



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

02 – 03 NOVEMBRO 2023

## **Recurso a Plataformas Livres de Dados Geoespaciais, na Elaboração de Cartas Temáticas de Âmbito Geotécnico, Carta de Perigosidade – Cidade da Guarda**

António MONTEIRO<sup>1</sup>, Luís PAIS<sup>2</sup>, Carlos RODRIGUES<sup>3</sup> e André SÁ<sup>4</sup>

<sup>1, 3, 4</sup> Instituto Politécnico da Guarda. Unidade Técnico-Científica de Engenharia e Tecnologia - Guarda

<sup>2</sup> Universidade da Beira Interior, Depart. Eng<sup>a</sup> Civil e Arquitetura - Covilhã, Gebiotec

([amonteiro@ipg.pt](mailto:amonteiro@ipg.pt); [ljap@ubi.pt](mailto:ljap@ubi.pt); [crodr@ipg.pt](mailto:crodr@ipg.pt); [andre\\_sa@ipg.pt](mailto:andre_sa@ipg.pt))



ORDEM  
DOS  
ENGENHEIROS

# ÍNDICE:



OBJETIVOS



DADOS GEOGRÁFICOS



PROCEDIMENTOS

Preparação de dados

Delimitação do grau de alteração do maciço rochoso

Mapa de Perigosidade

Vista 3D, Mapa de Perigosidade



RESULTADOS



CONCLUSÕES



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

# OBJECTIVOS:

- Exposição de metodologias para utilização de plataformas de informação geográfica livre (Google maps, Bing maps e OpenStreetMap), com integração em software livre de código aberto (QGIS).
- Integração num Sistema de Informação Geográfica (SIG), QGIS, para:
  - Descrever a informação Geológica e Geotécnica relativa ao perímetro urbano da cidade da Guarda, Portugal;
  - Aplicação da simulação a este perímetro urbano;
  - Atualização e otimização de dados/cartas existentes;
  - Expansão do modelo, para trabalhos de índole geológico/geotécnico de uma forma cooperativa;
  - Obtenção de imagens tridimensionais.



# DADOS GEOGRÁFICOS:

Carta geológica (LNEG) -  
folha 203-Guarda, à escala  
1:25 000, datum Lisboa,  
IGeoE, projecção Hayford-  
Gauss, em formato  
ShapeFile:

Componente gráfica constituída por polígonos;  
Atributos que caracterizam a componente gráfica.

Base Geográfica não  
tradicional, preferência por  
plataformas abertas:

Google maps, Bing maps e OpenStreetMap.

Modelo Digital de Terreno  
(MDT):

foram utilizados dados vetoriais, ano 2005, área urbana da cidade da Guarda, datum73 Projecção Gauss e preparados para a representação cartográfica à escala 1:2.000.



