

Detecção remota das áreas morfológicas urbanas das cidades do Sul da Europa no contexto do projecto EURMET

José António Tenedório, Sara Encarnação, Patrícia Abrantes
e-GEO Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas | Universidade Nova de Lisboa

1. Contexto

- **Projecto:** EURMET – Expansão Urbana das Metrópoles do Sul da Europa
- **Financiamento:** Iniciativa comunitária INTERREG III B SUDOE
- **Parceiros:** Universidade de Toulouse (CIEU), Universidade Politécnica da Catalunha (CPSV), Universidade Nova de Lisboa (e-GEO), Instituto Cartográfico da Catalunha
- **Associados:** Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES, França) e as empresas SPOT IMAGE e SCOT (França)
- **Difusão de resultados:** Os resultados finais do projecto foram apresentados a 14 e 15 de Dezembro de 2005 num colóquio realizado em Barcelona no Instituto Cartográfico da Catalunha (<http://www.eurmet-sudoe.org>)

2. Objectivos

- Caracterizar os espaços periféricos de dez metrópoles do Sul da Europa: Bordéus, Clermont-Ferrand, Montpellier e Toulouse, em França, Barcelona, Madrid, Sevilha e Valência, em Espanha, e Lisboa e Porto, em Portugal.
- Testar o processamento digital de imagens SPOT 5 para:
 - i) definir de uma metodologia comum para identificação dos limites físicos das metrópoles observados por satélite;
 - ii) analisar as relações espaciais entre o centro(s) e a periferia(s) das referidas metrópoles;
 - iii) analisar os conteúdos demográficos, económicos e sociais desses centros e dessas periferias tendo em vista a indicação de políticas públicas em matéria de ordenamento do território.

Apresentam-se apenas os aspectos relacionados com a metodologia elaborada.

3. Metodologia

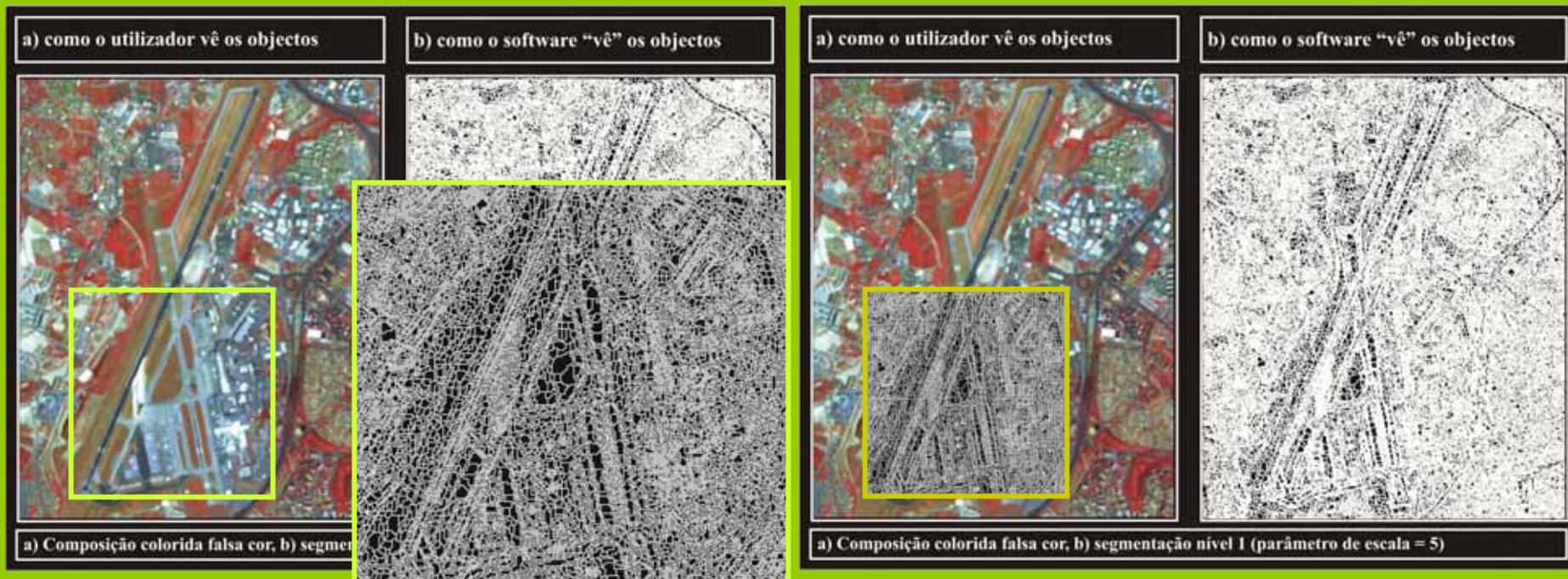
- **Fase 1:** A metodologia comum para identificação dos limites físicos das metrópoles recorreu, numa primeira fase, à análise de imagem orientada por objecto no que diz respeito à classificação de dados orbitais SPOT 5, de 2004, segundo um modelo de legenda compatível com o modelo CORINE LAND COVER.

