Project Info
User Data
Select Language
Tutorial
About
Get Update
Feedback
Help
APS.srf
WorkFlow
Overview
GCP
AOI
Holes
DTM (Ground)
Contour Lines
Orthophoto
DSM
Abort
N

Modelo Digital da Superfície



Modelo em 3D


Open
Close
Points size
Level Of Detail
RGB
Elevation
Anaglyph
Info
Cloud Management
Measure Distance
Measure Area
Tools
Top
Bottom
Front
Back
Left
Right
N-E
N-W
S-W
S-E
3D Views
Cloud
CloudView Menci Software - visualizing 1870.61 K of 9.35 Million points in 10670 msec - Area (km²): 1.236 - Step (m): 0.250

Resumo do Trabalho

VANT: Swinglet CAM	Área total 1.221 Km2
Altitude de voo: 155m	Número de imagens: 416
GSD das fotos: 5 cm	**Tempo real de vôo: 45 minutos**
Algoritmo bundle: GPU	Passo do MDT: 5 m Passo do MDS: 40 cm
GSD ortofoto: 5 cm	Passo Curvas de nivel: 1m.
GCP Resíduos: 0.045 m	**Tempo total de processamento:8h45'**

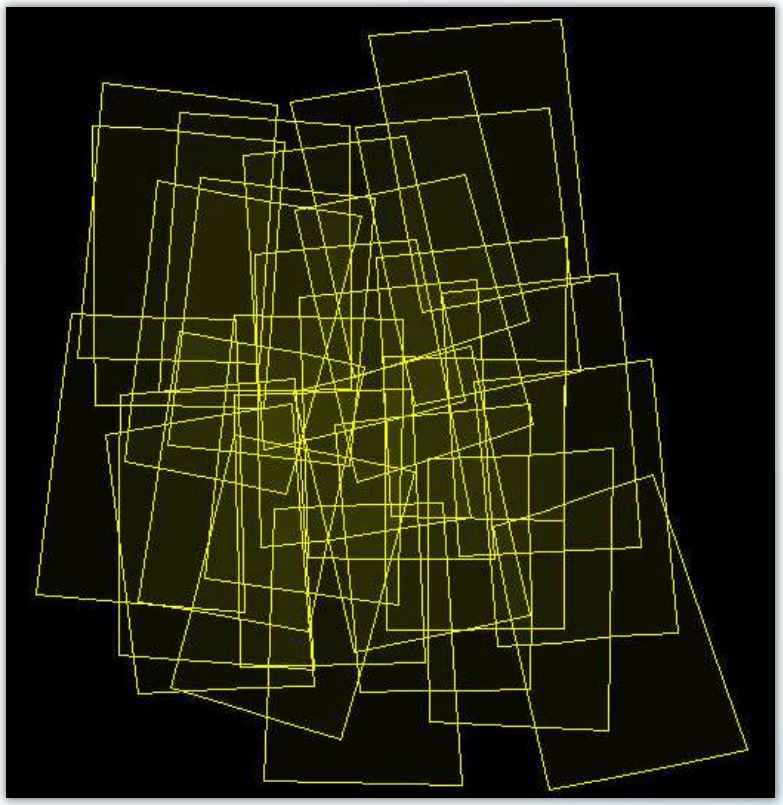
Conclusões

- Utilizar um micro VANT em baixa altitude com uma tecnologia "Image based" junto com técnicas de processamento mais modernas fornece resultados em termos de resolução e mapeamento qualitativamente comparáveis às tecnologias tradicionais utilizadas para a preparação de ortofoto e dados 3D

- O uso do VANT mostrou a grande vantagem de ser capaz de adquirir de um modo muito mais rápido e mais barato todos os dados necessários para as aplicações práticas em áreas pequenas

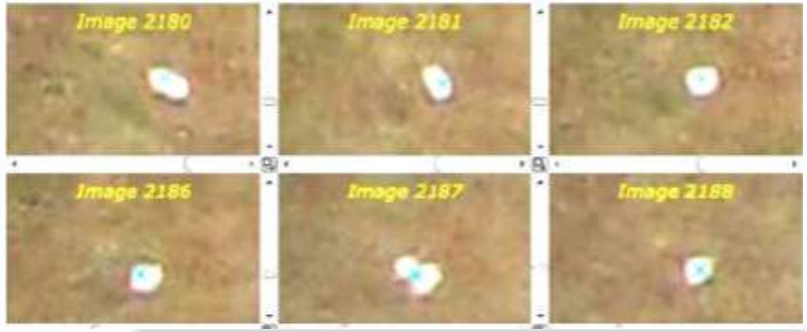
Desafios p/nova tecnologia: no ar

- Melhores dispositivos VANTs
- Sistema GPS/IMU confiável
- Plano de vôo adequado para a irregularidade da coleta de dados



