



XI CONGRESSO DA GEOGRAFIA PORTUGUESA

AS DIMENSÕES E A RESPONSABILIDADE SOCIAL DA GEOGRAFIA

9 - 11 de Novembro 2017
Faculdade de Letras Universidade do Porto

Livro de Atas

COORDENADORES:

Teresa Sá Marques
José Alberto Rio Fernandes
José Teixeira
Patrícia Abrantes
Fátima Matos
Laura Soares

Influência da vizinhança nas alterações de uso/ocupação do solo urbano: o método LAND

E. Gomes ^(a,b), P. Abrantes ^(c), A. Banos ^(b), J. Rocha ^(a)

^(a) Centro de Estudos Geográficos (CEG), Instituto de Geografia e Ordenamento do Território (IGOT), Universidade de Lisboa (UL)

^(b) Géographie-cités, UMR 8504, CNRS, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Université Paris Diderot

^(c) Departamento de Geografia, Faculdade de Letras, Universidade do Porto. Via Panorâmica s/n, 4150-564 Porto, Portugal

RESUMO

As atividades humanas têm influenciado as alterações do uso/ ocupação do solo ao longo dos tempos. As alterações reagem às pressões demográficas, às tendências económicas e ao desenvolvimento dos transportes. O crescimento urbano com implicações nos padrões de alteração de uso/ ocupação do solo pode ser medido através de uma diversidade de métricas da paisagem. O nosso estudo é inspirado pela primeira lei da Geografia de Tobler, em que o autor afirma: “tudo está relacionado com tudo, mas as coisas mais próximas estão mais relacionadas do que as coisas distantes”. Neste artigo apresentamos o método LAND (Land-use change and Neighbouring Distance), construído no programa NetLogo, que permite identificar e medir a influência da distância vizinha no crescimento urbano a partir do limite das áreas urbanas existentes. Este método permite ser usado como suporte às políticas territoriais na monitorização da expansão urbana.

Palavras chave: Alterações de uso/ ocupação do solo, distância vizinha, SIG, políticas territoriais.

1. INTRODUÇÃO

O uso/ ocupação do solo é o resultado de um sistema complexo relacionando interações ambientais, sociais e económicas (Li, Lambin, & Reenberg, 2007), envolvendo biota, solo, topografia, águas superficiais e subterrâneas, estruturas humanas (Lambin, Geist, & Lepers, 2003) e emprego (Turner, Meyer, & Skole, 1994). Como tópicos relevantes a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, identificou as seguintes dimensões do uso/ocupação do solo (1) ambiental (relacionado com as emissões de gases de efeito de estufa, capacidade produtiva dos solos e dos ecossistemas, qualidade do ar, disponibilidade de água, diversidade biológica e alterações do uso/ ocupação do solo); (2) social (no que se refere ao preço e abastecimento de alimentos, acesso à terra, água e outros recursos naturais, condições de trabalho, desenvolvimento rural e social, acesso à energia, saúde humana e segurança); e (3) dimensão económica (referente ao desenvolvimento e viabilidade económica, competitividade, acesso à tecnologia, capacidades tecnológicas e segurança energética).

A análise da evolução dos sistemas frequentemente contém escalas de tempo desconectadas. Estudar a sua transição é um desafio, sendo a consequência de uma agregação de técnicas elementares de mudanças, desde comportamentos e relações coletivas, configurações físicas, económicas ou sociais (Roebeling et al., 2017), que se refletem em mudanças irreversíveis (Vasileiadou & Safarzyńska, 2010). As alterações de uso/ ocupação do solo, enquanto sistemas, representam transformações de uma determinada classe do uso/ ocupação solo para outra. Lambin, Geist e Lepers (2003) identificaram 5 causas que levam às alterações do uso/ ocupação do solo,

nomeadamente através da: (1) escassez de recursos (maior pressão sob os recursos existentes); (2) mudanças de diagnóstico produzidas pelos mercados; (3) interferência política; (4) perda de capacidade adaptativa; e (5) mudanças na organização social. As alterações de uso/ ocupação do solo podem ter causas diretas e indiretas (Geist & Lambin, 2002), podendo ser políticas, ambientais e/ou socioeconómicas, ocorrendo a nível global e local.

