

Comparação de Metodologias de Análise Espacial para Definição de Zonas Urbanas Homogéneas

RAMOS, Rui A. R. ; SILVA, Antônio Néilson R. ; MIRANDA, Vasco P.

Resumo

O objectivo desta comunicação é apresentar uma comparação entre duas abordagens para delimitação de áreas urbanas homogéneas que se baseiam na hipótese de que a densidade populacional, na ausência de outras medidas que descrevam os movimentos dos indivíduos, permite avaliar, ainda que indirectamente, o nível de actividade e dinâmica do território. A primeira abordagem recorre a técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais para delimitar regiões a partir de zonas que podem ser consideradas como uniformes, relativamente à variável analisada. A outra abordagem recorre à atribuição de um índice, resultante do seu ranking relativamente à variável em análise num contexto espacial, tanto local como nacional, a cada uma das zonas censitárias. O índice obtido varia entre 0 e 1 e é mais próximo da unidade quando a zona é relevante tanto ao nível local como ao nível nacional e vai reduzindo de valor conforme a zona vai perdendo importância em qualquer dos níveis. Assim, pela análise do índice obtido para cada zona e pela agregação de áreas vizinhas com índice elevado é possível delimitar regiões consideradas uniformes. O caso de estudo aqui descrito, conduzido para Portugal Continental permite comparar a implementação das duas metodologias. Os dados adoptados nas análises espaciais correspondem à distribuição decorrente dos dados populacionais dos Censos de 2001. Para a região em estudo é feita uma primeira análise espacial considerando a freguesia, menor divisão administrativa, como o nível de análise para agregação de territórios com o objectivo de delimitar regiões urbanas homogéneas. No entanto, considerando que a agregação territorial em Portugal com âmbito administrativo passa pela agregação de municípios, foi efectuada uma segunda análise procurando identificar delimitações de áreas metropolitanas que se podem constituir em "Grandes Áreas Metropolitanas" ou em "Comunidades urbanas" (de acordo com a Lei n.º 10/2003, de 13 de Maio).

PALAVRAS-CHAVE: Estatística Espacial, Sistemas de Informação Geográfica, Áreas Metropolitanas

INTRODUÇÃO

O objectivo desta comunicação é apresentar uma comparação entre duas metodologias de análise espacial com o objectivo de delimitar áreas urbanas homogéneas pela agregação de áreas territoriais vizinhas que possuam características similares. Ambas as metodologias recorrem a dados censitários da população residente e desenvolvem classificações para cada sector censitário em função da densidade populacional. No estudo desenvolvido admitiu-se que a densidade populacional é, na ausência de outras medidas que descrevam os movimentos diários ou semanais dos indivíduos, uma medida que permite avaliar, ainda que indirectamente, o nível de actividade e a dinâmica do território.

A primeira metodologia recorre a técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (Exploratory Spatial Data Analysis - ESDA). Assim, pela análise da localização de cada zona censitária no contexto geográfico e em cada um dos quatro quadrantes do gráfico de Moran é possível delimitar regiões a partir de zonas que podem ser consideradas como uniformes, relativamente à variável analisada. Anselin (1995; 1998b) define ESDA como um conjunto de técnicas que permitem descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localizações atípicas ou deslocadas, descobrir padrões relativos a associações espaciais, clusters ou situações pontualmente exacerbadas (hot spots), e sugerir regimes de regularidade ou heterogeneidade espacial. Sendo o conceito de autocorrelação ou associação espacial fundamental para a análise que se irá efectuar, este deve ser devidamente clarificado, o que se faz em seguida. Consiste na existência de localização semelhante (observa-se a proximidade espacial) para valores semelhantes (correlação do atributo). Este tipo de análise pode ser feita em dois tipos de dados espaciais: dados contínuos no espaço (geostatistical data) ou dados agrupados em áreas (lattice data) (Cressie, 1993). O último é a situação que se ajusta à análise que será desenvolvida, em que os dados estão associados a polígonos.

A outra metodologia, apresentada em Office of Management and Budget (1998), resulta da hierarquização de parcelas de

território correspondentes às delimitações associadas à implementação dos censos, de acordo com a sua ocupação, quer ao nível nacional, quer ao nível regional. Pela implementação da abordagem obtém-se um índice I, que traduz conjuntamente a hierarquia que a parcela territorial possui para os dois níveis. Ou seja, para cada parcela é calculado um rácio regional, correspondendo à ordem de importância regional relativamente ao número de parcelas regionais, e um rácio nacional, correspondendo à importância relativa da parcela ao nível nacional. Ambos os rácios variam entre 0, para as parcelas de ordem mais baixa, e 1, para a parcela de ordem mais elevada. O índice de cada parcela territorial resulta então da multiplicação dos valores obtidos para cada um dos rácios. Deste modo, as parcelas de ordem superior, quer no nível regional, quer no nível nacional, obtêm um índice I próximo de 1. Já as parcelas que no nível regional possuem uma ordem elevada mas no nível nacional possuem uma ordem baixa ficam com um valor inferior para o índice I. As parcelas de ordem baixa em ambos os níveis, ou seja, zonas de baixa densidade quer no contexto regional quer no nacional, obtêm um valor de I próximo de 0. Assim, classificando as parcelas em função do valor obtido para o índice I, por exemplo, em cinco classes de intervalo 0,20, e visualizando espacialmente a sua distribuição, pode-se identificar áreas contínuas que traduzam padrões de igual ocupação territorial, desde elevada ocupação até baixa ocupação. Ambas as metodologias são implementadas em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica.

Portugal continental foi adoptado para o Caso de Estudo que permite comparar a implementação das duas metodologias. Os dados adoptados nas análises espaciais correspondem à distribuição decorrente dos dados populacionais dos Censos de 2001. Para a região em estudo é feita uma primeira análise espacial considerando a *freguesia*, menor divisão administrativa, como o nível de análise para agregação de territórios com o objectivo de delimitar regiões urbanas homogéneas. No entanto, considerando que a agregação territorial em Portugal com âmbito administrativo passa pela agregação de municípios, foi efectuada uma segunda análise procurando identificar delimitações de áreas metropolitanas que se podem constituir em "Grandes Áreas Metropolitanas" ou em "Comunidades urbanas" (de acordo com a Lei n.º 10/2003, de 13 de Maio).