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

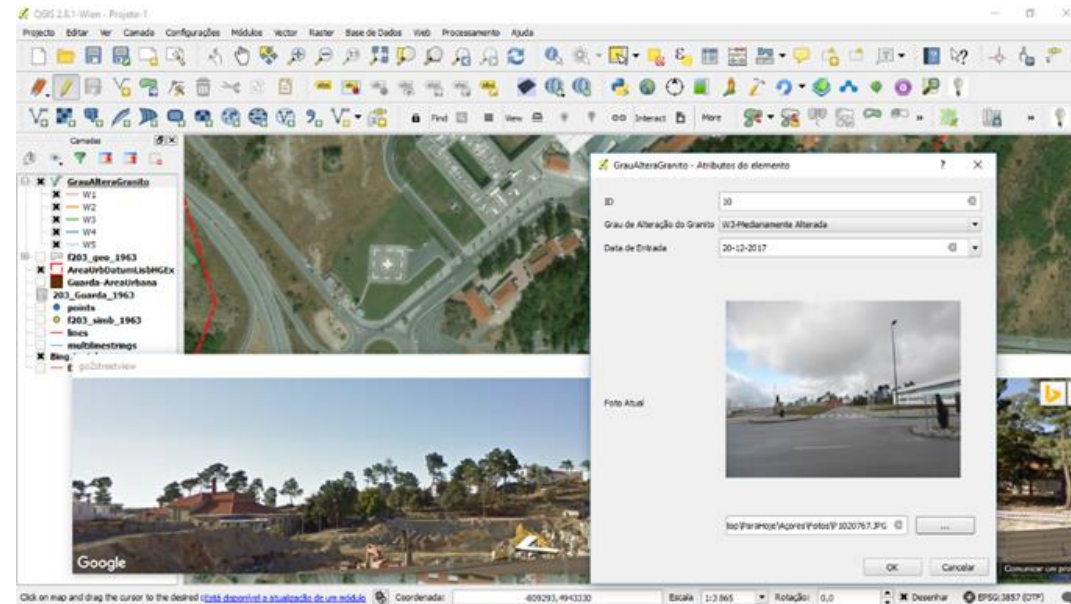
# PROCEDIMENTOS: Preparação de dados

- Dados Raster, imagem aérea do Bing Maps
  - Módulo “OpenLayers” (alternativa – Ortofotos DGT<sub>(Direção-Geral do Território)</sub>)
- Dados vetoriais
  - Plataforma OpenStreetMap (osm)
    - Contem diversas Camadas
      - Pontos, linhas e polígonos
    - Cada camada
      - Tabela de atributos
  - Camada/tema linhas
    - arruamentos e vias de comunicação em geral
  - Camada/tema polígonos
    - limite da área residencial da Guarda
      - tema – GuardaAreaResidencial
  - Cada tema foi guardado em formato shapefile



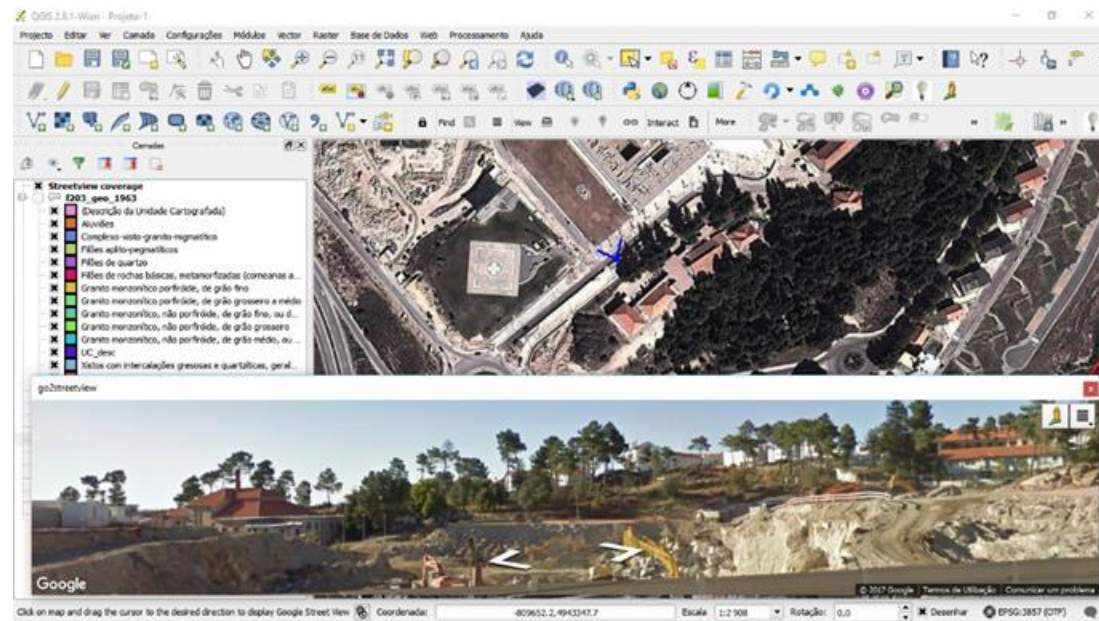
# PROCEDIMENTOS: Delimitação, grau de alteração do maciço rochoso

- Criação de Mapa Temático, identificando o grau de alteração do granito da área urbana – Guarda
- Utilização da plataforma - StreetView, integrada no QGIS  
Instalação de plugin/módulo “go2streetview”, para aceder aos dados da plataforma “Google Street View”
- As imagens têm grande proximidade e resolução em áreas urbanas
- Criação de formulários
  - Caracterização do elemento a representar
  - Diminuição de erro



# PROCEDIMENTOS: Delimitação, grau de alteração do maciço rochoso

- Através da plataforma "Street View" é possível identificar, na maioria dos casos, o grau de alteração do maciço rochoso
- A figura mostra uma particularidade, a captura das imagens pela "Google" ocorreu no momento da escavação, permitindo a visualização do tipo de rocha no subsolo



