

Agricultura de Precisão



Fernando Santos

Email:

fsantos@utad.pt

fasantos2437@gmail.com

Página pessoal:

<https://fsantos.utad.pt/>

Apresentação disponível em:

https://fsantos.utad.pt/Bibliografia/23Consultua_Apt06.pdf

Índice

Introdução

Módulo I- Introdução à agricultura de precisão (AP)

Módulo II- Sistemas de Navegação Global por Satélite (GNSS)

Módulo III- Sistemas de Informação geográfica (SIG)

Módulo IV- Detecção Remota (DR)

Módulo V- Monitores de colheita e cartas de produtividade

Módulo VI- Tecnologias de Taxa Variável (VRT)

Módulo VII- Cartografia digital do solo e terreno

Módulo VIII- Gestão de dados e decisão agronómica

Avaliação

Agricultura de Precisão_b-learning

Formação em sala > CT: Científico-tecnológico; PS: Prática simulada

Prática Simulada de campo > PSC

B-learning > Horas à distância S / A (síncrona / assíncrona) e Horas presenciais (hp)- ?

Introdução

Formação em sala (CT-1, PS-0); PSC-0; b-learning (S-1, A-0, hp-0)

Objetivo geral do curso

Objetivos específicos do curso

Metodologia; métodos e técnicas a utilizar.

Apresentação do site:

<https://fsantos.utad.pt/>

[Bibliografia](#); [VídeosAP](#); [DadosVN](#); [DadosDT](#)

Software para a Agricultura de Precisão ([Software](#))

Módulo I- Introdução à agricultura de precisão (AP)

Formação em sala (CT-0, PS-1); PSC-0; b-learning (S-1, A-0, hp-0)

- 1- Definição
- 2- Objetivos e enquadramento
- 3- Os dados como “focus” da AP
- 4- Perspetiva histórica da AP

Apresentações (1 h):

[A agricultura tradicional vs a agricultura de precisão.](#) (01AP_At-AP)

[Links Videos](#)

Módulo II- Sistemas de Navegação Global por Satélite (GNSS)

Formação em sala (CT-0, PS-3); PSC-2; b-learning (S-3, A-0, hp-2)

- 1- Introdução ao GNSS e ao Sistema de Posicionamento Global (GPS)
- 2- O segmento espacial, terrestre e do utilizador
- 3- Cálculo da posição do recetor
- 4- Erro do GPS e correção diferencial
- 5- Sistemas de Aumento baseado em Satélites (SBAS)
- 6- Navegação em Real-Time Kinematic (RTK)
- 7- Aplicações agrícolas. Levantamento e navegação. Condução de tratores e máquinas.

Prática:

- Utilização de um recetor GPS em modo navegação;
- Criação de WAYPOINTS e navegação;
- Criação de pontos, linhas e polígonos;
- Transporte para o computador e exportação para Sistema de Informação Geográfico (SIG).
- Condução assistida e automática por GPS

Módulo II- Sistemas de Navegação Global por Satélite (GNSS) (cont)

Apresentações (3 h):

[Os Sistemas GPS](#) (02AP_GPS)

[Sistemas GPS](#) (12APE_Livro_FAS_Apt02)

[Sistemas de apoio à condução por GPS](#) (12APE_Livro_FAS_Apt09)

Prática (2 h):

Utilização do programa GoogleEarth para georreferenciação e caracterização de uma vinha (ex. da [Vinha Nova da Qta de Prados da UTAD](#)).

Apresentação do GPS Garmin 600 ([Garmin600](#))

Utilização do software MapSource. ([Dados](#))

[Protocolo I](#)

Módulo II- Sistemas de Navegação Global por Satélite (GNSS) (cont)

Sites:

[GPSVisualizer](#) (converter ficheiros KML para xls ou txt)

[Conversor online de ficheiros KML em xls](#)

Videos:

[APE_Videos_GE](#)

[APE_Videos_GPS](#)

Módulo III- Sistemas de Informação geográfica (SIG)

Formação em sala (CT-0, PS-3); PSC-2; b-learning (S-3, A-0, hp-2)

