
X CONGRESSO DA GEOGRAFIA PORTUGUESA

Os Valores da Geografia

Lisboa, 9 a 12 de setembro de 2015

Identificação e análise de dinâmicas populacionais em Portugal Continental com recurso a imagens de satélite DMSP/OLS

B. Neves^(a), A.M. Rodrigues^(b)

^(a) CICS.NOVA - Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa FCSH/NOVA, brunomaneves@fcs.unl.pt

^(b) CICS.NOVA - Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa FCSH/NOVA, amrodrigues@fcs.unl.pt

Resumo

Este artigo tem como objetivo demonstrar e avaliar o uso da informação geográfica multi-temporal de satélite da U.S Air Force Defense Meteorological Satellites Program/Operational Linescan System (DMSP/OLS) na monitorização e identificação de alterações nas atividades humanas em Portugal Continental nas duas últimas décadas. A metodologia utilizada baseia-se na comparação de informação de satélite DMSP/OLS com informação censitária da população residente para o período em análise e informação geográfica sobre uso e ocupação do solo, e respetiva validação através de métodos estatísticos de análise espacial. Os resultados deste trabalho demonstram que o uso deste tipo de informação permite identificar e fazer um acompanhamento da evolução espacial das atividades humanas e quantificar estas alterações localizando-as no espaço. Na área em estudo têm maior destaque as alterações nas atividades humanas que ocorrem no litoral, onde simultaneamente se salientam as pressões relacionadas com as mudanças climáticas e eventos climáticos extremos em zonas costeiras.

Palavras chave: Expansão urbana, Litoral, Mudanças climáticas, Eventos Climáticos Extremos, Portugal Continental

1. Introdução

Passadas duas décadas desde a Conferência Internacional sobre População e Desenvolvimento das Nações Unidas (CIPD), que teve lugar no Cairo, Egito, entre 5 e 13 de setembro de 1994, as mudanças registadas globalmente, em particular relacionadas com a população, são notáveis. Em 1994, a população mundial era de 5.4 mil milhões de habitantes e duas décadas depois passou os 7.2 mil milhões, tendo a marca dos 7 mil milhões sido atingida em 2011. Espera-se que a população mundial atinja os 8.1 mil milhões em 2025 e 9.6 mil milhões em 2050. Atualmente este crescimento é maior em África e na Ásia e terá maior evidência em 2050, dado que se prevê que 80% do crescimento global se registe em África e 12% na Ásia. Na Europa prevê-se uma situação inversa, com a população a decrescer cerca de 0.5% ao ano (United Nations, 2014).

No que respeita à fecundidade, no início dos anos 70 nasciam 4.5 crianças por mulher, rondando os 3 filhos por mulher em 1994, decrescendo em 2014 para 2.5 nascimentos. Na Europa, os índices de fecundidade são dos mais baixos, apesar da ligeira tendência de crescimento e são os países do sul e do

leste que apresentam as taxas mais baixas (inferiores a 1.5 filhos por mulher). Já as migrações internacionais aumentaram significativamente nos últimos 20 anos. Em 1990 este número era de 154 milhões, atingindo em 2013 os 232 milhões de migrantes. Nesse ano, só a Europa e Ásia acolheram cerca de dois terços da população migrante a nível mundial. Na Europa de leste, para além das já referidas baixas taxas de natalidade, verifica-se ainda uma tendência de saída de jovens, agravando o decréscimo populacional (United Nations, 2014).

O crescimento urbano tem sido visto como um desafio para o planeamento urbano sustentável e para uma boa governança. A população urbana mundial passou de 2.3 mil milhões em 1994 para 3.9 mil milhões em 2014, prevendo-se que em 2050 suba para 6.3 mil milhões de habitantes. Neste período a população rural manteve-se praticamente inalterada, esperando-se que até 2050 decresça 0.3 mil milhões de habitantes. Em muitos dos países europeus a situação atual aponta para uma população urbana a rondar os 75% (United Nations, 2014).

Atualmente, mais de metade da população mundial vive em áreas urbanas e 10% em metrópoles com mais de 10 milhões de habitantes (Bollmann et al., 2010; United Nations, 2014), esperando-se que em 2025 este número seja de 14% (United Nations, 2014). Destas metrópoles, 75% estão localizadas em zonas costeiras fortemente afetadas pelas atividades humanas, correspondendo a 20% da superfície terrestre. Aqui situam-se 136 cidades portuárias, cada uma com mais de um milhão de habitantes. Nas zonas costeiras as densidades populacionais são três vezes mais elevadas que a média global, e são o espaço onde 45% da população mundial vive e trabalha (Bollmann et al., 2010; Bosello and De Cian, 2014). Quando consideradas apenas as regiões costeiras de baixa altitude, definidas por áreas entre os 0 e os 10 metros de altitude acima do nível médio do mar, nestas vivem 10% da população mundial, correspondendo a 634 milhões de habitantes (Nicholls and Cazenave, 2010).