METODOLOGIAS

A primeira abordagem já foi apresentada em detalhes em Ramos e Silva (2003a, 2003b) e explora duas áreas da Análise Espacial, a Estatística Espacial e a Modelação Espacial. No caso da Estatística Espacial a ênfase é dada à avaliação de autocorrelação espacial. De acordo com Levine (1996) este tipo de avaliação, ao descrever a relação entre diferentes localizações para uma única variável, permite definir um grau de concentração ou dispersão. No caso particular deste estudo não se pretende apenas estabelecer um valor global para essa avaliação de autocorrelação espacial, mas pretende-se realizar uma análise local dessa avaliação (Anselin, 1996; Serrano e Valcarce, 2000). Como sugerido por Anselin (1998a), ao analisar aspectos metodológicos e técnicos associados à integração de Técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (Exploratory Spatial Data Analysis – ESDA) em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a ênfase neste processo de associação deve ser dada às técnicas que consideram explicitamente a presença de autocorrelação espacial, tais como dispositivos de visualização de distribuições e relações espaciais, inclusive associações espaciais locais.

Anselin (1998a) apresenta quatro ramos de técnicas ESDA: visualização de distribuições espaciais, visualização de associações espaciais, indicadores locais de associações espaciais e indicadores multivariável de associações espaciais. Em particular o gráfico/mapa de Moran, que consiste na técnica utilizada para visualizar indicadores globais de associações espaciais de dados do tipo lattice, será o adoptado neste estudo. O gráfico de Moran permite classificar o comportamento de cada área em função do valor que o atributo em análise aí possui e do valor médio que as suas áreas vizinhas possuem relativamente ao mesmo atributo, tendo sempre por base a média global de todo o território. Deste modo cada parcela territorial é classificada num de quatro possíveis quadrantes. Os quadrantes 1 (Q1) e 2 (Q2) indicam áreas em que o atributo possui valor semelhante ao da média das áreas vizinhas. Em Q1 ambos os valores são positivos, por serem superiores à média global, e em Q2 são ambos negativos, por serem inferiores à média global. Estas situações indicam uma autocorrelação espacial positiva. Os quadrantes 3 (Q3) e 4 (Q4) indicam áreas em que o atributo possui valor dissemelhante aos da média das áreas vizinhas. Em Q3 a área possui um valor inferior à média global e as zonas vizinhas possuem um valor superior à média global. Em Q4 a área possui um valor superior à média global e as zonas vizinhas possuem um valor inferior à média global. Estas situações, ao contrário das duas primeiras, indicam uma autocorrelação espacial negativa, ou seja, são áreas que não seguem o padrão estabelecido pelos vizinhos. Através de mapas temáticos é possível analisar a distribuição dos pontos do gráfico de Moran também sobre o território. A análise desses mapas temáticos permite identificar zonas consideradas uniformes a respeito da variável em estudo, por possuírem características muito semelhantes.

A segunda abordagem, apresentada em Office of Management and Budget (1998) e já adoptada em Ramos e Silva (2004), resulta da hierarquização de parcelas de território correspondentes às delimitações associadas à implementação dos censos, de acordo com a sua ocupação, quer ao nível nacional, quer ao nível regional. Pela implementação da abordagem obtém-se um índice I que traduz conjuntamente a hierarquia que a parcela territorial possui para os níveis. Ou seja, para cada parcela é calculado um rácio regional, correspondendo à ordem de importância regional relativamente ao número de parcelas regionais, e um rácio nacional, correspondendo à importância relativa da parcela ao nível nacional. Ambos os rácios variam entre 0, para as parcelas de ordem mais baixa, e 1, para a parcela de ordem mais elevada. O índice de cada parcela territorial resulta então da multiplicação dos valores obtidos para cada um dos rácios. Deste modo, as parcelas de ordem superior, quer no nível regional, quer no nível nacional, obtêm um índice I próximo de 1. Já as parcelas que no nível regional possuem uma ordem elevada mas no nível nacional possuem uma ordem baixa ficam com um valor inferior para o índice I. As parcelas de ordem baixa em ambos os níveis, ou seja, zonas de baixa densidade quer no contexto regional quer no nacional, obtêm um valor de I próximo de 0. Assim, classificando as parcelas em função do

valor obtido para o índice I, por exemplo, em cinco classes de intervalo 0,20, e visualizando espacialmente a sua distribuição, pode-se identificar áreas contínuas que traduzam padrões de igual ocupação territorial, desde elevada ocupação até baixa ocupação.

CASO DE ESTUDO

A aplicação a Portugal Continental é desenvolvida em duas etapas. Na primeira etapa desenvolve-se a análise para todo o território continental português caracterizando cada uma das freguesias através das duas metodologias propostas, e na segunda procura-se definir zonas que possam vir a constituir-se em “Grandes Áreas Metropolitanas” ou em “Comunidades urbanas” (de acordo com a Lei n.º 10/2003, de 13 de Maio). A segunda etapa é dividida em duas análises diferentes, primeiro procura-se agregar *freguesias* contíguas que as metodologias propostas identificam como urbanas e a segunda é desenvolvida ao nível do *município*, pois a agregação territorial em Portugal com âmbito administrativo passa pela agregação de municípios. A principal fonte de informação para a análise aqui apresentada é o último Censo efectuado em Portugal (INE, 2002), do qual se utilizou, para este estudo, apenas a parcela dos dados relativos à população por freguesia.

A análise foi desenvolvida recorrendo a ferramentas disponíveis no software de Sistemas de Informação Geográfica ArcView (ESRI, 1996), em conjunto com a extensão Spacestat (Anselin e Bao, 1997; Anselin e Smirnov, 1998). Através do Spacestat foi possível obter a matriz de proximidade espacial entre freguesias, a qual foi posteriormente utilizada para cálculos efectuados recorrendo a uma folha de cálculo eletrónica. Após a conversão dos dados absolutos da população por freguesia em densidades foram seguidos os passos apresentados para as duas metodologias propostas: inicialmente foi identificado o quadrante do gráfico de Moran em que cada freguesia se situa e posteriormente foi calculado o valor do índice I de cada uma das freguesias.

No mapa apresentado na Figura 1 pode-se analisar a distribuição espacial da variável densidade populacional por freguesia. No mapas salienta-se a tons vermelhos as freguesias cujo valor é superior à média, 522,04 hab./km² em 2001. É notória a concentração da população em torno dos dois centros urbanos mais importantes do território em estudo, Lisboa (mais ao sul) e o Porto (mais ao norte). Contudo, nota-se que existem mais algumas freguesias distribuídas por todo o território que possuem valores altos de densidade, superiores a 1500 hab./km². Em particular, sobressai a zona Noroeste do território com uma extensa gama de valores de densidade populacional superiores à média.

