Recuperação do furo das Cancelas – Horta

projeto GENESIS

Elsa Cristina Ramalho – LNEG

José Sampaio, Pedro Gonçalves, Alain Francés – LNEG

Hugo Pacheco, Carlos Moniz, Umberta Alves – CMH

Ana Hipólito, Natália Silva, João Santos – TAT

01 **INTRODUÇÃO AO PROJETO GENESIS**

Consórcio, objetivos e WP

02 **OS DEMONSTRADORES DO PROJETO GENESIS**

Nature Based Solutions e os vários demonstradores.

03 **O DEMONSTRADOR D#7 FAIAL**

Recuperação do furo das Cancelas

04 **TRABALHOS EM CURSO**

Análise da informação disponível (geologia, hidrogeologia, deteção remota) e reprocessamento de dados históricos (geoelétrica).

05 **TRABALHOS EM PREPARAÇÃO**

Eventual reprocessamento dos dados de gravimetria. Preparação de campanhas de geofísica e caderno de encargos para a realização dos furos.

01 O que é o projeto GENESIS

Acrónimo de:

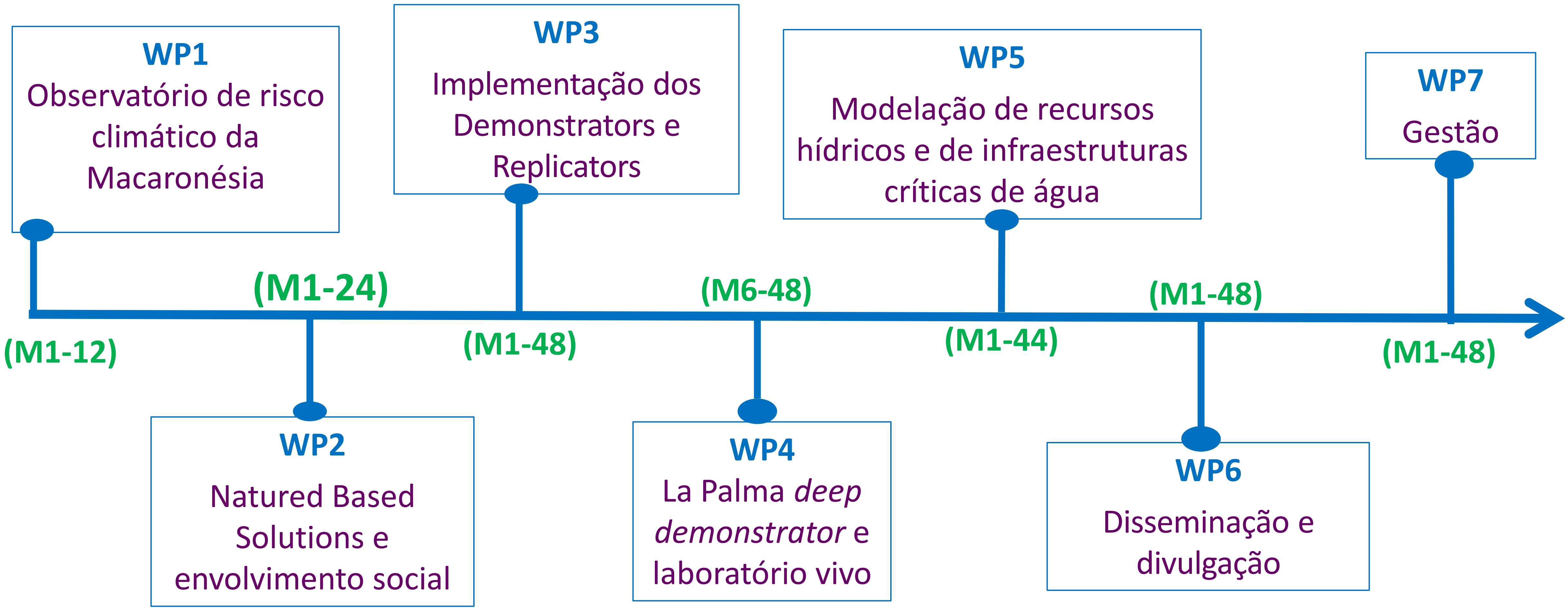
- ❑ Geologically Enhanced NaturE-based Solutions for climate change resiliency of critical water InfraStructure
- ❑ Soluções geologicamente melhoradas baseadas na natureza para resiliência às alterações climáticas de infraestruturas críticas de água

- ❑ Projeto de demonstração;
- ❑ HORIZON Innovation Actions;
- ❑ 20 parceiros;
- ❑ 9 demonstrators, Açores, Madeira, Canárias, Cabo Verde);
- ❑ Início 1/9/24
- ❑ Duração 48 meses

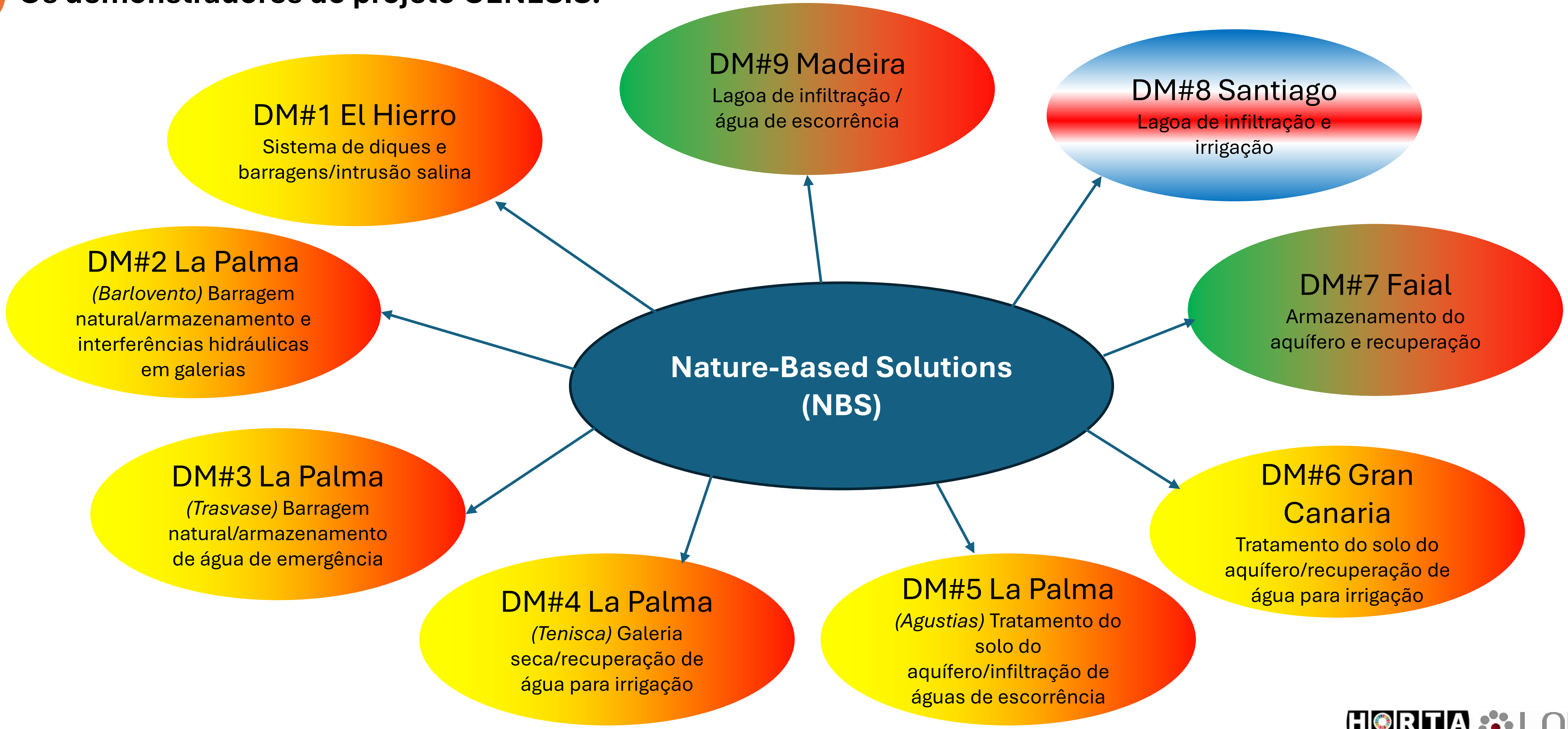
Demonstrador D#7 Faial

- ❑ Câmara Municipal da Horta (CMH);
- ❑ Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG);
- ❑ Trisolaris Advanced Technologies (TAT)