Desafios p/o Processamento

Calibração da câmera



Melhoria das imagens

Coorespondeência das imagens e medida automática dos pontos de laço

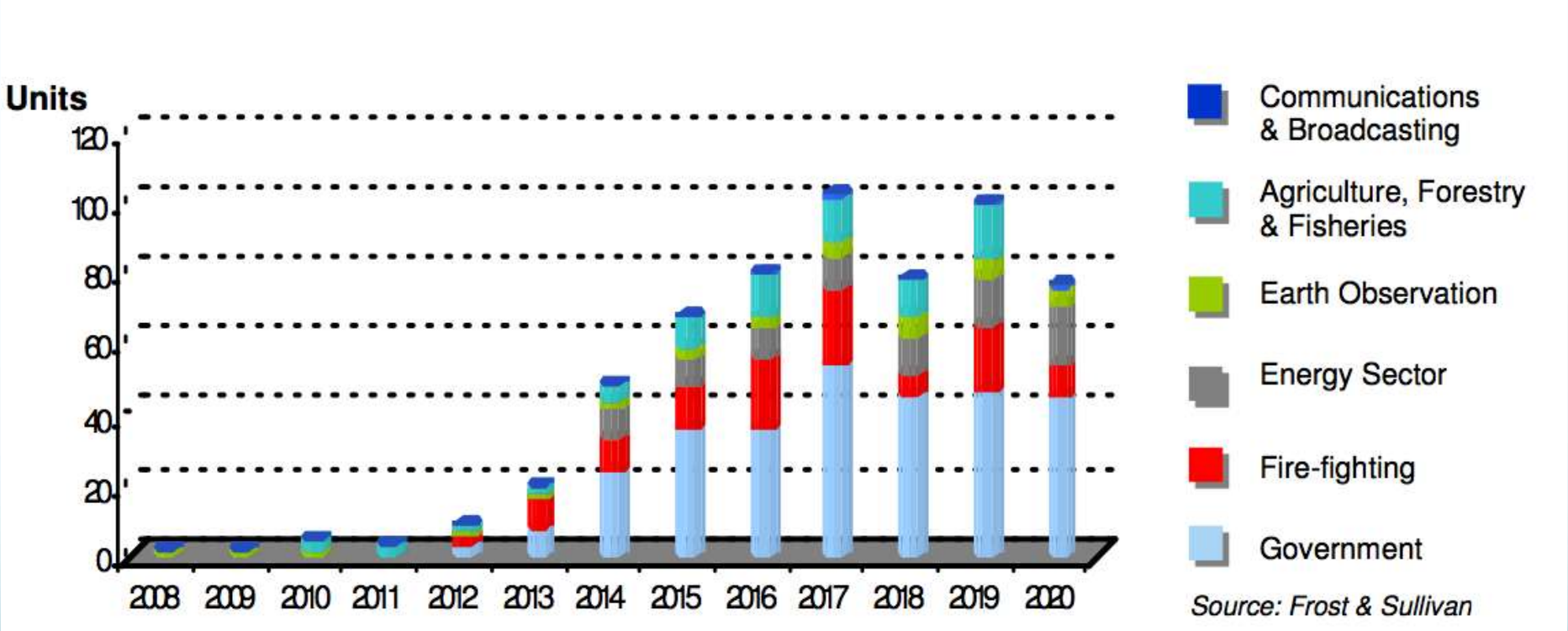
Bundle Adjustment

Multi Core, GPU, RAM, SSD

Computer Power

Apenas alguns software são adequados ao pós-processamento de dados dos VANTs

Tendência futura dos VANTs



EUROPEAN COMMISSION
ENTERPRISE AND INDUSTRY DIRECTORATE-GENERAL

OBRIGADO
traversari@bluewin.ch
MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2013