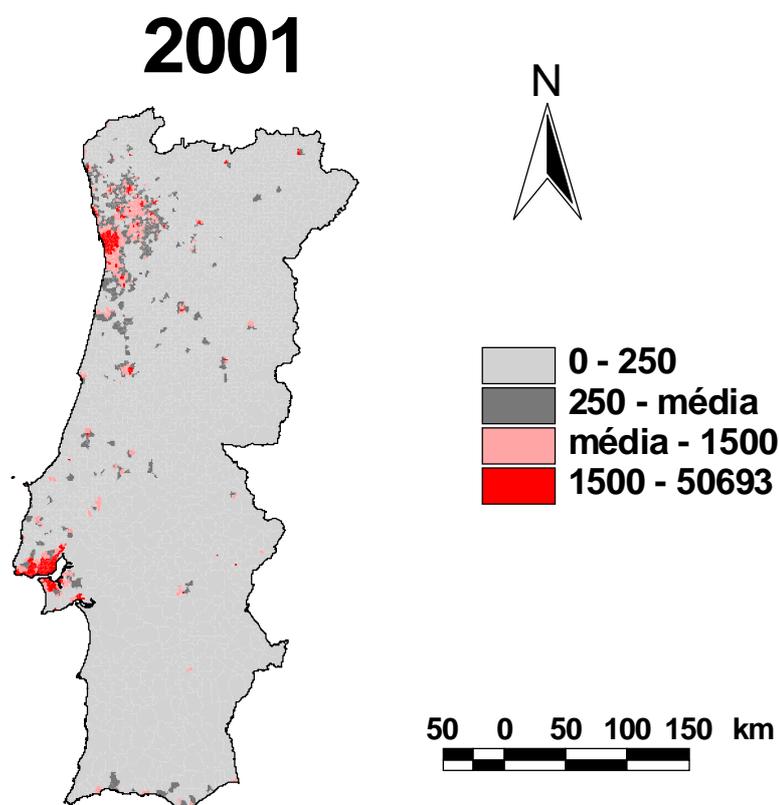


Figure 1. Mapa temático representando a distribuição espacial da variável densidade populacional por freguesia, em hab./km², no ano de 2001

No mapa da Figura 2 apresenta-se a distribuição espacial dos quatro quadrantes do gráfico de Moran. Pela análise do mapa identifica-se que a maioria das freguesias correspondentes ao quadrante 1 se situam em duas zonas territoriais bem identificadas, Lisboa e Porto (e suas zonas envolventes). Nessas freguesias existe uma correlação positiva entre o atributo

da freguesia e a média dos atributos das freguesias vizinhas, em ambos os casos com valores de densidade superiores à média obtida para todo o território. Na verdade não constitui uma surpresa que a maioria das freguesias do quadrante 1 se situem nas zonas mais urbanizadas do território. Os pontos pertencentes ao quadrante 2 constituem a maioria das situações e distribuem-se por todo o território de Portugal Continental. Novamente existe uma similaridade entre o valor da densidade na freguesia e o valor médio de densidade das freguesias vizinhas. Neste caso ambos os valores estão abaixo da média de todo o território.

É também interessante analisar, na Figura 2, a distribuição espacial das freguesias que se situam nos quadrantes 3 e 4. Uma atenção particular deverá ser dada às freguesias que se situam no quadrante 3, aquelas que possuem um atributo inferior à média do território mas estão rodeadas por freguesias cuja média é superior à média do território. Essas freguesias tendem a transitar num futuro próximo para o quadrante 1 devido à pressão urbana imposta pelas freguesias vizinhas, excepto quando a freguesia possua características intrínsecas que sejam impeditivas desse crescimento.

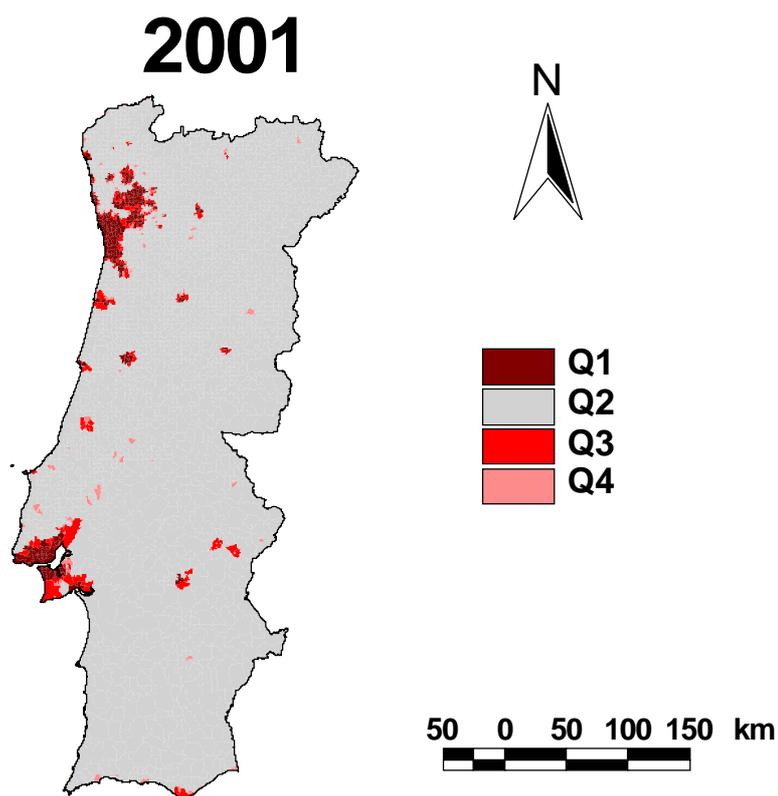


Figure 2. Mapa temático representando a distribuição espacial dos pontos do gráfico de Moran para a variável densidade populacional por freguesia no ano de 2001

No mapa da Figura 3 apresenta-se a distribuição espacial do índice I definido na segunda abordagem mencionada na metodologia. Como o índice calculado resulta da importância que cada freguesia possui, quer no nível nacional (nesta caso somente considerando o território continental), quer no nível distrital, existe uma maior proliferação de zonas realçadas em tons vermelhos. Nesta análise sobressaem todas as freguesias coincidentes com as capitais de distrito e outras freguesias de elevada densidade no contexto distrital. Identifica-se contudo uma extensa zona no Noroeste do território que se inicia ao sul do Porto e que se prolonga para Este e Nordeste, abrangendo a área do Grande Porto e as zonas fortemente industrializadas ao sul do Porto e dos vales do Ave e Cávado. Nestes mapas salientam-se ainda algumas zonas no centro do país, quer no litoral, quer no interior, que possuem um valor de I superior a 0,60.