01 O que é o projeto GENESIS

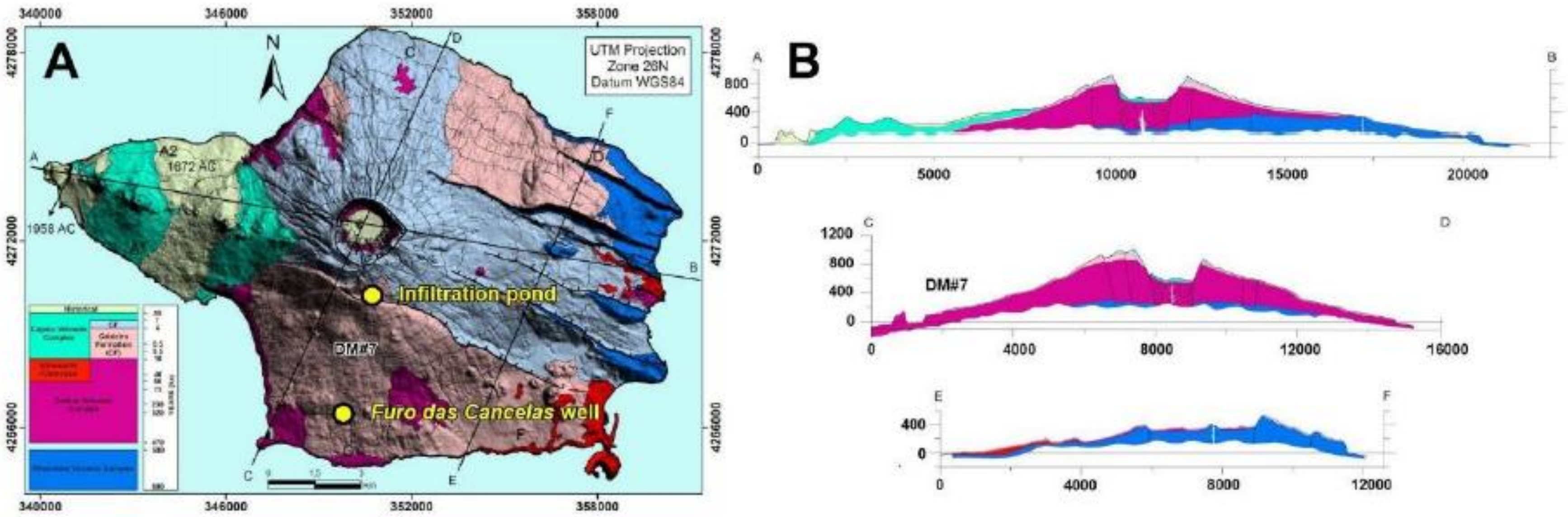


02 Os demonstradores do projeto GENESIS.



03 O demonstrador D#7 Faial

- Utilização do excesso de água potável acumulada em barragens/lagoas de rega existentes a montante, para restabelecer a capacidade de abastecimento de água doce do Furo das Cancelas.
- O Furo das Cancelas tem uma produção de cerca de 50 m^3/h, funcionando ininterruptamente 24 horas nos últimos 50 anos, e é a única fonte de água para uma população de cerca de 3000 habitantes.
- Infraestruturas importantes, como o aeroporto da Horta, um grande produtor de laticínios e um hotel, também dependem deste poço de água.



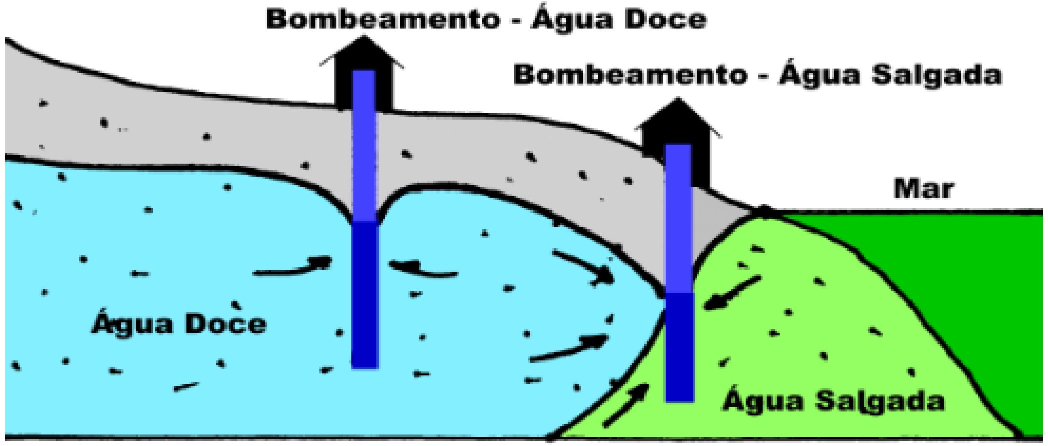
- A conceção e construção deste sistema de armazenamento e recuperação de aquíferos seguirá a sequência metodológica aplicável a outros locais demonstradores.

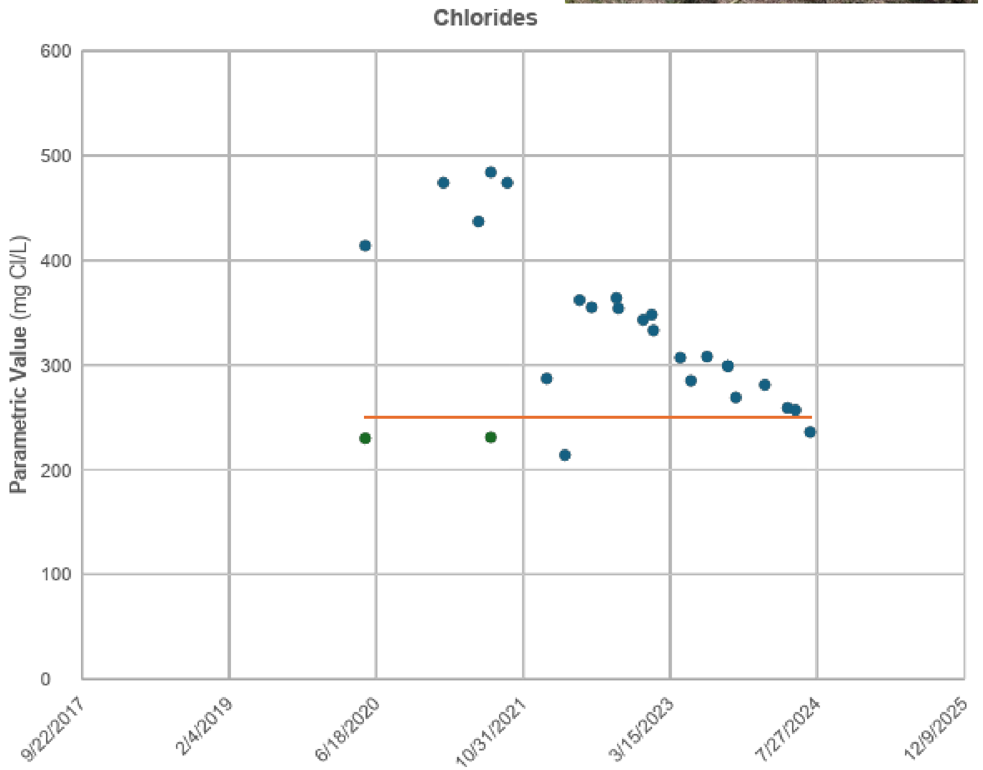
03 **O demonstrador D#7 Faial**

Furo das Cancelas

Problemas de intrusão salina

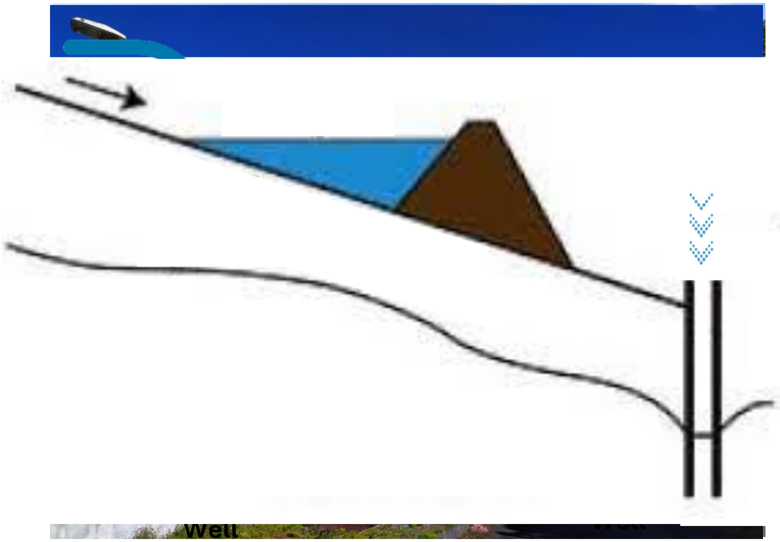
- Sobrexploração do aquífero
- Mudanças no uso do solo – alterando a zonas de recarga
- Variações climáticas
- Flutuações no nível do mar





03 O demonstrador D#7 Faial

- Pretendem-se perfurar 2 a 4 poços de injeção para contrariar a intrusão de água salgada e melhorar a qualidade da água do Furo das Cancelas.