- 1- O que é um SIG?
- 2- Objetos e atributos
- 3- Modelo “raster” e “vetorial”
- 4- Topologia e operações fundamentais
- 5- Entrada de dados
- 6- "Queries" e geoprocessamento
- 7- Produção de cartas
- 8- Sistemas de coordenadas
- 9- Softwares genéricos e específicos

Prática:

- Manipulação de dados raster;
- Manipulação de dados vetoriais;
- "Queries", overlay, buffer, etc.;

Módulo III- Sistemas de Informação geográfica (SIG) (cont)

Apresentações (3 h):

[Sistemas de Informação geográfica \(parte I\)](#) (03AP_SIG01)

[Sistemas de informação geográfica \(parte II\)](#) (03AP_SIG02)

[Os sistemas de informação geográfica](#) (12APE_Livro_FAS_Apt03)

Prática (2 h):

Configuração do écran do computador

Configuração do software QGIS

Utilização do software para análise de dados vetoriais e “rasters”.

Análise de dados relativos ao meio, plantas e solo ([0DdTt VN AI](#)).

Análise de imagens de [drones e satélite](#)

[Protocolo II](#)

Módulo III- Sistemas de Informação geográfica (SIG) (cont)

Sites:

Santos, F.- [Agricultura de precisão e equipamentos](#) (ape-agrosum)

Vídeos:

[APE Videos QGIS](#)

[Cursos de QGIS](#) (OAP_QGIS_Cursos)

Módulo IV- Detecção Remota (DR)

Formação em sala (CT-0, PS-3); PSC-2; b-learning (S-3, A-0, hp-2)

- 1- Definição e propriedades da radiação
- 2- As diferentes plataformas. Vantagens e desvantagens
- 3- Resolução espacial, espectral, temporal, radiométrica
- 4- Satélites e sensores para observação terrestre. Sensores de proximidade
- 5- Classificação supervisionada e não supervisionada
- 6- Índices de vegetação - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) e outros
- 7- Interpretação agronómica

Prática:

- Imagens de avião com 15 cm e Satélite com 10 m
- Compósito de cor-real, falsa-cor, outros;
- NDVI e outros índices de vegetação
- Sensores de proximidade da vegetação

Módulo IV- Detecção Remota (DR) (cont)

Apresentações (3 h):

[Sensores \(Energia eletromagnética, a teoria da onda, ...\)](#) (04AP_Sensores01) *

[Sensores \(A cor dos objetos vs sensores óticos\)](#) (04AP_Sensores02) *

[Sensores \(Interação da EEM com os objetos\)](#) (04AP_Sensores03)

[Sensores \(Detecção remota\)](#) (04AP_Sensores04) *

[Análise de imagens de satélites](#) (04AP_Sensores05)

[Sensores \(Sensores remotos por RADAR\)](#) (04AP_Sensores06)

[Comportamento espectral das plantas, solo e água](#) (04AP_Sensores12_Meio)

[Os Índices de Vegetação](#) (05AP_IndicesVegetação)

[Caraterização do meio](#) (12APE_Livro_FAS_Apt05)

Módulo IV- Detecção Remota (DR) (cont)

Prática (2 h):

O software SpectraSuite.

- [Curvas espectralis](#); [Índices de vegetação](#);

[Copernicus \(Bandas do Sentinel 2, ...\)](#)

...

Determinação do índice de vegetação NDVI utilizando imagens do Copernicus. [Dados](#)

Determinação do índice de vegetação NDVI utilizando imagens de drones. [Dados](#).

