

Crescimento Urbano - Fragmentação e Sustentabilidade

Maurício Polidori – UFRGS, PPGECON e UFPel, FAUrb – mcp@ufpel.tche.br

Romulo Krafta – UFRGS, PROPUR e PPGECON – krafta@ufrgs.br

Resumo

O reconhecimento da cidade como um sistema dinâmico e complexo, fora-de-equilíbrio e auto-organizável, tem exigido da pesquisa renovados esforços para a descrição e apreensão do fenômeno urbano. Um dos desafios é a compreensão do processo de crescimento espacial, o qual congrega estrutura intra-urbana e conversão de território não urbanizado, integrando questões das ciências sociais e das ambientais. Nesse caminho, este trabalho apresenta a tese de que o crescimento urbano se dá com alternância de estados de maior e menor fragmentação e compacidade, assumindo que esses estados não representam em si mesmos qualidades ou problemas urbanos ou ambientais, mas sim etapas de um processo dinâmico que têm garantido a continuidade milenar do processo urbano. Para verificar essa hipótese, é sugerido um modelo computacional, baseado em técnicas de grafos, autômato celular, SIG e geocomputação.

Palavras chave: crescimento urbano; morfologia urbana; sustentabilidade urbana.

1 Crescimento urbano e ambiente

Embora a cidade venha sendo reconhecida como um fenômeno dinâmico, com transformações permanentes e com resultados instáveis (Portugali, 2000), há efetiva dificuldade de aproximar teorias e práticas dessa dimensão. Para trabalhar com a mudança, é preciso apreender os processos que a provocam e capturar os fatores que a condicionam ou a determinam, produzindo conhecimento sobre os modos como a cidade muda, as regras subjacentes às mudanças e os padrões que emergem de cada situação (Torrens, 2000).

Mudanças urbanas não ocorrem como se a cidade fosse um objeto isolado, havendo interinfluência permanente das realizações sociais, econômicas, culturais e tecnológicas

(Barrios, 1986), com as características do território não urbanizado, modificados ou não pela ação do homem (Santos, 1988). Ademais, a urbanização não extingue plenamente os atributos ambientais, nem o território não urbanizado exclui plenamente os atributos urbanos (Alberti, 1999). Além disso, novos atributos ambientais podem aparecer com a urbanização, como por exemplo poluição sonora e padrões de insolação locais, bem como são desejáveis atributos urbanos fora da cidade, como por exemplo equipamentos urbanos e infra-estruturas. Três tipos de interinfluências podem ser declaradas: a) mudanças urbanas que provocam mudanças no ambiente não urbanizado, as quais aqui se referem à conversão de território (*conversion land cover*, conforme Clarke, Hoppen e Gaydos, 1997:247); b) características do ambiente não urbanizado que implicam mudanças urbanas, as quais aqui se especificam pela adequação ambiental (*environment suitability*, conforme Yeh e Li, 2001:738); c) mudanças urbanas que ocasionam outras mudanças urbanas, normalmente associadas a problemas ambientais, por superação de limiares (*breach of a capacity*, como está em Jenks, Burton e Willians, 1998:344).

Dois tipos de esforços vêm sendo realizados para apreender interinfluências urbanas e ambientais, nativos nas ciências sociais e nas ciências ambientais, na tentativa de incluir variáveis ambientais em modelos urbanos e de incluir variáveis urbanas em modelos ambientais (Alberti, 1999). Todavia, como vem sendo argumentado por pesquisadores de ecologia urbana, não basta apenas acrescentar variáveis ambientais em modelos urbanos ou vice-versa (Campbell, 1996; Christofolletti, 1999; Alberti e Waddell, 2000). Além disso, escalas muito pequenas podem tornar a dinâmica urbana invisível, assim como escalas muito grandes podem inviabilizar a representação de atributos ambientais (Green, 1995).

São comuns referências à necessidade de conquistar equilíbrio ambiental, sendo o desequilíbrio um estado ou processo a ser evitado ou contornado (Rueda, 1998; Carvalho e Romero, 1999). Concepções baseadas no chamado paradigma do equilíbrio (Pessis-Pasternak, 1991) projetavam tendências e construíam simulações alinhadas de forma linear, tomando a cidade como um sistema equilibrado, eventualmente perturbado por externalidades e que retornava ao equilíbrio após um processo de absorção daqueles estímulos. Noutro caminho, a dinâmica espacial urbana tem sido tratada recentemente de modo distinto, sendo os sistemas urbanos preferencialmente considerados como de natureza dinâmica fora do equilíbrio, ou seja, são instáveis e apresentam mudanças permanentes (Allen, 1997).