03 O demonstrador D#7 Faial

Análise da informação de deteção remota

Análise e reprocessamento da informação existente

Realização de uma campanha de prospeção geofísica

Modelação conceptual do sistema

Modelação matemática do sistema

Perfuração dos furos de injeção

Monitorização

Em fase adiantada de realização

Em fase de início

Por realizar

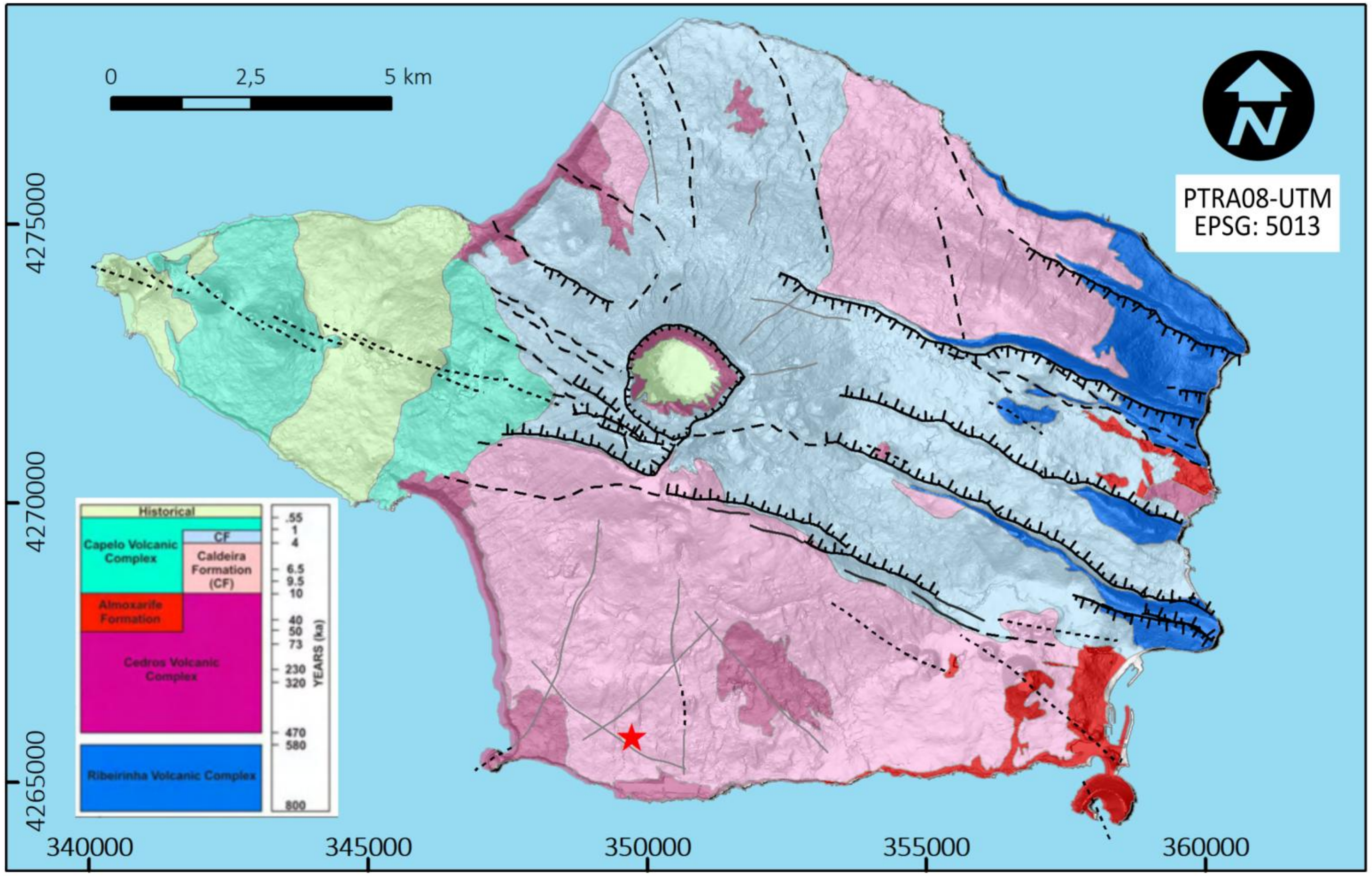
04 Trabalhos em curso

- Dados topográficos;
- Informação geológica e de utilização do solo;
- *Logs* de furos litológicos;
- Análises químicas da água;
- Níveis de água de furos;
- Caudais extraídos;
- Processamento de dados geofísicos históricos (perfis de resistividade dipolo-dipolo, sondagens elétricas verticais (VES) e revisão da possibilidade de dados gravimétricos;
- Deteção remota de dados de satélite;
- Centralização da informação espacial na Geodatabase e geração de novas variáveis de apoio aos trabalhos em curso.

04 Trabalhos em curso

- ❑ Informação geológica

Unidades vulcânicas e cartografia tectónica

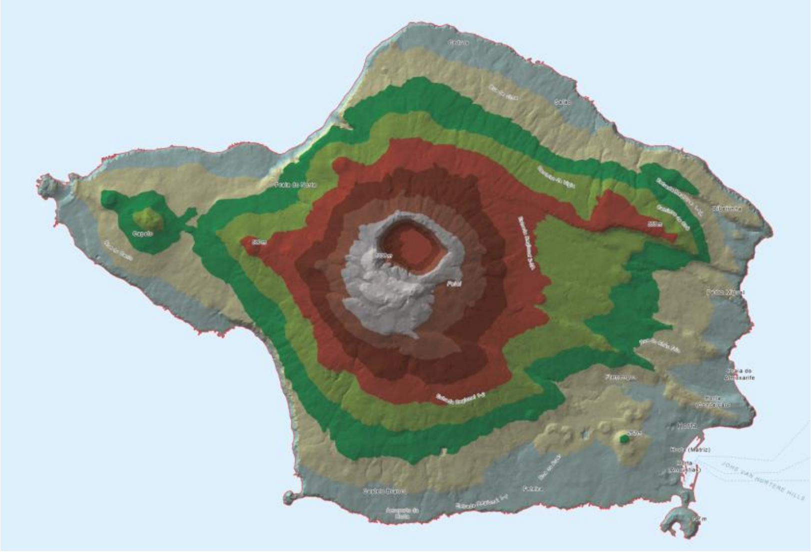


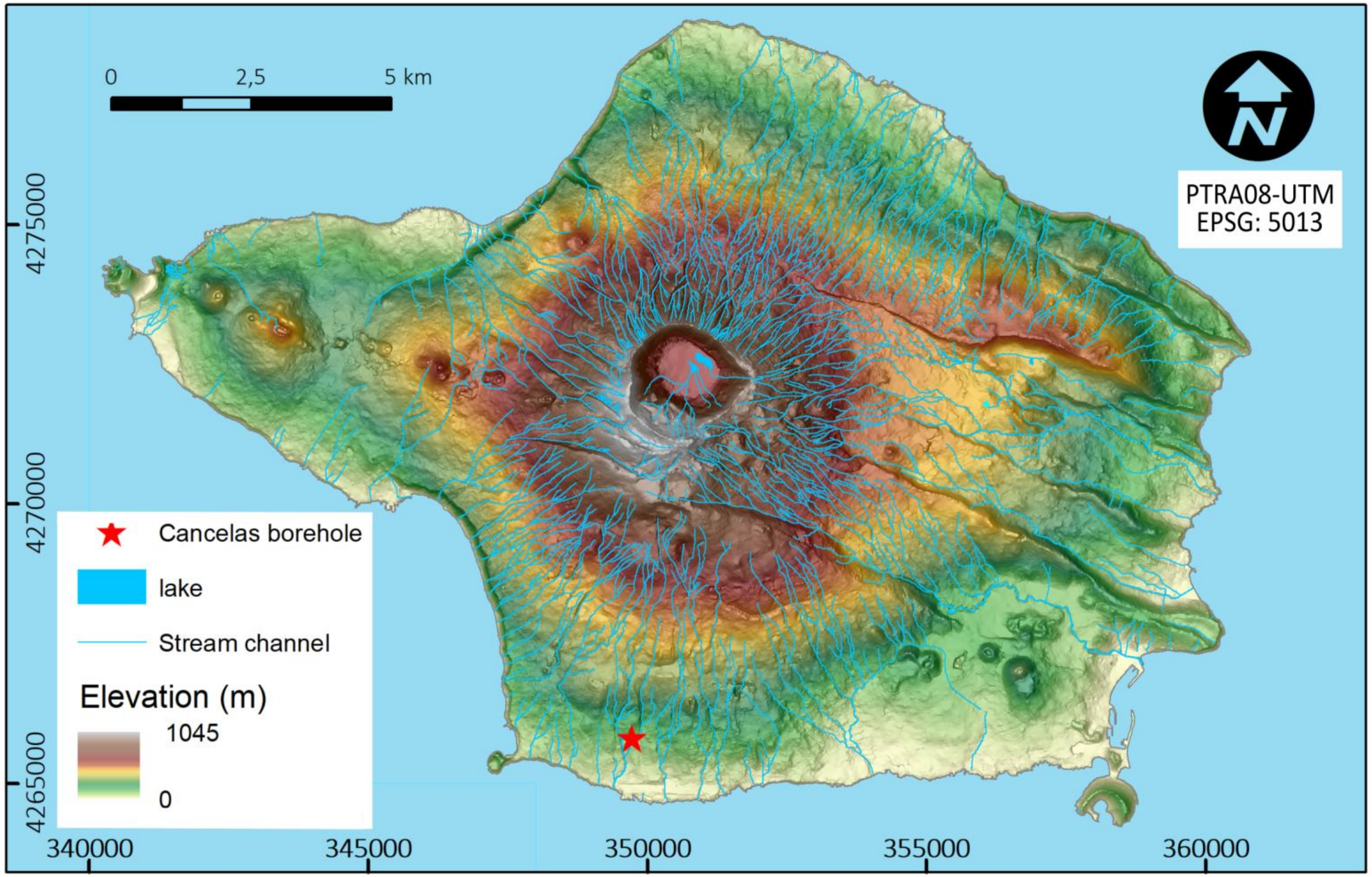
Adaptado de Serralheiro et al. (1987); Madeira (1998); Madeira & Brum da Silveira (2003); Madeira et al. (2013).

04 Trabalhos em curso

❑ Dados topográficos

- Revisão e correção do MDT disponível (5 m)
- Informação muito importante, caso se venha a encontrar a informação de gravimetria em falta.



