

Transformação de uso e ocupação do solo, Inteligência Geográfica e Sustentabilidade Territorial



Raquel FARIA de DEUS

Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais (CICS.NOVA), Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, (NOVA FCSH), Universidade NOVA de Lisboa; r_deus@fcsb.unl.pt

Resumo: Este artigo discute a relevância dos avanços tecnológicos, da inteligência geográfica e das abordagens de modelação espacial quantitativa de transformação de uso e ocupação do solo para Planeamento e Ordenamento do Território, com base em reflexões, as quais resultam da investigação realizada no âmbito de projetos académicos e científicos, em que a inteligência geográfica e as ideias científicas do core curriculum da Geografia Humana, tais como a ocupação humana dos territórios, a transformação de uso e ocupação do solo e os seus efeitos na gestão e planeamento territorial, são componentes importantes.

Palavras-chave: uso e ocupação do solo; modelação espacial; envolvimento social; Ordenamento do Território

A crescente pressão sobre o recurso solo impulsionou a investigação científica em diversas disciplinas ao longo da história da humanidade. A investigação suportada pelas ideias científicas do core curriculum da Geografia Humana, nomeadamente, a ocupação humana dos territórios, a transformação de uso e ocupação do solo (LULC, usando aqui a sigla internacionalmente conhecida derivada de Land-Use and Land-Cover), e os seus efeitos na gestão e planeamento territorial é, num contexto de crise climática, ainda mais importante. Sabe-se que as alterações nas características físicas da superfície da Terra (ocupação do solo) e a sua exploração pelos seres humanos (uso do solo) afetam as dinâmicas de alterações ambientais globais. No entanto, as transformações de LULC podem contribuir para a mitigação e adaptação às alterações ambientais globais (Verburg et al., 2015). Para explorar este potencial, a análise e a modelação espacial de LULC são, portanto, cruciais para compreender e gerir as alterações ambientais globais (Hewitt et al., 2017). A transformação de LULC é, de facto, mais intensa onde a atividade humana está mais densamente concentrada. A investigação nesta temática (Faria de Deus et al., 2012; Faria de Deus, 2015; Faria de Deus et al., 2023) mostra que, tal como no resto do Mundo, em Portugal este fenómeno atingiu maior complexidade e relevância nas áreas costeiras. Os resultados mostram, também, que as áreas costeiras passaram por processos intensivos de urbanização linear, dada a forte dinâmica imobiliária nestas áreas, levando a alterações no mosaico de categorias de uso do solo e ameaçando a resiliência do sistema destas áreas.

A investigação sobre a análise e modelação espacial de LULC tem evoluído muito, passando de um foco principal na investigação exploratória para a compreensão das forças motrizes e dos impactos da transformação de LULC para novas abordagens, as quais utilizam este conhecimento em combinação com a participação ativa das partes interessadas nesta temática para desenvolver práticas sustentáveis de gestão de uso do solo e políticas espaciais (as denominadas abordagens de modelação espacial participativa). Isto sugere que os diferentes papéis que os modelos espaciais quantitativos podem desempenhar na abordagem de fenómenos complexos relacionados com o LULC e, na disseminação do conhecimento social (McCall et al., 2016) são, atualmente, uma característica fundamental dos processos das partes interessadas. No entanto, poucos progressos foram feitos em Portugal no que diz respeito à modelação espacial participativa de transformação do LULC, especialmente a nível local. Além disso, a investigação que combine tais abordagens de modelação espacial participativa com o desenvolvimento de conjuntos de dados de LULC de escala fina, para avaliar e quantificar as transformações do LULC é ainda reduzida. Uma análise precisa da configuração atual do LULC e das simulações futuras em áreas costeiras, as quais enfrentam maiores pressões de urbanização, juntamente com o envolvimento das partes interessadas, é essencial para a sustentabilidade territorial.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável pedem a promoção de abordagens de tomada de decisão participativas, representativas e transparentes, assim como o fortalecimento da governança e da interface ciência e política. Considero que é na resposta aos desafios colocados pela transformação do LULC, que nos podemos diferenciar no panorama nacional, através da aplicação de abordagens metodológicas contextualizadas na área da Inteligência Geográfica —a capacidade de processar dados geográficos visuais, produzir simulações futuras e agir com base nessas simulações— interdisciplinares, colaborativas, robustas e transparentes, as quais contribuem para a tão necessária convergência entre a investigação sobre transformação do LULC, a tomada de decisão, o envolvimento social, e o Ordenamento do Território.