Esse estado dominante de não-equilíbrio não implica, todavia, em desordem imponderável ou em ausência de padrão. Ao contrário disso, esses sistemas podem apresentar a propriedade de se auto-organizarem, comportando-se como sistemas complexos (Portugali, 2000). Sistemas auto-organizáveis operam com independência de um núcleo central prescritor de regras, sendo que resultados emergem da dinâmica instaurada, podendo ser observados em seu processo evolutivo; no campo dos estudos da cidade e de sua dinâmica, esse conceito se aplica na construção de explicações para a produção do espaço e para as morfologias resultantes. Sistemas complexos normalmente apresentam a propriedade de auto-organização, sendo que as chamadas teorias ou ciências da complexidade aplicadas à cidade (O'Sullivan, 2001) assumem que os estados de um sistema urbano não são nem determinísticos, como os previstos nas teorias causais tradicionais, nem aleatórios, isto é, absolutamente imprevisíveis (Lucas, 2000).

2 Crescimento urbano e sustentabilidade

Relações entre forma da cidade e sustentabilidade têm sido procuradas recentemente, tanto em função dos avanços no campo da morfologia urbana (Yet e Li, 2001), como em função do relativo aumento de interesse pela questão ambiental. A questão da sustentabilidade, no campo da morfologia urbana, combina-se muito bem com a da modelagem urbana, uma vez que discuti-la depende da antecipação de cenários de futuro e é exatamente a isso que modelos de simulação são dedicados (Krafta, 1995). Embora seja sabido que o(s) conceito(s) de sustentabilidade esteja em desenvolvimento e que permita abordagem compósita (Acselrad, 1999; Silva, 1999), isso não impede estudos sobre possíveis relações com morfologia urbana, o que inclusive colabora na discussão, interessando pautar as seguintes questões: a) diferentes formas urbanas consomem ou convertem mais ou menos território na sua trajetória histórica, transformando assim mais ou menos o ambiente preexistente; b) diferentes formas urbanas colaboram mais ou menos para a preservação de determinados recursos ambientais, excluindo-os ou os incluindo no ambiente urbano; c) diferentes formas urbanas geram mais ou menos problemas ambientais, como é o caso de efluentes de infra-estruturas e efeitos do sistema de circulação, dentre outros.

As noções de sustentabilidade referidas à cidade estão frequentemente associadas a idéias de escassez de recursos, de não-poluição, de diminuição ou de extinção, centrando-se os argumentos na necessidade de permanência de recursos ou de qualidade de vida ade-

quada para as próximas gerações (Carvalho e Romero, 1999). Apesar disso, as cidades vêm perdurando e crescendo ao longo da história, tanto em tamanho como em quantidade (Santos, 1988; Gonçalves, 1989; Batty, 2002). É fato que desde as primeiras aglomerações urbanas, há milhares de anos, a cidade vem-se firmando como um dos processos mais permanentes que a sociedade conheceu, resistindo a mudanças energéticas, econômicas, políticas, culturais e ideológicas (Lamas, 1993; Portugali, 2000). Mais ainda, é patente o fenômeno de urbanização que se apresenta no mundo, particularmente nos países em desenvolvimento, onde é conhecida a tendência de concentração em centros urbanos, associada à formação de extensas periferias a ao crescimento populacional (Campos Filho, 1989; Moreira, 1995; Andrade e Serra, 1997). Ademais, não há evidências de que a cidade possa ser suplantada por outra forma de ocupação do território e controle do ambiente humano, podendo-se dizer então que a cidade, sob o ponto de vista estrutural, vem experimentando cabal continuidade histórica, sendo seu desaparecimento enquadrável como caso de exceção (Argan, 1991). Por outro lado, não há dúvida que a cidade pode ser vinculada a variados tipos de mudança, as quais podem estar associadas a dano na qualidade de vida, depreciação ambiental, diminuição no patrimônio cultural, pobreza e injustiça social (Saule Júnior, 1993). Mas apesar disso, como foi dito anteriormente, a cidade resiste, cresce e se consolida como parte integrante e inseparável do processo social, apesar das guerras, das crises, das enchentes, da poluição e da escassez.

Deste modo, pode-se depreender que a cidade, entendida como fenômeno ao mesmo tempo físico e social (Soja, 1985 e 1989), mantém dispositivos que lhe têm conferido continuidade, sob pena de ter entrado em falência ou em extinção. Simultaneamente à necessidade de rever processos urbanos para garantir o melhor futuro para a cidade e para seus moradores (Echenique, 1999), alternativas morfológicas têm aparecido nas mais adversas condições, desde as favelas do chamado terceiro mundo, os centros das grandes metrópoles mundiais (Rapoport, 1977; Lynch, 1981; Batty, 2002), até as expansões urbanas conhecidas como *sprawl* (Torrens e Alberti, 2000; Chin, 2002). Entretanto, se essa assertiva pode ser enunciada por evidências empíricas, o mesmo não ocorre com relação aos mecanismos que se encarregam de sustentar sua continuidade, havendo conhecimento incipiente sobre os processos que têm garantido a continuidade da cidade.