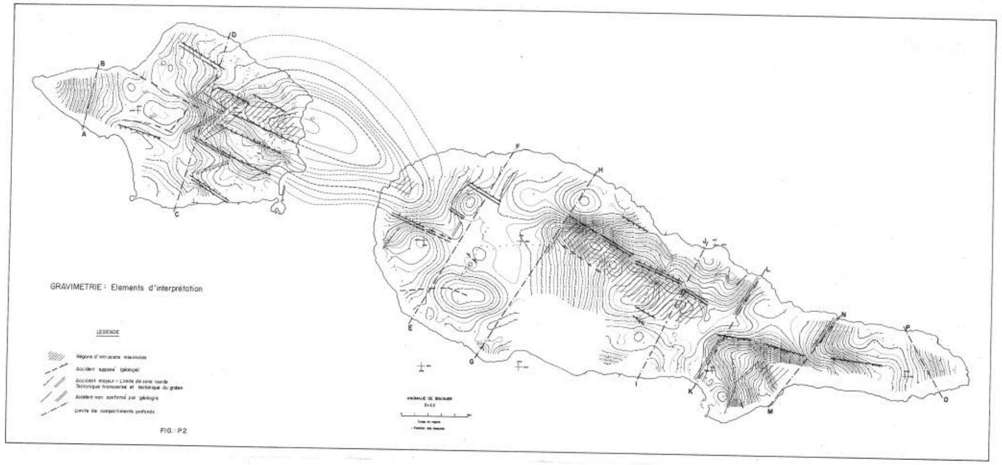


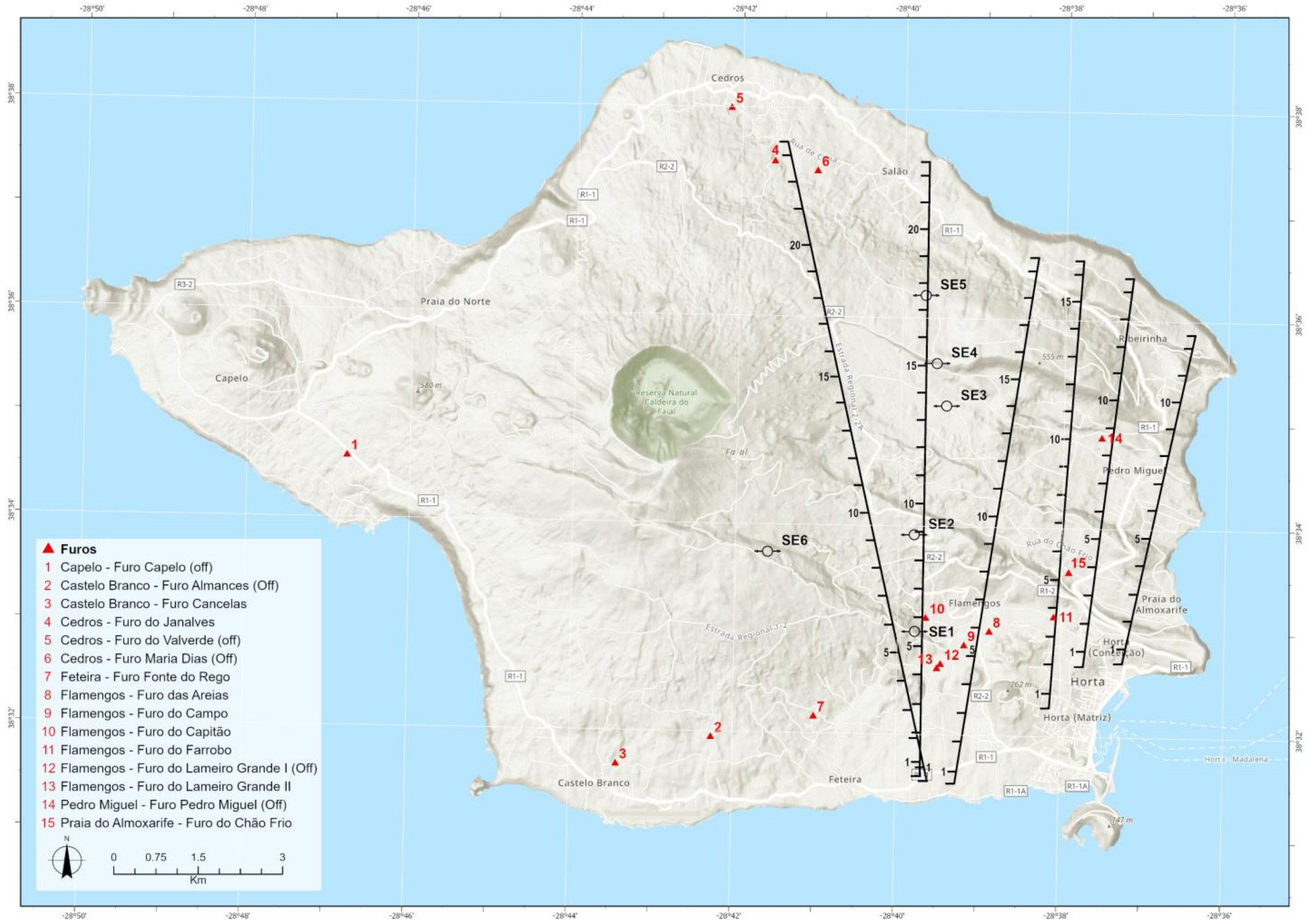
04 Trabalhos em curso

- **Processamento de dados geofísicos históricos (prospeção geotérmica, 1982)**

- perfis de resistividade dipolo-dipolo;
- sondagens elétricas verticais (VES);

gravimetria (?)





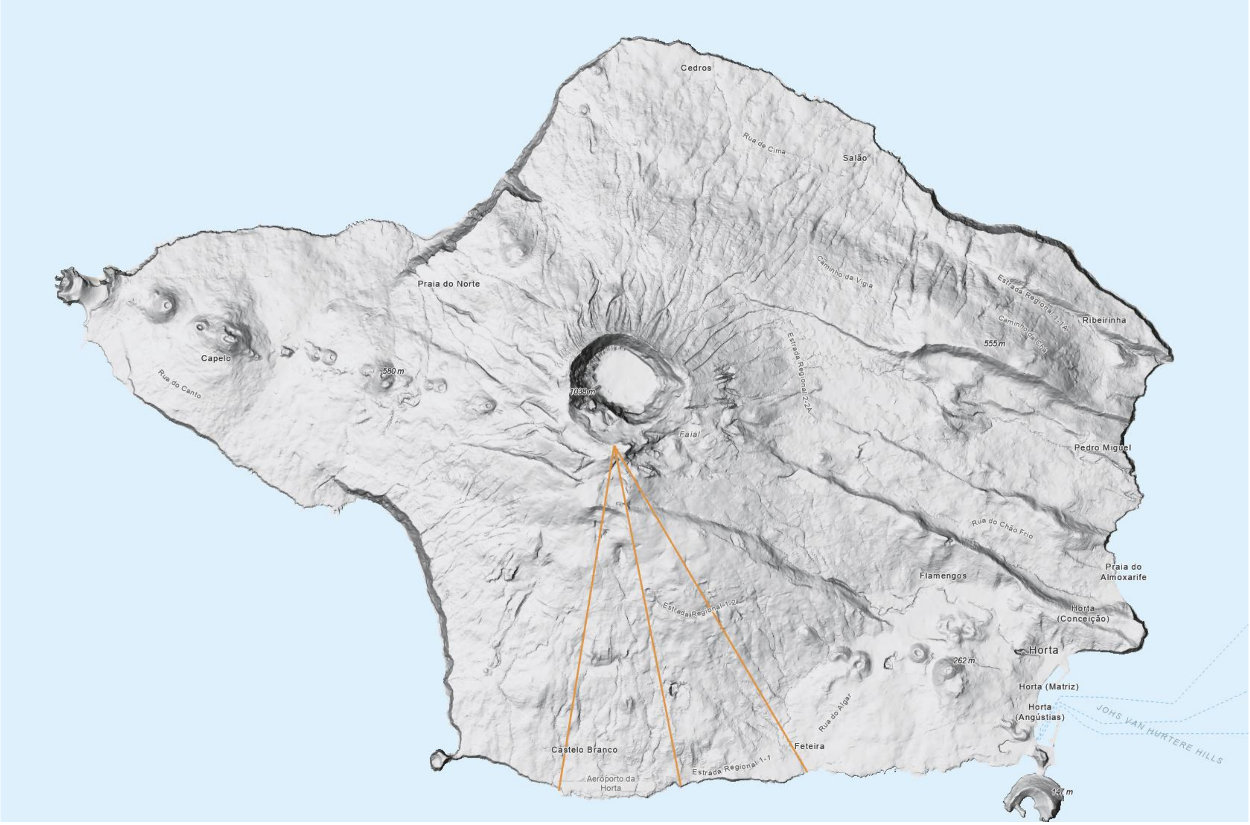
04 Trabalhos em curso

- Bases SIG
- Carta_Vulcanológica_FAIAL
- Furos
- Prospeção geotérmica 1982

Nome

- ACIDENTES TOPOGRÁFICOS
- ALTIMETRIA
- ÁREAS DIVERSAS
- EDIFICAÇÕES
- ESTRUTURAS DE ABASTECIMENTO E CO...
- HIDROGRAFIA
- LIMITES
- RECURSOS NATURAIS
- REDE GEODÉSICA E DE NIVELAMENTO
- REDE VIÁRIA E TRANSPORTES
- SOLOS - TIPOS E COBERTURAS
- TOPONÍMIA