As abordagens de modelação espacial de transformação do LULC têm evoluído com o avanço tecnológico, combinando Sistemas de Informação Geográfica com métodos das Ciências da Complexidade (p. ex., Autómatos Celulares), métodos de Inteligência Artificial (p. ex., Redes Neurais Artificiais) e, incorporando recursos como a Detecção Remota e a análise em tempo real. Existem muitas razões pelas quais os modelos de Autómatos Celulares continuam a ser amplamente aplicados aos estudos sobre a transformação do LULC, principalmente a sua capacidade natural de reproduzir processos complexos *bottom-up* (de baixo para cima) e, portanto, mais fiáveis, através de regras simples (Batty, 2005). Embora a aplicação de métodos de Inteligência Artificial, como as Redes Neurais Artificiais, não seja nova, vem já dos anos 50 e 60, nos EUA, em Portugal aparece com alguma expressão na primeira década do século XXI, nomeadamente para a simulação futura dos padrões espaço-temporais de transformação do LULC (ver o estudo desenvolvido por Rocha et al. (2007)). Diria que estamos perante as abordagens de modelação espacial mais notáveis e promissoras para interpretar e representar a complexidade do LULC, indispensáveis para apoiar o desenvolvimento de uma sociedade mais informada e possuidora de conhecimento, base fundamental para antecipar cenários prospetivos desejáveis e/ ou possíveis para os territórios portugueses, à luz dos atuais desafios sociais, ambientais e tecnológicos. Posso dar um exemplo. O acesso a ferramentas de Inteligência Artificial online poderosas, mas simples de usar (ver as plataformas GeoRetina e MarIA), as quais beneficiam de serviços avançados de mapas e Inteligência Geográfica, potencia a produção de cartografia (p. ex., cartografia de uso e ocupação do solo, cartografia de risco e vulnerabilidades) de forma rápida, robusta e escalável, assim como, de conhecimento geográfico avançado, promovendo a tomada de decisão informada e melhorando a capacidade de resposta aos desafios emergentes. Ferramentas gratuitas como o GeoRetina, mostram-nos como as máquinas estão a adquirir Inteligência Geográfica e como isso possibilita que a Inteligência Artificial interaja com os seres humanos, criando produtos que podem ser utilizados pelos

planeadores, equipas de intervenção permanente, decisores e/ou o público alargado.

Nos próximos anos, Portugal, assim como os restantes países da União Europeia, irão lidar com os efeitos do declínio demográfico e da renovação geracional, bem como as desigualdades territoriais multidimensionais (p. ex., o uso eficiente do recurso estratégico solo e a conservação dos ecossistemas, a transformação digital da sociedade e da economia, o mercado de trabalho e os modelos emergentes para o trabalho e para a mobilidade dos indivíduos e das empresas, a transição energética e a crise climática, a acessibilidade aos serviços). No meu entender, enfrentar estes desafios, tirando partido da Inteligência Geográfica e da Inteligência Coletiva das partes interessadas nestas temáticas é fundamental para a sustentabilidade e a resiliência territorial, reforçando os laços entre os cidadãos e as instituições democráticas que os servem.

Referências

- Batty, M. (2005). *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. The MIT Press, Cambridge, MA.
- Faria de Deus, R. (2015). *Gis-based measurement, analysis and modelling of land-use and land-cover change in coastal areas. The case of the Algarve, Portugal*. Ph.D. thesis supported by Fundação para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BD/61544/2009). Unpublished Ph.D. thesis, NOVA University of Lisbon.
- Faria de Deus, R., Tenedório, J. A., Pumain, D., Rocha, J., & Pereira, M. (2023). 100 Years of Land-Use and Land-Cover Data: What Has Been the Effect of Spatial Planning in Coastal Land-Use and Land-Cover Change? *Sustainability*, 15(9), 7636. <https://doi.org/10.3390/su15097636>
- Faria De Deus, R., Tenedório, J. and Moix Bergadà, M. (2012). Urban sprawl in Portugal based on urban systems spatial boundaries. *ACE: Architecture, City and Environment*. *Arquitectura, Ciudad y Entorno* [online], 7. P. 131-148. Available at: < <http://revistes.upc.edu/ojs/index.php/ACE/article/view/2576>>. ISSN 1886-4805.
- Hewitt, R., Jiménez, V., Moratalla, A., Martín, B., Bermejo, L., Encinas-Escribano, M. (2017). *Participatory Modelling for resilient futures. Action for managing our environment from the bottom-up*. Volume 30. Elsevier. 346 pp. ISBN: 978-0-444-63982-0. ISSN: 0167-8892.
- McCall, M., Glynn, P., Ostermann, F. and Pierce, S. (2016). *Modelling with stakeholders – Next generation*. *Environmental Modelling and Software*, Volume 77, Issue C, pages 196 – 220, March 2016, Elsevier Science Publishers B.
- Rocha, J., Ferreira, J. C., Simões, J., & Tenedório, J. A. (2007). *Modelling Coastal and Land Use Evolution Patterns through Neural Network and Cellular Automata Integration*. *Journal of Coastal Research*, 827–831. <http://www.jstor.org/stable/26481698>
- Verburg, P., Crossman, N., Ellis, E., Heinimann, A., Hostert, P., Mertz, O., Nagendra, H., Sikor, T., Erb, K., Golubiewski, N., RGrau, R., Grove, M., Konaté, S., Meyfroidt, P., Parker, D., Chowdhury, R., Shibata, H., Thomson, A. and Zhen, L. (2015). *Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective*, *Anthropocene*, 12, 29 – 41.