Esforços importantes têm sido empreendidos para melhorar a compreensão sobre os mecanismos de produção e de reprodução da cidade, no campo teórico da configuração urbana, como é o caso das idéias vinculadas ao desenvolvimento desigual (como enuncia-

do por Harvey, 1975 e 1989), à auto-organização (como os trabalhos desenvolvidos por CALResCo – Complexity, Artificial and Self-Organizing Group, 1997 - 2000) e aos estudos sobre sistemas complexos (Allen, 1997; Lucas, 1999). Entretanto, não há dúvida que as relações entre espaço urbano e sustentabilidade podem ser difíceis de enunciar, dificultando – ou até inviabilizando – uma abordagem totalizante ou com foros de complexão, havendo diversos estudos procurando aproximações (como exemplificam Acselrad, 1999; Amaro, 1999; Costa, 1999) . Todavia, como foi anotado anteriormente, aspectos particulares podem ser abordados, no caminho da clarificação do fenômeno urbano, na esteira de responder a perguntas que se interessam pela relação entre sustentabilidade e configuração urbana.

Na discussão entre forma urbana e sustentabilidade, duas hipóteses recorrem: a) cidades mais compactas são mais sustentáveis do que as menos compactas; b) cidades mais fragmentadas são menos sustentáveis do que as menos fragmentadas. A idéia de compactidade como algo positivo para a cidade é reforçada especialmente pelos estudos de circulação urbana (Barret, 1996), ao que se somam estudos de evolução urbana de cidade européias (Costa, 1999). A noção de fragmentação como algo negativo para a cidade encontra sustentação tanto em trabalhos específicos de morfologia urbana (Chin, 2002), quanto em argumentos de sociologia e geografia (Souza, 1995; Pereira e Ultramari, 1999; Santos, 2000). Este trabalho vai, dentro de certo modo e de certos limites, contrariar essas duas hipóteses, assumindo que, do ponto de vista da morfologia urbana, descompactar e fragmentar são, ao invés de perversidades, estados construtores de sustentabilidade, uma vez considerado o processo de crescimento urbano como dinâmico, integrado com o ambiente não urbanizado, fora-de-equilíbrio, auto-organizável e complexo, como foi enunciado anteriormente. Em direção semelhante, embora sem tecer relações com sustentabilidade, está o argumento de Batty e Longley (1994), ao estudar dimensões fractais da cidade e sua variação ao longo do tempo, assim como a investigação de Benguigui et al. (2000), que acrescenta a variação dessas medidas em função dos limites urbanos que forem adotados.

Nesse caminho, é possível enunciar a hipótese de que a cidade, em seu processo de continuidade (ou de permanência) através de expansões e de renovações urbanas (crescimento externo e interno simultâneos), sofre alterações de fragmentação / desfragmentação e de descompactação / compactação, cumprindo etapas diferenciadas no tempo e no espaço (em distintos momentos da evolução urbana ou em diferentes lugares da cidade). Esse processo tende a negar a assertiva de que a dispersão da cidade no território seria um indicador

de decadência e de destruição, mas sim seria evidência de um dos possíveis dispositivos para a continuidade da cidade, podendo inclusive auxiliar na sua sustentabilidade. A verificação dessa hipótese pode ser buscada correlacionando tipos de cidade (construídas mediante simulação) com o território consumido para sua expansão e com problemas internos gerados em seu processo de crescimento, sendo esperado que nas cidades mais fragmentadas ocorra maior consumo de território (o que pode implicar em aumento de custos), bem como é esperado que nas mais compactas ocorram problemas internos com maior intensidade (o que pode indicar esgotamento de infra-estrutura e de equipamentos urbanos, poluição e diminuição da qualidade ambiental urbana).

Parece seguro que desse processo de continuidade e crescimento, que se aproxima aqui de uma alternância temporal e locacional de sístoles e diástoles espaciais (adaptado de Ferreira, 1999), advêm seqüelas ambientais, sociais, culturais e econômicas; pode-se acreditar, todavia, que são possíveis medidas que evitem, no todo ou em parte, os efeitos maléficos e o prejuízo às comunidades e ao próprio planeta, sendo a compreensão daqueles mecanismos de expansão um importante desafio para a pesquisa. Embora sejam conhecidos estudos que sugerem alternativas para combater insustentabilidade urbana, como as idéias de policentralidade, interfaces e espaços abertos (Pesci, 1999), assim como referências às cidades compactas (Jenks, Burton e Willians, 1998) e à diversidade morfológica (Costa, 1999; Mascaró, 1994), como também estudos na linha do urbanismo ecológico (Ruano, 1999), é preciso melhorar o conhecimento sobre as lógicas configuracionais explicativas da dinâmica de constituição dos tecidos urbanos.