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

# PROCEDIMENTOS: Delimitação, grau de alteração do maciço rochoso

- O QGIS permite a criação e otimização de formulários, permitindo que quando se cria um elemento gráfico (ponto, linha, polígono), sejam inseridos em simultâneo os dados que caracterizam esse elemento:
  - ID
    - (identifica o elemento gráfico através de um numero)
  - Grau de Alteração do Granito
    - (caixa de combinação com a listagem dos possíveis graus de alteração)
  - Data de Entrada
    - (indicação da data referente à criação do elemento, ou outra)
  - Foto Atual
    - (foto atual da área em estudo)

GrauAlterGranito - Atributos do elemento

ID: 10

Grau de Alteração do Granito: W3-Medianamente Alterada

Data de Entrada:

Foto Atual: top\ParaHoje\Acores\Fotos\1020767.JPG

OK Cancelar





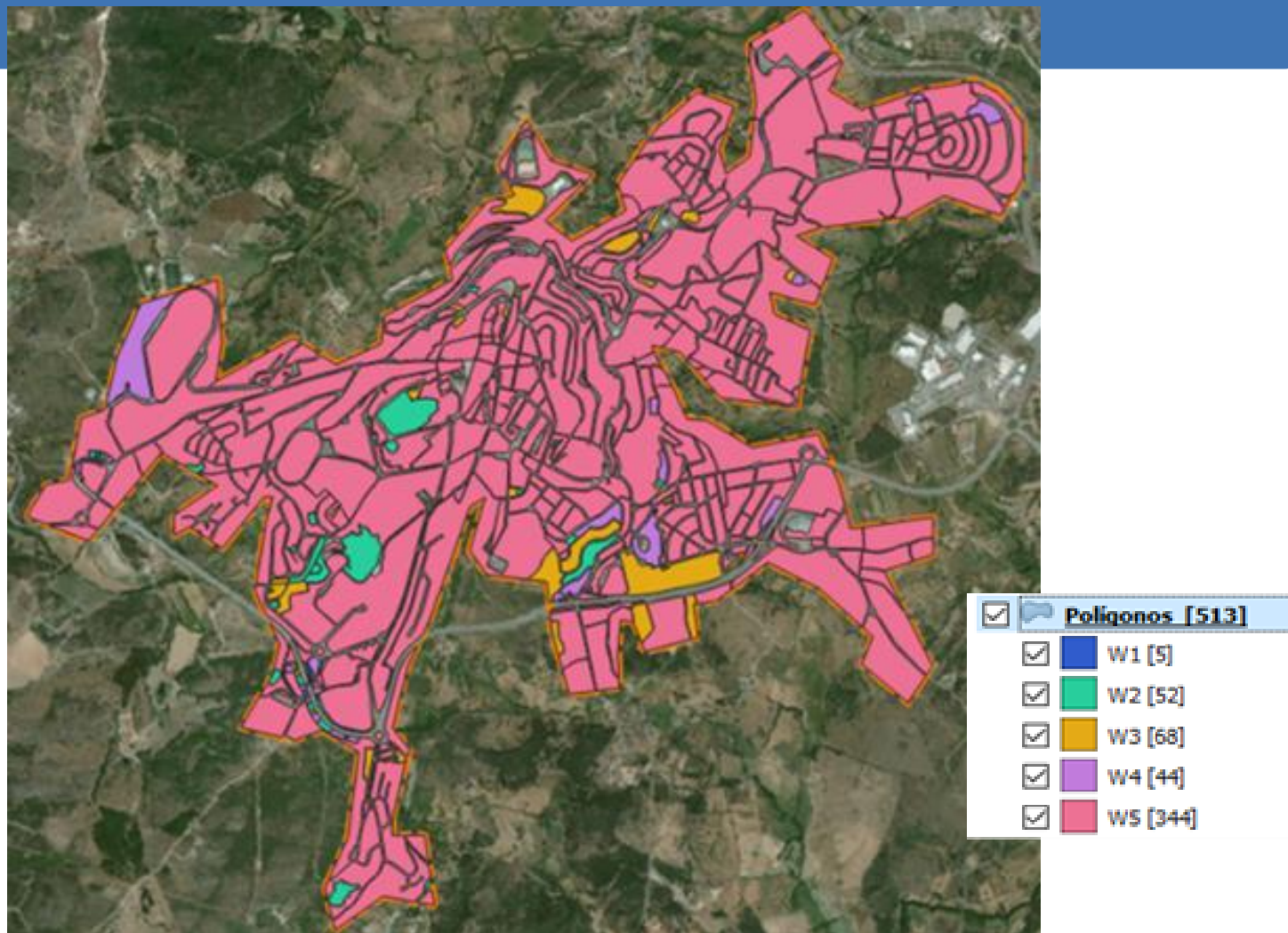
# PROCEDIMENTOS: Delimitação, grau de alteração do maciço rochoso