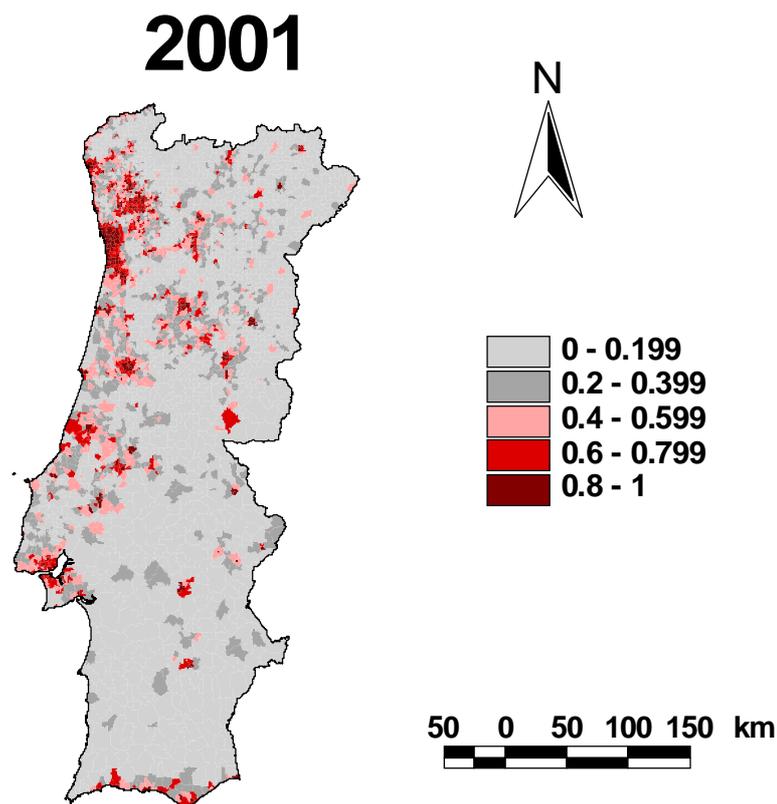


Figure 3. Mapa temático representando a distribuição espacial do índice I para a variável densidade populacional por freguesia no ano de 2001

1. Estudo ao nível da freguesia

Pela análise dos mapas das três figuras anteriores considerou-se pertinente estudar com maior nível de detalhe as zonas mais urbanas, procurando utilizar as metodologias propostas como uma abordagem para delimitação de zonas urbanas homogéneas e dessa forma contribuir para a identificação de possíveis áreas metropolitanas. Esta análise territorial mais pormenorizada, por um lado, pretende demonstrar a potencialidade das metodologias para identificar áreas urbanas homogéneas e, por outro, permite caracterizar a sua continuidade espacial e dimensão populacional.

De modo a identificar as freguesias mais urbanas foram adoptados dois critérios:

- freguesias com uma densidade populacional superior a 250 hab./km², tendo dentro destas sido salientadas as que possuem mais do que 1500 hab./km²;
- freguesias pertencentes aos Quadrantes 1 ou 3 e que possuem simultaneamente um valor de índice I superior ou igual a 0,50.

As freguesias identificadas como urbanas foram em seguida agrupadas em função da sua contiguidade espacial. Cada uma das zonas assim obtidas foi avaliada quanto à sua dimensão populacional, tendo-se identificado as que possuem mais do que 250.000 habitantes.

Nos mapas da Figura 4 identificam-se as freguesias que possuem em 2001 uma densidade populacional superior a 250 hab./km² e a 1500 hab./km², respectivamente. As freguesias com mais de 1500 hab./km² correspondem a zonas que se podem vir a considerar metropolitanas enquanto que as restantes, com mais de 250 hab./km², podem vir a ser consideradas zonas de aglomeração extensa se possuírem uma dimensão/ extensão que o justifique. Pela análise dos dois mapas pode-se constatar que existem duas áreas que podem vir a constituir áreas metropolitanas, Lisboa e Porto. Na envolvente da área do Porto identifica-se uma grande mancha de freguesias com densidade superior a 250 hab./km², enquanto que a região envolvente de Lisboa tem menos significado. Ao longo do território identificam-se algumas freguesias de alta densidade, coincidentes com os aglomerados mais importantes e com as suas envolventes.

No mapa da Figura 5 identificam-se as freguesias pertencentes aos Quadrantes 1 ou 3 e que possuem simultaneamente um valor de índice I superior ou igual a 0,50. Pela análise do mapa pode-se constatar que este representa uma situação intermédia entre os dois mapas da Figura 4. Novamente se identificam bem as áreas envolventes às cidades de Lisboa e Porto. No entanto salientam-se algumas zonas de extensão significativa em especial na região Noroeste do País.

Freguesias com densidade superior a 250 hab./km² **Freguesias com densidade superior a 1500 hab./km²**