3 Crescimento urbano e modelagem

Modelagem urbana tem sido usada satisfatoriamente para representar a cidade de modo simplificado (Martin, March e Echenique, 1972), facilitando a compreensão de determinados aspectos e suas relações com o conjunto. Ao tratar de crescimento urbano, interessa representar o processo de produção espacial, convertendo solo não urbanizado em urbanizado e acrescentando (ou substituindo) edificações, capturando fisicamente o processo de evolução urbana. Uma vez capturado e reproduzido artificialmente esse processo, exercícios de simulação podem ser realizados (Krafta, 1995; Axelrod, 1997) e auxiliarem na construção de teorias sobre como ocorre o crescimento urbano e suas relações com o ambiente, bem como aproximações com situações reais podem vir a ser divisadas.

Estudos de morfologia urbana têm representado satisfatoriamente a cidade pelo espaço construído, através de métodos de diferenciação capazes de descrever e de medir o desempenho de um determinado estado da cidade num determinado tempo, considerando as formas construídas e suas conexões através dos espaços abertos ou públicos (Krafta, 1994). Nessa direção, a estrutura urbana pode ser representada por diferentes graus de centralidade, cujos valores estão correlacionados com vários indicadores de atividade do sistema urbano, como presença de pedestres, fluxo de veículos e concentração de atividades comerciais, podendo ser tomada como um indicador de qualificação locacional (Krafta, 1994 e 1999; Teklemborg, Timmermans e Borges, 1997). Centralidade é uma medida morfológica de diferenciação espacial, gerada por tensões entre unidades de forma construída alocadas em parcelas espaciais discretas e conectadas pelo tecido urbano, sendo considerada mais central a parcela que participa com maior intensidade da rota de ligação mais eficaz entre cada um dos espaços com todos os outros, considerando caminhos preferenciais e atritos de percurso. Deste modo, o espaço urbano pode ser representado e diferenciado de maneira sintética e operacional, através das formas construídas, de suas conectividades e da medida de centralidade.

Uma vez considerada a centralidade como uma possível expressão de diferenciação espacial, capaz de transcrever vantagens locais, podem ser derivados vetores de transformação e de produção de novos espaços urbanos, assumindo que a medida de centralidade pode conter uma implícita descrição do potencial de mudança (Krafta, 1994). A produção do espaço urbano é então assumida como a expressão da busca de maximização de renda, o que é potencializado por vantagens locais. Todavia, essa busca não implica simplesmente na eleição dos locais de maior centralidade, pois é esperada para esses locais uma coincidência com os maiores valores de aquisição de solo para construir, o que induz a busca permanente por novas localizações. Como sugere Harvey (1985), vantagens locais poderiam ser consideradas como inovações tecnológicas, transformando-se em possibilidade de lucro excedente; deste modo, os produtores urbanos procedem de modo semelhante aos demais produtores no mercado capitalista, buscando permanentemente inovações tecnológicas, dentre as quais estão as inovações ou invenções de localização. Como essas descobertas locais são prontamente seguidas pelos demais competidores, o processo torna-se iterativo, permanente e complexo, pois as vantagens iniciais tendem a desaparecer com a dinâmica urbana. Sendo assim, maiores potenciais de mudança se concentram onde houver maior diferença entre valores de centralidade entre um lugar e seu entorno, juntando vantagens de localização com menor custo do solo, de modo a

no, juntando vantagens de localização com menor custo do solo, de modo a reproduzir a referida “invenção de localização” e a conseqüente maximização de renda.

Estudos de ecologia de paisagem vêm absorvendo conceitos de acessibilidade e desenvolvendo modelos derivados das experiências com o espaço urbano, aplicando técnicas de resistência mínima acumulada (*MCR – minimal cumulative resistance*, como está em Yu, 1996), utilizando operações semelhantes às usadas em modelos dedicados ao espaço urbanizado, o que pode ser resumido como resistência espacial. Em caminho semelhante estão trabalhos dedicados a avaliar paisagens para a conservação ambiental, indicando um gradiente de valor ecológico e de impacto de atividades para diferentes usos do solo (Spellberg, 1994:213-216). Noutras palavras, o espaço que intermedeia tensões de crescimento urbano exerce papel de restritor ou facilitador, participando ativamente do sistema.

Na interface do urbanismo com a ecologia, com influência da discussão sobre limites de crescimento (Meadows et al., 1972; Cole e Masini, 2001), ocorrem descrições sobre problemas decorrentes da exaustão dos recursos naturais (Allen, 1997; Ortega, 2001) e ocasionados pela superação da capacidade da infra-estrutura instalada na cidade. Em ambos os casos, a idéia parece confluir para a impossibilidade do crescimento ilimitado, o que implica na existência de limiares naturais e tecnológicos (Breheny, 1992), cuja superação pode estar associada à presença de problemas ambientais. Os limiares podem ser representados por um teto limite de urbanização, à semelhança dos coeficientes de aproveitamento do solo utilizados em planos urbanos.