- Total de Polígonos identificados na área Urbana, 513:
  - 1,0% dos polígonos (5) foram classificados como W1 (maciço são);
  - 10,1% dos polígonos (52) foram classificados como W2 (maciço alterado);
  - 13,3% dos polígonos (68) foram classificados como W3 (maciço medianamente alterado);
  - 8,6% dos polígonos (44) foram classificados como W4 (maciço muito alterado, friável);
  - 67,1% dos polígonos (344) foram classificados como W5 (maciço decomposto, comportamento de solo, completamente friável).



# PROCEDIMENTOS: Delimitação, grau de alteração do maciço rochoso

QGIS, Polígonos com delimitação do grau de alteração do maciço rochoso



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

# PROCEDIMENTOS: Delimitação, grau de alteração do maciço rochoso – Validação do Modelo



## Validação do Modelo

- Fotos e imagens do Street View da Classificação do grau de alteração do maciço rochoso
- QField com GPS ativo e seleção de elementos do tema GrauAlterarGranito



ID	Foto StreetView	Foto Atual
71-W1.JPG		
132-W2.JPG		
2-W3.JPG		
7-W4.JPG		



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

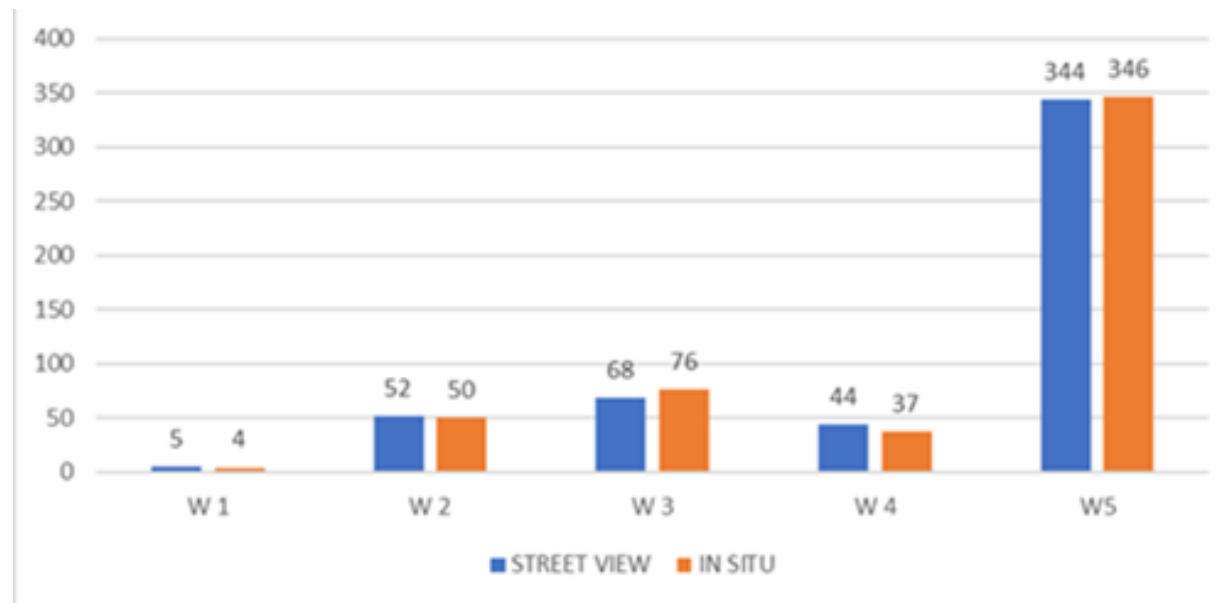
02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM DOS ENGENHEIROS

