MODELAGEM DA COMPLEXIDADE URBANO-AMBIENTAL: UMA APROXIMAÇÃO TEÓRICA E INDICAÇÃO METODOLÓGICA.

PERES, Otávio Martins[1]; POLIDORI, Maurício Couto[2]

[1,2] Laboratório de Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, FAUrb. PROGRAU.FAUrb.UFPel - Rua Benjamin Constant, 1359 – Sala 107 - otmperes@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A dinâmica do crescimento urbano ocorre através da permanente conversão do uso do solo e do consumo de recursos naturais, em um processo onde se alteram a cidade e a paisagem natural de modo sincrônico. Impactos da urbanização sobre o ambiente natural aparecem com evidência, como o aumento da impermeabilização do solo, a poluição por efluentes tóxicos, o despejo de esgotos não-tratados e o assoreamento dos corpos hídricos.

Dentre os principais impactos provocados pelo crescimento urbano frente aos recursos hídricos, estão as alterações provocadas no ciclo hidrológico da paisagem natural, onde o processo de urbanização de alguma forma diminui a permeabilidade do solo no interior da bacia hidrográfica urbana e modifica as taxas de infiltração e escoamento superficial; conseqüentemente, alteram-se os processos hidrológicos naturais e aumenta o depósito de sedimentos nos corpos hídricos (Marzluf, 2008 apud Leopold, 1968).

Tradicionais abordagens do planejamento da paisagem têm dificuldade de abordar as interinfluências que ocorrem na dinâmica da cidade sobre a paisagem. Se por um lado tradicionais idéias do urbanismo sanitarista foram dominantes nos últimos séculos, realizando intervenções estruturais, canalizando, represando e transpondo corpos hídricos com o objetivo de drenar e sanear os ambientes e possibilitar o processo de expansão urbana; por outro lado, planejadores ambientais indicam os recursos hídricos como estruturantes no processo de crescimento urbano e sua preservação é vital a manutenção da vida humana no planeta.

Embora as tradições das abordagens do espaço urbano sejam de manter separadas cidade e ambiente, abordagens integradas podem qualificar a compreensão da cidade e da paisagem, bem como melhorar conceitos e práticas de planejamento urbano e ambiental (Polidori, 2004). Sendo assim, descobrir interfaces entre os diversos campos do conhecimento para uma abordagem integrada urbana e ambiental pode ser considerada uma tarefa urgente, na busca de contribuir para problemas de qualidade de vida. (Santos, 2004). Para a ciência urbana, novos indicadores da performance urbana devem partir de abordagens da complexidade de fatores que mantêm o fenômeno urbano em equilíbrio instável, porém duradouro (Alberti, 2003; Krafta, 2008), onde as características e estratégias de permanência das cidades podem prover indicadores de manutenção urbana como ecossistemas sustentáveis (Newman e Jennings, 2008). Em outras palavras, das relações entre morfologia urbana e a preservação das águas urbanas, pedem ser capturados mecanismos de permanência urbana, onde a presença dos recursos hídricos atua como um fator determinante nos modos de crescimento externo e nas trocas de tensões internas das cidades.

O presente trabalho busca avançar na busca de um corpo teórico e metodológico à prática do planejamento urbano e ambiental contemporâneo, baseada na complexidade urbano-ecológica. Neste sentido, o trabalho busca aproximar abordagens sistêmicas da cidade, conceitos da ecologia urbana e a prática da modelagem e simulações de crescimento urbano, de modo a identificar possibilidades de análises e medidas que identifiquem os mecanismos de permanência urbana e a preservação dos recursos hídricos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

É crescente a necessidade de estudos que integrem dados referentes ao ambiente construído e do ambiente natural, simultaneamente, a fim de contribuir, tanto aos planos de desenvolvimento do território, quanto às políticas de controle e manejo do ecossistema (Polidori, 2004). Portanto, o planejamento da paisagem deve ser feita de forma integrada, coordenado o gerenciamento da água e da terra de forma a maximizar o resultado econômico e social, (Tucci, 2009) e a bacia hidrográfica é indicada como unidade fundamental do planejamento ambiental (Santos, 2004). Neste sentido, planejar a cidade e o ambiente a partir das bacias hidrográficas facilita a compreensão entre as relações do uso do solo e os recursos hídricos e contribui para uma visão de planejamento baseada inter-relações dos processos ecológicos aplicados as cidades (Williams, 2007).

