

Especulando sobre a fragmentação da forma urbana: dinâmicas do crescimento e ecologia urbana.

Otávio Martins Peres, PROGRAU.FAUrb.UFPel, Brasil, otmperes@gmail.com
Maurício Couto Polidori, PROGRAU.FAUrb.UFPel, Brasil, mauricio.polidori@terra.com.br

Resumo: A partir de uma aproximação teórica entre urbanismo e ecologia, o trabalho especula sobre a formação de morfologias urbanas fragmentadas, decorrentes da dinâmica do crescimento urbano diante das irregularidades da paisagem natural. A cidade enquanto fenômeno em constante produção espacial, diante das resistências da paisagem definida pelos recursos hídricos, é capaz de alternar formas que ocorre o crescimento urbano, configurando alternâncias entre movimentos de compactação e fragmentação. Em termos da ecologia urbana, esta dinâmica morfológica está associada a mecanismos de auto-organização e resiliência urbana, capaz de manter a produção espacial urbana simultaneamente que indica uma articulação à paisagem natural. Contudo, a cidade fragmentada não invalida a tendência natural da concentração urbana, e para que de fato ocorra, a cidade policêntrica articulada à paisagem natural demanda de ações para induzir a manutenção da devida intensidade nas relações sócio-espaciais, simultaneamente que são preservados os locais de interesse do ambiente natural.

Palavras-chave: crescimento urbano, morfologia urbana, ecologia urbana.

1. INTRODUÇÃO.

O cenário da urbanização no planeta é continuamente crescente, onde os aspectos espaciais decorrentes do crescimento urbano são fatores importantes para a busca por um futuro urbano de equidade social e sustentabilidade ambiental. O que se tem são cidades em constante crescimento populacional e uma intensificação recente no processo de expansão urbana associada ao crescimento periférico, à descompactação urbana e a ampliação das interfaces entre o ambiente urbano e natural (UN-HABITAT, 2008).

A concentração humana em núcleos urbanos é decorrente da necessidade por uma intensidade nas relações sociais, que espacialmente configuram a cidade econômica no entorno de um lugar central, reproduzindo prioritariamente formas urbanas compactas e concêntricas (Jenks e Burgess, 2000). A descontinuidade espacial não se trata de um produto direto e exclusivo das relações sociais no espaço (Portugali, 2000; Batty, 2009), é resultante da sobreposição de fatores sociais, econômicos, ecológicos e culturais, onde a paisagem natural também apresenta influências (Alberti *et al.*, 2003; Czamanski *et al.*, 2008).

Desta forma, o trabalho parte do pressuposto que se abordados sobre uma perspectiva macro espacial e em longo prazo, crescimento urbano e ambiente natural podem ter morfologias compatibilizadas. A partir de uma aproximação do urbanismo às ciências complexas e aos estudos da ecologia urbana, o trabalho pretende especular sobre a formação da fragmentação morfológica, decorrente do crescimento urbano articulado à paisagem natural, bem como indicar possibilidades e caminhos para que ocorram cidades fragmentadas e eficientes, que simultaneamente sejam preservados os locais de interesse ambiental e mantidas a intensidade nas conexões intraurbanas.

2. APROXIMAÇÃO À ECOLOGIA URBANA: EMERGÊNCIA, AUTO-ORGANIZAÇÃO E RESILIÊNCIA URBANA.

Nos últimos 30 anos a ciência da complexidade tem se desenvolvido para fazer sentido aos mais diversos sistemas (Batty, 2007). Segundo Portugali (2000), as ciências complexas, que inicialmente possibilitaram à ciência urbana aproximar diferentes vertentes que a conduziram em campos disciplinares distintos, contemporaneamente têm possibilitado aproximação de campos disciplinares distintos, como ocorrem com a ecologia e o urbanismo. Desta forma, a retomada dos

estudos integrados entre urbanismo e ecologia é possibilitada por uma abordagem conceitual mais ampla, superando meras relações de semelhança inauguradas na década de 20 pela escola de Chicago, ocorrendo através da convergência das ciências naturais e sociais aos conceitos comuns da teoria de sistemas e auto-organização (Alberti *et al.*, 2003; Buzai, 2003).

