

## MODELOS BASEADOS EM AGENTES EM AMBIENTES CELULARES: EXPLORAÇÕES URBANAS

SANTOS, ALEXANDRE PEREIRA<sup>1</sup>; POLIDORI, Maurício Couto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PROGRAU – FAUrb – UFFel – [alexandre.pereira.arq@gmail.com](mailto:alexandre.pereira.arq@gmail.com)

<sup>2</sup> PROGRAU – FAUrb – UFFel – [mauricio.polidori@terra.com.br](mailto:mauricio.polidori@terra.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

Os processos de formação de áreas de pobreza nas periferias urbanas são fenômenos multifacetados e compostos através da influência das ações de numerosos agentes em dinâmicas que ocorrem em mais de uma escala (HARVEY, 1978, 2005). Esses processos estão intimamente ligados ao papel que as cidades e a forma urbana desempenham na economia através de ciclos de crescimento e redefinição da forma urbana (KRAFTA, 1999) que têm forte interação com processos sociais de diferenciação e segregação social (BARROS, 2004; BÓGUS; TASCHNER, 1999). Esse conjunto complexo de relações é estudado pelos sistemas configuracionais urbanos, especialmente aqueles orientados a dinâmicas urbanas (BATTY, 2005). A partir do acabou teórico e metodológico da área, a simulação de processo de crescimento urbano através de **modelo baseado em agentes** inserido em **ambiente celular** permite investigar o comportamento de indivíduos e grupos sociais com influência em sistemas urbanos de modo a **capturar dinâmicas emergentes** que formam padrões de ordem auto-organizados (PORTUGALI, 2000) que são fundamentais para a compreensão da complexidade existente na formação de áreas periféricas.

### 2. METODOLOGIA

O estágio atual de desenvolvimento da pesquisa é o da revisão teórica de fundo empírico e metodológico como base para exercício experimental de modelagem. Nessa revisão, serão propostas diretrizes conceituais e metodológicas para a construção do modelo, que, em etapa posterior, envolverá alterações no software existente através da codificação de novas regras e da criação da figura dos agentes, que são entidades autônomas e capazes de tomada de decisão (HEPPENSTALL et al., 2012). De forma preliminar, também se apresentam possíveis critérios para verificação e validação do modelo.

A **teoria do desenvolvimento desigual** (HARVEY, 1978; WALKER, 1978), além de pesquisas empíricas e estatísticas sobre a realidade nacional e latino-americana (ABRAMO, 2007; BARROS, 2004; BÓGUS; TASCHNER, 1999) apoiam a formulação do modelo através dos comportamentos sociais que descrevem, fornecendo análises de aspectos basilares dos processos geradores da pobreza, da segregação social e dos modos de produção da cidade por diferentes grupos sociais.

A modelagem de dinâmicas urbanas através de **autômatos celulares** (BATTY, 2005) atua como fundamento metodológico através do modelo desenvolvido no software *CityCell® - Urban Growth Simulator* (POLIDORI, 2004; SARAIVA, 2013). Esse software será usado em ensaio para o desenvolvimento de modelo baseado em agentes (BATTY, 2005; HEPPENSTALL et al., 2012) a ser realizado em etapa posterior. A validade da construção um ABM sobre um modelo sofisticado de AC demonstra validade uma vez que consiste na complementação um sistema robusto e que já conta com acúmulo de

experimentos e validação. A inclusão dos ABM conforme está proposta vem a acrescentar às dinâmicas e processos existentes no modelo uma dimensão importante da pesquisa em modelagem urbana contemporânea, que ganha atenção crescente no campo e tem apresentado resultados animadores na explicação de dinâmicas urbanas, especialmente aquelas ligadas a descontinuidades do comportamento individual, à dissociação da racionalidade dos indivíduos de tendências mais homogêneas e equilibradas e à formação de estados de ordem complexa.

Busca-se assim compreender as associações dos processos geradores de pobreza periférica aos processos morfológicos observados nas cidades do terceiro mundo, especialmente na América Latina. Sugere-se que essa abordagem pode suscitar problematização relevante dos modelos urbanos através dos efeitos da **centralidade** (KRAFTA, 1999) e **potencial de urbanização** (POLIDORI, 2004), especialmente quando se considera o modo capitalista de produção espacial e a expressão de suas contradições.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da consideração de processos de crescimento urbano e periférico mais especificamente e da formação de áreas de pobreza e de segregação socioeconômica nestes últimos, é proposto o seguinte conjunto de diretrizes:

- a) ampliação da investigação sobre padrões espaciais das periferias nos sistemas urbanos a partir da **diferenciação espacial** e do **potencial de urbanização** na formação de periferias (POLIDORI, 2004);
- b) investigação das **ligações entre o território e agentes** através de processos de cooperação e competição na produção da cidade;
- c) estudo dos **modos de urbanização próprios** da América Latina relacionados à localização espacial do capital e seus impactos globais e locais (BARROS, 2004);
- d) articulação do espaço **absoluto** (cartesiano) com os **planos relativo e relacional** (leibiniziano) dos agentes envolvidos, considerando a influência de atores e processos em planos relativos do espaço (HARVEY, 2005);
- e) compreensão da **emergência de padrões de ordem** (local) a partir de interferências externas (investimentos da escala global) e processos de adaptação e reorganização que seguem os sistemas locais, incluindo crescimento urbano e invenção locacional (HARVEY, 1978);
- f) ponderação das medidas de **centralidade** (KRAFTA, 1999) e **potencial de ocupação** (POLIDORI, 2004) frente aos comportamentos específicos de diversos agentes, especialmente à informalidade, às relações do território local e motivações não econômicas, como das ligações familiares, composição étnica e de vizinhança, renda, nível educacional, entre outras (ABRAMO, 2007; BÓGUS; TASCHNER, 1999; PATEL; CROOKS; KOIZUMI, 2012).

