

SIMULAÇÃO DE CRESCIMENTO URBANO E BORDAS DA CIDADE: EXCLUSÃO E CONCENTRAÇÃO SIMULTÂNEAS

ARAGÃO, Lucas Araújo¹; POLIDORI, Mauricio Couto²

¹Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAUrb, UFPel. E-mail: lucasaraujo56@gmail.com;

² Prof Dr Associado DAUrb/LabUrb, UFPel. E-mail: mauricio.polidori@terra.com.br.

1 INTRODUÇÃO

As técnicas computacionais, que podem ser reunidas sob o conceito de geocomputação, vêm sendo crescentemente utilizadas em trabalhos de simulação e de modelagem urbana, transformando o computador em laboratório e em meio de experimentação (Burrough, 1998; Batty, 1998). Simulações podem oferecer aos pesquisadores cenários hipotéticos de cidades reais, estimulando a descoberta e auxiliando na formulação de teorias (Axelrod, 1997). Estas simulações podem ser utilizadas para investigar o crescimento das cidades, capturando dinâmicas de mudança, considerando o tempo e o modo de representação espacial.

Neste trabalho as mudanças urbanas estão assumidas como decorrentes de interações entre a estrutura urbana, a estrutura social e o ambiente natural. Com a utilização de modelagem computacional dinâmica e com o auxílio de autômatos celulares (O'Sullivan e Torrens, 2000), o tempo vai ser incorporado como uma sucessão de estados encadeados, onde mecanismos de feedback positivo e negativo interagem e influenciam estados seguintes. Por fim o modo de representação adotado é o de um *grid*, onde células representam espaços discretos e contêm atributos físicos, naturais e institucionais (Polidori, 2004). A partir desses atributos são geradas tensões que são distribuídas de modo axial, polar e difuso, sendo seu acúmulo em cada célula chamado de centralidade celular. Seqüencialmente, é assumido como potencial de crescimento a diferença entre a centralidade celular máxima da vizinhança e a de cada célula, o que pode implicar em crescimento interno ou externo às células urbanas preexistentes

O estudo da borda externa à cidade, bem como a possibilidade de interfaces internas, são exemplos das emergências ou padrão de ordenação espacial aos quais se dedica este trabalho, onde é esperado que ocorram mudanças em função do crescimento da cidade e da presença de periferias urbanas, associadas ao processo de segregação sócio-espacial. Essas bordas podem apresentar características especiais, para o que está enunciada a hipótese de que na borda ocorre simultaneamente exclusão e concentração, o que pode ser descrito por rarefação de valores de centralidade e por aumento do potencial de mudança. Para testar essa hipótese estão realizadas simulações de crescimento urbano, como aparece nos títulos adiante.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Neste trabalho foi utilizado o modelo de simulação de crescimento urbano originalmente elaborado por Polidori em 2004, agora implementado através do *software CityCell* (Saraiva, Polidori, Peres e Toralles, 2012), desenvolvido pela

equipe do Laboratório de Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel. O software é dedicado a estudar modificações na área efetivamente urbanizada das cidades, assumindo como base espacial um ambiente com células quadradas, resolvida como um *grid* bidimensional de um sistema de informações geográficas – SIG, com características operacionais de um autômato celular (Batty, Couclelis e Eichen, 1997).

As simulações foram realizadas com as cidades de Arroio Grande e Jaguarão, em função de seu tamanho adequado e da disponibilidade de informações, mediante SIG realizados através de parcerias da UFPel com as prefeituras das cidades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas simulações com as cidades de Jaguarão e Arroio Grande, com atenção dedicada à borda da cidade, sendo que essas simulações mostraram a existência de um elevado potencial de crescimento nas bordas e um baixo valor de centralidade na mesma região. Podendo ser essa borda, o limite das interfaces do urbano com o não-urbano e do mais urbanizado com o menos urbanizado. A concentração de potencial encontrada na borda aparece em altos e médios valores, o que pode ser justificado pelo substrato natural, que opera como um campo de irregularidades, como vem sendo apresentado em outros estudos (Polidori 2004; Polidori e Krafta 2005; Peres e Polidori, 2011).

A seguir estão imagens das simulações de crescimento realizadas nessa investigação, sendo que na figura 1 aparece a cidade de Arroio Grande, e na figura 2 a cidade de Jaguarão, onde de quarenta interações foram extraídas as simulações de número 20 e demarcadas o potencial de crescimento (laranja), as células de borda (roxo) e a centralidade (azul), respectivamente. A principal interpretação que pode ser extraída, nas simulações de Arroio Grande indica que as células de borda concentram médios e altos níveis de potencial, desenvolvido em forma de linha, e baixa centralidade, enquanto nas simulações de Jaguarão o efeito de borda é percebido no interior da cidade, marcando a interface entre o mais urbanizado e o menos urbanizado. Mesmo no caso de Jaguarão pode ser observada a hipótese de que nas células da borda há uma elevada concentração de potencial e baixos níveis de centralidade.