A utilização do uso/ ocupação do solo por atividades humanas resulta de um processo de decisão com um objetivo específico, estando dependente de vários elementos interligados. A urbanização, enquanto processo antrópico, representa uma das alterações de uso/ ocupação do solo de maior relevância a nível local (Abrantes, Fontes, Gomes, & Rocha, 2016; Lambin et al., 2003; Wu, Liu, Wang, & Wang, 2010). As transições de classes naturais de uso/ ocupação do solo para classes artificiais apresentam as consequências negativas mais gravosas para o ecossistema (Jaeger & Madrinan, 2011a; Piorr, Ravetz, & Tosics, 2011).

O desaparecimento de áreas naturais e agrícolas representa um dos impactos mais visíveis no sistema ambiental (Liu et al., 2007). Esse facto resulta em danos irreversíveis nos recursos naturais, solos e ecossistemas, aumentando o consumo de terras agrícolas (Salvati & Carlucci, 2014). As consequências do crescimento/ expansão urbana são diversas, destacando-se a: a) fragmentação de terras agrícolas (Abrantes et al., 2016); b) poluição sonora e do ar (Resnik, 2010); c) proteção do solo como um recurso escasso (Eea, 2010); d) congestionamento de trânsito (Chen & Chang, 2014); e) danos nas terras agrícolas (Ujoh, Kwabe, Ifatimehin, & D, 2010); f) degeneração de populações selvagens, espécies e habitats

(Jaeger & Madrinan, 2011b); g) multifuncionalidade da paisagem (Brabec & Smith, 2002; Eea, 2010); e h) efeito negativo na produção de alimentos (Gutzler et al., 2015; Satterthwaite, McGranahan, & Tacoli, 2010).

O crescimento urbano é um fenómeno complexo, com diferentes formas, desde o suburbano contíguo (Chin, 2002), crescimento disperso (European Environment Agency, 2006), em forma de “leapfrog” (Oueslati, Alvaniades, & Garrod, 2015; Torrens, 2000), ou mesmo em forma de contracção (Saraiva, Roebeling, Teotónio, Palla, & Gnecco, 2016). A maioria das vezes, o crescimento disperso é caracterizado por desenvolvimento descontínuo, população e emprego dispersos, baixa densidade, e parcelas agrícolas fragmentadas. Um dos principais fatores que tem contribuído para a expansão urbana dispersa tem sido o desejo de viver fora das cidades, longe do trânsito, poluição sonora e crime (Ewing, 1997; Resnik, 2010).

Os padrões de crescimento urbano, nomeadamente do disperso, têm sido detetados, mapeados e modelados usando uma variedade de métricas, tais como:

(1) percentagem de área construída: em que mede a dimensão das áreas construídas (em % e em área total) (Sudhira, Ramachandra, & Jagadish, 2004);

(2) dispersão: quantificando a distribuição espacial das áreas construídas (Hayek, Jaeger, Schwick, Jarne, & Schuler, 2011);

(3) permeação urbana: em que mede a permeação de um território por áreas construídas (Hayek et al., 2011) e;

(4) índice de proximidade: que quantifica o grau de isolamento e fragmentação da área urbana (Bhatta, Saraswati, & Bandyopadhyay, 2010; Torrens, 2000).

Neste estudo apresentamos um método chamado LAND (Land-use change and Neighbouring Distance), que corresponde a uma proposta de medição dos padrões de alterações de uso/ ocupação do solo urbano. Este método apresenta como vantagem a eficácia na análise das alterações de uso/ ocupação do solo, tendo como objetivo medir e analisar a influência da distância vizinha, desde o limite das áreas urbanas existentes, no surgimento de novas áreas urbanas, permitindo a identificação da tendência de crescimento urbano: com maior ou menor contenção urbana.