Ecologia é uma ciência que se interessa por fenômenos emergentes e a ecologia urbana indica a cidade como sistema complexo e auto-organizável. Assim como em outros ecossistemas, as cidades são sistemas que emergem das interações entre milhares de agentes, humanos e sociais (habitantes, empreendedores, políticos) e agentes biofísicos (geomorfologia, clima e regimes naturais temporais), desta inter-relação emergem diferentes padrões de organização espacial, uso do solo e densidades de infra-estrutura que configuram a estrutura espacial urbana. Hough (1998) sugere que a ecologia urbana pode contribuir fortemente quando aplicada aos estudos de morfologia urbana, de modo a capturar os processos de permanência dos ecossistemas urbanos como senso de lugar, resiliência urbana e valorização dos espaços naturais emergentes (Newman e Jennings, 2008; Vale e Campanella, 2005; Hough, 1998; respectivamente), os quais podem prover indicadores da manutenção das cidades como ecossistemas sustentáveis e permitem futuras operações no ambiente urbano.

Ao analisar as características e estratégias de sustentabilidades dos sistemas sócio-ecológicos, podemos buscar soluções para reestruturarmos os processos de crescimento de nossas cidades, a ciência urbana, ao longo de sua curta historia, tem buscado diferentes formas de capturar e avaliar os fenômenos urbanos que somados, fazem parte de seu referencial analítico. Eficiência, equidade, qualidade espacial e sustentabilidade são hoje paradigmas da avaliação urbana e do planejamento das cidades, que demandam formas eficazes de mensuração e monitoramento (Krafta, 2008). Medidas de sustentabilidade urbana pretendem abordar a cidade a partir de uma visão unificadora ao considerar os interesses e necessidades de todos os agentes sociais no âmbito de um processo que precisa ser duradouro, o que torna-se mais evidente se analisada sob uma perspectiva espaço-temporal, onde um caminho é a utilização de modelos dinâmicos do crescimento urbano (Alberti, 2003) adotando bacias hidrográficas como unidades espaciais (Santos, 2004; Williams, 2007). A idéia do uso de modelos urbanos é

fortalecida pela recente aproximação com os recursos dos modelos de processos ecológicos naturais, uma vez que os diferentes ecossistemas operam com mecanismos bastante semelhantes e a complexidade espacial pode ser comparada com mecanismos de competição ecológica (Polidori, 2004; Wilson, 2006). Portanto, o uso de modelos urbanos dinâmicos é caminho potencial para explicar configurações espaciais urbanas a partir do paradigma da sustentabilidade.

No processo de modelagem que busque integrar as abordagens dedicadas ao ambiente urbano com as formuladas para o ambiente natural, Polidori (2004) indica que essas abordagens estejam baseadas a partir da teoria de sistemas, teorias de complexidade e da auto-organização, onde modelos podem responder questões sobre a configuração espacial futura da cidade e de que maneira esses padrões auto-organizados contribuem a resiliência dos ecossistemas urbanos, testando hipóteses sobre como os processos humanos e naturais interagem no tempo e no espaço (Alberti, 2003). Uma das possibilidades de simulação é de explorar cenários de futuro, ajustando o modelo para que o crescimento urbano caminhe na direção dos conceitos da cidade sustentável (Polidori, 2004), sustentabilidade, no campo da morfologia urbana, combina-se com a da modelagem urbana, uma vez que discuti-la depende da antecipação de cenários futuros (Krafta, 1995). Neste sentido, questões como a forma urbana de situações futuras podem ser especuladas.