Figura 1 – Simulações da cidade de Arroio, demarcando as células do potencial na figura 1ª e nas figuras 1b e 1c é mostrado o potencial e a centralidade com a presença das células da borda.

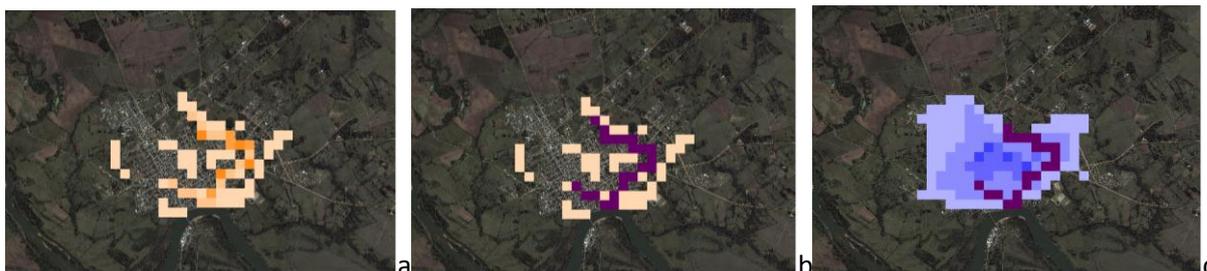


Figura 2 – Simulações da cidade de Jaguarão, demarcando as células do potencial na figura 1a e nas figuras 1b e 1c é mostrado o potencial e a centralidade com a presença das células da borda.

4 CONCLUSÃO

A partir das ideias enunciadas aqui e das simulações de crescimento urbano realizadas, pode ser assumido que existe um efeito de borda urbano, pois as simulações comprovam a existência de uma borda que se modifica no processo de crescimento, onde há concentração do potencial de crescimento de dois modos principais: a) nas interfaces do urbano com o não-urbano (no caso de Arroio Grande); b) do mais urbanizado com o menos urbanizado (no caso de Jaguarão), demarcando um crescimento em forma de linha.

Está parcialmente confirmada a hipótese de que na borda ocorre simultaneamente exclusão e concentração, pois se por um lado se confirma a rarefação contínua de centralidades na borda, por outro pode ser observado que a concentração de potencial nesses limites aparece alternada, com altos e médios valores intercalados.

As simulações realizadas nesta investigação, acumuladas com estudos anteriores realizados pela equipe do Laboratório de Urbanismo da FAUrb, sugerem que a borda da cidade apresenta características de irregularidade, apresentado comportamento próximo de sistemas fora-do-equilíbrio; todavia, características mais específicas desse comportamento ainda não são conhecidas, o que é assunto a ser investigado em próximos trabalhos.

5 REFERÊNCIAS

AXELROD, Robert. **Advancing the art of simulation in the social sciences**. International Conference on Computer Simulation and the Social Sciences. Cortona, Italy. 12 p. [disponível em 03 de março de 2002 em www.santafe.edu], 1997.

BATTY, Michael. **Urban evolution on the desktop: simulation with the use of extended cellular automata**. Environment and Planning A, v. 30. p. 1943-1967, 1998.

BURROUGH, Peter A.). **Geocomputation: a primer**. London: John Wiley & Sons Ltd. 30p, 1998.

KRAFTA, Romulo. **Análise espacial urbana: aplicações na região metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora UFRGS. 176 p, 2009.

O'SULLIVAN, David; TORRENS, Paul M. **Cellular models of urban systems**. London: Casa, UCL. 11 p.[disponível em 7 de dezembro de 2001 em <http://casa.ucl.ac.uk>], 2000.

POLIDORI, Maurício Couto. Crescimento urbano e ambiente – Um estudo exploratório sobre as transformações e o futuro da cidade. Tese de Doutorado. Porto Alegre: UFRGS – PPGECO. 352 p, 2004.

SARAIVA, Marcus, POLIDORI, Maurício Couto. **Simulando crescimento urbano com apoio em SIG, grafos e autômatos celulares**. Anais da XIII Conferência Iberoamericana de Sistemas de Informações Geográficas. Toluca, México: Editora da UAEM, 2011.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel e FAPESP, Lincoln Institute, 2001.