

# Novos Caminhos para Simulação Urbana: Integrando Métodos de Visualização de Informações e Modelagem de Agentes e Redes Espaciais

Integrating Information Visualization methods in an agent-based approach to urban simulation

Isabel Cristina Siqueira da Silva<sup>1,2</sup>

*1Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)*

*Porto Alegre, RS - Brasil - 91501-970*

*2Centro Universitário Ritter dos Reis (UniRitter)*

*Porto Alegre, RS - Brasil – 90840-440*

*isabel.siqueira@gmail.com – <http://lattes.cnpq.br/7221692456270122>*

Vinicius de Moraes Netto

*Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)*

*Porto Alegre, RS Brasil 90050-170*

*vinicius.netto@ufrgs.br – <http://lattes.cnpq.br/2748650150166971>*

Carla Maria Dal Sasso Freitas

*Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)*

*Porto Alegre, RS - Brasil - 91501-970*

*carla@inf.ufrgs.br – <http://lattes.cnpq.br/4093653182381054>*

**Abstract.** *This paper defines paths into the integration of urban simulation and new methods of Information Visualization (IV) first observing the current state of IV methods in general, and visualization in urban modelling and simulation in particular. Secondly, it proposes a set of issues where progress in forms of integrating IV methods into urban simulation techniques can be made – namely, through the concept of ontologies (rules of relations between categories of objects and information) – in stages like problem definition and analysis, information processing and the generation of user-friendly graphic outputs for simulated scenarios and analyses.*

**Palavras chave.** *Visualização de Informações, Urbanismo, Ontologias*

## 1. Introdução

Muitos municípios de porte médio do Brasil apresentam um crescimento urbano acelerado, o que ocasiona efeitos e impactos urbanísticos, levando à crescente necessidade por pesquisas envolvendo modelos de simulação da evolução urbana. A partir do funcionamento e da materialidade das cidades e do modo que elas emergem, entende-se que cidades com morfologias similares podem ter evolução, dinâmica e desempenho significativamente diferentes (Netto, 2009). Assim, pode-se considerar aspectos mais profundos de desempenho e sustentabilidade, como o funcionamento de sua micro-economia, ou o quão intensa é a interação entre agências sociais ou econômicas, através desses espaços.

Neste sentido, a simulação de desempenho urbano visa avaliar, através de um modelo teórico e computacional, graus de eficiência, qualidade, sustentabilidade e equidade de cidades através dessa abordagem relacional. Krafta (2004) descreve um modelo para simulação de dinâmicas espaciais urbanas através de conceitos ligados a multi-agentes (habitantes, prestadores de serviços, etc.) e espaço (formas construídas, zona da cidade, etc), onde agentes são submetidos ao espaço e o interpretam segundo significados subjetivos (menor caminho, maximização de lucros, oportunidades de emprego, etc.).

Devido às especificidades dos conceitos, muitas vezes se torna complexa a análise dos mesmos e a identificação dos relacionamentos entre estes. A proposição de uma ontologia urbana pode auxiliar a extração de informações relativas ao vocabulário usado no

planejamento urbano de modo a amenizar as dificuldades nas questões relativas à interoperabilidade e cooperação entre bases de dados com informações urbanas, oriundas de diferentes fontes (Laurini, 2006). No entanto, além da proposição de ontologias, a visualização destas e a qualidade da interação provida devem ser eficientes.

Katifori (2007) afirma que não é simples criar uma visualização que exiba efetivamente toda a informação necessária e, ao mesmo tempo, permita ao usuário realizar facilmente diferentes operações sobre determinada ontologia. No contexto de dados relacionados ao planejamento urbano, além das informações descritivas na forma textual, também existem informações relacionadas à forma dos elementos urbanísticos em termos de geometria e topologia – modelos geoespaciais. O desafio está, então, em definir a melhor forma de representar relações entre conceitos categorizados considerando que, dentro de uma ontologia, cada conceito possui vários atributos relacionados.

Este trabalho apresenta um estudo interdisciplinar envolvendo urbanismo, ontologias e visualização de informações. Propõe-se uma ontologia que expresse os principais conceitos envolvidos no estudo de sistemas configuracionais urbanos bem como seus relacionamentos, visando a identificação de diferentes aspectos. Estuda-se, também, alternativas de visualização para tal ontologia de modo que seus usuários consigam sistematizar e transmitir conhecimento de forma mais eficiente. O trabalho é resultado da colaboração entre o grupo de Computação Gráfica do Programa de Pós-Graduação em Computação da UFRGS e o grupo de Sistemas Configuracionais Urbanos do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano, também da UFRGS.

O texto está organizado como segue. Além desta seção introdutória, a seção 2 aborda trabalhos relacionados. Já as seções 3 e 4 abordam, respectivamente, a ontologia proposta e algumas possibilidades de visualização desta. Por fim, a seção 5 traz as considerações finais deste trabalho.