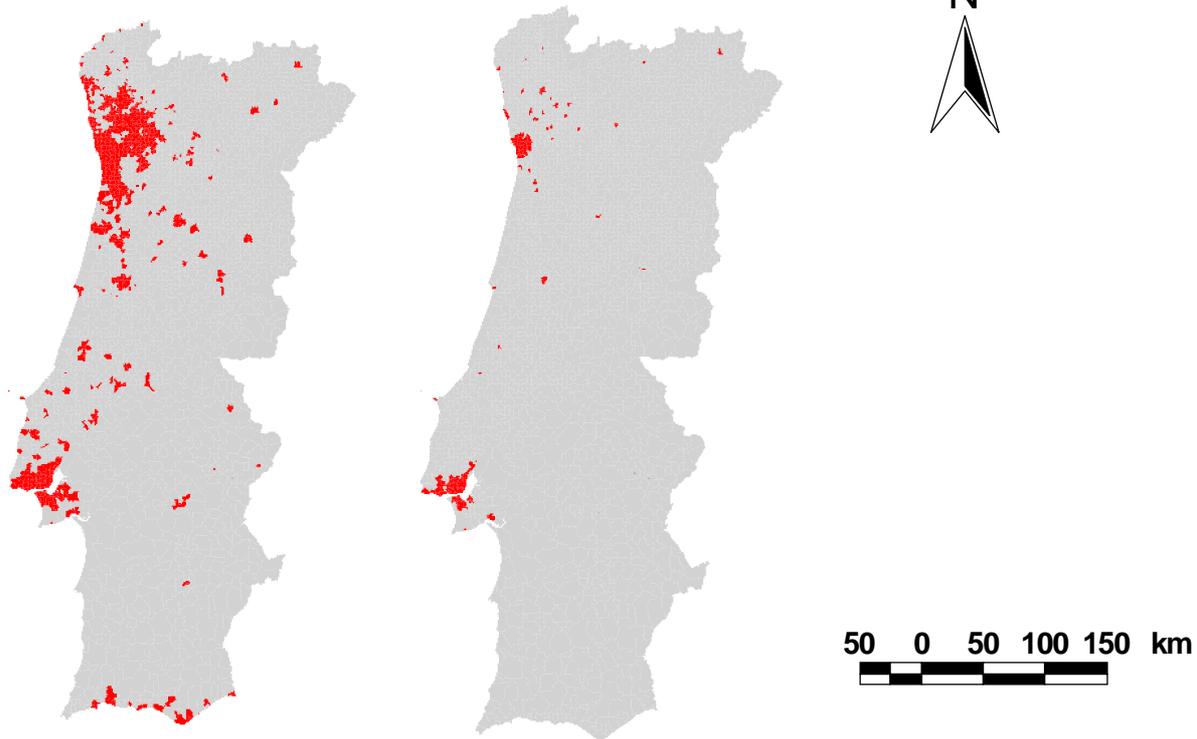


Figure 4. Mapas temáticos identificando as freguesias com densidade populacional superior a 250 hab./km² ou 1500 hab./km² no ano de 2001

Freguesias com Q=1 ou 3 e I superior ou igual a 0,50

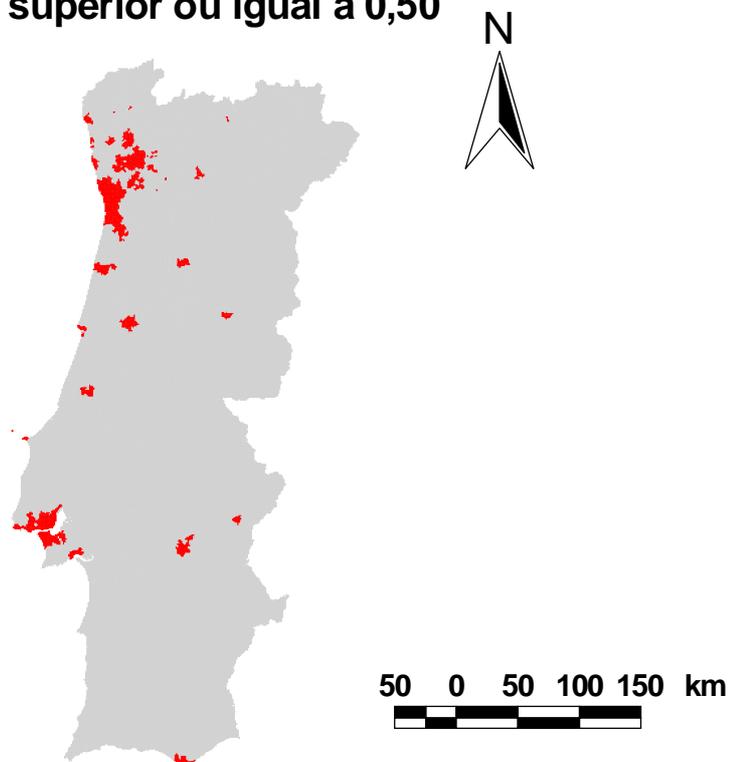


Figure 5. Mapa temático identificando as freguesias pertencentes ao Quadrante 1 ou 3 e com índice I superior ou igual a 0,50 no ano de 2001

Nos mapas da Figura 6 identificam-se as zonas que correspondem a freguesias contíguas com densidade superior a 250 hab./km² e que no seu conjunto possuem mais de 250.000 habitantes, mapa 1, e as zonas que correspondem a freguesias contíguas pertencentes aos Quadrantes 1 ou 3 e com índice superior ou igual a 0,50 e que no seu conjunto possuem mais de 250.000 habitantes, mapa 2. Pela análise dos dois mapas pode-se constatar que após a inclusão da dimensão mínima de número de habitantes e contiguidade das freguesias apenas se salientam duas regiões, uma envolvente a Lisboa e outra ao Porto. No mapa 2 esta segunda região é constituída por duas áreas, o que não acontece no mapa 1. Como já foi referido, o critério do mapa 1 é menos exigente em relação às condições de consideração de freguesias urbanas, daí se terem obtido áreas mais extensas. No entanto os mapas destacam com grande evidência duas regiões bem definidas no País.