2. MÉTODO LAND

O método LAND foi desenvolvido em NetLogo. O NetLogo é um dos programas mais usados no contexto dos Sistema de Multi-agentes (Ghosh, 2015), tendo sido desenvolvido por Wilensky (2004).

O método LAND permite identificar:

(1) a distribuição das classes de uso/ ocupação do solo;

(2) as alterações de uso/ ocupação do solo do ano 0 (mais antigo) para o ano 1 (mais recente), por classe de uso/ ocupação do solo e a diferentes distâncias;

(3) as classes estáveis de uso/ ocupação do solo entre o ano 0 e o ano 1.

Os dados de entrada são codificados, definindo um sistema de projeção e atribuída uma resolução espacial. A escolha da resolução espacial identifica a relação entre os custos dos dados, o processamento de tempo computacional, a confiabilidade, a viabilidade e a falácia ecológica. O valor atribuído tem que ter em conta a possibilidade de permitir identificar as relações e transformações existentes entre cada classe do uso/ ocupação do solo (Pan, Roth, Yu, & Doluschitz Reiner, 2010; Stanilov & Batty, 2011).

A importação dos dados do uso/ ocupação do solo é feita em formato ASCII (previamente classificado e preparado em ambiente SIG). A importação dos dados é feita através do comando LandUse-Year (Year 0 para o uso/ ocupação do solo mais antigo, e Year 1 para o uso/ ocupação do solo ano mais recente). O comando Maplanduse permite visualizar o mapa com as diferentes cores para cada classe do uso/ ocupação do solo.

O método LAND apresenta a seguinte pré-definida classificação de uso/ ocupação do solo: [classe 0 = NoData]; [classe 1 = superfícies artificiais]; [classe 2 = terra arável não irrigada]; [classe 3 = terra irrigada permanentemente]; [classe 4 = culturas permanentes]; [classe 5 = pastagens]; [classe 6 = áreas agrícolas heterogêneas]; [classe 7 = floresta]; [classe 8 = zonas húmidas e corpos de água] (fig. 1).

O método LAND permite uma ampla gama de análises. A abordagem pode ser realizada a partir de uma das classes de uso/ ocupação do solo para outra classe de uso/ ocupação do solo, do ano 0 para o ano 1, ou do ano 1 para o ano 0, e a identificação das alterações do uso/ ocupação do solo para diferentes distâncias. Como predefinição o método LAND varia entre 1 *patch* (resolução espacial atribuída ao mapa do uso/ ocupação do solo) e 20 *patches*. A Figura 2 exemplifica uma representação esquemática dos mecanismos do método LAND.

Em cada análise as alterações de uso/ ocupação do solo podem ser visualizadas espacialmente, graficamente e através de uma tabela em formato .txt. A Figura 3 ilustra o modo como o método LAND é espacialmente representado após cada análise, podendo visualizar-se através de diferentes cores o estado de cada uma das células, nomeadamente (1) permite identificar as alterações de uso/ ocupação do solo do estado 1 para o estado 2; (2) permite identificar as classes estáveis de uso/ ocupação do solo (que não sofreram alterações) do ano 0 para o ano 1; (3) e identificar as alterações do estado 1 para outros estados; (4) a identificação de outros estados para estados estáveis; e (5) permite identificar as restantes classes que registaram alterações.

3. CONSIDERAÇÕES FINAL

O principal destaque do método LAND prende-se com uma análise da transição do uso/ ocupação do solo de superfícies naturais para superfícies artificiais, a partir da distância vizinha do limite das superfícies artificiais entre o ano 0 e o ano 1, a cada *patch*. O método



Figura 1 – Interface do método LAND.