## 2. Trabalhos relacionados

Diferentes autores voltam suas atenções para a proposição de ontologias urbanas bem como novas formas de interação e visualização com estas. Em (Shevers, 2006), é debatido o papel da sustentabilidade do projeto urbano e a necessidade de considerar diferentes aspectos urbanísticos para otimizar tal projeto. Dessa forma, a integração de sistemas computacionais é defendida através da aplicação de conceitos ligados à Web Semântica e à criação e à visualização de ontologias voltadas para tanto, de modo que estes sistemas possam realizar tarefas inteligentes como a avaliação de um projeto urbano em diferentes aspectos. As informações são exibidas em estruturas hierárquicas e em formas geométricas similares às exibidas em sistemas GIS.

Viana e outros (Viana, 2007) também abordam a necessidade do compartilhamento e troca de dados entre sistemas através do uso de ontologias, apontadas como alternativa tecnológica para a interoperabilidade dos sistemas de informação, podendo favorecer a nova organização do trabalho colaborativo. Já Chen e outros (Chen, 2005) discutem a representação de dados geo-referenciados através de ontologias visando a interoperabilidade dos dados e a automatização de produção de conhecimento. Na primeira, são visadas questões como a representação de geometria e a unificação de medidas, enquanto na segunda, foca-se na automatização de raciocínio para a definição de regras topológicas e geométricas.

Kaza e Hopkins (Kaza, 2007) abordam o uso de ontologias como apoio à tomada de decisão e planejamento de questões urbanas tais como ruas e rodovias. As estratégias para prover infra-estrutura urbana são representadas por ontologias institucionais. Já em (Katifori, 2007) e em (Fluit, 2005), são discutidas diferentes técnicas de VI aplicadas à ontologias, que podem ser bi e/ou tridimensionais, como listas identadas, árvores e grafos, zooming, subdivisão de espaço (treemaps, information slices), foco + contexto e paisagens. A técnica cluster map é destacada como um método simples e intuitivo de apresentação de ontologias complexas e interação com estas.

## 3. Ontologia para Sistemas Configuracionais Urbanos

A fim de facilitar a análise dos diferentes relacionamentos presentes na simulação do crescimento urbano, é proposta uma ontologia urbana. Tal ontologia parte de dois conceitos principais – o espaço urbano e os agentes que interagem no mesmo – e tem por objetivo auxiliar arquitetos na identificação e visualização dos relacionamentos entre conceitos dos sistemas configuracionais urbanos (SCUs). A metodologia adotada para sua construção desta ontologia é a 101 (Noy, 2001).

O espaço constitui o cenário social onde os agentes desempenham diferentes formas e níveis de interação sócio-econômica. Neste cenário, dois tipos de locais podem ser definidos: locais de origem (residências) e locais de destino, responsáveis pela circulação de agentes. Os locais de destinos podem ser de quatro tipos principais (Netto, 2001):

- prestação de serviços (transporte, telefonia, iluminação, ensino, saúde, TV, etc.);
- comércio e laser (lojas, farmácias, restaurantes, shoppings, espaços públicos abertos, clubes, etc.);
- trabalho (sobrepõe com os dois tipos de espaços anteriores) e estudo;
- distribuição de fluxos sociais (rodoviárias, aeroportos, pontos de ônibus e trens, etc.).

Ainda no espaço, identifica-se alguns aspectos em nível mais baixo de abstração: os tipos de elementos que constituem o espaço e a sua geometria. Por tipos de elementos, pode-se citar: quadras, lotes, ruas, marcos de referência e formas construídas; já em relação à geometria que descreve estes, tem-se pontos, linhas e polígonos (ou células).

Os agentes, por sua vez, exercem diferentes papéis no meio urbano em função do tipo de interação realizada, a qual pode estar relacionada ao espaço (produtor e consumidor de espaço), a serviços (firma e trabalhador) ou ao comércio (produtor e consumidor final). O produtor de espaço pode ser exemplificado como empresas de construção civil ou mesmo do ramo imobiliário enquanto o consumidor de espaço é o agente que frequenta, reside, trabalha ou estuda em um determinado espaço. Já o produtor e o consumidor final consideram a cidade como cenário fundamental para a organização da produção e troca de bens e serviços intermediários. Firmas, por sua vez, buscam mão-de-obra e realizam trocas entre si e onde os trabalhadores buscam ofertas e mobilidade. Estes últimos podem ser categorizados de acordo com a renda salarial (baixa e média) enquanto as firmas podem ser divididas entre intermediárias (exemplos: madeira, tecidos, grãos, etc.) e finais (exemplos: móveis, vestuário, alimentos, etc.).