3. Metodologia ANÁLISE PIXEL A PIXEL

- A imagem é considerada como uma matriz de dados espectrais sobre a qual se aplicam, *PIXEL a PIXEL*, técnicas de processamento digital de imagem.
- O agrupamento de *pixels* em CLASSES ESPECTRAIS, não corresponde necessariamente a CLASSES TEMÁTICAS de ocupação do solo.
- A análise *pixel a pixel* não considera a combinação de variáveis empregues em análise visual de imagem.

3. Metodologia ANÁLISE ORIENTADA POR OBJECTO

A análise de imagem orientada por objecto segue técnicas de segmentação de imagem “similares” à análise visual



3. Metodologia ANÁLISE ORIENTADA POR OBJECTO

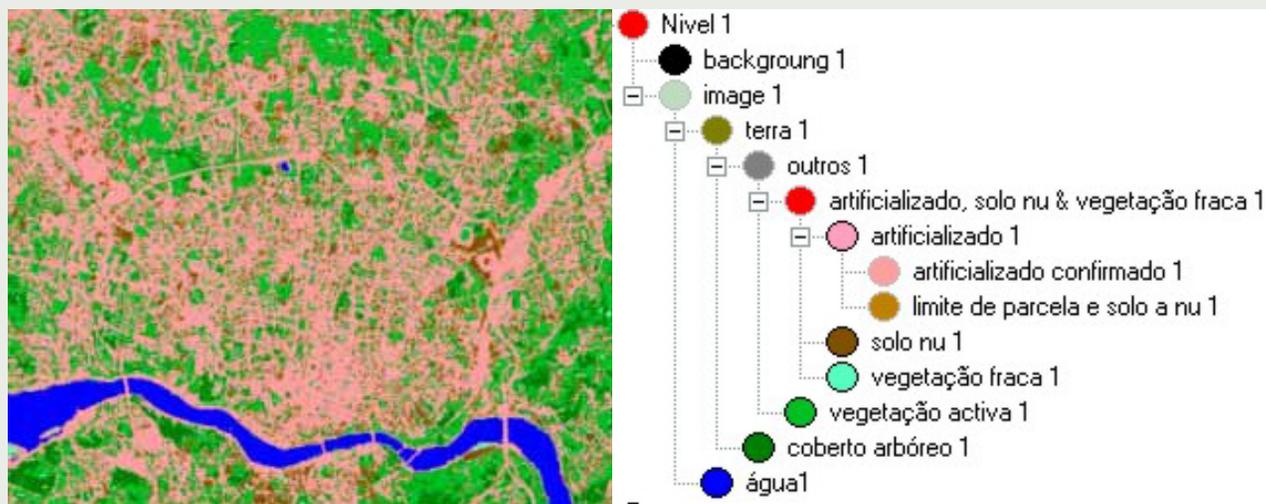
- Hierarquia entre objectos de diferentes níveis de segmentação
- Classificação da imagem:
 - realiza-se sobre vários níveis de segmentação
 - as classes são caracterizadas por regras complexas construídas com base em operações lógicas e funções de pertença (p. ex.: função difusa (fuzzy))

3. Metodologia ANÁLISE ORIENTADA POR OBJECTO

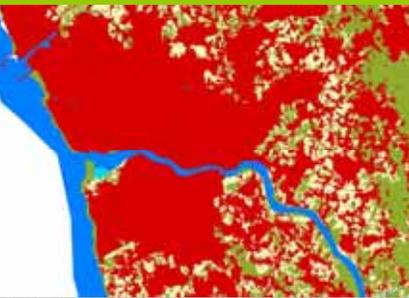
- **Segmentação** da imagem em objectos (conjuntos de *pixels*) em função de um critério de homogeneidade
- **Vectorização** dos objectos
- **Utilização do conhecimento** sobre a forma e a topologia de cada objecto: área, comprimento da fronteira, índice de forma (relação entre a área do objecto e o comprimento da sua fronteira)