Conceitos e técnicas de CA – autômato celular estendido às demandas da cidade e às intenções dos pesquisadores urbanos (Torrens e O’Sullivan, 2001) têm oferecido um ambiente com chances para operacionalizar essa convergência entre a possibilidade de modelar o ambiente urbanizado e o não urbanizado por diferenciação morfológica, por resistência espacial e por análise de limiares. Essas chances são maximizadas pelas possibilidades dinâmicas dos CAs, pela sua capacidade de capturar processos derivados da vizinhança espacial, pela natural compatibilidade com os *grids* usados em SIGs – sistemas de informações geográficas, pela crescente disponibilidade de imagens de satélite e pela popularização de conhecimentos em geocomputação (Ehlen, Caldwell e Harding, 2002). Sendo assim, CA como os pretendidos aqui poderiam ser chamados mais apropriadamente de CS (*cell-space*, como está em Batty, Couclelis e Eichen, 1997) ou simplesmente de modelos celulares.

Modelos com técnicas de grafos e CA integrados têm conseguido superar a tradicional deficiência desses modelos de trabalharem em múltipla escalas, quando usados separadamente (O'Sullivan, 2001). Enquanto grafos permitem apreensões da estrutura geral (ou na escala global) de um sistema, CAs têm origem nas relações de vizinhança (ou na escala local), podendo implicar na emergência de padrões globais. O artifício de integração permite utilizar medidas de centralidade e potencial (Krafta, 1994 e 1999) no ambiente celular, bem como dar operacionalidade às resistências naturais e antrópicas à urbanização, engendrando um modelo híbrido de produção espacial.

Alternativas de crescimento urbano podem ser geradas em diferentes cenários, os quais podem ser dedicados a representar desde tipos de paisagens, tipos de crescimentos urbanos, investimentos em produção espacial, preservação ambiental, até instituições e suas ações, incluindo planos reguladores governamentais (Ye e Li, 2001).

4 Enunciando um modelo de crescimento urbano

Esforços para desenvolver um instrumento de simulação capaz de realizar crescimento espacial interno e externo à cidade preexistente simultaneamente, integrando fatores urbanos e ambientais, vêm sendo desenvolvidos por Polidori (2002), através da aplicação dos princípios contidos nos modelos de centralidade e potencial (Krafta, 1994 e 1999). Para isso, é necessário: a) assumir uma base espacial e descrever os atributos ambientais e urbanos que participam das simulações, bem como os fatores institucionais interferentes; b) reescrever e implementar os modelos de centralidade e potencial, adequando-os ao ambiente celular e às demais características deste trabalho; c) implementar dispositivos que permitam aumentar a capacidade de simulação do modelo (como a geração de problemas ambientais, a conservação ambiental, a revitalização urbana e o aparecimento de vazios urbanos); d) habilitar o modelo a extrair medidas de compacidade e fragmentação; e) integrar o conjunto em ambiente de SIG – sistemas de informação geográfica.

A figura a seguir representa uma síntese do modelo em construção.

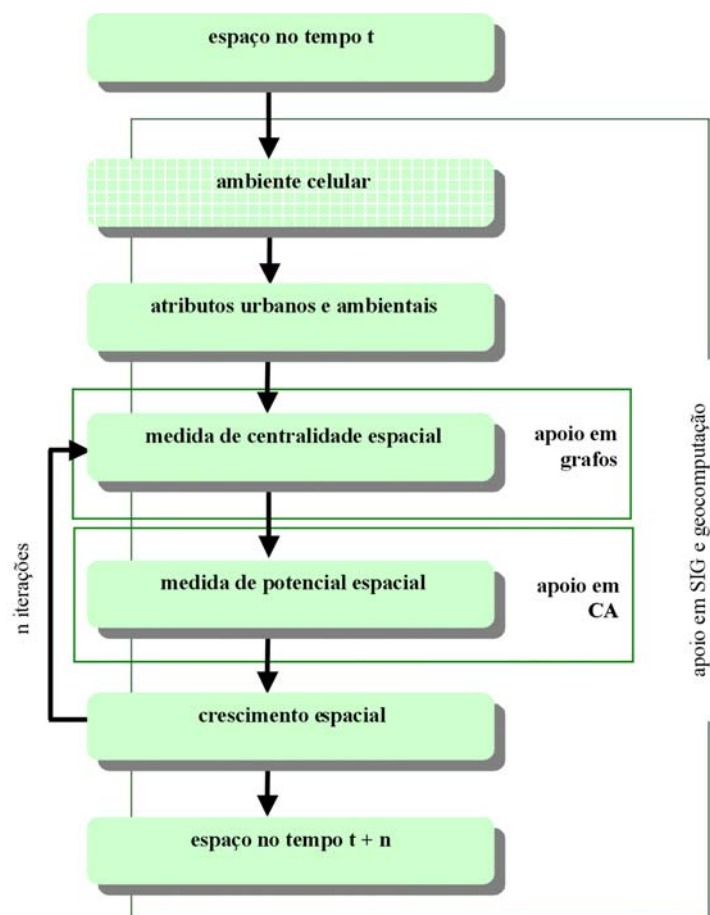


Figura 1: resumo diagramático do processo de crescimento urbano proposto.