3. CONSIDERAÇÕES

A partir das aproximações teóricas e metodológicas entre as teorias da complexidade, conceitos da ecologia urbana e práticas da modelagem urbana, podem ser feitas considerações e indicadas análises visando os mecanismos de permanência e indicadores da sustentabilidade urbana.

a) bacias hidrográficas, devido a suas características morfológicas explicitam relações de competição e cooperação ecológica, baseadas no paradigma do não equilíbrio entre os diversos agentes. Sendo assim, interessa adotar a bacia hidrográfica como unidade espacial de planejamento indicam abordagens baseadas na complexidade urbano-ecológica;

b) conceitos de ecologia urbana aplicados a estudos de morfologia urbana podem contribuir na captura de processos de permanência urbana. Assim, os recursos hídricos podem ser considerados como determinantes no processo de crescimento, onde à medida que a cidade cresce, aumenta a pressão sobre os recursos hídricos e mecanismos internos a dinâmica urbana são capazes de garantir sua permanência e durabilidade, alterando a forma de crescimento urbano;

c) modelos urbanos podem ser potenciais para integrar atributos urbanos e ambientais, além de possibilitar uma aproximação dos campos teóricos da ecologia e da morfologia urbana;

d) realizar simulações de crescimento urbano futuro com os recursos hídricos como determinantes no processo, podem indicar configurações morfológicas sobre a forma futura da cidade ecológica, a cidade que permanece no tempo, a cidade que se adapta às mudanças e que integra os espaços abertos.a sua dinâmica e transformação.

4. CONTINUIDADES

A partir do referencial teórico apresentado e das considerações que puderam ser extraídas, são indicadas continuidades ao presente trabalho.

a) simulações de crescimento urbano podem ser realizadas como o modelo e *software* SACI – Simulador do Ambiente da Cidade, construído por Polidori (2004), devido a possibilidade de integrar atributos urbanos e ambientais; ser um modelo aberto capaz de atribuir pesos diferenciados aos atributos dos recursos hídricos e às bacias hidrográficas; disponibilizar um conjunto de medidas celulares e diferenciações espaciais que possibilitam capturar processos emergentes e auto-organizados da cidade;

b) modelar o processo de evolução urbana de uma cidade real com dados históricos disponíveis, de forma a capturar medidas celulares que catalisaram diferenciações morfológicas do processo de crescimento, o que podem vir a indicar mecanismos de permanência e sustentabilidade urbana;

c) realizar simulações de crescimento futuro da cidade, calibrando o modelo com parâmetros da modelagem de evolução urbana, de forma que o modelo opere para cenários futuros indicados no Plano Nacional dos Recursos Hídricos: “água para todos”, “água para alguns” e “água para poucos”.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTI, Marina (2003) **Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems.** In. MARZLUF, John M. et al. (2008) Urban Ecology. New York: Springer. 807 p.

HOUGH, Michael. (1998) **Naturaleza y ciudad: planificación urbana y processos ecológicos.** Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 315 p.

KRAFTA, Rômulo (1995). **Simulador de cidades: horizontes e problemas.** In: FARRET, Ricardo L. Anais do VI Encontro Nacional da ANPUR. Brasília: ANPUR.. p. 137-147.

KRAFTA, Rômulo (2008) **Numerópolis: Mapeamento do Desempenho Urbano.** Projeto de Pesquisa do Grupo “Sistemas Configuracionais Urbanos” UFRGS-PROPUR. 14p.

MARZLUF, John; org. (2008) **Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature.** New York: Springer. 807 p.

NEWMAN, Peter; JENNINGS, Isabella (2008) **Cities as sustainable ecosystems: principles and practices.** Washington: Island Press, 284 p.

POLIDORI, Maurício (2004) **Crescimento urbano e ambiente: um estudo exploratório sobre as transformações e o futuro da cidade.** Tese Doutorado UFRGS PPGECO. 352p.

SANTOS, Rosely (2004) **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos. 184 p.

TUCCI, Carlos (2006) **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica.** Brasília: Ministério de Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas. 302 p.

VALE, Lawrence; CAMPANELLA, Thomas (2005) **The resilient city: how modern cities recover from disaster.** New York: Oxford University Press. 390 p.

WILLIAMS, Daniel E. (2007) **Sustainable design: ecology, architecture, and planning.** New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 325 p.

WILSON, Alan (2006) **Ecological and urban systems models: some explorations of similarities in the context of complexity theory.** Environment and Planning A, v. 38, p.633-646.