[Protocolo III](#)

Módulo IV- Detecção Remota (DR) (cont)

Sites:

[Caraterísticas de vários satélites](#)

[Copernicus Open Acess Hub](#) (login)

[Mundi Web Service](#) (login)

[Planet](#) (login)

[EarthData Alasca](#) (login)

Videos:

[APE Videos IV](#)

[APE Videos Sensores](#)

Programa Copernicus

[What is the Copernicus Programme?](#)

[Access to Copernicus Data: Overview and Introduction](#)

[Access to Copernicus Data: Using the ESA SciHub Navigators](#)

[Access to Copernicus Data: Using ESA/EUMETSAT Data Access and User Support](#)

[Access to Copernicus Data: Registration For Copernicus Services](#)

[Access to Copernicus Data: Navigation in Time Series Viewer](#)

[Access to Copernicus Data: Downloading a Subset of Data](#)

[Copernicus Data and Information Access Services](#)

Módulo V- Monitores de colheita e cartas de produtividade

Formação em sala (CT-0, PS-3); PSC-2; b-learning (S-3, A-0, hp-2)

- 1- Princípios da monitorização georreferenciada da produtividade
- 2- Cuidados a ter durante a monitorização
- 3- Pós-processamento de dados
- 4- Produção da carta de produtividade (legenda)
- 5- Exemplos de monitores e cartas de diversas culturas
- 6- Monitores de qualidade
- 7- Interpretação agronómica

Prática:

- Pós-processamento de dados
- Produção de carta de produtividade
- Monitor de produtividade (observação com a máquina em funcionamento)

Módulo V- Monitores de colheita e cartas de produtividade (cont)

Apresentações (3h):

[Sensores \(Condutividade elétrica do solo, produção, ...\)](#) (04AP_Sensores07) *

[Aplicação dos conceitos e tecnologias da agricultura de precisão a diferentes atividades agrónómicas](#) (12APE_Livro_FAS_Apt07)

Prática (2 h):

[O programa MapFilter](#) (Mapas de produtividade)

Utilização do QGIS para elaboração de carta de produtividade (1)

Módulo V- Monitores de colheita e cartas de produtividade (cont)

Sites:

Santos, F.- [Agricultura de precisão e equipamentos](#) (ape-agrosum)

Vídeos:

[APE Videos MP](#)

Módulo VI- Tecnologias de Taxa Variável (VRT)

Formação em sala (CT-0, PS-2); PSC-2; b-learning (S-2, A-0, hp-2)

- 1- Princípios da Tecnologia de Taxa Variável
- 2- Elaboração da Carta de prescrição
- 3- VRT em semeadores e distribuidores de adubo
- 4- VRT em pulverizadores
- 5- VRI: VRT em rampas pivotantes e gota-a-gota

Prática:

- Elaboração da carta de prescrição
- VRT em distribuidor de adubo (observação com a máquina em funcionamento)

Módulo VI- Tecnologias de Taxa Variável (VRT) (cont)

Apresentações (2 h):

[Equipamentos VRT](#) (06AP_VRT)

Prática (2 h):

Utilização do QGIS para elaboração de mapas de prescrição

Utilização de sistemas de apoio à decisão para elaboração de mapas de prescrição.

Módulo VI- Tecnologias de Taxa Variável (VRT) (cont)

Sites:

Santos, F.- [Agricultura de precisão e equipamentos](#) (ape-agrosum)

Vídeos:

[APE Videos VRT](#)

Módulo VII- Cartografia digital do solo e terreno

Formação em sala (CT-0, PS-2); PSC-2; b-learning (S-2, A-0, hp-2)

- 1- Introdução à cartografia digital
- 2- Sensores de condutividade / resistividade elétrica
- 3- Outros sensores do solo
- 4- Introdução aos Modelos Digitais do Terreno
- 5- Índices topográficos

Prática:

- Sensor de condutividade elétrica do solo (observação com a máquina em funcionamento)
- MDT e índices topográficos

Módulo VII- Cartografia digital do solo e terreno (cont)

Apresentações (2 h):

Direção Geral do Território (DGT)- [Modelos Digitais de Terreno e de Superfície](#)

Adenilson. [Modelo digital do terreno: Como produzir ?](#).