Em resumo, é possível então assumir a cidade como um campo de oportunidades de obtenção de renda, mediadas pelo espaço, o qual é composto integralmente por atributos urbanos e ambientais, que funcionam como atratores ou como resistências para o crescimento urbano. A configuração espacial e a distribuição desses atributos geram tensões que diferenciam o espaço qualitativa e quantitativamente – através da medida de centralidade (construída com o apoio de técnicas de grafos), vindo a provocar crescimento em lugares com maior potencial de desenvolvimento (determinado com a ajuda de técnicas de CA – autômato celular). Crescimentos acima de determinados limiares são considerados problemas ambientais, gerados e superados no mesmo processo de produção do espaço urbano. Iterações desse processo oferecem um comportamento dinâmico ao sistema, posto que a realização dos potenciais implica em novos valores de centralidade e assim sucessivamente.

5 Considerações finais

Um dos desafios da pesquisa urbana é a compreensão do processo de crescimento espacial da cidade, o qual congrega estrutura intra-urbana e conversão de território não urbanizado, integrando questões das ciências sociais e das ambientais nos caminhos de sua explicação. Neste trabalho está enunciada a hipótese de que o crescimento urbano se dá com alternância de estados de maior e menor fragmentação e compacidade, assumindo que esses estados não são em si mesmos qualidades ou problemas urbanos, mas sim etapas de um processo dinâmico que têm garantido a continuidade milenar do espaço da cidade. Para verificar essa hipótese está sugerido o caminho da modelagem urbana, simulando crescimento urbano mediante a reedição dos modelos de centralidade e potencial (Krafta, 1994 e 1999), com apoio de técnicas de grafos, autômato celular, sistemas de informações geográficas e geocomputação.

6 Referências bibliográficas

- ACSELRAD, Henri (1999). **Discursos da sustentabilidade urbana**. In: Anais do VIII ENANPUR. Porto Alegre: ANPUR – PROPUR, UFRGS. [mídia nem CD]
- 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 www.santafe.edu]
- ALBERTI, Marina (1999). **Modeling the urban ecosystem: a conceptual framework**. In: Environment and Planning B – Planning and Design 1999, v. 26. London: Pion. p. 605-630.
- ALBERTI, Marina; WADDELL, Paul (2000). An integrated urban development and ecological simulation model – Part I: rationale for a synthesis. Venice: Capum. 20p.
- ALLEN, Peter (1997). **Cities and regions as self-organizing systems: models of complexity**. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers. 275 p.
- AMARO, João J. V. (1999). **Uma discussão sobre a fundamentação da teoria econômica para o desenvolvimento urbano sustentável**. In: Anais do VIII ENANPUR. Porto Alegre: ANPUR – PROPUR, UFRGS. [mídia nem CD]
- ANDRADE, Thompson Almeida; SERRA, Rodrigo valente (1997). **O recente desempenho das cidades médias no crescimento populacional Urbano Brasileiro**. Rio de Janeiro: IPPUR, IPEA, NEMESIS. 27 p.
- ARGAN, Giulio Carlo (1991). **O Espaço Visual da Cidade**. In: Espaço e Debates nº33. Tradução de Silvana Zioni. São Paulo: NERU. p. 18-26.
- BARRET, George (1996). The transport dimension. In: JENKS, Mike; BURTON, Elizabeth; WILLIAMS, Katie (Ed.). **The compact city: a sustainable urban form ?** New York: E & FN Spon. p 171-180.
- BARRIOS, Sônia (1986). A Produção do Espaço. In: SANTOS, Milton e SOUZA, Maria Adélia (Org.) : **A Construção do Espaço**. São Paulo: Nobel. p. 1-24.
- BATTY, M. (2002). **Megacities - What the Future Holds and the Implications for Energy Use**. London: Casa. 21 slides. [disponível em <http://www.casa.ucl.ac.uk/>]