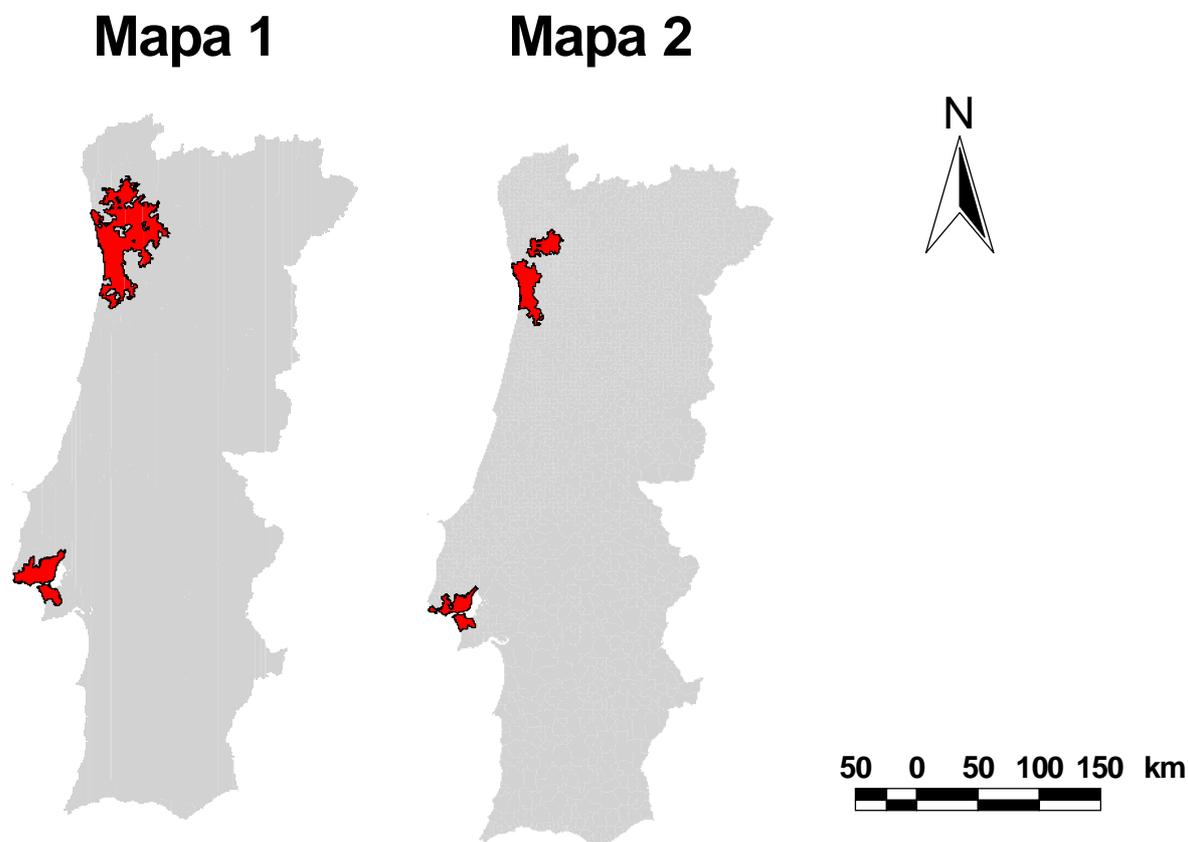


Figure 6. Mapas temáticos identificando freguesias urbanas contíguas com mais de 250.000 habitantes no ano de 2001 (mapa 1 – freguesias com mais de 250 hab./km²; mapa 2 – freguesias com Q = 1 ou 3 e I ≥ 0,50)

2. Estudo ao nível do município

A análise efectuada nesta fase passou a considerar o município como subdivisão administrativa em análise. Esta opção foi tomada pois a forma de agregação territorial prevista na recente Lei Quadro das Áreas Metropolitanas, já anteriormente referida, é a junção de municípios, nunca se pondo a possibilidade de agregar freguesias de municípios diferentes.

De acordo com a Lei são definidos dois tipos de áreas metropolitanas, as Grandes áreas metropolitanas (GAM), que compreendem obrigatoriamente um mínimo de nove municípios com pelo menos 350.000 habitantes, e as Comunidades urbanas (ComUrb), que compreendem obrigatoriamente um mínimo de três municípios com pelo menos 150.000 habitantes. A condição de número mínimo de municípios acaba por ser pouco restritiva pois um grande número de municípios que não sejam predominantemente urbanos podem vir a agrupar-se e a conseguir atingir os valores de habitantes exigidos. A consideração de uma área máxima ou uma densidade populacional média mínima poderiam ser critérios que facilmente ultrapassariam esta possibilidade e que de alguma forma poderiam garantir que as áreas metropolitanas a constituir tivessem uma estrutura territorial adequada.

Para desenvolver esta análise começou-se por calcular para os municípios qual a percentagem de área anteriormente considerada como freguesias urbanas, quer pela condição da densidade da freguesia ser superior a 250 hab./km² quer pela freguesia pertencer ao Quadrante 1 ou 3 e possuir índice I superior ou igual a 0,50.

Nos mapas da Figura 7 identifica-se a percentagem de área de freguesias consideradas urbanas nos municípios, de acordo com as duas condições anteriormente apresentadas. Pela análise dos mapas pode-se constatar que novamente o critério representado pelo mapa 2 é mais selectivo que o representado pelo mapa 1. Identifica-se que a zona envolvente a Lisboa é nitidamente menos extensa territorialmente que a região envolvente ao Porto. Para além destes dois núcleos mais importantes e suas envolventes salientam-se ainda algumas pequenas áreas territoriais que se situam no Litoral ou

próximo deste.