Prática (2 h):

Utilização do Google Earth para criar cartas topográfica

Cartografia do concelho de Vila Real

Utilização de imagens do Sentinel 1 para cartografar a UTAD

[1- PrintScreen do projeto QGIS](#)

[2- PrintScreen do projeto QGIS](#)

[Protocolo IV](#)

Módulo VII- Cartografia digital do solo e terreno (cont)

Sites:

[Análise Fisiográfica \(relevo-hipsometria-declive-exposição de encostas](#)

Carlos Barros- [Introdução à cartografia](#)

[Centro de Informação Geoespacial do Exército](#)

[DEM data para Portugal](#)

[Direção Geral do Território. Modelos digitais de Terreno e Superfície](#)

[EARTHDATA Alasca Satelites Facility](#)

[Ficheiro de projeto QGIS com DEMs carregados a partir do servidor SIG](#)

IBGE- [Noções básicas de cartografia](#)

[Land cover and land cover changes in European countries in 2000-2018](#)

[PORTUGAL: Shapefiles de todo o país](#)

Vídeos:

[APE Videos MDE](#)

Módulo VIII- Gestão de dados e decisão agronómica

Formação em sala (CT-0, PS-2); PSC-2; b-learning (S-2, A-0, hp-2)

- 1- Gestão de dados
- 2- Posse de dados
- 3- Gestão e decisão diferenciada e interdisciplinaridade
- 4- Modelos de simulação de culturas e apoio à tomada de decisão
- 5- Análise económica da AP

Prática:

- Caso-de-estudo

Módulo VIII- Gestão de dados e decisão agronómica (cont)

Apresentações (2 h):

[A escolha do material agrícola](#) (00EscMA87_Apt)

Prática (2 h):

[Determinação do rendimento em trabalho](#) (00REN_TRAB95)

[Escolha técnica dos equipamentos; exemplo de charruas](#). (19Equip_EscTec)

[Custo hora do trator e equipamento](#). (16ctotrator1125)

[Determinação dos custos horários de diferentes equipamentos](#). (ihera)

[Determinação dos resultados económicos de uma empresa vitícola](#) (18Result-Economicos)

[Despesas vs receitas](#) (20Despesas_Receitas_Vinha)

[Taxa interna de rentabilidade \(TIR\) vs Valor atual líquido \(VAL\)](#) (21TIR_VAL0606)

Módulo VIII- Gestão de dados e decisão agronómica (cont)

Sites:

Santos, F.- [Agricultura de precisão e equipamentos](#) (ape-agrosum)

Avaliação e encerramento

Formação em sala (CT-0, PS-1); PSC-0; b-learning (S-1, A-0, hp-0)

Avaliação de conhecimentos

Avaliação de reação

Encerramento

Protocolo I

- 1- Com os dados georreferenciados pelo GPS Garmin 600, relativos aos pontos limites (PtLim) de cada folha da Vinha Nova da UTAD, utilize o software MapSource para delimitar as 12 folhas dessa vinha (ver gráfico da vinha).
- 2- Utilizando o GoogleEarth marque os pontos correspondentes aos obtidos com o GPS para obter a delimitação das folhas e crie os polígonos respetivos. Marque um ponto interior em cada uma das folhas (PtInt) de cada uma delas e anote a cota desse ponto; marque igualmente 4 pontos exteriores (PtExt) à vinha por forma que esta fique enquadrada com a moldura obtida pela união dos 4 pontos.
- 3- Compare, em termos de áreas, os dados obtidos pelos dois métodos anteriores
- 4- Carregue os dados determinados no GE numa folha de cálculo (excel) e faça o seu gráfico de dispersão. Junto aos PtInt crie uma caixa de texto onde possa ser indicada a variável (exemplo das cotas).

Protocolo II

- 1- Carregue os dados gravados na folha excel relativos aos PtExt, PtLim e PtInt no programa QGIS. Importe a imagem do GE que inclua estes pontos
- 2- Utilize os PtLim para definir as várias folhas da vinha.
- 3- Crie diferentes camadas shapefiles correspondes aos dados relativos aos PtInt (cotas, dados do solo, ...). Incluir em cada camada os valores correspondentes.
- 4- Determine os mapas de variabilidade (defina três classes) relativas à produção da uva, à MO e P do solo. Comente a correlação entre a produção e os fatores do solo.
- 5- Considerando os dados de referência disponibilizados defina mapas de aplicação de MO e P que permitam ir corrigindo esses valores para aumentar a produção; utilize a interpolação pelo inverso da potência da distância (IDW).
- 6- Considerando a área das folhas e das quantidades de MO e P a aplicar, determine as quantidades a adquirir no início da campanha.
- 7- Utilizando imagens de [drones](#) e do [Sentinel 2](#), determine o NDVI da vinha.