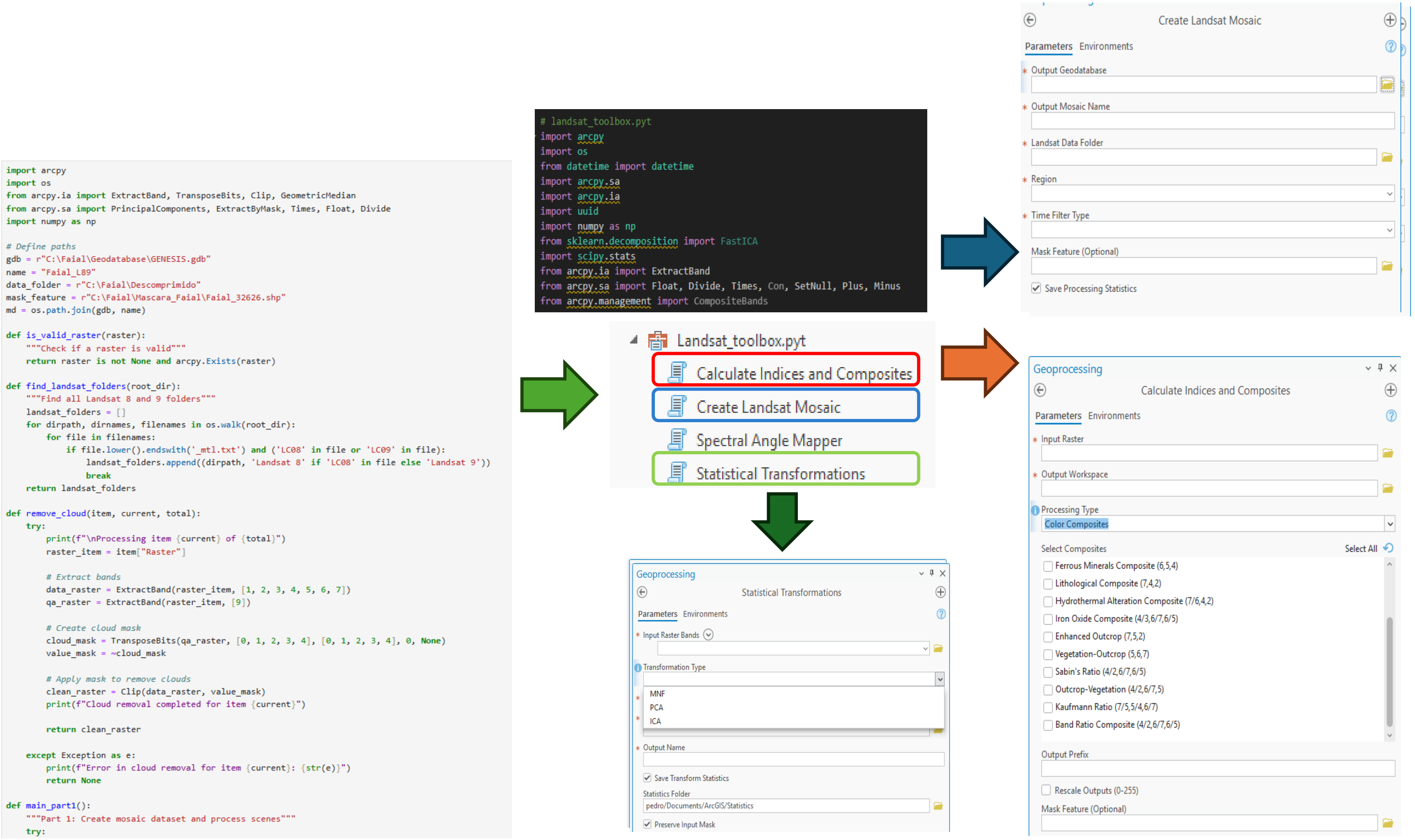
GENESIS.gdb
- Acidentes_Topograficos
- Altimetria
- Areas_Diversas
- Edificacoes
- Estruturas_de_Abastecimento_e_Comunicacoes
- Furos
- Geoeletrica_BRGM
- Gravimetria_BRGM
- Hidrografia
- Limite_Carta
- Limites
- Perfis_Topograficos
- Recursos_Naturais
- Rede_Geodesica_e_Nivelamento
- Rede_Viaria_e_Transportes
- Solos_Tipos_e_Cobertura
- Terrain_Dataset
- Toponimia
- BR_Adv_Argillic_B4_B6_B4_B6
- BR_Alteration_B6_B7_B4_B2
- BR_Alunite_Kaolinite_B6_B7
- BR_Chlorite_B6_B7_B6_B7
- BR_Clay_Minerals_B6_B7
- BR_Clay_Minerals_Ratio_B7_B5
- BR_Clay_Ratio_B5_B7_B6_B6
- BR_Ferric_Iron_B4_B2
- BR_Ferrous_Iron_B5_B4
- BR_Ferrous_Minerals_B6_B4
- BR_Ferrous_Minerals_B6_B5
- BR_Gossan_B4_B2_B4_B3
- BR_Iron_Oxide_B4_B3
- BR_Iron_Oxides_B4_B2
- BR_Muscovite_B7_B6
- BR_NDBI_B6_B5_B6_B5
- BR_NDMI_B5_B6_B5_B6
- BR_NDVI_B5_B4_B5_B4
- BR_NDWI_B3_B5_B3_B5



- Centralização da informação espacial em Geodatabase e geração de novas variáveis para apoio aos trabalhos em curso.

04 Trabalhos em curso

- ❑ Desenvolvimento de ferramentas específicas para criação de mosaicos multitemporais, rácios entre bandas, composições coloridas e transformações estatísticas de dados Landsat (collection 2 level 2) e futuramente Sentinel 2 L2A.

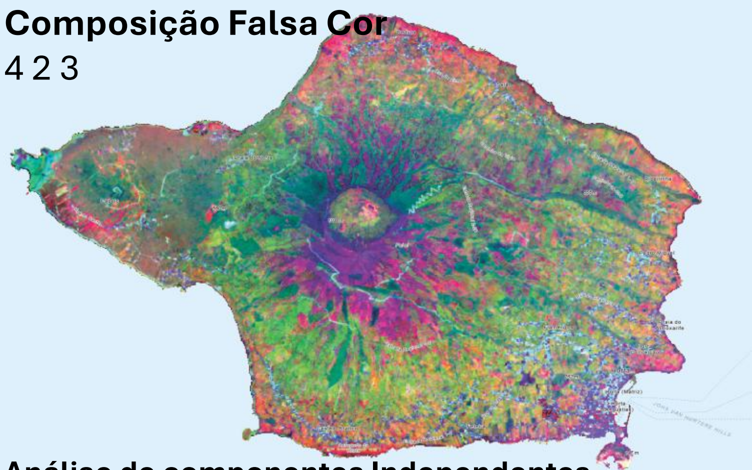


04 Trabalhos em curso

Composição Falsa Cor
MNF – 4 2 3

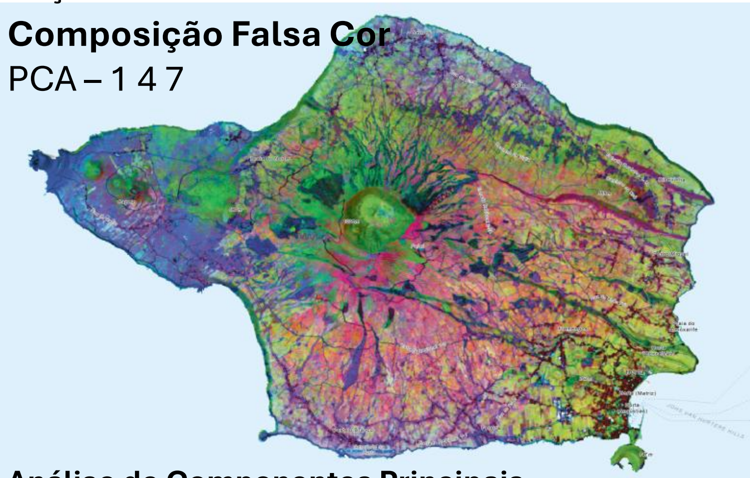
Fração de Ruído Mínimo

Composição Falsa Cor
4 2 3



Análise de componentes Independentes

Composição Falsa Cor
PCA – 1 4 7



Análise de Componentes Principais

Composição Cor Verdadeira

Mosaico Multitemporal – Landsat 8/9

```
# Data file produced by Principal Components
#      Input raster(s):
#              C:\Faial\Geodatabase2\Faial_TESTESCRIPT.gdb\Faial_V4_Masked
#      The number of components = 7
#      Output raster(s):
#              C:\Faial\Projeto\Genesis_Faial\Default.gdb\Princip_1


#                 COVARIANCE MATRIX

#   Layer            1            2            3            4            5            6            7
#  ------------------------------------------------------------------------------------
      1       1,064100e+05 1,154139e+05 1,432645e+05 1,669180e+05 1,372588e+05 3,082525e+05 2,303633e+05
      2       1,154139e+05 1,275864e+05 1,623964e+05 1,898300e+05 1,462677e+05 3,512017e+05 2,623699e+05
      3       1,432645e+05 1,623964e+05 2,470301e+05 2,540805e+05 5,520811e+05 6,194727e+05 3,932736e+05
      4       1,669180e+05 1,898300e+05 2,540805e+05 3,115044e+05 2,018634e+05 5,892667e+05 4,442719e+05
      5       1,372588e+05 1,462677e+05 5,520811e+05 2,018634e+05 5,443939e+06 2,215097e+06 7,518691e+05
      6       3,082525e+05 3,512017e+05 6,194727e+05 5,892667e+05 2,215097e+06 1,993821e+06 1,125952e+06
      7       2,303633e+05 2,623699e+05 3,932736e+05 4,442719e+05 7,518691e+05 1,125952e+06 7,567862e+05
#  ====================================================================================


#                 CORRELATION MATRIX

#   Layer            1            2            3            4            5            6            7
#  ------------------------------------------------------------------------------------
      1            1,00000      0,99052      0,88363      0,91681      0,18034      0,66923      0,81177
      2            0,99052      1,00000      0,91474      0,95220      0,17551      0,69632      0,84436
      3            0,88363      0,91474      1,00000      0,91593      0,47607      0,88268      0,90956
      4            0,91681      0,95220      0,91593      1,00000      0,15501      0,74772      0,91502
      5            0,18034      0,17551      0,47607      0,15501      1,00000      0,67235      0,37042
      6            0,66923      0,69632      0,88268      0,74772      0,67235      1,00000      0,91662
      7            0,81177      0,84436      0,90956      0,91502      0,37042      0,91662      1,00000
#  ------------------------------------------------------------------------------------


#               EIGENVALUES AND EIGENVECTORS

# Number of Input Layers     Number of Principal Component Layers
          7                              7
# PC Layer           1            2            3            4            5            6            7
#  ------------------------------------------------------------------------------------
# Eigenvalues
              6949909,45250 1878335,88307 123290,37461  19455,06084  11496,68175   4305,74622    284,56320
# Eigenvectors
# Input Layer
      1            0,05037      0,18022      0,42583      0,21487      0,61696     -0,09883     -0,58913
      2            0,05606      0,20680      0,43479      0,19882      0,31744     -0,01758      0,79022
      3            0,12996      0,23667      0,38261      0,30567     -0,48713      0,65420     -0,14834
      4            0,08805      0,35063      0,41219     -0,27684     -0,47340     -0,62645     -0,07892
      5            0,84680     -0,49329      0,15647     -0,12124      0,01430     -0,01229      0,00742
      6            0,45887      0,51182     -0,52533      0,46311     -0,01067     -0,19204      0,00604
      7            0,20505      0,49041     -0,11352     -0,71767      0,23849      0,36397      0,01243
#  ------------------------------------------------------------------------------------

#               PERCENT AND ACCUMULATIVE EIGENVALUES

# PC Layer   EigenValue   Percent of EigenValues   Accumulative of EigenValues
       1 6949909,45250        77,3323                  77,3323
       2 1878335,88307        20,9004                  98,2327
       3  123290,37461         1,3719                  99,6045
       4   19455,06084         0,2165                  99,8210
       5   11496,68175         0,1279                  99,9489
       6    4305,74622         0,0479                  99,9968
       7     284,56320         0,0032                 100,0000
#  ------------------------------------------------------------------------------------
```