- BATTY, M.; COUCLELIS, H.; EICHEN, M. (1997). **Urban system as cellular automata**. Environment and Planning B: Planning and Design 24(2). London: Pion. p. 159-164.
- BATTY, M.; LONGLEY, P. (1994). **Fractal cities – A geometry of form and function**. San Diego: Academic Press. 394 p.
- BENGUIGUI, Lucien et al. (2000). **When and where is the city fractal ?**. Environment and Planning B: Planning and Design 27. London: Pion. p. 507-519.
- BREHENY, M. (1992). **The contradictions of the compact city: a review**. In M. BREHENY, M. (Ed.). Sustainable Development and Urban Form. London: Pion. 333 p.
- CALResCo (2000). **Complex systems glossary**. Manchester, U.K.: CALResCo.Group. [disponível em <http://calresco.org/cs2000/meta.htm>]
- CAMPBELL, S. (1996). **Green cities, growing cities, just cities? – urban planning and the contradictions of sustainable development**. Journal of the American Planning Association, v. 62, n. 3. p. 296-312.
- CAMPOS FILHO, Cândido Malta (1989). **Cidades brasileiras: seu controle ou o caos**. São Paulo: Nobel. 143 p.
- CARVALHO, Eliani A.; ROMERO, Marta A. B. (1999). **A Insustentabilidade do Desenvolvimento Urbano das Capitais Brasileiras**. In: Anais do VIII ENANPUR. Porto Alegre: ANPUR – PROPUR, UFRGS. [mídia nem CD]
- CHIN, Nancy (2002). **Unearthing the roots of urban sprawl: a critical analysis of form, function and methodology**. London: Casa, UCL. 23 p. [disponível em http://www.casa.ucl.ac.uk/working_papers/paper47.pdf]
- CHRISTOFOLETTI, Antonio (1999). **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 236 p.
- CLARKE, K. C.; HOPPEN, S.; GAYDOS, L. (1997). **A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in San Francisco Bay area**. Environment and Planning B: Planning and Design 24. London: Pion. p. 247-262.
- COLE, Sam; MASINI, Eleonora (2001). Limits beyond the millennium: a retrospective on the limits to growth. Futures 33. Pergamon. p. 1-5.
- COSTA, Heloísa S. M. (1999). **Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos ?** In: Anais do VIII ENANPUR. Porto Alegre: ANPUR – PROPUR, UFRGS. [mídia nem CD]
- ECHENIQUE, Marcial (1999). **SPARTACUS – System for Planning and Research in Townsand Cities for Urban Sustainability**. [disponível em <http://fpiv.meap.co.uk/fpiv/spartacu.htm>]
- EHLEN, Judy; CALDWELL, Douglas; HARDING, Stephen (2002). **GeoComputation: what is it ?** Computers, Environment and Urban Systems v.26. p. 257-265. [disponível em: www.elsevier.com/locate/com-penvurbsys]
- FERREIRA, Buarque de Holanda (1999). **Dicionário Aurélio eletrônico – Século XXI**. São Paulo: Nova Fronteira. [mídia digital]
- GONÇALVES, Marcos Flávio (1989). **Município no Brasil**. Rio de Janeiro: IBAM.
- GREEN, David (1995). **Fractals and scale**. Charles Sturt University. [disponível em <http://life.csu.edu.au/complex/tutorials/tutorial3.html>]
- HARVEY, David (1975). **Social justice and the city**. London: Edward Arnold.
- ____ (1985). **The urbanization of capital**. Oxford: Blackwells.
- ____ (1989). **Condição pós-moderna**. Tradução de Adail Sobral e Maria Gonçalves. São Paulo: Loyola, 1993.
- JENKS, Mike; BURTON, Elizabeth; WILLIAMS, Katie (1998) (Ed.). **The compact city: a sustainable urban form ?** New York: E & FN Spon. 350 p.
- KRAFTA, Romulo (1994). **Modelling Intraurban configurational development**. Environment and Planning B: Planning and Design, v. 21. London: Pion. p. 67-82.