Protocolo III

- 1- Utilize o programa SpectraSuite para obter as curvas espectrais das folhas recolhidas nos PInt das folhas.
- 2- Copie os dados da refletância dos gráficos para uma folha de cálculo; apague os dados para os comprimentos de onda $<$ que $400\ \mu$ e $>$ que $1100\ \mu$. Os comprimentos de onda apresentados apenas na 1^a coluna da folha de cálculo.
- 3- Utilizando o ficheiro disponibilizado (Espectroradiómetro_AI.xls) determine os Índices de Vegetação aí referidos a amarelo. Faça um gráfico no excel com estes dados.
- 4- Faça um gráfico no excel que relacione o SPAD (eixo do X) com o NDVI (eixo dos Y) e estabeleça uma equação de regressão do 1^o grau e apresente o respetivo coeficiente de regressão.

Protocolo IV

Utilizando as ferramentas apresentadas no módulo VII faça uma carta topográfica do distrito de Vila Real (ou um à sua escolha) com as respetivas curvas de nível.

CRONOGRAMA

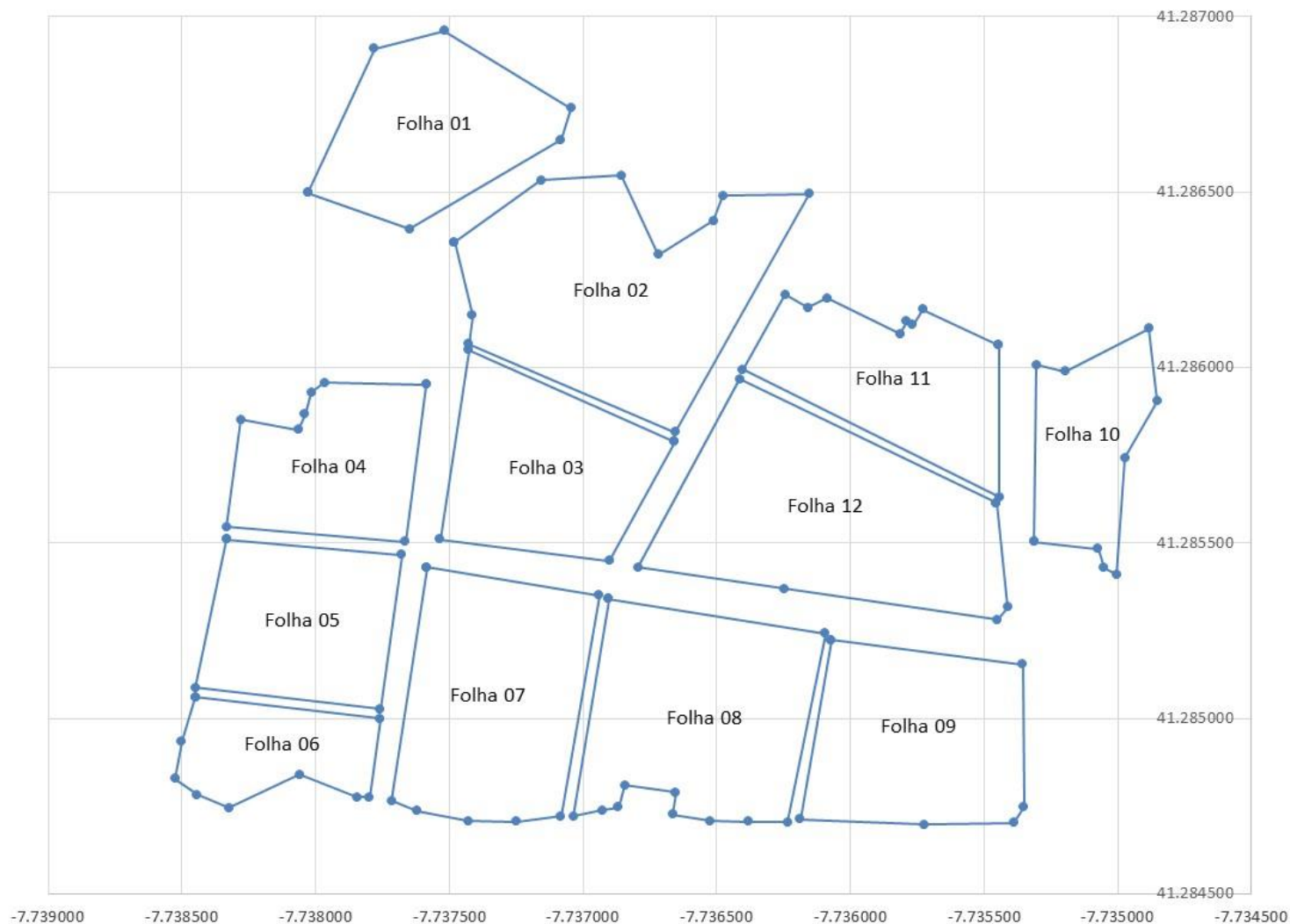
Ent. Promot.:	FATA	Duração:	35 Horas	Nº Dias:	12
Projeto:	PDR2020-211-032759	Homologação:	N/A		
Curso:	Agricultura de Precisão			Ação:	03-PDRFATA-759
Local:	e-learning.consultua.pt	Início:	02/06/2023	Fim:	24/06/2023