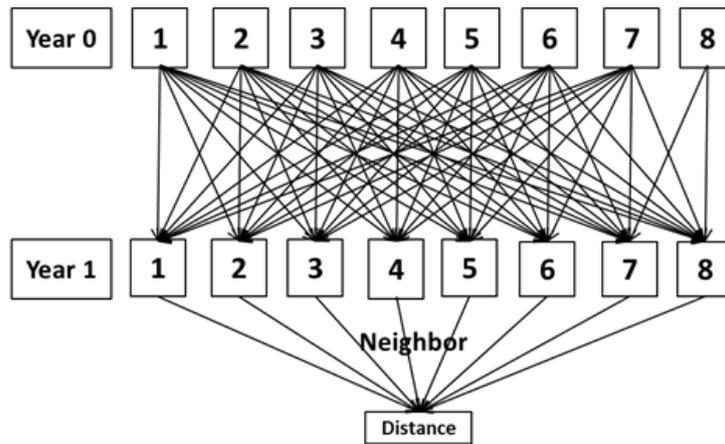


Figura 2 – Mecanismos do método LAND.

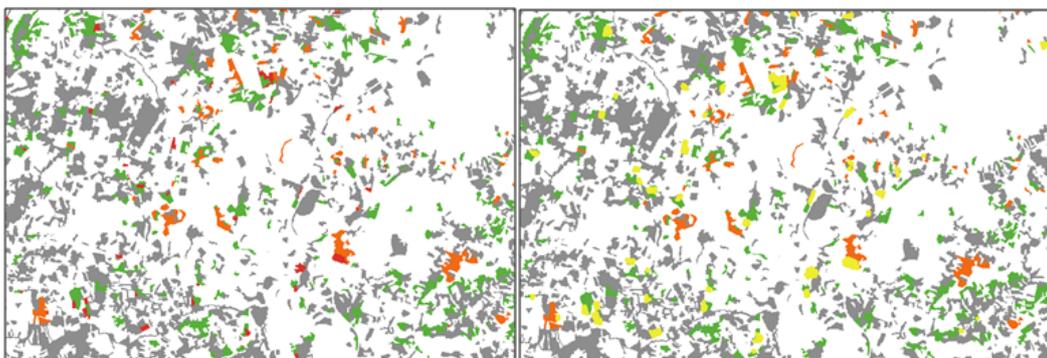


Figure 3 – Extração de um exemplo de output do método LAND. Exemplo figura 3a: Alterações do uso/ ocupação do solo entre pastagens (ano 0) e superfícies artificiais (ano 1). Cada cor significa um estado. Vermelho: alteração do estado 1 (pastagens) para o estado 2 (superfícies artificiais); laranja: sem alteração do estado 1; verde: alteração do estado 1 para outros estados; branco: manteve outros estados em estados estáveis; e cinza significa que alterou outros estados para outros estados. A Figura 3b mostra os vizinhos (a 50 metros) das alterações de uso/ ocupação do solo entre pastagens (ano 0) e superfícies artificiais (ano 1).

LAND permite identificar as seguintes considerações:

- Se entre o ano 0 e o ano 1 as novas áreas urbanas representam uma maior ou menor contenção do crescimento urbano;
- A possibilidade de poder ser utilizado a diferentes escalas, estudos de caso, resoluções espaciais, diferentes classes de uso/ ocupação do solo e a diferentes distâncias vizinhas de análise; e
- Permite analisar as alterações de uso/ ocupação do solo com diferentes intervalos temporais do uso/ ocupação do solo;

Os resultados obtidos através do método LAND permitirão corroborar, ou não, a teoria de Tobler e da dependência espacial. Este método possibilita uma análise detalhada de uma maior ou menor contenção urbana. A contenção urbana enquanto recomendação do planeamento do uso/ ocupação do solo, visa reduzir a expansão urbana e proteger e preservar áreas naturais (Bengston & Youn, 2006; Cheshire, 2009; Dawkins & Nelson, 2002). O método LAND permitirá o fornecimento de informações de grande relevância para a análise das dinâmicas de alteração do uso/ ocupação do solo, para poder ser aplicada na monitorização do crescimento urbano.

4. AGRADECIMENTOS

Este estudo foi desenvolvido no contexto da Bolsa de Doutoramento (número SFRH/BD/103032/2014).