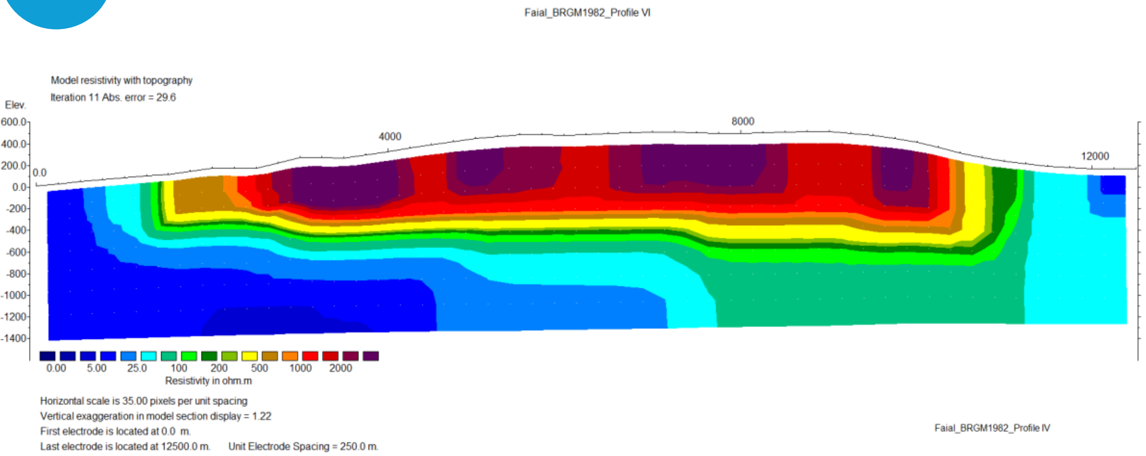
```
# Data file produced by Minimum Noise Fraction (MNF) Transform
#      Input raster(s):
#              Faial_V4_Masked
#      The number of components = 7
#      Output raster(s):
#              C:\Users\pedro\OneDrive - LNEG - Laboratorio Nacional de Energia e Geologia\Ambiente de Trabalho\apagar\

#                 NOISE COVARIANCE MATRIX

#   Layer                 1            2            3            4            5            6            7
#  ------------------------------------------------------------------------------------
      1            9.376051e+06 9.349479e+06 9.287279e+06 9.306019e+06 9.100106e+06 9.220095e+06 9.315792e+06
      2            9.349479e+06 9.323427e+06 9.262425e+06 9.281418e+06 9.076077e+06 9.198544e+06 9.292035e+06
      3            9.287279e+06 9.262425e+06 9.208244e+06 9.224915e+06 9.054546e+06 9.163779e+06 9.241832e+06
      4            9.306019e+06 9.281418e+06 9.224915e+06 9.249286e+06 9.034499e+06 9.181534e+06 9.267784e+06
      5            9.100106e+06 9.076077e+06 9.054546e+06 9.034499e+06 9.339358e+06 9.114735e+06 9.081906e+06
      6            9.220095e+06 9.198544e+06 9.163779e+06 9.181534e+06 9.114735e+06 9.227827e+06 9.244738e+06
      7            9.315792e+06 9.292035e+06 9.241832e+06 9.267784e+06 9.081906e+06 9.244738e+06 9.311007e+06
#  ====================================================================================

#                 NOISE WHITENING MATRIX

#   Output Band           1            2            3            4            5            6            7
#  ------------------------------------------------------------------------------------
      1            5.246685e-02 -5.323353e-02 9.620071e-04 1.985173e-03 -9.385574e-04 3.164076e-03 -4.402709e-03
      2           -5.323353e-02 7.535746e-02 -1.592230e-02 -7.643030e-03 4.141721e-04 8.887035e-04 3.044542e-04
      3            9.620071e-04 -1.592230e-02 2.506153e-02 -7.922924e-03 -1.176447e-03 -3.396609e-03 2.579209e-03
      4            1.985173e-03 -7.643030e-03 -7.922924e-03 1.850753e-02 7.110336e-04 1.380730e-04 -5.621448e-03
      5           -9.385574e-04 4.141721e-04 -1.176447e-03 7.110336e-04 1.732922e-03 -1.369411e-03 7.653790e-04
      6            3.164076e-03 8.887035e-04 -3.396609e-03 1.380730e-04 -1.369411e-03 7.236594e-03 -6.538740e-03
      7           -4.402709e-03 3.044542e-04 2.579209e-03 -5.621448e-03 7.653790e-04 -6.538740e-03 1.301639e-02
#  ====================================================================================

#                 SIGNAL COVARIANCE MATRIX (AFTER WHITENING)

#   Band                  1            2            3            4            5            6            7
#  ------------------------------------------------------------------------------------
      1            3.005543e+01 2.978093e+01 2.705090e+01 1.704879e+01 -2.180307e+01 4.024822e+00 4.534859e+00
      2            2.978093e+01 4.842276e+01 4.318492e+01 2.940634e+01 -2.335193e+01 9.786683e+00 1.192193e+01
      3            2.705090e+01 4.318492e+01 4.712567e+01 2.823298e+01 -2.126584e+01 9.833442e+00 1.226614e+01
      4            1.704879e+01 2.940634e+01 2.823298e+01 2.367688e+01 -1.251641e+01 7.057221e+00 8.611019e+00
      5           -2.180307e+01 -2.335193e+01 -2.126584e+01 -1.251641e+01 3.278595e+01 1.651086e-01 -3.284071e+00
      6            4.024822e+00 9.786683e+00 9.833442e+00 7.057221e+00 1.651086e-01 1.233411e+01 3.863998e+00
      7            4.534859e+00 1.192193e+01 1.226614e+01 8.611019e+00 -3.284071e+00 3.863998e+00 7.971616e+00
#  ====================================================================================

#               SIGNAL-TO-NOISE RATIOS (EIGENVALUES)

# Number of Input Layers     Number of MNF Component Layers
          7                              7
# MNF Layer               1            2            3            4            5            6            7
#  ------------------------------------------------------------------------------------
# Eigenvalues
                   148.08739     26.10820      8.63821      7.78483      4.96915      3.56924      3.21540
# Eigenvectors
# Input Layer
      1                -0.38229      0.33300      0.69457     -0.33360      0.05225      0.02640     -0.38187
      2                -0.55359     -0.14321      0.01287     -0.12426     -0.31991      0.50026      0.55210
      3                -0.53416     -0.23701     -0.23739     -0.06814      0.73219     -0.24467      0.03908
      4                -0.35310     -0.24997     -0.18195     -0.09468     -0.59468     -0.60132     -0.23568
      5                 0.32505     -0.74336      0.29084     -0.50126      0.05991      0.04793      0.00480
      6                -0.11184     -0.37670      0.49815      0.77022      0.00794     -0.06285      0.01343
      7                -0.13864     -0.23550     -0.30855      0.12313     -0.05908      0.56687     -0.70149
#  ====================================================================================

#               COMPONENT CORRELATION MATRIX
# This matrix should be close to an identity matrix (diagonal = 1, off-diagonal ≈ 0)

# Component               1            2            3            4            5            6            7
#  ------------------------------------------------------------------------------------
      1                 1.00000      0.00000     -0.00000      0.00000      0.00000     -0.00000     -0.00000
      2                 0.00000      1.00000      0.00000      0.00000     -0.00000      0.00000     -0.00000
      3                -0.00000      0.00000      1.00000      0.00000     -0.00000      0.00000      0.00000
      4                 0.00000      0.00000      0.00000      1.00000      0.00000     -0.00000     -0.00000
      5                 0.00000     -0.00000     -0.00000      0.00000      1.00000     -0.00000     -0.00000
      6                -0.00000      0.00000      0.00000     -0.00000     -0.00000      1.00000     -0.00000
      7                -0.00000     -0.00000      0.00000     -0.00000     -0.00000     -0.00000      1.00000
#  ====================================================================================

#               PERCENT AND ACCUMULATIVE EIGENVALUES

# MNF Layer   EigenValue   Percent of EigenValues   Accumulative of EigenValues
       1       148.08739        73.1757                  73.1757
       2        26.10820        12.9011                  86.0767
       3         8.63821         4.2685                  90.3452
       4         7.78483         3.8468                  94.1920
       5         4.96915         2.4554                  96.6474
       6         3.56924         1.7637                  98.4111
       7         3.21540         1.5889                 100.0000
#  ====================================================================================
```

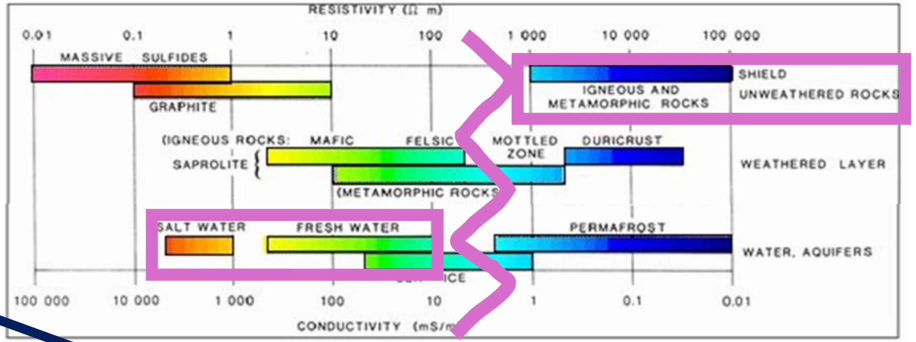
- ❑ Utilização de diferentes satélites e sensores para destacar diferentes características da geologia e do uso do solo na área de estudo.