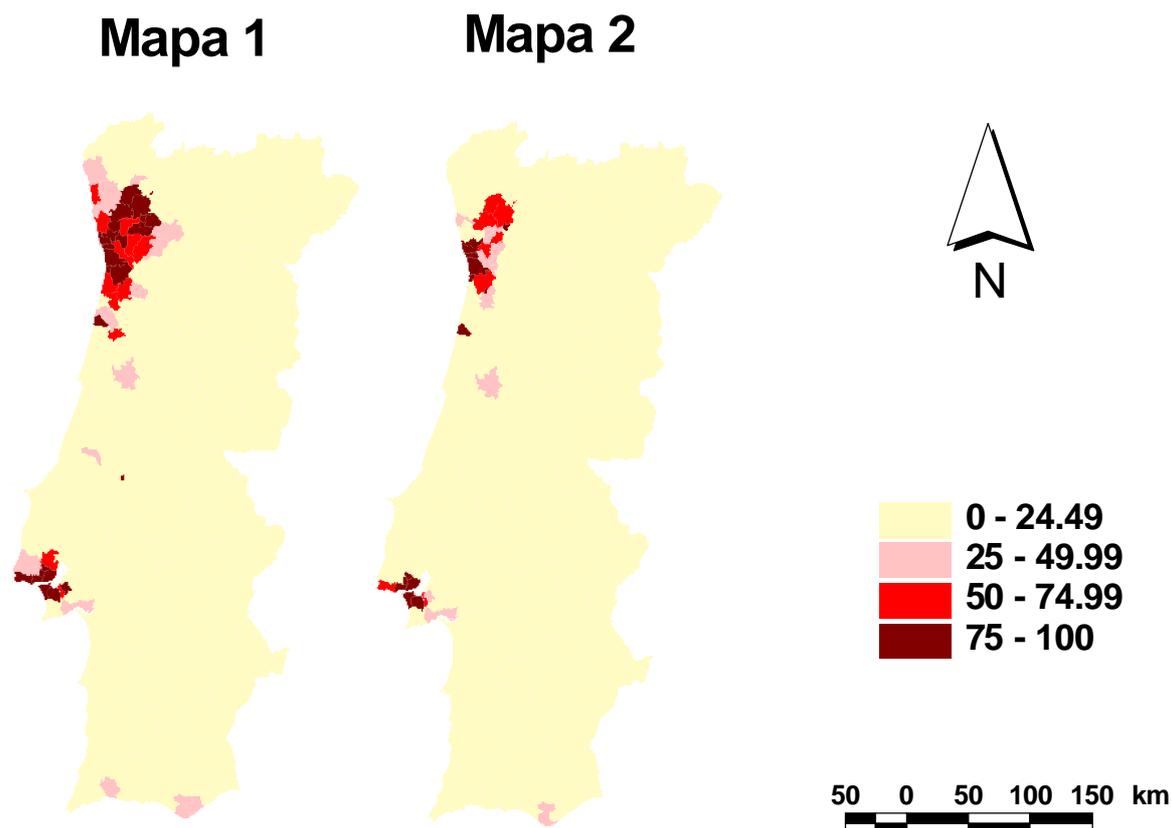


Figure 7. Mapas temáticos identificando a percentagem de área de freguesias urbanas por município em 2001 (mapa 1 – freguesias com mais de 250 hab./km²; mapa 2 – freguesias com Q = 1 ou 3 e I ≥ 0,50)

Finalmente, no mapa da Figura 8 são propostas delimitações para duas GAM e duas ComUrb para Portugal Continental. A agregação de municípios seguiu os seguintes critérios:

- apenas se constitui em GAM a agregação de, no mínimo, nove municípios contíguos com mais do que 350.000 habitantes e em que pelo menos um dos municípios possui freguesias de densidade superior a 1500 hab./km², as quais constituem a cidade central, ou cidades, e os restantes municípios possuem uma percentagem de área de freguesias urbanas superior a 25%, de acordo com o critério apresentado no mapa 2 da Figura 7;

- apenas se constitui em ComUrb a agregação, de no mínimo três, municípios contíguos com mais do que 150.000 habitantes e em que os municípios possuem uma percentagem de área de freguesias urbanas superior a 25%, de acordo com o critério apresentado no mapa 1 da Figura 7, e que não estejam incluídos numa GAM.

Da análise dos mapas da Figura 8 constata-se que resultaram as previsíveis GAM nas regiões envolventes a Lisboa e ao Porto e que as duas ComUrb identificadas correspondem a extensões da GAM envolvente ao Porto, mas que os respectivos municípios não cumprem os critérios definidos neste estudo de pertença a uma GAM. Deve-se ainda salientar que com outros critérios de vizinhança menos exigentes se poderiam incluir alguns dos municípios adjacentes às GAM.

As duas GAM assim definidas possuem em 2001 um número de habitantes que ultrapassa em muito os 350.000 previstos na Lei, a GAM do Porto possui 2.096.763 e a de Lisboa 1.778.678 habitantes, respectivamente. As ComUrb possuem, a Norte do Grande Porto, 244.052 e, a Este do Grande Porto, 286.164 habitantes, respectivamente.

As delimitações propostas não procuram contrariar as possíveis junções que os municípios venham a adoptar, apenas procurar mostrar que atendendo a critérios associados à densidade populacional, que em parte retractam o dinamismo das regiões, o cenário é bem diferente daquele que previsivelmente se concretizará.

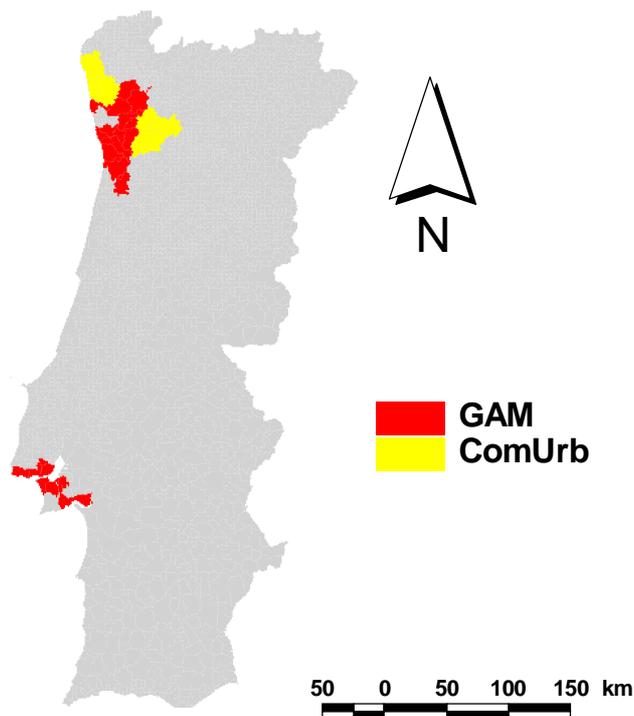


Figure 8. Mapa temático identificando uma proposta de Grandes Áreas Metropolitanas e Comunidades Urbanas para Portugal Continental

CONCLUSÕES

A metodologia proposta, apesar de não muito complexa, tira proveito da informação fornecida pela análise estatística espacial sobre a variável territorial em análise, densidade populacional por freguesia. A aplicação da metodologia à identificação de GAM e ComUrb em Portugal Continental conduziu a resultados interessantes. Contudo, para que as GAM identificadas sejam verdadeiras Grandes Áreas Metropolitanas deveriam seguir o paradigma das grandes áreas metropolitanas, isto é, não devem estar viradas para o interior do seu país mas devem preferencialmente relacionar-se com outras regiões metropolitanas a uma escala mundial (Ascher, 1995), situação que deverá ser avaliada através de outros parâmetros caracterizadores das regiões delimitadas.

Apesar dos resultados obtidos através do modelo desenvolvido se mostrarem interessantes, ainda existem alguns melhoramentos possíveis e necessários. A identificação de relações de vizinhança entre municípios que permita a junção de municípios adjacentes às áreas identificadas mas que não atingem o critério de elegibilidade definido neste estudo. Analisar e confrontar as áreas obtidas com outros tipos de divisões territoriais, como por exemplo, as regiões de saúde que possuem um funcionamento hierárquico de equipamentos de saúde. Validação das áreas delimitadas atendendo ao volume de viagens pendulares diárias entre a residência e o local de trabalho que poderá levar a uma maior repartição das áreas identificadas. Estes parecem ser alguns dos possíveis melhoramentos a explorar relativamente ao estudo aqui apresentado.