# PROCEDIMENTOS: Delimitação, grau de alteração do maciço rochoso

- Para validação de resultados obtidos, efetuaram-se observações de campo com documentação fotográfica, onde se constatou que 89,9% dos pontos se encontravam adequadamente classificados, apenas se realizaram alterações na classificação em cerca de 10,1% dos pontos observados (17)



# PROCEDIMENTOS: Mapa de Perigosidade

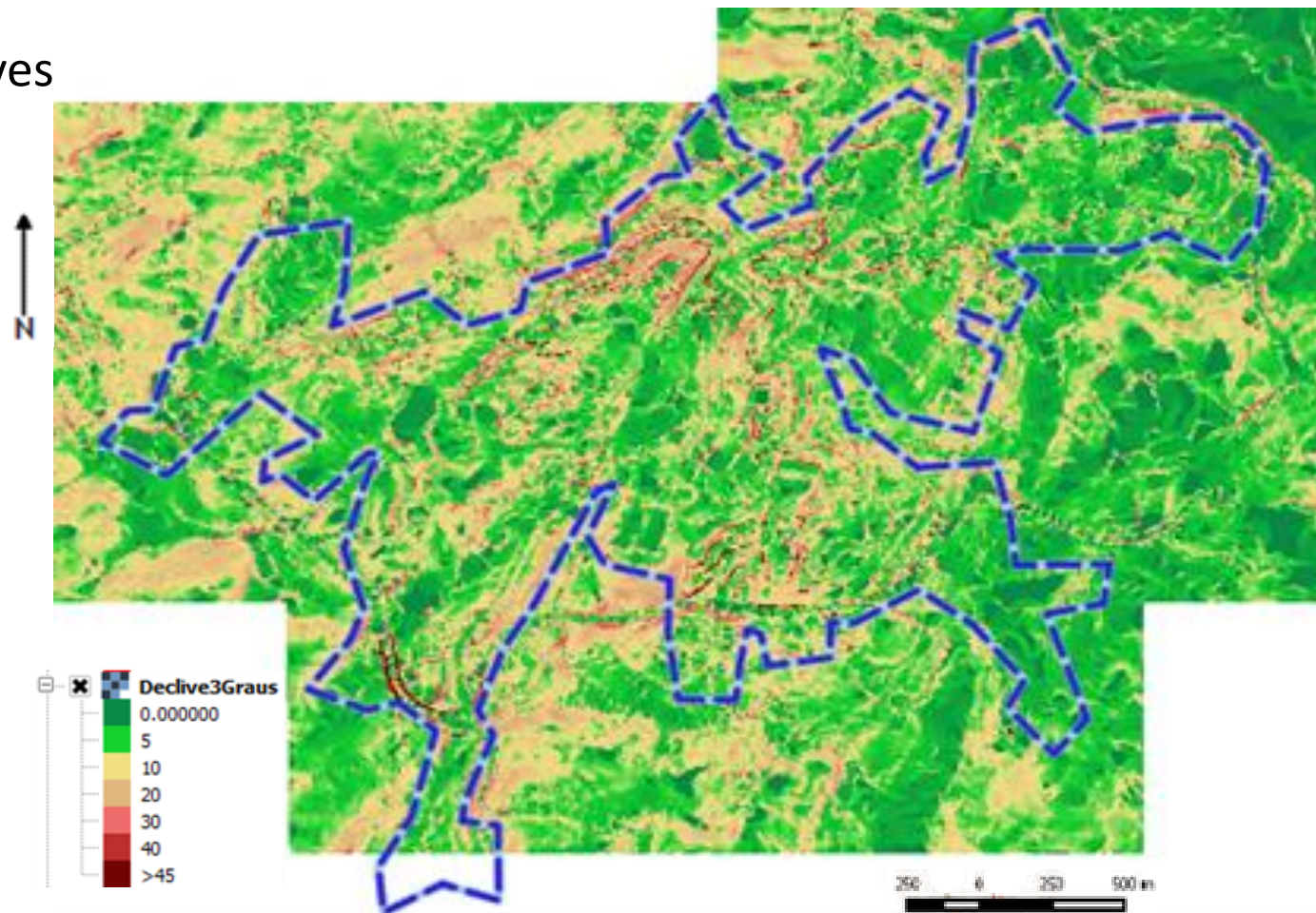
- Para calcular o grau de perigosidade, instabilidade de vertentes, foram tidos em conta os seguintes dados e procedimentos:
  - Declive do terreno;
  - Grau de alteração do maciço rochoso;
  - Conceber escala de perigosidade;
  - Gerar mapa de perigosidade.
- O declive do terreno:
  - Extraído do Modelo Digital de Terreno (MDT)
    - Interpolação sobre a TIN (Triangular Irregular Network), a partir dos dados topográficos à escala 1:2.000.
  - Mapa de declives é um modelo raster, resolução do pixel (1x1m) e o sistema de referência do MDT (datum73 Projeção Gauss ).