As zonas costeiras caracterizam-se igualmente por outro tipo de pressões, não associadas à população, nomeadamente as relacionadas com as mudanças climáticas e eventos climáticos extremos, levantando questões relacionadas com a elevada vulnerabilidade da população dada a exposição a eventos climáticos costeiros, cujos cenários apontam para a sua intensificação, bem como para a subida do nível médio das águas do mar pondo em risco a população, economia, *habitats* e sistemas ecológicos. Estes cenários apontam ainda, a par do crescimento demográfico, para uma intensificação das migrações para as zonas costeiras, esperando-se que em 2025 dois terços da população mundial resida em zonas costeiras. Tais factos fazem do planeamento em zonas costeiras um verdadeiro desafio uma vez que enfraquecem a resiliência dos sistemas costeiros a longo prazo e aumentam a vulnerabilidade das suas populações (Olsen et al., 1997; Bollmann et al., 2010; Balica et al., 2012; Hansen and Morten Fuglsang, 2014; Benassai et al., 2015; Berry and BenDor, 2015; Flannery et al., 2015).

Os dados relativos à população residente em Portugal mostram uma tendência de crescimento nas duas últimas décadas censitárias, apesar do decréscimo que se tem vindo a verificar desde 2010. Esta situação

deve-se a uma tendência negativa registada nos últimos anos, em que tanto o saldo natural como o saldo migratório apresentam valores negativos, contribuindo assim para o decréscimo da população. Todos os cenários apresentados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) para 2060 apontam no sentido do decréscimo populacional (INE, 2014a), com exceção do cenário otimista relativo aos fluxos migratórios de imigrantes internacionais que chegam ao país (INE, 2014b). No entanto, e apesar desta tendência de decréscimo, continua a verificar-se um aumento da concentração de população em áreas litorais no Continente, onde se destacam as áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto, em parte porque estas áreas continuam a ser mais propícias a gerar emprego (INE, 2013).

Este artigo pretende demonstrar a possibilidade de cartografar a pressão humana e expansão de áreas urbanas em Portugal Continental, com maior relevo para as zonas costeiras e fazer um registo da sua evolução nas últimas duas décadas. Espera-se que possam servir de ferramenta para alertar os decisores acerca das áreas prioritárias de intervenção a curto, médio e longo prazo, no que respeita à defesa e adaptação de zonas costeiras.

2. Metodologia e dados

Este trabalho tem na sua base a utilização de informação geográfica multi-temporal de satélite da U.S Air Force Defense Meteorological Satellites Program/Operational Linescan System (DMSP/OLS). A utilização de informação geográfica livre ou sem custos, disponível à escala global (DMSP/OLS) para comparação entre regiões e/ou países permite que a metodologia seja facilmente replicada. Esta situação é ainda sublinhada pelo facto de o *software* utilizado ser também livre, de código aberto.

Sendo o objetivo visualizar a informação disponível de forma eficiente, as séries originais (X), previamente transformadas em formato vetorial, foram ponderadas pelo valor das células vizinhas. As séries resultantes (dX), doravante denominadas séries desfasadas (no espaço) são obtidas pela expressão:

$$dX_i = \sum_{j=1}^k w_{ij} X_j,$$

onde w_{ij} representa a vizinhança entre as células i e j , k representa o conjunto dos vizinhos de i .

Aquando da análise da distribuição geográfica das séries desfasadas através de cartogramas, a escolha pela representação somente do decil superior (ou dos dois decis superiores) ajuda a identificar agrupamentos significativos, doravante denominados *clusters*.

A representação probabilística das séries desfasadas permite identificar zonas *borderline* como aquelas cuja probabilidade de pertencer a um *cluster* – positivo ou negativo, é mais baixa. Estas áreas podem ser interpretadas como voláteis, mais sujeitas a mudança futura.

3. Resultados

A utilização das séries temporais resultantes da interpretação das imagens de satélite DMSP/OLS permitem observar, anualmente, a mudança geral para o território nacional das manchas de luminosidade, indicadores do consumo de energia e proporcionais, salvo algumas exceções, às manchas urbanas (Zhang and Seto, 2011). A figura 1 aqui apresentada permite comparar registos para cinco anos distintos, com início em 1992, terminando em 2013. As células apresentadas a preto representam aquelas cuja intensidade e a intensidade das células vizinhas está acima do percentil 95%. A rampa de cores representa toda a gama de intensidades. É possível verificar que existiu de facto um aumento claro das manchas e que este respeitou as tendências, significando que o crescimento se deu nas manchas e ao longo de corredores existentes.