5. BIBLIOGRAFIA

- Abrantes, P., Fontes, I., Gomes, E., & Rocha, J. (2016). Compliance of land cover changes with municipal land use planning: Evidence from the Lisbon metropolitan region (1990-2007). *Land Use Policy*, 51. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.10.023>
- Bengston, D. N., & Youn, Y. C. (2006). Urban containment policies and the protection of natural areas: The case of Seoul's greenbelt. *Ecology and Society*, 11(1). <http://doi.org/10.1016/j.ampre.2008.01.018>
- Bhatta, B., Saraswati, S., & Bandyopadhyay, D. (2010). Urban sprawl measurement from remote sensing data. *Applied Geography*, 30(4), 731–740. <http://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.02.002>
- Brabec, E., & Smith, C. (2002). Agricultural land fragmentation: the spatial effects of three land protection strategies in the eastern United States, 58, 255–268.
- Chen, M. C., & Chang, K. (2014). Reasoning the causality of city sprawl, traffic congestion, and green land disappearance in Taiwan using the CLD model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), 11464–11480. <http://doi.org/10.3390/ijerph111111464>
- Cheshire, P. (2009). Urban Containment, Housing Affordability and Price Stability - Irreconcilable Goals. *Spatial Economics Research Centre*, 4(September), 1–20.
- Chin, N. (2002). Unearthing the Roots of Urban Sprawl: A Critical Analysis of Form, Function and Methodology. *Working Papers Series - UCL Centre for Advanced Spatial Analysis*, 47(Mar 02), 1–23. <http://doi.org/10.1103/PhysRevE.78.016110>
- Dawkins, C. J., & Nelson, A. C. (2002). Urban containment policies and housing prices: An international comparison with implications for future research. *Land Use Policy*, 19(1), 1–12. [http://doi.org/10.1016/S0264-8377\(01\)00038-2](http://doi.org/10.1016/S0264-8377(01)00038-2)
- Eea. (2010). *The European environment — state and outlook 2010 (SOER 2010). Outlook*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <http://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2010.03280.x>
- European Environment Agency. (2006). *Urban sprawl in Europe - The ignored challenge. EEA report (Vol. 10)*. <http://doi.org/10.1080/02697451003740312>
- Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable? *Journal of the American Planning Association*, 63(1), 107–126. <http://doi.org/10.1080/01944369708975728>
- Geist, H., & Lambin, E. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *BioScience*, 52(2), 143–150.
- Ghosh, A. (2015). *Dynamic Systems for Everyone: Understanding How Our World Works*. Cham: Springer.
- Gutzler, C., Helming, K., Balla, D., Dannowski, R., Deumlich, D., Glemnitz, M., ... Zander, P. (2015). Agricultural land use changes – a scenario-based sustainability impact assessment for Brandenburg, Germany. *Ecological Indicators*, 48, 505–517. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.004>
- Hayek, U. W., Jaeger, J. A. G., Schwick, C., Jarne, A., & Schuler, M. (2011). Measuring and Assessing Urban Sprawl: What are the Remaining Options for Future Settlement Development in Switzerland for 2030? *Applied Spatial Analysis and Policy*, 4(4), 249–279. <http://doi.org/10.1007/s12061-010-9055-3>
- Ii, B. L. T., Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global, 104(52), 20666–20672.
- Jaeger, A. G., & Madrinan, F. L. (2011a). *Landscape Fragmentation in Europe. European Environment Agency*. <http://doi.org/10.2800/78322>
- Jaeger, A. G., & Madrinan, F. L. (2011b). *Landscape Fragmentation in Europe. Ilpoe.Uni-Stuttgart.De*. <http://doi.org/10.2800/78322>
- Lambin, E. F., Geist, H. J., & Lepers, E. (2003). Dynamics of Land-Use and Land-Cover Change in Tropical Regions. *Annual Review of Environment and Resources*, 28(1), 205–241. <http://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459>
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., ... Taylor, W. W. (2007). Complexity of Coupled Human and Natural Systems. *Science*, 317(5844), 1513–1516. <http://doi.org/10.1126/science.1144004>
- Oueslati, W., Alvanides, S., & Garrod, G. (2015). Determinants of urban sprawl in European cities. *Urban Studies*, 52(9), 42098015577773. <http://doi.org/10.1177/0042098015577773>
- Pan, Y., Roth, A., Yu, Z., & Doluschitz Reiner, R. (2010). The impact of variation in scale on the behavior of a cellular automata used for land use change modeling. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34(5), 400–408. <http://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2010.03.003>