# PROCEDIMENTOS: Mapa de Perigosidade

- Mapa de Declives

- Em graus no sistema sexagesimal



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

# PROCEDIMENTOS: Mapa de Perigosidade

- A instabilidade das vertentes, relevante em terrenos com declive forte a muito forte, superior a  $25^\circ$  (ZÊZERE, et. al. 2005).
- Tendo por base o declive do terreno e o grau de alteração do maciço rochoso, criou-se a matriz que qualifica o grau de perigosidade da instabilidade das vertentes, o valor:
  - 1 - representa Baixa perigosidade (Verde);
  - 2 - representa Média perigosidade (Azul);
  - 3 - representa Alta perigosidade (Amarelo);
  - 4 - Muito Alta perigosidade (Vermelho).
- Portanto a perigosidade/instabilidade aumenta à medida que aumenta o declive e aumenta o grau de alteração do maciço rochoso.



# PROCEDIMENTOS: Mapa de Perigosidade

- MATRIZ GRAU DE PERIGOSIDADE DA INSTABILIDADE DAS VERTENTES

- ✓ A perigosidade/instabilidade aumenta à medida que aumenta o declive e aumenta o grau de alteração do maciço rochoso.

Legenda:

- 1 - Baixa perigosidade (Verde)
- 2 - Média perigosidade (Azul)
- 3 - Alta perigosidade (Amarelo)
- 4 - Muito Alta perigosidade (Vermelho).

Grau Alt. Maciço \ Declive (°)	W1	W2	W3	W4	W5
0-5	1	1	1	1	1
5-10	1	1	1	1	2
10-20	1	2	2	2	3
20-30	1	2	3	3	3
30-40	1	2	3	3	4
>40	2	2	3	4	4





# PROCEDIMENTOS: Mapa de Perigosidade

Para refletir a matriz no mapa foi necessário utilizar a calculadora raster, o que obriga a que:

- Os temas estejam no formato matricial/raster;
- No mesmo sistema de coordenadas.

O tema que contém os declives, está no formato matricial, sistema de coordenadas referência datum73 Projeção Gauss

O tema que contém o grau de alteração do granito, está em formato vetorial e no sistema de referência no datum WGS84/Pseudo-Mercator, o que implica:

- Alteração do sistema de referência;
- Criação de um atributo que contivesse, para cada polígono, o valor correspondente ao grau de alteração em número real;
- Rotina “Rasterizar (Vector para raster/matricial)”, o tema vetorial foi convertido para matricial, originando novo tema.