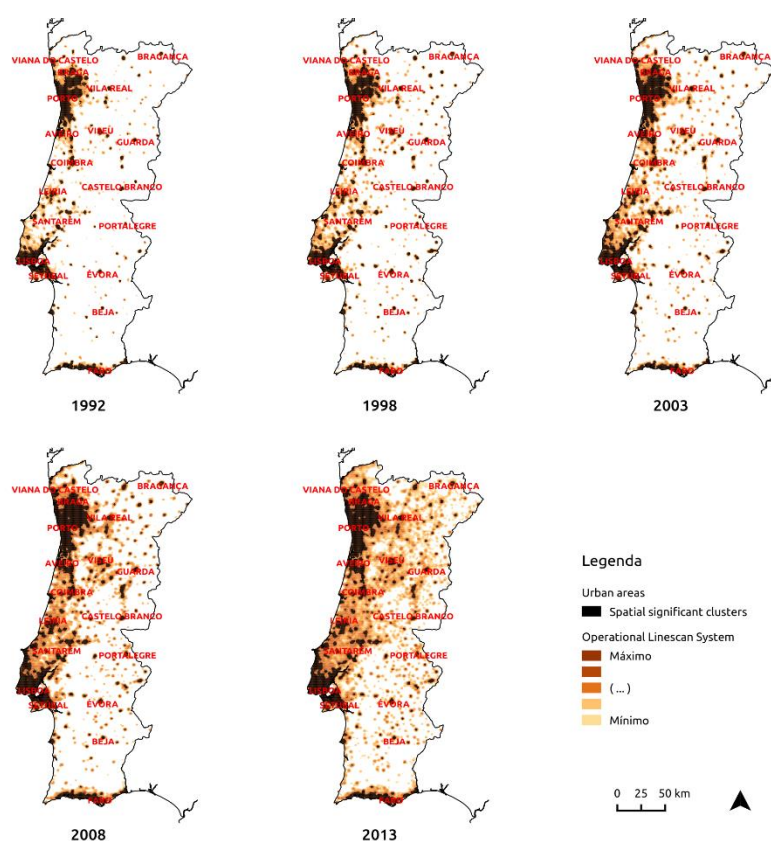


Figura 1- Variação da intensidade da luz emitida com identificação de *clusters* espaciais significativos

No que diz respeito às áreas denominadas de *borderline* (figura 2), ainda que o padrão geral se tenha mantido inalterado, existem alterações de pormenor importantes assim como de ordem de grandeza. Com o crescimento das áreas urbanas, verificou-se o correspondente alastrar das zonas de maior probabilidade de mudança.

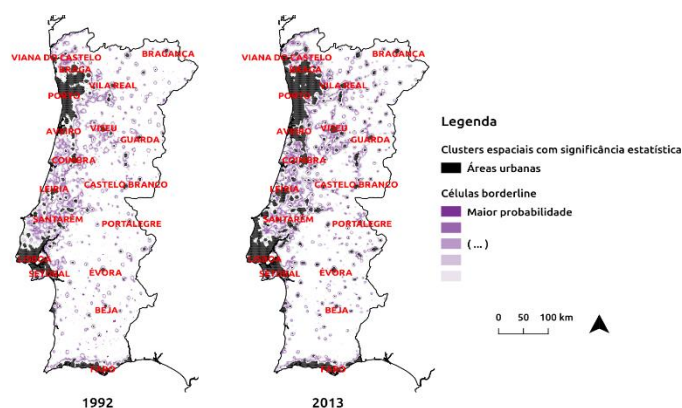


Figura 2 - Regiões *borderline* com maior susceptibilidade de mudança

A análise da função densidade empírica das séries referentes às zonas *borderline* permite a identificação de alguns factos não evidentes no cartograma apresentado na figura 2. A figura 3 apresenta três séries correspondentes a três anos. Em 1992 a pressão para mudança era bastante maior, facto que pode ser induzido através da figura. O número de células com uma probabilidade superior de mudança era maior. A diminuição do achatamento e transporte das medidas de tendência central para a esquerda indicam que existiu uma tendência de compactação dos centros de emissão energética. Não é possível induzir diretamente que tal significa uma maior compactação das áreas urbanas, ainda que os dados apontem claramente nessa direção.