A partir de tais conceitos, propôs-se uma ontologia para SCUs cuja hierarquia pode ser observada na Figura 1.

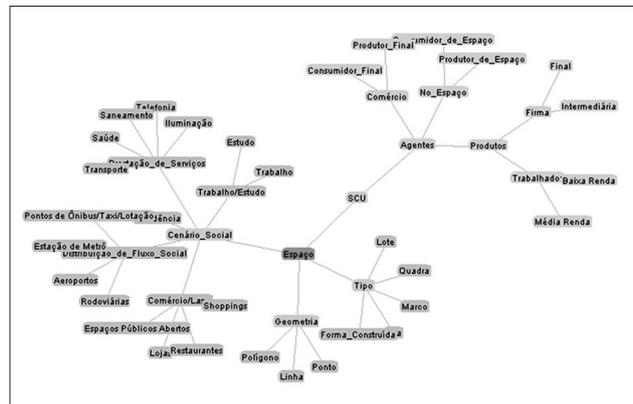


Figura 1. Hierarquia de conceitos da ontologia para SCU.

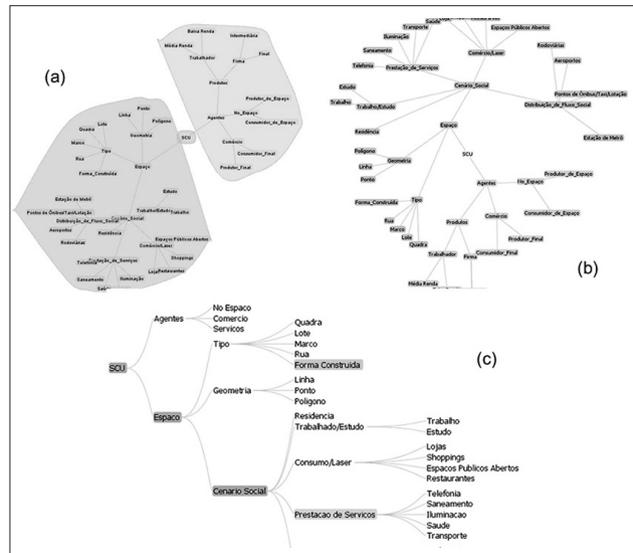


Figura 2. Diferentes técnicas de visualização de informações. (a) grafo com ilhas de agregação; (b) grafo radial; (c) treemap.

A partir da hierarquia definida, partiu-se para a identificação dos relacionamentos entre os conceitos da ontologia. Tomando-se por base o conceito de agentes, pode-se identificar algumas relações iniciais entre estes, como “produz espaço para”, “vende para”, “oferece trabalho para”, entre outras. Relacionamentos entre espaço e agentes também podem citados, como: “atrai”, “está localizado em”, “reside em”, “produz espaço para”, “é caminho para”, “é representado por”, entre outros. Também pode-se citar alguns relacionamentos topológicos - “adjacente a”, “está contido em”, “sobrepõe”, “cruza com”, “coincide com”, “toca” – além dos relacionamentos convencionais, como especialização, agregação, precedência, entre outros.

Novos relacionamentos ainda estão sendo investigados bem como as inferências a serem realizadas a partir destes visando a extração de informações categorizadas e relacionadas aos SCUs. Algumas destas informações são: índice de centralidade, nível de segregação urbana, acessibilidade, convergência, etc. Procura-se modelar a ontologia de modo que possam ser respondidas questões como: locais para investir ou para procurar serviços, menor caminhos entre dois pontos, caminho com menor congestionamento em horário de pico, etc.

## 4. Visualização de Informações e Ontologia Urbana

À medida que a ontologia cresce, incorporando novos conceitos e relacionamentos, sua visualização se torna mais complexa e grafos estáticos comumente utilizados para sua representação deixam de ser a melhor alternativa de visualização. Segundo Freitas (2007) e Silva (2006), os projetistas de sistemas de visualização devem considerar duas questões principais: o mapeamento de informações para uma representação gráfica que facilite a sua interpretação pelos usuários e o fornecimento de meios que permitam limitar a quantidade de informações que estes recebem, mantendo-os, ao mesmo tempo, “cientes” do espaço total de informação e reduzindo o esforço cognitivo.

Grafos constituem a forma mais intuitiva de visualizar os relacionamentos entre conceitos de uma ontologia em função da sua natureza mista (hierárquica e relacional). Pode-se, então, aliar conceitos de interação e de visualização de modo a tornar a visualização satisfatória. De modo a investigar diferentes layouts de grafos e configurações de atributos como cor, posicionamento e filtros, foram geradas algumas possibilidades de visualização e interação com a ontologia proposta, como por exemplo, o grafo da Figura 1, onde os conceitos relacionados as categorias “Agentes” e “Espaço” são exibidos em cores diferentes. À medida que o usuário seleciona algum nodo, os nodos vizinhos diretamente a este são também destacados de modo a auxiliar o usuário na identificação dos relacionamentos.