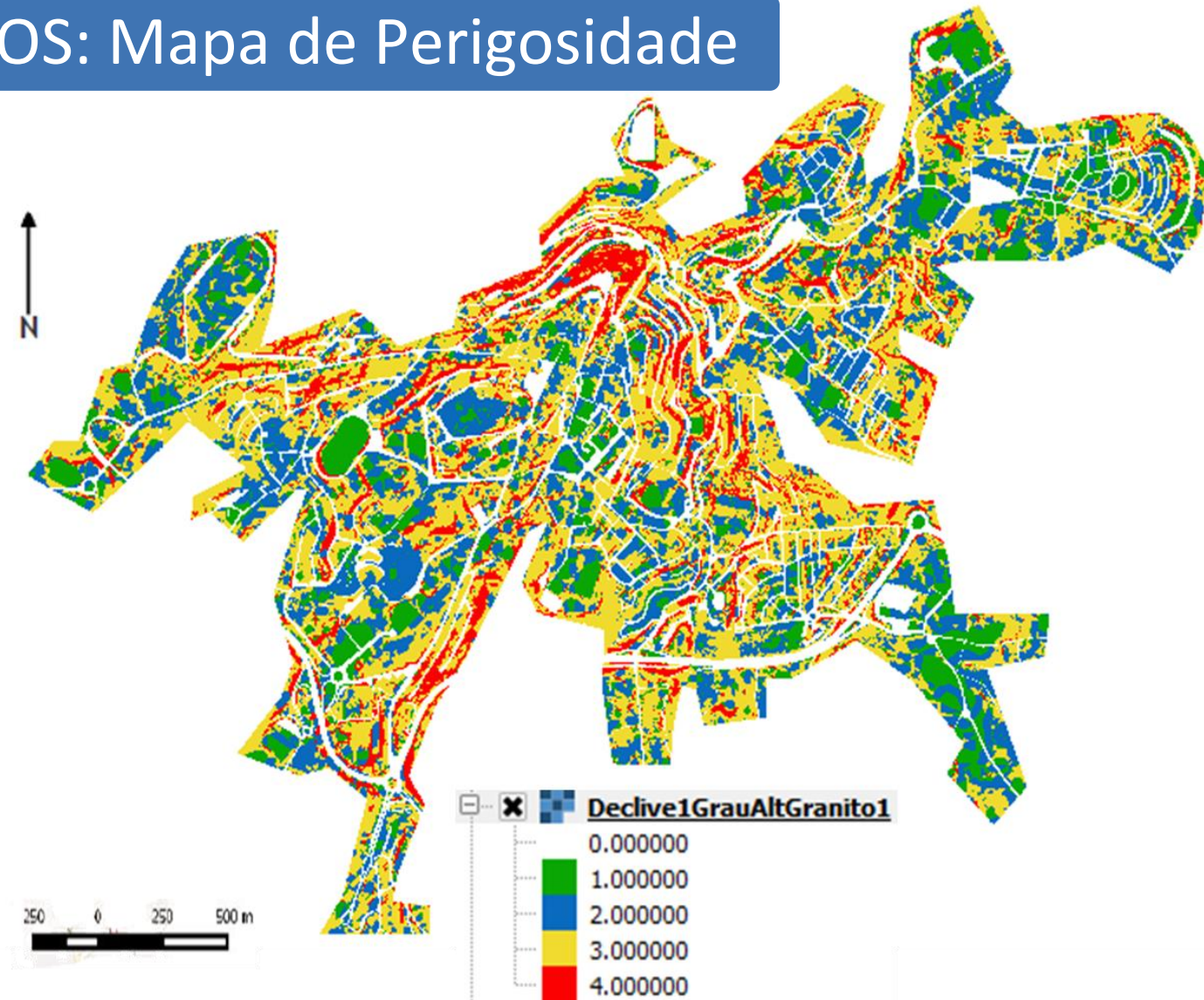
## PROCEDIMENTOS: Mapa de Perigosidade

- Tendo agora os dois temas nas condições pretendidas, servirão de input na rotina “calculadora raster”, gerou-se um novo tema “Declive1GrauAltGranito1”, cuja matriz de pixéis que o define representa o resultado dos cálculos efetuados de acordo com as regras impostas.
- Como resultado obteve-se o Mapa de Perigosidade, em que a legenda reflete as cores e a numeração de acordo com a matriz, a rotina atribui um valor real a cada pixel, por esse motivo é que os valores aparecem na legenda com casas decimais.