1 - Distribuição Horária

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Junho	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
MÓDULO		Int e M1 vídeo				M2 vídeo		F		F	M3 M4		M3 vídeo		M4 vídeo			M5 M6	M5 vídeo	M6 vídeo	M7 vídeo	M8 vídeo		M7 M8		AV				
Horário: Início fim		20:00 22:00				19:30 22:30					9:00 16:00		19:30 22:30		19:30 22:30			9:00 13:00	19:30 22:30	20:00 22:00	20:00 22:00	20:00 22:00		9:00 13:00		20:00 21:00				

Módulo	Designação do Módulo	Organização	Formador/a	Horas Totais	Duração
Int	Introdução à Ação	síncrona	Judite Silva e Formador	1	1 sessão
M1	I- Introdução à Agricultura de Precisão (AP)	síncrona	Formador Fernando Santos	1	1 sessão
M2	II- Sistemas de Navegação Global por Satélite (GNSS)	síncrona	Formador Fernando Santos	3	1 sessão
M2	II- Sistemas de Navegação Global por Satélite (GNSS)	Presencial	Formador Fernando Santos	2	1 dias
M3	III- Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	síncrona	Formador Fernando Santos	3	1 sessão
M3	III- Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	Presencial	Formador Fernando Santos	2	1 dias
M4	IV- Detecção Remota	síncrona	Formador Fernando Santos	3	1 sessão
M4	IV- Detecção Remota	Presencial	Formador Fernando Santos	2	1 dias
M5	V- Monitores de colheita e cartas de produtividade	síncrona	Formador Fernando Santos	3	1 sessão
M5	V- Monitores de colheita e cartas de produtividade	Presencial	Formador Fernando Santos	2	1 dias
M6	VI- Tecnologias de Taxa Variável (VRT)	síncrona	Formador Fernando Santos	2	1 sessão
M6	VI- Tecnologias de Taxa Variável (VRT)	Presencial	Formador Fernando Santos	2	1 dias
M7	VII - Cartografia digital do solo e do terreno	síncrona	Formador Fernando Santos	2	1 sessão
M7	VII - Cartografia digital do solo e do terreno	Presencial	Formador Fernando Santos	2	1 dias
M8	VIII- Gestão de dados e decisão agronómica	síncrona	Formador Fernando Santos	2	1 sessão
M8	VIII- Gestão de dados e decisão agronómica	Presencial	Formador Fernando Santos	2	1 dias
AV	Avaliação	síncrona	Formador Fernando Santos	1	1 sessão
TOTAL				36	