Outras possibilidades de visualização da ontologia também foram testadas, como grafo radial, grafo com ilhas de agregação, treeview, treemaps, entre outras, as quais podem ser observadas na Figura 2.

Além destas, outras técnicas de visualização de informações podem ser investigadas para a exibição de ontologias de forma mais efetiva, tais como: information slices, foco+contexto, scatter plots, coordenadas paralelas, paisagens entre outras. Estas podem ser usadas separadamente ou em conjunto.

As visualizações exibidas nesta seção ainda necessitam ser avaliadas junto a usuários em potencial para avaliação de usabilidade no contexto da ontologia proposta. Uma vez que este estudo inicial esteja concluído, serão investigadas formas de visualização para resultados das inferências realizadas a partir da ontologia.

## 5. Considerações Finais

A ontologia proposta neste estudo encontra-se em desenvolvimento e aprimoramento em função dos relacionamentos entre seus conceitos, criação de inferências e modelagem de conceitos. No entanto, a análise do desempenho de estruturas urbanas e da relação entre os atributos do espaço urbano nas suas diferentes escalas e energias naturais não é uma tarefa trivial de ser realizada e modelada em forma de ontologia. Assim, é de extrema importância o constante contato e troca de idéias entre pesquisadores da Computação e do Urbanismo.

Paralelamente à proposição da ontologia, são estudadas diferentes técnicas de visualização a serem utilizadas para a exibição desta de forma mais efetiva, que podem ser usadas separadamente ou em conjunto. As visualizações atualmente pesquisadas necessitam ser investigadas junto a usuários em potencial para avaliação de usabilidade no contexto da ontologia proposta. Uma vez que este estudo inicial esteja concluído, serão investigadas formas de visualização para resultados das inferências realizadas a partir da ontologia.

## Referências

- Chen, H., Fellah, S., Bishr, Y. Rules for geospatial semantic web applications. W3C workshop on rule languages for interoperability, Washington, D.C., USA, The World Wide Web Consortium (W3C), 2005.
- Fluit, C., Sabou, M., Harmelen, F. Ontology-based Information Visualisation: Towards Semantic Web Applications. International Symposium of Visualisation of the Semantic Web (VSW'05). 2005.
- Freitas, C.M.D.S. Visualização de Informações e a Convergência de Técnicas de Computação Gráfica e Interação Humano-Computador. Jornadas de Atualização em Informática (JAI), XXVII Congresso da SBC, 2007, 45p.
- Katifori, A. et al. Ontology visualization methods - a survey. ACM Comput. Surv. 39, 4 (Nov. 2007), 10.
- Kaza, N., Hopkins, L.D. Ontologies for Urban Development. Springer Berlin/Heidelberg: Studies in Computational Intelligence, Volume 61, p. 47-59, 2007.
- Krafta, R. Space is the machine, with a ghost inside. In: 7th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, 2004, Eindhoven. Proceedings of the 7th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, 2004.
- Laurini, R. Pre-consensus Ontologies and Urban Databases. Studies in Computational Intelligence 61. Ed. Geneva, November 6-7, 2006. pp. 27-36.
- Netto, V.; Krafta, R. Socio-spatial networks: segregation as a real-time phenomenon. In: 3rd International symposium on space syntax, 2001, Atlanta. Proceedings of the 3rd International symposium on space syntax, 2001.
- Netto, V. Economia Espacial e Desenvolvimento Urbano. Working Paper. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional – UFRGS. 2009.
- Noy, N.; McGuinness, D. Ontology Development 101 – A guide to creating your first ontology. KSL Technical Report, Stanford University, 2001.
- Schevers, H.A.J., Trinidad, G.; Drogemuller, R.M. Towards Integrated Assessments for Urban Development. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 11, Special Issue Decision Support Systems for Infrastructure Management, pp. 225-236, 2006.
- Silva, I.C.S.; Freitas, C.M.D.S. Avaliação de Ferramentas de Busca na Web baseadas em Visualização de Informações. In: Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), 2006, Natal - RN.
- Silva, I.C.S. Visualização de Informações aplicada a uma Ontologia Urbana. 2009. Trabalho Individual (Doutorado em Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação) – UFRGS.
- Viana, L.C.S, Nabuco, L.F., Machado, C.J.S. Ontologias e tecnologia da informação e comunicação: sistemas especialistas, web semântica e gestão integrada de compras governamentais eletrônicas. In RECIIS – Electronic Journal of Communication Information & Innovation Health. Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 141-152, jan-jun, 2007.