# PROCEDIMENTOS: Mapa de Perigosidade

- Mapa de Perigosidade, combina o declive com o grau de alteração do granito



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

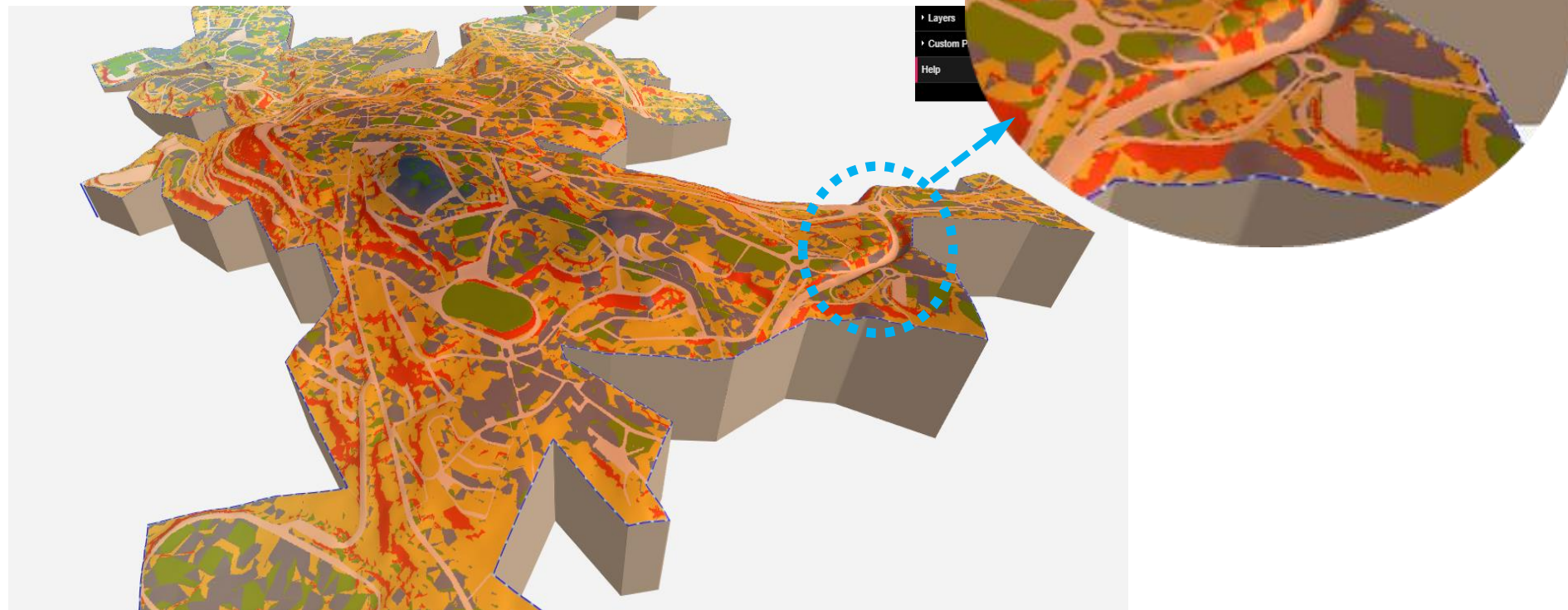
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM  
DOS  
ENGENHEIROS

# Vista 3D, Mapa de Perigosidade



# RESULTADOS

- Delimitou-se a área urbana da cidade da Guarda, importou-se a informação cartográfica de plataformas abertas, construiu-se o mapa com polígonos que representam o grau de alteração do maciço rochoso, validados com observações de campo.
- Construiu-se o MDT, com as curvas de nível pertencentes à cartografia à escala 1:2000 de 2005.
- Criaram-se mapas temáticos, exemplificando a aplicação do modelo, em formato vetorial e matricial.
- Como simulação gerou-se um Mapa de Perigosidade, como resultado da conjugação do mapa de declives e de grau de alteração do maciço rochoso.
- Com informação tridimensional, foram criados modelos tridimensionais através da sobreposição do Mapa de Perigosidade sobre o MDT.



# CONCLUSÕES

- Pretendeu-se destacar com este trabalho que é possível criar uma base de informação geográfica viável para a elaboração de cartografia geotécnica, utilizando fontes cartográficas de plataformas abertas, juntamente com software livre e a criação de cartas temáticas.
- O uso deste tipo de plataformas diminui o tempo de recolha de dados e, por vezes, uma observação cuidadosa das imagens, obtidas aquando das escavações, pode revelar detalhes importantes para a cartografia geológica na área de estudo.



# CONCLUSÕES

- O Street View mostrou ser um método auxiliar eficiente, na recolha de dados para a elaboração de uma carta geotécnica.
- Obtenção de um modelo com informação útil e atual para a tomada de decisões em engenharia.
- Determinação de áreas mais vulneráveis, ao nível da instabilidade das vertentes, da área urbana em estudo. Conjugação do mapa de declive com outros mapas temáticos.
- Como nota final, é de salientar a necessidade de validação, in situ, dos dados provenientes deste tipo de plataformas, pois a qualidade da imagem pode não ser, em determinados casos, a melhor, aliado também à permanente reorganização destes espaços.



Fim:

Obrigado pela atenção

António F. Monteiro  
([amonteiro@ipg.pt](mailto:amonteiro@ipg.pt))



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