Vinha Nova - Sr. de Lurdes



*00Consultua — QGIS

Projeto Editar Ver Camada Configurações Plugins Vetor Raster Web Mesh HCMGIS Processamento Ajuda



Camadas

- ☐ CurvasNivel_Contour_IWD
- ☐ CurvasNivel_GE_IWD
- ☐ CurvasNivel — route_points
- ☐ CurvasNivel — routes
- ☐ CurvasNivel — track_points
- ☐ CurvasNivel — tracks
- ☐ CurvasNivel — waypoints
- ☐ dd_VRT_kgha_Md
- ☐ Dd_VRT_kgha
- ☐ 0Dados_VN_AI-Tt-DdVRT
- ☐ DdVRT_P205_VR
- ☐ NDVI
- ☐ utad_nir_wgs84
- ☐ campus_utad_RGB_ETRS
- ☐ NDVI_S2
- ☐ S2_B08_Md
- ☐ S2_B04_Md
- ☒ P205_IWD
- ☒ 0DdTt_VN_AI-DdSolo-P205
- ☐ Cotas_Interpol
- ☐ 0DdTt_VN_AI-Cotas
- ☐ 21G600_shp
- ☒ 21G600_Agro_AI — waypoints
- ☐ VinhaNova
- ☐ VinhaNova
- ☒ VinhaNova
- ☒ VN_Mold_shp
- ☐ VN_Moldura.kml
- ☐ Google Maps
- ☒ Google Satellite

Zoom to Coordinate

Enter 'Latitude, Longitude'



Ferramentas de processamento

Pesquisar...

- Utilizado recentemente
- Análise da rede
- Análise raster
- Análise vetorial
- Análises raster do terreno
- Cartografia
- Criação de raster
- Criação de vetor
- Database
- Ferramentas de camadas
- Ferramentas de ficheiro
- Ferramentas raster
- Geometria vetorial
- GPS
- Gráficos
- Interpolação
- Mesh
- Mosaico vetor
- Seleção vetorial
- Sobreposição de vetor
- Tabela vetorial
- Vetor geral
- GDAL
- Lat Lon tools
- QuickOSM

Coordenada 41,285597° -7,73824° Escala 1:867 Ampliação 100% Rotação 0,0 ° Renderizar EPSG:4326