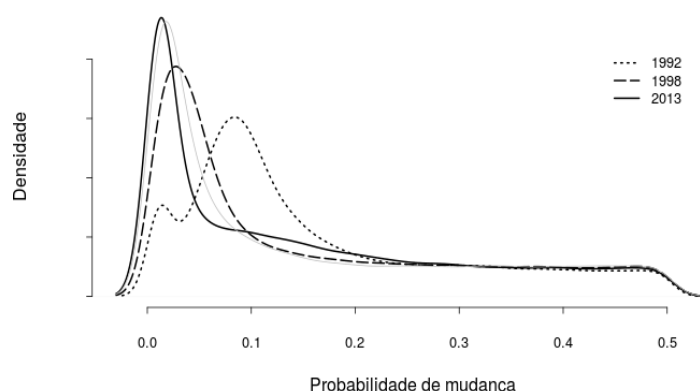


Figura 3- Funções densidade empírica das séries temporais

4. Ilações finais

Apesar da tendência atual de decréscimo da população em Portugal Continental, o litoral, onde se inserem as zonas costeiras, continua a registar índices de atratividade elevados no que respeita à população residente e turismo, ainda que sazonalmente. Desta forma, e atendendo aos cenários de mudanças climáticas e eventos climáticos extremos, consideram-se as zonas costeiras prioritárias no que respeita a medidas de defesa e adaptação no âmbito do planeamento e ordenamento do território.

A informação apresentada permite identificar alterações no território, mostrando-se, contudo, menos eficaz à escala municipal, considerada a mais adequada no planeamento e gestão de zonas costeiras; já

a referente às áreas *borderline* permite, aquando da sua análise a uma escala maior, a identificação de corredores naturais de expansão, útil no planeamento regional e urbano de médio/longo prazo.

Por último, e ainda relativamente à DMSP/OLS, apesar de não substituir informação referente à população ou uso e ocupação do solo, permite identificar dinâmicas urbanas à escala regional e nacional, e deste modo, de forma estandardizada e gratuita a comparação entre países.

5. Agradecimentos

Ao Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais CICS.NOVA – FCSH/UNL, UID/SOC/04647/2013, financiado pela FCT/MEC através de fundos Nacionais e co-financiado pelo FEDER no âmbito do acordo de parceria PT2020.

6. Bibliografia

- Balica, S.F., Wright, N.G., van der Meulen, F., 2012. A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts. *Nat. Hazards* 64, 73–105. doi:10.1007/s11069-012-0234-1
- Benassai, G., Di Paola, G., Aucelli, P.P.C., 2015. Coastal risk assessment of a micro-tidal littoral plain in response to sea level rise. *Ocean Coast. Manag.* 104, 22–35. doi:10.1016/j.ocecoaman.2014.11.015
- Berry, M., BenDor, T.K., 2015. Integrating sea level rise into development suitability analysis. *Comput. Environ. Urban Syst.* 51, 13–24. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2014.12.004
- Bollmann, M. et al, 2010. *World Ocean Review: Living with the oceans*. maribus gGmbH, Pickhuben 2, 20457 Hamburg, Hamburg.
- Bosello, F., De Cian, E., 2014. Climate change, sea level rise, and coastal disasters. A review of modeling practices. *Energy Econ.* 46, 593–605. doi:10.1016/j.eneco.2013.09.002
- Flannery, W., Lynch, K., Ó Cinnéide, M., 2015. Consideration of coastal risk in the Irish spatial planning process. *Land Use Policy* 43, 161–169. doi:10.1016/j.landusepol.2014.11.001
- Hansen, H.S., Morten Fuglsang, 2014. An Operational Web-Based Indicator System for Integrated Coastal Zone Management. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 326–344. doi:10.3390/ijgi3010326
- INE, 2014a. População residente em Portugal com tendência para diminuição e envelhecimento (Destaque, Informação à comunicação social), Dia Mundial da População 11 julho de 2014. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal.
- INE, 2014b. Projeções de população residente 2012-2060 (Destaque, Informação à comunicação social), Projeções de População Residente 2012-2060. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal.
- INE, 2013. Sistema Urbano, Transformações Familiares, Reabilitação e Arrendamento Habitacionais: uma perspetiva territorial (Destaque, Informação à comunicação social), Retrato Territorial de Portugal 2011. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal.
- Nicholls, R.J., Cazenave, A., 2010. Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones. *Science* 328, 1517–1520. doi:10.1126/science.1185782
- Olsen, S., Tobey, J., Kerr, M., 1997. A common framework for learning from ICM experience. *Lessons Learn. Integr. Coast. Manag.* 37, 155–174. doi:10.1016/S0964-5691(97)90105-8
- United Nations, 2014. *The World Population Situation in 2014. A Concise Report*. New York, USA.
- Zhang, Q., Seto, K.C., 2011. Mapping urbanization dynamics at regional and global scales using multi-temporal DMSP/OLS nighttime light data. *Remote Sens. Environ.* 115, 2320–2329. doi:10.1016/j.rse.2011.04.032