A partir destas orientações, se objetiva que os modelos baseados em agentes possam investigar com maior aprofundamento **o papel da tomada de decisão dos indivíduos** nos processos de crescimento urbano, especialmente o crescimento periférico.

### 4. CONCLUSÕES

A simulação de processos de crescimento urbano permite estudar as dinâmicas envolvidas de modo a revelar características importantes que, sem seu auxílio poderiam permanecer ocultas. Através de olhar qualificado sobre a

realidade, os modelos urbanos têm sido usados para descrever, especular e em certa medida prever os comportamentos envolvidos nessas dinâmicas e se provam especialmente úteis por sua capacidade de simplificação e abstração. Auxiliam compreender os fenômenos observados e as ideias que existem sobre eles, sejam essas leituras analíticas ou hipóteses a serem julgadas quanto a sua validade.

Quando são aplicados a fenômenos complexos da realidade, como é o caso do crescimento das cidades como um todo e das periferias especificamente, permitem o exame dos processos que os constituem. Assim, ajudam a revelar características que, por seu alastramento, ou devido às cadeias complexas de causalidade que estabelecem nos processos, são difíceis de delimitar e compreender analiticamente. O conjunto complexo de inter-relações presentes no crescimento urbano periférico pode ser representado através de modelo baseado em agentes inserido em ambiente celular, de modo a descrever sistemas sociais e urbanos e capturar dinâmicas emergentes. Assim, se podem inserir, na simulação de processos de urbanização, os agentes sociais responsáveis pela expansão, substituição e consolidação da cidade, assim como das dinâmicas de valorização do solo, cooperação e competição política e econômica.

Com essa exploração, busca-se maior entendimento sobre escalas de comportamento dos agentes do crescimento urbano, sobre a emergência de padrões locais de ordem a partir de interferências externas, sobre as medidas de centralidade e do potencial de ocupação frente aos comportamentos específicos de agentes, especialmente na informalidade, além de motivações não econômicas envolvidas na construção da cidade.

A partir do delineamento teórico e metodológico assim estruturado, é necessário progredir na sua implementação, construindo o modelo e implantando-o no software CityCell a partir de novas regras de crescimento e da inclusão dos agentes de modo específico e explícito.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMO, P. A Cidade Com-Fusa: a mão inoxidável do mercado e a produção da estrutura urbana nas grandes metrópoles latino-americanas. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 09, n. 02, p. 25–53, 2007.

BARROS, J. X. **Urban Growth in Latin American Cities Exploring urban dynamics through agent-based simulation**. 2004. Tese de Doutorado - Centre for Advanced Spatial Analysis - University College London.

BATTY, M. **Cities and Complexity: Understanding Cities With Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals**. Cambridge: MIT Press, 2005.

BÓGUS, L. M. M.; TASCHNER, S. P. São Paulo: velhas desigualdades, novas configurações espaciais. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 1, p. 153–174, 1999.

HARVEY, D. The urban process under capitalism: a framework for analysis. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 2, n. 1-4, p. 101–131, 12 mar. 1978.

HARVEY, D. Space as a Keyword. In: **Spaces of neoliberalization: towards a theory of uneven geographical development**. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 2005. p. 132-155.

HEPPENSTALL, A. J. et al. (EDS.). **Agent-Based Models of Geographical Systems**. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2012. p. 759

KRAFTA, R. Spatial self-organization and the production of the city. **Cybergeo: European Journal of Geography**, p. 16, 1999.

PATEL, A.; CROOKS, A. T.; KOIZUMI, N. Slumulation: An Agent-Based Modeling Approach to Slum Formations. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 4, n. 15, 2012.

POLIDORI, M. C. **Crescimento urbano e ambiente: um estudo exploratório sobre as transformações eo futuro da cidade**. 2004. Tese de Doutorado - Programa de Pós Graduação em Ecologia Instituto de Biociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PORTUGALI, J. **Self-Organization and the City**. Berlin: Springer, 2000. p. 355

SARAIVA, M. V. P. **Simulação de crescimento urbano em espaços celulares com uma medida de acessibilidade: método e estudo de caso em cidades do sul do Rio Grande do Sul**. 2013. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Pelotas.

WALKER, R. A. Two Sources of Uneven Development Under Advanced Capitalism: Spatial Differentiation and Capital Mobility. **Review of Radical Political Economics**, v. 10, n. 3, p. 28–38, 1 out. 1978.