3. Metodologia ANÁLISE ORIENTADA POR OBJECTO

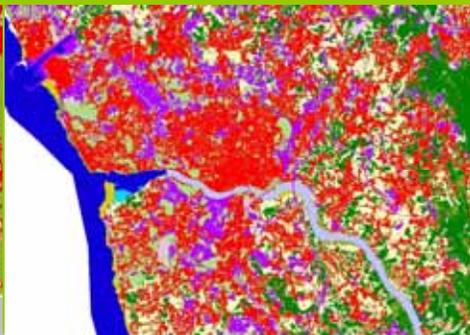
- O processo de classificação baseia-se na segmentação
- As classes de nível inferior conservam as características das de nível superior



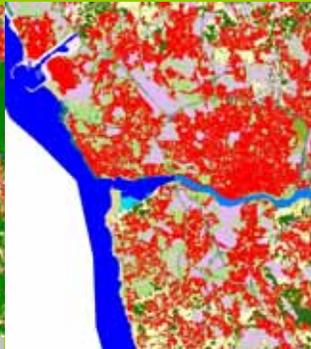
3. Metodologia ANÁLISE ORIENTADA POR OBJECTO



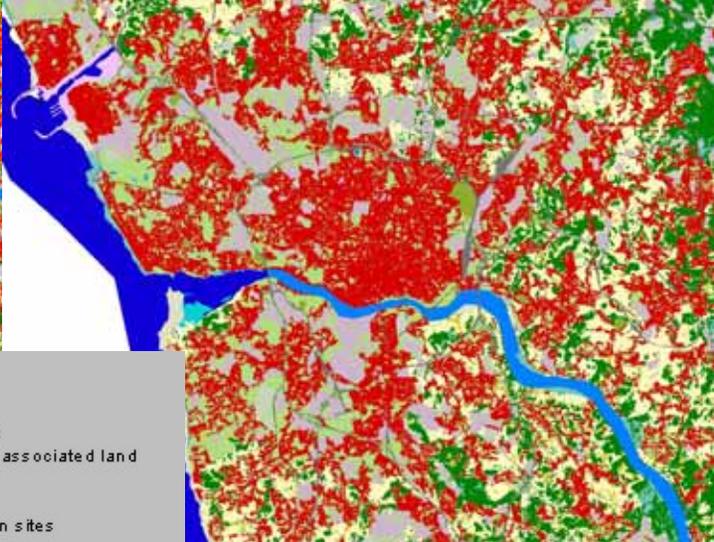
- Nível 1**
- Artificial surfaces
 - Agricultural areas
 - Forests and seminatural areas
 - Wetlands
 - Water bodies
 - Unclassified



- Nível 2**
- Urban fabric
 - Industrial commercial and transport units
 - Mines, dump and construction sites
 - Artificial non agricultural vegetated areas
 - Arable land
 - Forest
 - Shrub and/or herbaceous vegetation association
 - Open spaces with little or no vegetation
 - Marine wetlands
 - Inland waters
 - Marine waters
 - Unclassified



- Nível 3**
- Continuous urban fabric
 - Discontinuous urban fabric
 - Industrial or commercial units
 - Roads and rail networks and associated land
 - Port areas
 - Airports
 - Mines, dump and construction sites
 - Green urban areas
 - Sports and leisure facilities
 - Arable land
 - Forests
 - Shrub and/or herbaceous vegetation association
 - Open spaces with little or no vegetation
 - Marine wetlands
 - Inland waters
 - Marine waters
 - Unclassified



- Nível 4**
- Continuous urban fabric
 - Residential discontinuous urban fabric
 - Residential discontinuous sparse urban fabric
 - Industrial, commercial and transport units
 - Road and rail networks and associated land
 - Port areas
 - Airports
 - Mines, dump and construction sites
 - Green urban areas
 - Sport and leisure facilities
 - Arable land
 - Forests
 - Shrub and/or herbaceous vegetation association
 - Open spaces with little or no vegetation
 - Marine wetlands
 - Inland waters
 - Marine waters
 - Unclassified