- Piorr, A., Ravetz, J., & Tosics, I. (2011). Peri-urbanisation in Europe. Towards European Policies to Sustain Urban-Rural Futures., 144.
- Resnik, D. B. (2010). Urban sprawl, smart growth, and deliberative democracy. *American Journal of Public Health, 100*(10), 1852–1856. <http://doi.org/10.2105/AJPH.2009.182501>
- Roebeling, P., Saraiva, M., Palla, A., Gnecco, I., Teotónio, C., Fidelis, T., ... Teotónio, C. (2017). Assessing the socio-economic impacts of green / blue space , urban residential and road infrastructure projects in the Confluence (Lyon): a hedonic pricing simulation approach. *Journal of Environmental Planning and Management, 60* (3) , 4 8 2 – 4 9 9 . <http://doi.org/10.1080/09640568.2016.1162138>
- Salvati, L., & Carlucci, M. (2014). The way towards land consumption: Soil sealing and polycentric development in Barcelona. *Urban Studies, 53*(2), 418–440. <http://doi.org/10.1177/0042098014563486>
- Saraiva, M., Roebeling, P., Teotónio, C., Palla, A., & Gnecco, I. (2016). Dimensions of shrinkage: Evaluating the consequences of population decline in two medium-sized cities in Europe , using the SULD decision support tool. *Environment and Planning B: Planning and Design, 0* (0) , 1 – 2 3 . <http://doi.org/10.1177/0265813516659071>
- Satterthwaite, D., McGranahan, G., & Tacoli, C. (2010). Urbanization and its implications for food and farming. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 365*, 2809–2820. <http://doi.org/10.1098/rstb.2010.0136>
- Stanilov, K., & Batty, M. (2011). Exploring the Historical Determinants of Urban Growth Patterns through Cellular Automata. *Transactions in GIS, 15*(3), 253–271. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2011.01254.x>
- Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V., & Jagadish, K. S. (2004). Urban sprawl: Metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 5*(1), 29–39. <http://doi.org/10.1016/j.jag.2003.08.002>
- Torrens, P. (2000). Measuring Sprawl. *Centre for Advanced Spatial Analysis, 1*.
- Turner, B., Meyer, W., & Skole, D. (1994). Global Land-Use/Land-Cover Change: Towards an Integrated Study. *Ambio, 23*(1), 91–95. <http://doi.org/10.2307/4314168>
- Ujoh, F., Kwabe, I., Ifatimehin, O. O., & D, I. (2010). Understanding urban sprawl in the Federal Capital City , Abuja: Towards sustainable urbanization in Nigeria. *Journal of Geography and Regional Planning, 3*(5), 106–113.
- Vasileiadou, E., & Safarzyńska, K. (2010). Transitions: Taking complexity seriously. *Futures, 42*(10), 1176–1186. <http://doi.org/10.1016/j.futures.2010.07.001>
- Wilensky, U. (2004). Seth Tisue Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling Slightly updated from : environment . Proceedings of the Agent 2004 Conference on Social Dynamics : Interaction , This version has been slightly updated from the original to reflect a fe.
- Wu, D., Liu, J., Wang, S., & Wang, R. (2010). Simulating urban expansion by coupling a stochastic cellular automata model and socioeconomic indicators. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 24*(2), 235–245. <http://doi.org/10.1007/s00477-009-0313-3>