04 Trabalhos em curso

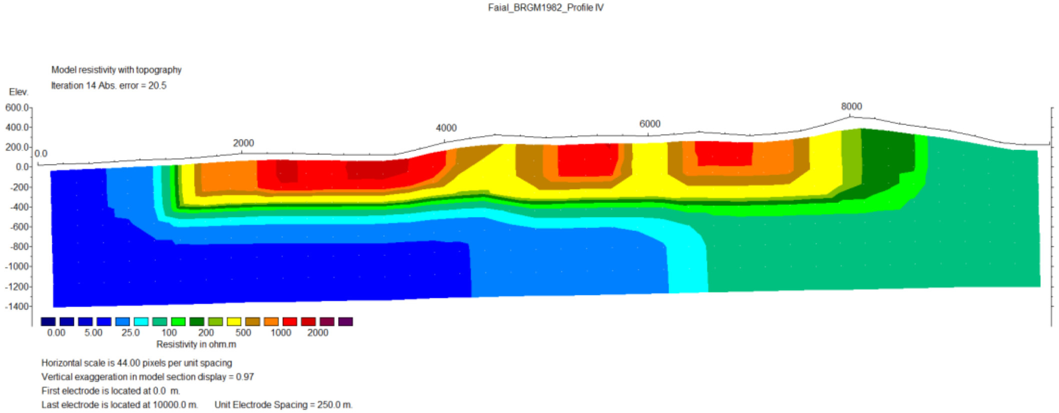
Reprocessamento de dados de prospeção geolétrica:

Propriedade física medida: resistividade elétrica

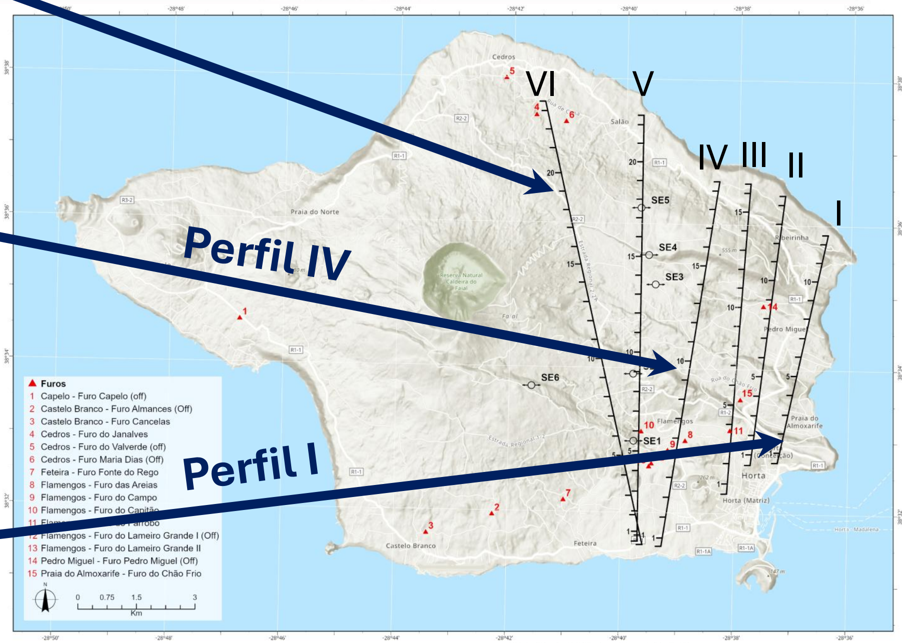


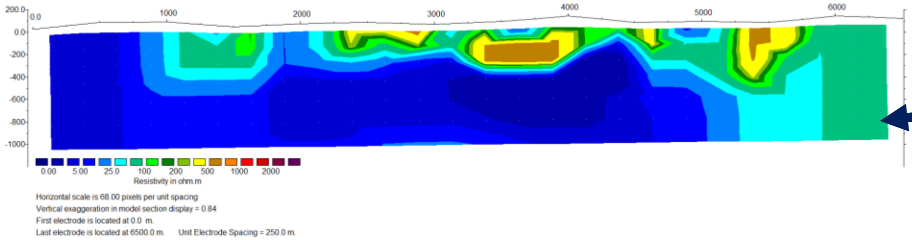


Perfil VI



Perfil IV





Perfil I

Perfis dipolo-dipolo+SEV

04 Trabalhos em curso

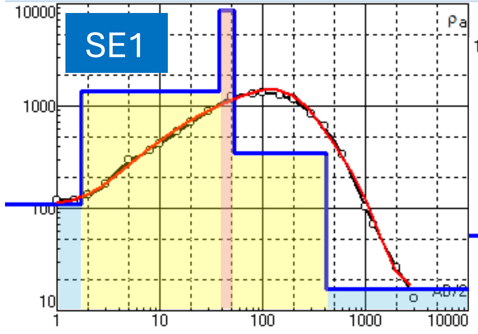
SE1	ρ (Ω.m)	h (m)	d (m)
1	110	1.74	1.74
2	1400	36.4	38.2
3	8500	15.2	35.4
4	350	363	417
5	16		E=7.64%

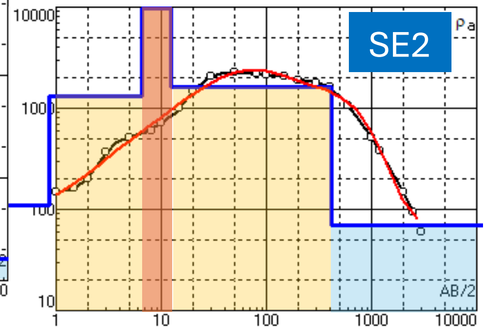
SE2	ρ (Ω.m)	h (m)	d (m)
1	110	0.85	0.85
2	1300	5.62	6.47
3	15500	5.92	12.4
4	1600	405	418
5	70		E=10.4%

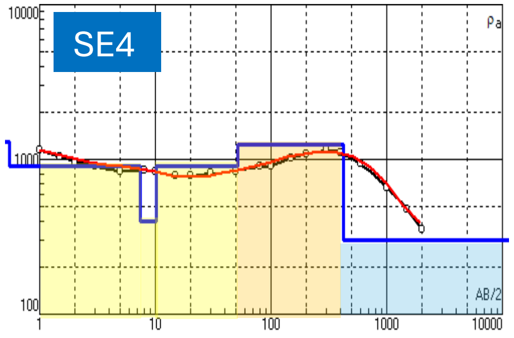
SE4	ρ (Ω.m)	h (m)	d (m)
1	1300	0.546	0.546
2	900	6.48	7.38
3	400	2.87	10.3
4	900	41.1	51.3
5	1250	372	423
6	300		E=3.77%

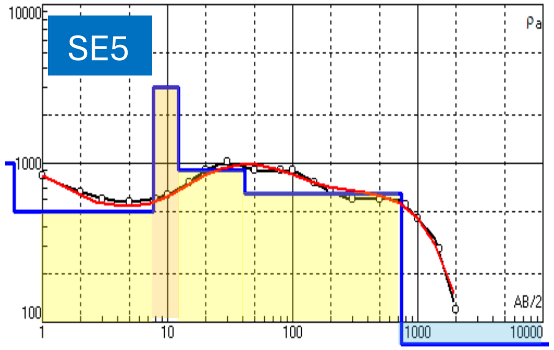
SE5	ρ (Ω.m)	h (m)	d (m)
1	1000	0.672	0.672
2	500	6.88	7.55
3	3000	4.55	12.1
4	900	29.6	41.7
5	650	697	738
6	2		E=5.64%

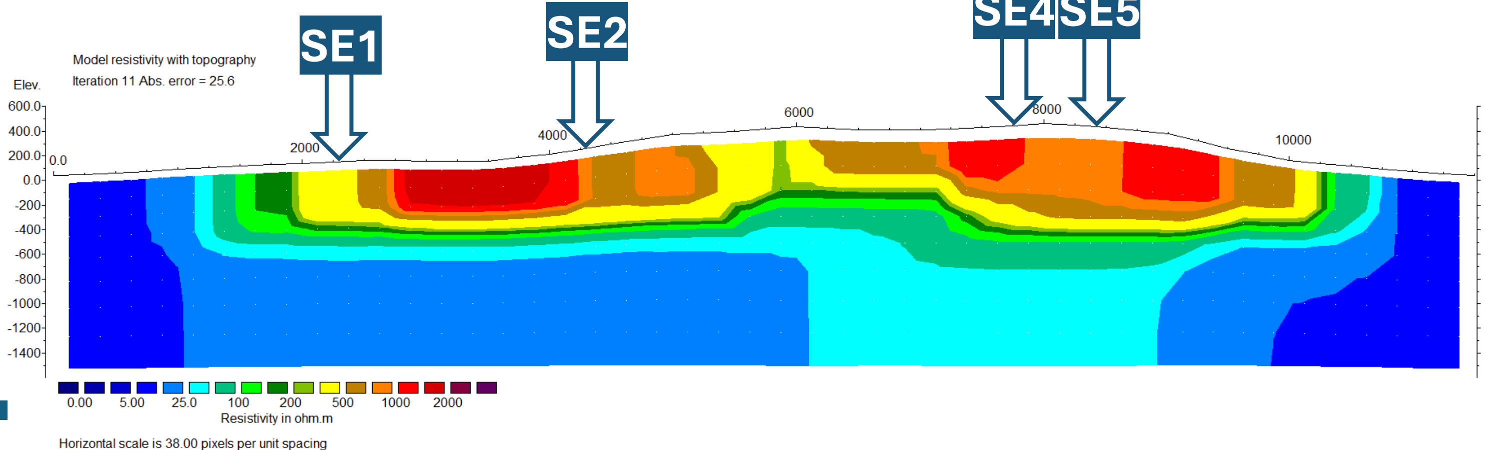
- ≤300 Ω.m
- 300-1000 Ω.m
- 1000-5000 Ω.m
- 5000-10000 Ω.m
- ≥10000 Ω.m