- _____. (1995). **Simulador de cidades: horizontes e problemas**. In: FARRET, Ricardo L. Anais do VI Encontro Nacional da ANPUR. Brasília: ANPUR.. p. 137-147.
- _____. (1999). Spatial self-organization and the production of the city. *Urbana* 24. Caracas: IFA/LUZ. p. 49-62.
- LAMAS, José M. Ressano Garcia (1993). **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Dinalivro. 563 p.
- LYNCH, Kevin (1981). **La Buena Forma de La Ciudad**. Versão castelhana por Eduard Mira. Barcelona: GG, 1985. 364 p.
- LUCAS, Chris (1999). **The spirit of complexity**. Manchester, U.K.: CALResCo. Group. [disponível em <http://calresco.org/lucas/spirit.htm>]
- _____. (2000). **Emergence and evolution – Constrains on form**. Manchester, U.K.: CALResCo.Group. [disponível em <http://calresco.org/emerge.htm>]
- MARTIN, L.; MARCH, L.; ECHENIQUE, M. (1972). **La Estructura del Espacio Urbano**. Traducción de Francisco Molina. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1975. 376 p.
- MASCARÓ, Juan (1994). **Manual de loteamentos e urbanizações**. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzato. 113 p.
- MEADOWS, D. H. et al. (1972). **The limits of growth**. New York: Universe Books.
- MOREIRA, Morvan de Mello (1995). Evolução e perspectivas da dinâmica demográfica brasileira: concentração populacional e migração. In: GONÇALVES, Flora Maria (org.). **O novo Brasil urbano: impasses, dilemas, perspectivas**. Porto Alegre: Mercado Aberto. p. 133-162.
- O’SULLIVAN, David (2001). **Graph-cellular automata: a generalized discrete urban and regional model**. *Environment and Planning B: Planning and Design* 28. London: Pion. p. 687-705.
- ORTEGA, M. (2001). **Curso de H. T. Odum sobre ecossistemas e políticas públicas**. 187 p. [disponível em <http://www.unicamp.br/fea/ortega/homepage.htm>]
- PEREIRA, Gislene F.; ULTRAMARI, Clóvis (1999). **As práticas sociais e o desenvolvimento sustentável no meio urbano**. In: Anais do VIII ENANPUR. Porto Alegre: ANPUR – PROPUR, UFRGS. [mídia nem CD]
- PESCI, Rubén (1999). **La ciudad de la urbanidad**. La Plata: Cepa. 139 p.
- PESSIS-PASTERNAK, Guitta (1991). **Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Ed. da Universidade Estadual Paulista, 1993. 259 p.
- POLIDORI, Maurício Couto (2002). **Crescimento urbano e ambiente: um estudo exploratório sobre o futuro da cidade**. Projeto de doutorado em ecologia. UFRGS: PPGECCO. 92 p.
- PORTUGALI, Juval (2000). **Self-organization and the city**. Berlin: Springer. 352 p.
- RAPOPORT, Amos (1977). **Aspectos Humanos de la Forma Urbana**. Versão castelhana de Muntanola i Thornberg. Barcelona: GG, 1978. 381 p.
- RUANO, Miguel (1999). **Ecourbanismo: entornos urbanos sostenibles - 60 proyectos**. Tradução de Carlos de Valicourt. Barcelona: GG. 213 p.
- RUEDA, Salvador (1998). **La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa**. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. 92 §.
- SANTOS, Carlos Nélson (1988). **A Cidade Como um Jogo de Cartas**. São Paulo: Projeto. 192 p.
- SANTOS, Milton (2000). Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro: Record. 174 p.
- SAULE JR. Nelson e SILVA, Ana Amélia (1993). **A cidade faz a sua constituição - A construção da cidade**. Revista Pólis nº 10. São Paulo: Pólis. p. 23-47.
- SILVA, Sandra R.M.; SHIMBO, Ioshiaqui (1999). **A Identificação de interfaces entre os conceitos de desenvolvimento sustentável e os assentamentos habitacionais urbanos**. In: Anais do VIII ENANPUR. Porto Alegre: ANPUR – PROPUR, UFRGS. [mídia nem CD]

- SOJA, Edward W. (1985). The Spatiality of Social Life: Towards a Transformative Retheorisation. In: D. Gregory and J. Hurry: **Social Relation and Spatial Structures**. London: Mac-Millan Publishers. p. 90-127.
- _____. (1989). **Geografias pós-modernas**. Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 1993. 324 p.
- SOUZA, Maria Adélia Aparecida (1995). O novo Brasil urbano: integração ou fragmentação ? In: GONÇALVES, Flora Maria (Org.). **O novo Brasil urbano: impasses, dilemas, perspectivas**. Porto Alegre: Mercado Aberto. p. 65-71.
- SPELLBERG, Ian F. (1994). **Evaluation and assessment for conservation**. New York: Chapman and Hall Inc. 259 p.
- TORRENS, Paul M. (2000). **How should we model complex adaptive urban systems ?** London: Casa. [disponível em <http://www.casa.ucl.ac.uk/~david/ComplexityBib>]
- TORRENS, Paul; ALBERTI, Marina (2000). **Measuring Sprawl**. London: Casa, UCL. 43 p. [disponível em http://casa.ucl.ac.uk/working_papers.htm]
- TORRENS, Paul; O'SULLIVAN, David (2001). **Cellular automata and urban simulation: were do we go from here ?** Environment and Planning B: Planning and Design 2001, Vol. 28. London: Pion. p. 163-168.
- YEH, Anthony Gar-On; LI, Xia (2001). **A constrained CA model for the simulation and planning of sustainable urban forms by using GIS**. Environment and Planning B: Planning and Design 28. London: Pion. p. 733-753.
- YU, Kongjian (1996). **Security patterns and surface model in landscape ecological planning**. Landscape and urban planning, v. 36. Great Britain: Elsevier Science. p. 1-17.
- TEKLEMBURG, Jan; TIMMERMANS, Harry; BORGES, Aloys (1997): Design tools in a integrated CAD-GIS environment: space syntax as an example. In: TIMMERMANS, Harry (Ed). **Decision support systems in urban planning**. London: E & FN Spon. p. 261-276.

* * *