



## **Simulação de crescimento urbano e análise comparativa entre cidades pequenas no sul do Brasil e na Argentina**

**GONÇALVES, Natália B.; BRETANHA, Rodolpho M.; POLIDORI, Maurício C.**

UFPel, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Rua Benjamim Constant, 1359 - Campus Porto - Pelotas/RS.

[natborges@hotmail.com](mailto:natborges@hotmail.com); [rodolphomevoni@pop.com.br](mailto:rodolphomevoni@pop.com.br); [mauricio.polidori@terra.com.br](mailto:mauricio.polidori@terra.com.br)

### **1. INTRODUÇÃO**

O processo de crescimento das cidades pode ser considerado como um fato complexo e dinâmico, sendo influenciado por elevado número de fatores e suas relações, os quais experimentam mudanças permanentemente (O'Sullivan, 1999). Embora isso seja reconhecido no campo disciplinar do urbanismo, estudos dedicados a descrever e a capturar essas mudanças ainda não estão consolidados, caracterizando um desafio para a ciência (Axelrod, 1997). Sendo assim, esta investigação está dedicada a realizar estudos exploratórios com modelagem urbana, com aplicação particular às possibilidades de simular crescimento urbano através do modelo SACI<sup>®</sup> - Simulador do Ambiente da Cidade, como concebido nos trabalhos recentes de Polidori e de Krafta (2003, 2004, 2005 e 2007). O modelo permite modelagem dinâmica de crescimento urbano, considerando integradamente fatores urbanos, naturais e institucionais, promovendo simultaneidade entre crescimento externo e interno a um espaço urbano preexistente; esse crescimento é representado e modelado através de grafos, autômato celular e geotecnologias, sendo que o programa é implantado em plataforma SIG - Sistema de Informações Geográficas.

Na investigação estão incorporados os conceitos de modelos, grafos, autômatos celulares e SIG. Modelos aparecem como uma representação simplificada da realidade, capaz de redigir um quadro inteligível e passível de experimentação (Echenique, 1968); grafos são conjuntos finitos de elementos ou vértices conectados por arestas ou arcos, permitindo capturar a estrutura global das cidades (Mariani, 2003); autômatos celulares podem ser definidos como um conjunto de parcelas ou células em um espaço finito, organizados em um grid, cujas células mudam de estado automaticamente, obedecendo regras de transição e em função das células vizinhas, na expectativa de que a interação dessas células possa gerar padrões de comportamento complexo, como no caso da cidade (Torrens, 2000). SIG oferece a possibilidade de descrição da cidade através de representações vetoriais e matriciais (vector e raster), associando dados tabulares aos espaciais, operando como um ambiente que possibilita a integração entre grafos e autômatos celulares, bem como permitindo a visualização dos dados e dos resultados das simulações (Câmara, 1996).

Como objetos de estudo empírico estão assumidos os casos de cidades pequenas no sul do Brasil e na Argentina, (Santa Vitória do Palmar e Balcarce, respectivamente) em função do seu tamanho (adequado aos recursos computacionais disponíveis), de suas semelhanças morfológicas (compactidade e estrutura do sistema viário acesso à área urbana, além do tamanho final da área efetivamente urbanizada) e da disponibilidade dos dados. Nesse conjunto, a pesquisa vai destacar o papel das rodovias federais com fatores de influência nos vetores de crescimento e nas mudanças configuracionais da área efetivamente urbanizada. O caso de Balcarce ainda não está implementado, estando a pesquisa em sua fase inicial.

## 2. MÉTODO

A idéia do trabalho é de realizar simulações de crescimento urbano com e sem a presença de rodovias federais nas proximidade das cidades, o é possível no ambiente computacional, através de uso de realidades virtuais (Almeida, Câmara e Monteiro, 2007). Posto que de fato essas rodovias existem, trata-se de simular crescimento urbano da cidade preexistente e de construir um cenário alternativo, eliminado a presença das rodovias federais. Os primeiros testes de simulação de crescimento estão dedicados à compreensão das possibilidades do modelo e estão realizados na cidade de Santa Vitória do Palmar, no horizonte de 40 anos, verificando as diferenças na área efetivamente urbanizada com e sem urbanização das áreas contíguas à BR 471. O dados de entrada e slides dos resultados de simulações aparecem nas figuras 1, 2 e 3, adiante, no formato de grids com células de 200 por 200 metros.