N. 1

N. 2

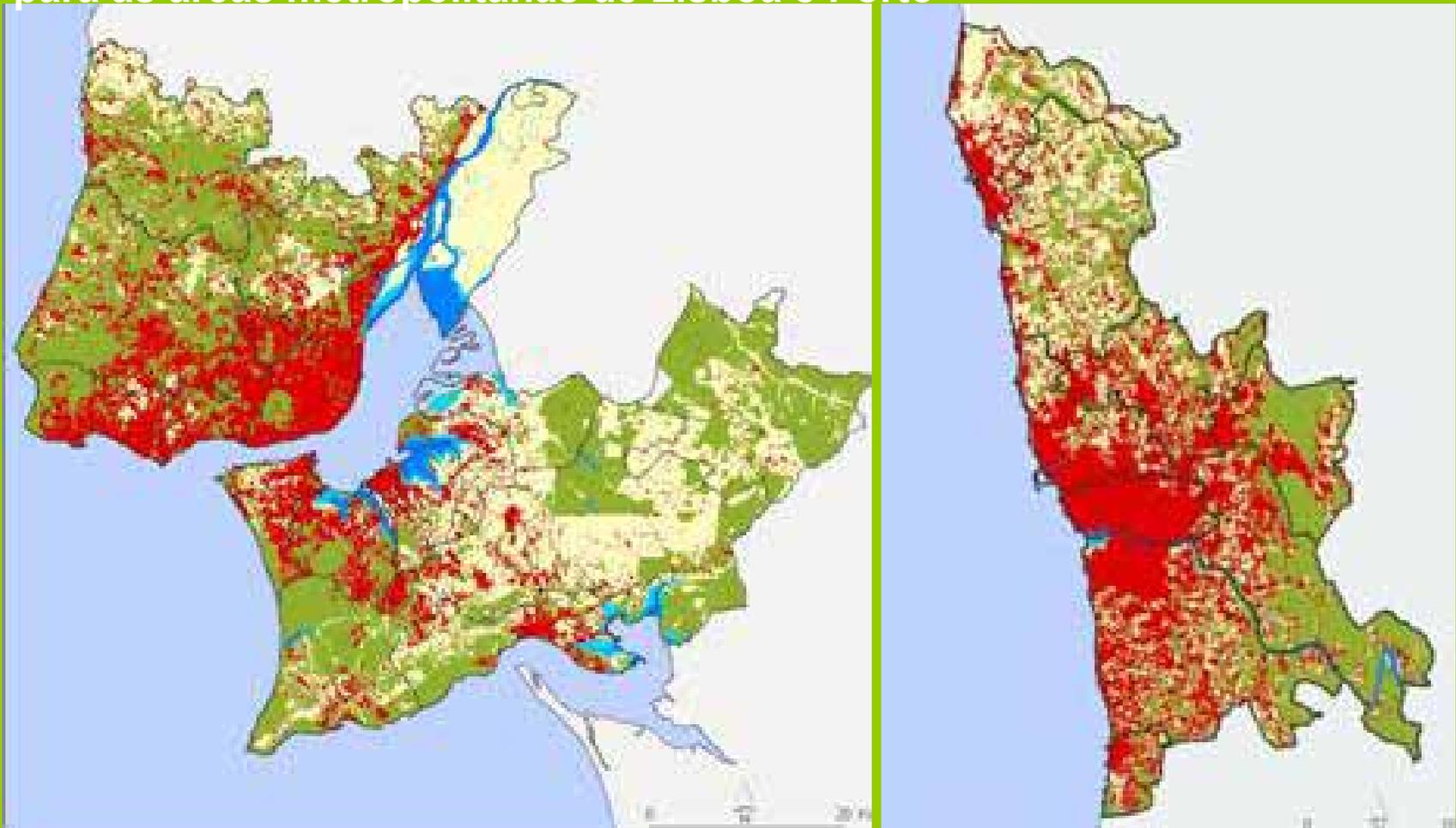
N. 3

N. 4

Hierarquia entre objectos de diferentes níveis de segmentação

3. Metodologia

Resultado final da classificação de uso e ocupação do solo, em 2004, para as áreas metropolitanas de Lisboa e Porto



3. Metodologia

- **Fase 2:** A integração em SIG dos dados da classificação permitiu a quantificação de áreas e o estabelecimento de critérios para delimitar a Área Morfológica Urbana (AMU) e, conseqüentemente, a identificação do centro(s) e da(s) periferias das dez metrópoles.
- Os critérios utilizados foram:
 - i) contigüidade espacial das áreas edificadas (<200 metros)
 - ii) densidade populacional (>1000 hab/Km²)
 - iii) percentagem de solo artificializado (>25% da área administrativa)
 - iv) contigüidade espacial das unidades administrativas