É também importante enfatizar que a metodologia proposta constitui apenas uma das possibilidades de identificação de áreas metropolitanas, já que não permite verificar formas de arranjos espaciais não contíguos que porventura possam constituir áreas metropolitanas ou cidades polinucleadas (como constelações, cachos ou clusters). Apesar disso, a abordagem proposta não deixa de se mostrar relevante para o fim a que se propõe, na medida em que representa um contributo para as abordagens integradas e holísticas que se fazem necessárias para a delimitação adequada de áreas metropolitanas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à agência Portuguesa GRICES (Gabinete de Relações Internacionais da Ciência e do Ensino Superior), e à agência Brasileira CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), o apoio concedido que permitiu desenvolver o trabalho apresetnado.

REFERÊNCIAS

1. **Anselin, L.**, Local indicators of spatial association - LISA, *Geographical Analysis*, Vol. 27, 93-115, 1995.
2. **Anselin, L.**, The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. Em M. Fischer, H. Scholten and D. Unwin (eds.), *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. Taylor & Francis, London, 1996.
3. **Anselin, L.**, Exploratory spatial data analysis in a geocomputational environment. Em P. Longley, S. Brooks, B.

Macmillan and R. McDonnell (eds.), *GeoComputation, a Primer*. Wiley, New York, 1998a.

4. **Anselin, L.**, Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. Em P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire and D. Rhind (eds.), *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. Geoinformation International, Cambridge, 1998b.
5. **Anselin, L. e Bao, S.**, Exploratory spatial data analysis linking SpaceStat and ArcView. Em M. Fisher and A. Getis (eds.), *Recent Developments in Spatial Analysis*. Springer-Verlag, Berlin, 1997.
6. **Anselin, L. e Smirnov, O.**, *The SpaceStat extension for ArcView 3.0*. Regional Research Institute, West Virginia University, Morgantown, 1998.
7. **Ascher, F.**, *Métapolis: ou l'avenir des villes*. Éditions Odile Jacob, Paris, 1995.
8. **Cressie, N.**, *Statistics for Spatial Data*. Wiley, New York, 1993.
9. **ESRI**, *ArcView GIS, The Geographic Information System for everyone, Using ArcView GIS*. Environmental Systems Research Institute, Redlands-CA, 1996.
10. **INE**, *Recenseamento da População e da Habitação (Portugal) – Censos 2001*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 2002.
11. **Levine, N.**, Spatial statistics and GIS: Software tools to quantify spatial patterns, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 62, No. 3, 381-392, 1996.
12. **Office of Management and Budget**, *Alternative Approaches to Defining Metropolitan and Non-metropolitan Areas*, Federal Register, Vol. 63, No. 244, December 21, 1998.
13. **Ramos, R.A.R. e Silva, A.N.R.**, A Data-driven Approach for the Definition of Metropolitan Regions, *CD-ROM Proceedings of the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management - Reviewed Papers*. Sendai, Japão, 2003a.
14. **Ramos, R.A.R. e Silva, A.N.R.**, Um Contributo para a Delimitação da Área Metropolitana do Noroeste de Portugal, em *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*. Lisboa, 2003b.
15. **Ramos, R.A.R e Silva, A.N.R.**, Comparação entre metodologias para a definição de zonas urbanas homogéneas baseadas na densidade populacional, *CD-Rom com Actas do Seminário Planeamento Integrado: em busca de desenvolvimento sustentável para cidades de pequeno e médio portes*. Universidade do Minho, Braga, 2004.
16. **Serrano, R.M. e Valcarce, E.V.**, *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La econometría espacial*. Edicions Universita de Barcelona, Espanha, 2000.

Rui António Rodrigues Ramos

Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil

Campus de Gualtar – Escola de Engenharia

4710-057 Braga

Tel: (+ 351) 253 604 720

Fax: (+ 351) 253 604 721

rui.ramos@civil.uminho.pt

URL: www.civil.uminho.pt

Rui António Rodrigues Ramos é Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Braga; docente responsável pelas disciplinas de Planeamento Territorial e Engenharia de Tráfego da licenciatura em Engenharia Civil, e pela disciplina de Teledeteção e Cartografia Automática da licenciatura em Geografia e Planeamento; responsável pelo Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica do Departamento de Engenharia Civil da UM; realiza investigação científica e orienta alunos de mestrado e doutoramento nas temáticas de Planeamento e Ordenamento do Território.

Antônio Néelson Rodrigues da Silva

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos

Departamento de Transportes

Av. Trabalhador São-carlense, 400

CEP 13566-590 - São Carlos

SP - Brasil

Tel: (+ 55) 16 273 9595

Fax: (+ 55) 16 273 9601

anelson@sc.usp.br

URL: www.eesc.sc.usp.br

Antônio Néelson Rodrigues da Silva, Arquiteto (1984), Mestre (1990), Doutor (1993) e Livre-Docente (1998) em Transportes, é professor da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, onde é Diretor do Centro de Tecnologia Educacional para a Engenharia (CETEPE). É responsável, na área de Pós-Graduação em Transportes, pelas disciplinas Planejamento Urbano e

Transportes e Os Sistemas de Informação Geográfica e a Engenharia de Transportes. Ministra também, no curso de graduação de Engenharia Civil, as disciplinas Engenharia de Transportes, Aeroportos, Portos e Vias Navegáveis e Planeamento e Análise de Sistemas de Transporte. Colabora com prefeituras de cidades pequenas e médias na reestruturação de sistemas de transporte público, além de ser autor de inúmeros trabalhos na área de Planeamento Urbano e de Transportes. Atualmente é um dos responsáveis pelo desenvolvimento do projeto PLANEJAMENTO INTEGRADO: EM BUSCA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PARA CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTES, financiado conjuntamente por duas agências de fomento à pesquisa: uma brasileira (CAPES) e outra portuguesa (GRICES). O projecto envolve pesquisadores da Universidade do Minho (Departamento de Engenharia Civil), da Universidade de São Paulo (Departamento de Transportes - EESC) e da Universidade Estadual Paulista-UNESP (NUCAM/Departamento de Arquitetura e Urbanismo - FAAC).

Vasco Peixoto Miranda

Universidade do Minho - Departamento de Engenharia Civil

Campus de Gualtar - Escola de Engenharia

4710-057 Braga

Portugal

Tel: (+ 351) 253 604 720

Fax: (+ 351) 253 604 721

vasco.miranda@civil.uminho.pt

URL: www.civil.uminho.pt

Vasco Peixoto Miranda é licenciado em Geografia e Planeamento pela Universidade do Minho (2002) e actualmente é Investigador no Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica do Departamento de Engenharia Civil da UM.