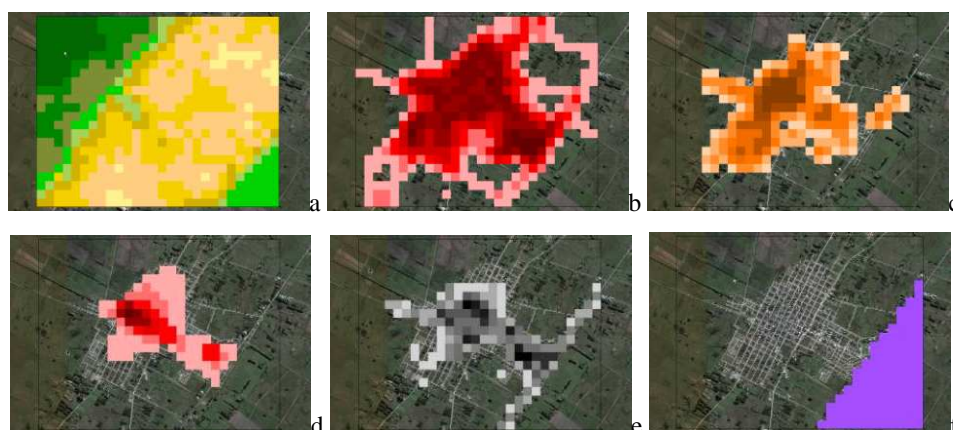


Fig. 1. Dados de entrada para as simulações; a) altitudes; b) área arruada; c) concentração de uso do solo; d) custo do solo; e) tipos de pavimentação; f) área a utilizar para simular crescimento sem permissão de ocupação.



Fig. 2. Resultado de simulação com urbanização na área da BR 471 (em marrom a área efetivamente urbanizada e em traço vermelho a BR); a) ano 1; b) ano 20; c) ano 40.



Fig. 3. Resultado de simulação sem urbanização na área da BR 471 (em marrom a área efetivamente urbanizada e em traço vermelho a BR); a) ano 1; b) ano 20; c) ano 40.

### 3. CONCLUSÕES

Testes preliminares indicam que a proximidade das rodovias federais pode implicar em duas características morfológicas na área efetivamente urbanizada: a) urbanização no entorno das rodovias, fazendo com que a área efetivamente urbanizada apresente crescimento assimétrico; b) formação de núcleos periféricos remotos, fazendo com que a cidade aumente sua dispersão no espaço.

Além disso, a investigação pretende resultados de colaboração com o aperfeiçoamento do modelo de simulação, o qual está em fase de revisão, mediante o projeto de pesquisa mais geral denominado "Simulação de crescimento urbano como instrumento para o planejamento urbano e ambiental" e através de esforços do grupo de pesquisa denominado "Sistemas Configuracionais Urbanos", como consta no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Cláudia Maria; CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel (2007). **Geoinformação em urbanismo: cidade real X cidade virtual**. São Paulo: Oficina de Textos. 368 p.
- AXELROD, Robert (1997). **Advancing the art of simulation in the social sciences**. International Conference on Computer Simulation and the Social Sciences. Cortona, Italy. 12 p. [disponível em 17 de agosto de 2006 em [www.santafe.edu](http://www.santafe.edu) ]
- CÂMARA, Gilberto et al. (1996): **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica:Geoprocessamento**. Introdução.Campinas: Instituto de Computação – Unicamp.
- ECHENIQUE, Marcial (Org.)(1968): **Modelos matemáticos de la estructura espacial urbana: aplicaciones en América Latina**; Buenos Aires: SIAP
- MARIANI, Antonio Carlos (2001). **Teoria dos Grafos**. UFSC/CTC/INE. [disponível em 3 de setembro de 2008 em [www.inf.ufsc.br/grafos/livro.html](http://www.inf.ufsc.br/grafos/livro.html)]
- O`SULLIVAN, David (1999).**Exploring the structure of space: towards geo-computational theory**. Fourth International Conference on Geocomputation.Fredericksburg: Mary Washington College. 18p.
- POLIDORI, Maurício Couto; KRAFTA, Romulo (2004). **Simulação de crescimento da cidade integrando fatores urbanos e naturais**. Seminário "A questão ambiental urbana: experiências e perspectivas". Brasília: UnB – NEUR, CEAM. 17 p.
- POLIDORI, Maurício Couto (2003). **Simulação do ambiente da cidade**. Anais X Encontro Nacional da ANPUR. Belo Horizonte: ANPUR. 13 p.

POLIDORI, Maurício Couto (2005). **SACI – Simulador do Ambiente da Cidade®**. I Oficina de Sistemas de Informação da Faculdade de Tecnologia do Senac. Pelotas: Senac.

POLIDORI, Maurício Couto (2007). **Simulação de crescimento urbano e sustentabilidade**. XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica - XI CONFIBSIG. Buenos Aires: Sociedad Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (SIBSIG) y Universidad Nacional de Luján (UNLu). 23 p.

TORRENS, Paul (2000). **How cellular models of urban systems work**. London: Casa, UCL. 75 p.