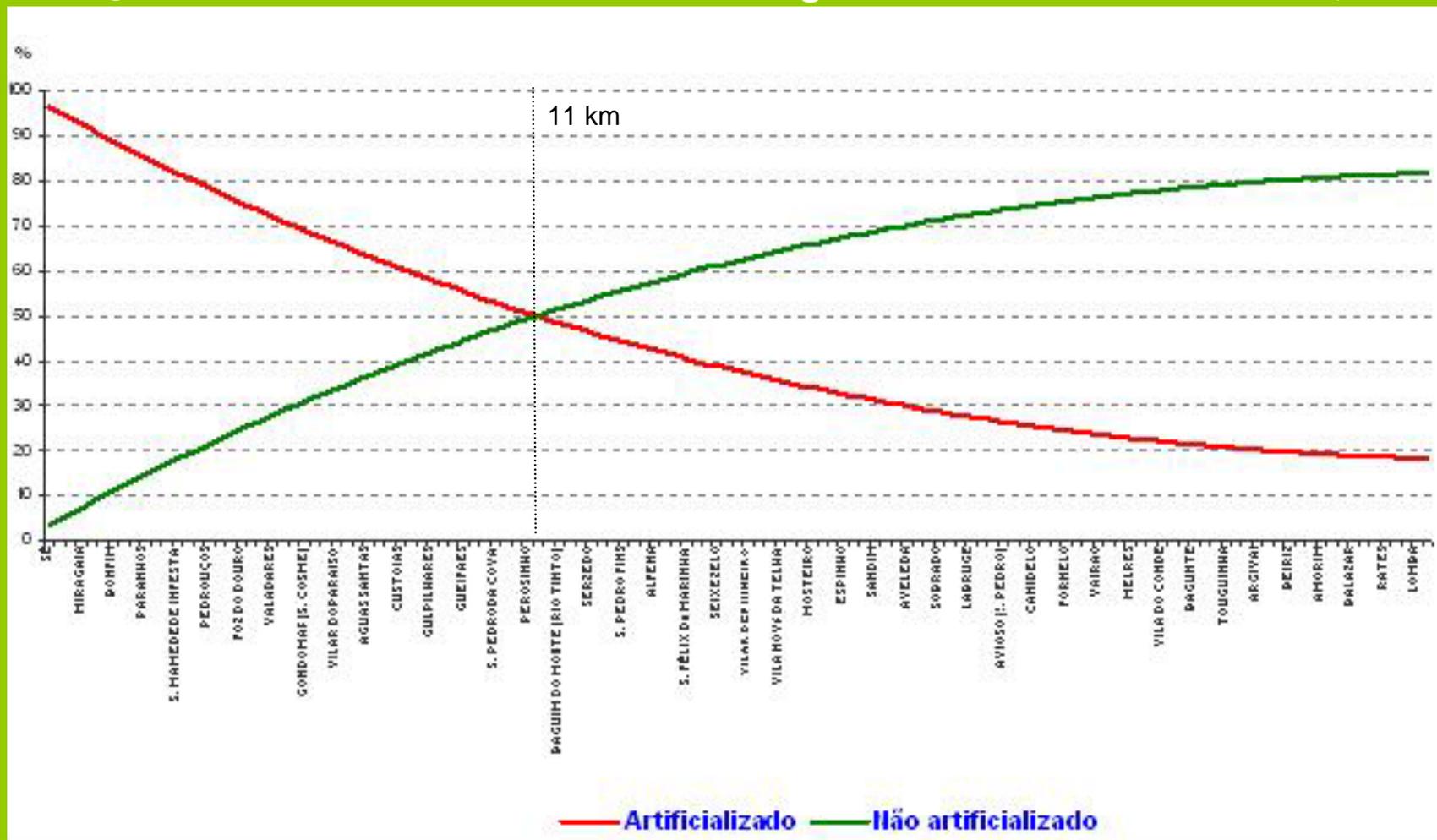
3. Metodologia

Áreas Morfológicas Urbanas (AMU) e periferias de Lisboa e Porto, segundo os critérios EURMET



4. Resultados parciais

Variação da densidade do uso do solo segundo a distância ao centro, na AMP



4. Resultados parciais

- Numa análise conjunta verificamos que a AML e a AMP possuem uma enorme diversidade de usos com invulgar **fragmentação espacial**. A este nível verifica-se que a AML Norte tem características mais próximas da AMP do que da AML Sul; esta última apresenta uma maior homogeneidade de usos do solo, facilmente identificáveis pela sua dimensão.
- Apesar de uma maior dispersão de usos na AMP, os padrões são mais facilmente identificáveis em três grandes classes (residencial, industrial/comercial, agrícola); na AML Norte encontramos um mosaico de usos bastante mais complexo.

4. Comentários finais

- Eficácia global dos dados SPOT 5
- Eficácia da análise de imagem orientada por objecto: 70% de precisão global para todas as metrópoles no primeiro nível da legenda; obtenção da quase totalidade das classes sem recurso a informação auxiliar
- Limitações na classificação de elementos lineares
- Limitações na diferenciação de solos a descoberto dos solos artificializados