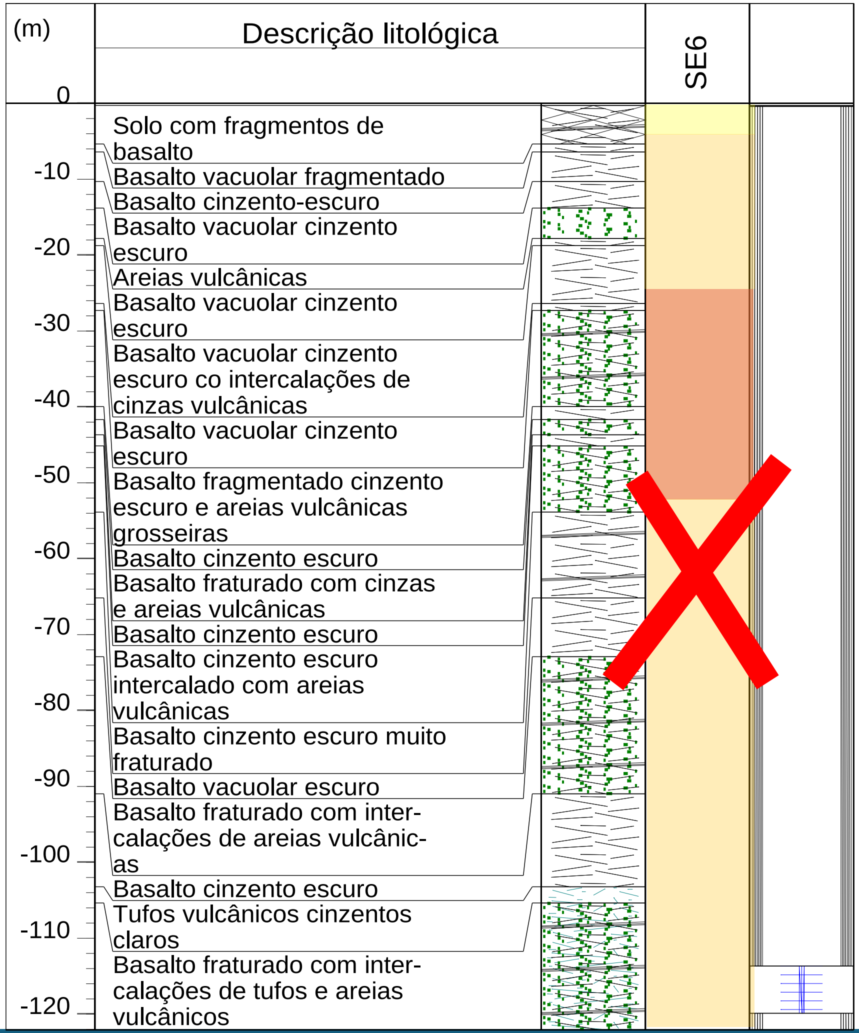






Perfil V

04 Trabalhos em curso

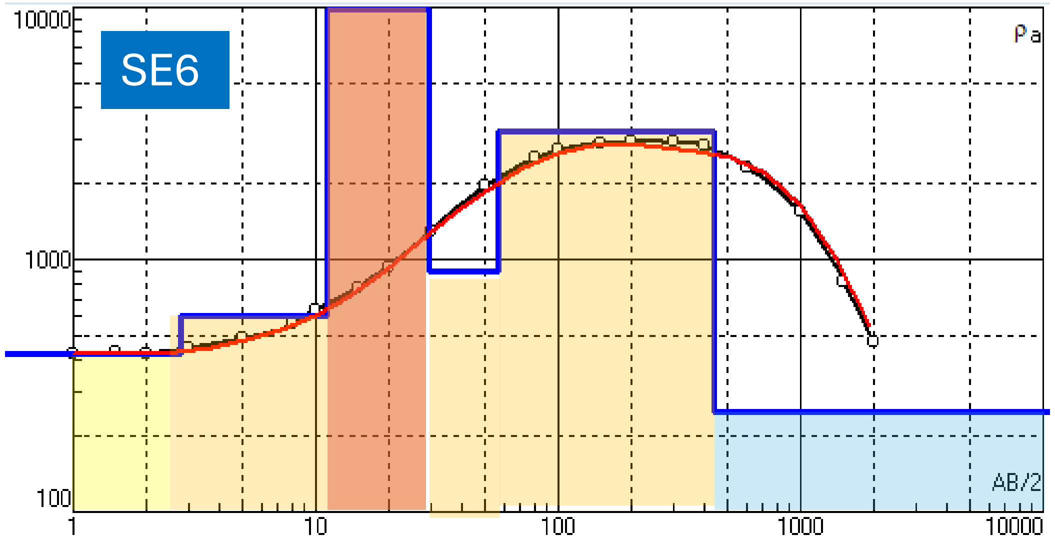


Camadas modeladas de resistividade elétrica da SEV SE6 e o furo das Furo das Cancelas

- ≤250 Ω.m
- 250-500 Ω.m
- 500-5000 Ω.m
- 5000-10000 Ω.m
- ≥10000 Ω.m

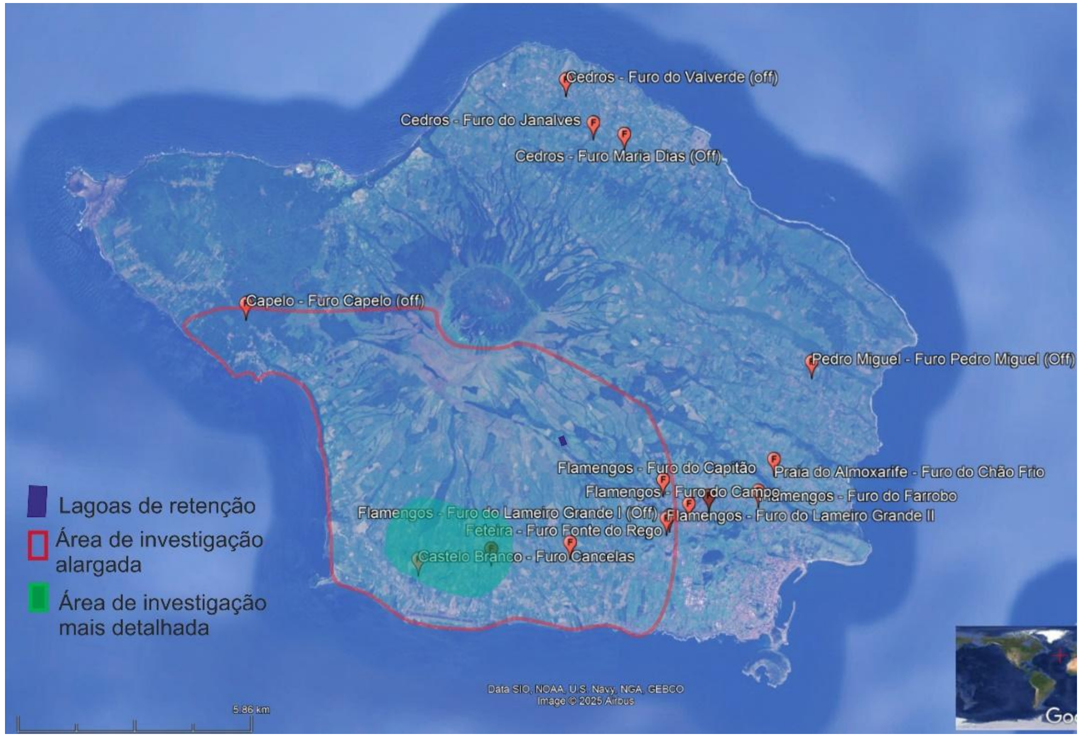
Modelação 1D da SEV SE6

SE6	ρ (Ω.m)	h (m)	d (m)
1	420	2.8	2.8
2	600	8.3	11.1
3	14000	18.1	29.2
4	900	27.6	56.8
5	3200	383	439
6	250		E=4.19%



04 Trabalhos em preparação

- ❑ TDEM e/ou prospeção geoelétrica (ambas assentam na propriedade física resistividade elétrica) com densidade de amostragem diferente nas áreas delimitadas;
  - Trabalhos de campo mais expeditos;
  - Maior quantidade de pontos adquiridos em menos tempo;
  - Correlação com diagrafias elétricas e dados de SEV antigos.
- ❑ caso se encontre a informação necessária, fazer a modelação gravimétrica
- ❑ caderno de encargos para a realização dos furos.



Modelação conceptual do escoamento das águas subterrâneas e do sistema a implementar

Modelação matemática do escoamento das águas subterrâneas e do sistema a implementar e validação

CONTACTOS

https://genesisnbs.eu

https://www.linkedin.com/company/genesisnbs

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENERGIA E GEOLOGIA

ESTRADA DA PORTELA, BAIRRO DO ZAMBUJAL
APARTADO 7586 - ALFRAGIDE
2610-999 AMADORA
PORTUGAL

+ 351 210 924 696

elsa.ramalho@lneg.pt

www.lneg.pt

OBRIGADO