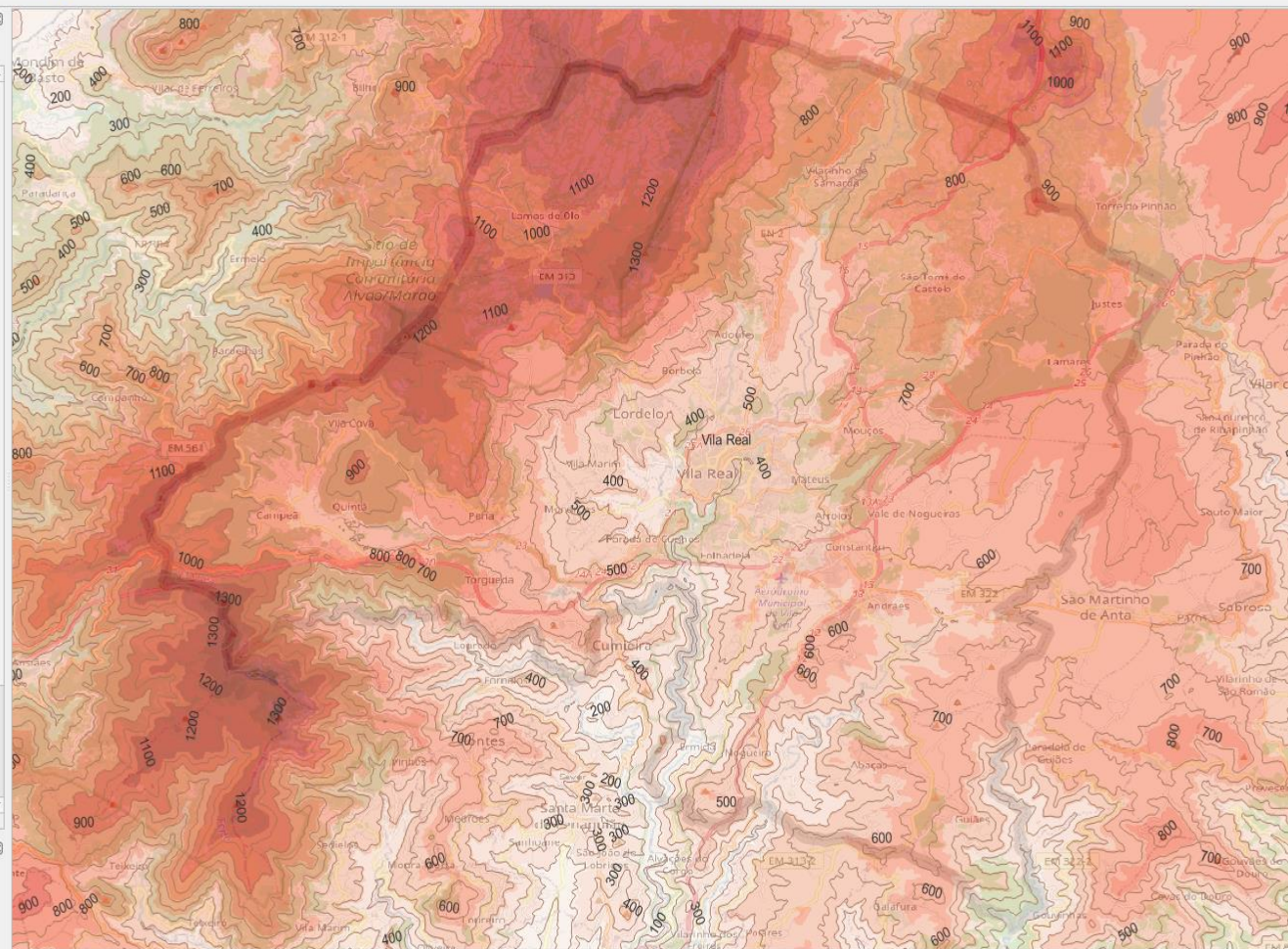


Camadas

- ☒ N41W008_Isolinhas
- ☒ N41W008.hgt
- ☒ VR
- ☐ concelhos
- ☐ Curvas_Nivel_Contour_TIN
- ☐ Curvas_Nivel_GE_TIN
- ☐ Curvas_Nivel_Contour_IWD
- ☐ CurvasNivel_GE_IWD
- ☐ CurvasNivel — route_points
- ☐ CurvasNivel — routes
- ☐ CurvasNivel — track_points
- ☐ CurvasNivel — tracks
- ☐ CurvasNivel — waypoints
- ☐ dd_VRT_kgha_Md
- ☐ Dd_VRT_kgha
- ☐ 0Dados_VN_AI-Ti-DdVRT
- ☐ DdVRT_P205_VR
- ☐ NDVI
- ☐ utad_nir_wgs84
- ☐ campus_utad_RGB_ETRS
- ☐ NDVI_S2
- ☐ S2_B08_Md
- ☐ S2_B04_Md
- ☐ P205_IWD
- ☐ 0DdTi_VN_AI-DdSolo-P205
- ☐ Cotas_Interpol
- ☐ 0DdTi_VN_AI-Cotas
- ☐ 21G600_shp
- ☐ 21G600_Agro_AI — waypoints
- ☐ VinhaNova
- ☐ VinhaNova

Zoom to Coordinate

Enter Latitude, Longitude



Ferramentas de processamento

Utilizado recentemente

- Análise da rede
- Análise raster
- Análise vetorial
- Análises raster do terreno
- Cartografia
- Criação de raster
- Criação de vetor
- Database
- Ferramentas de camadas
- Ferramentas de ficheiro
- Ferramentas raster
- Geometria vetorial
- GPS
- Gráficos
- Interpolação
- Mesh
- Mosaico vetor
- Seleção vetorial
- Sobreposição de vetor
- Tabela vetorial
- Vetor geral
- GDAL
- Lat Lon tools
- QuickOSM

?