Conceitos da ecologia pioneiramente foram aplicados à realidade urbana por autores da escola de Chicago (Park e Burgess, 1925), os quais se utilizavam de analogias com os mecanismos de competição e cooperação para compreender forças de organização intraurbana, em uma dinâmica que conduziria o fenômeno urbano a um estado de ordem sócio-espacial. Porém, o que existe hoje é um consenso que são justamente estes mecanismos de competição e cooperação que mantêm o sistema urbano em constante desequilíbrio, em tempos que ecologia e urbanismo simultaneamente passam a encarar a quebra no equilíbrio como uma forma de manutenção da vitalidade e dinâmica, intrínsecos aos seus respectivos sistemas.

Até a metade do séc. 20, estruturas complexas, dentre estas a cidade, foram tratadas pela ciência como se funcionassem como máquinas, ignorando o alto grau de determinação e aleatoriedade que ocorrem nos subsistemas e nas decisões individuais dos seus agentes. Atualmente, o que se percebe é uma mudança na forma de abordar cidades e sociedades como organismos que crescem continuamente e suas modificações podem ser apenas direcionadas, induzidas e raramente projetadas no sentido *top-down* (de cima para baixo). O que se sustenta é que as cidades crescem como um fenômeno emergente, a partir da ação de milhares de indivíduos, um comportamento capaz de gerar estruturas complexas, virtualmente impossíveis de serem geridas, controladas e planejadas de cima para baixo. O paradigma da complexidade dirige o foco de *top-down*, para *bottom-up*, concentrando-se em ações e decisões mais locais, ao invés de medidas globais (Batty, 2007).

Estudos associados à auto-organização urbana têm indicado a cidade como o maior artefato produzido pela ação humana (Portugali, 2000) e ao longo de mais de 3.000 anos de história, demonstra fortes evidências de permanência ao longo dos tempos (Vale e Campanella, 2005). Neste sentido, os padrões de auto-organização da cidade não estão associados a arranjos geométricos visualmente atraentes (como ocorrem em outros sistemas complexos), mas seriam propriedades estruturais discretas que permitem que cidades como Jerusalém a.c., com cerca de mil habitantes, possam ser comparadas com megalópoles contemporâneas composta por milhões de habitantes (Portugali, 2000). Deste modo o fator de permanência urbana seria uma propriedade associada ao fenômeno complexo, portanto intrínseco à dinâmica do crescimento urbano, uma propriedade que lhe confere capacidades de se auto-organizar em novas estruturas capazes de suportar situações adversas, o que tem sido tratado pela ecologia urbana em termos da resiliência (Alberti *et al.*, 2003; Vale e Campanella, 2005).

3. DINÂMICA URBANA, FRAGMENTAÇÃO E A CONVERGÊNCIA À PAISAGEM NATURAL.

As primeiras teorias locacionais urbanas foram lançadas ainda no séc. XIX por von Thünen, abordando o fenômeno baseadas no princípio econômico da maximização dos lucros. Posteriormente as idéias de Thünen são resgatadas por Alonso (1964, figura 1a) no modelo da cidade econômica, representando-a espacialmente a partir de uma sucessão de anéis concêntricos com maiores vantagens locacionais àquelas atividades econômicas capazes de obter a maior valia do uso do solo. O princípio da configuração urbana a partir de anéis concêntricos também foi associado às relações ecológicas pela escola de Chicago (Park e Burgess, 1925, figura 1b), bem como pelas posteriores adaptações setoriais propostas por Hoyt (1959, figura 1c). O mesmo caminho do pensamento concêntrico da cidade está no modelo proposto por Christaller (1933, figura 1d)

na Teoria do Lugar Central, diferenciando-se dos demais modelos por abordar o planejamento do território em escala regional e a partir da ocorrência de multicentralidades.

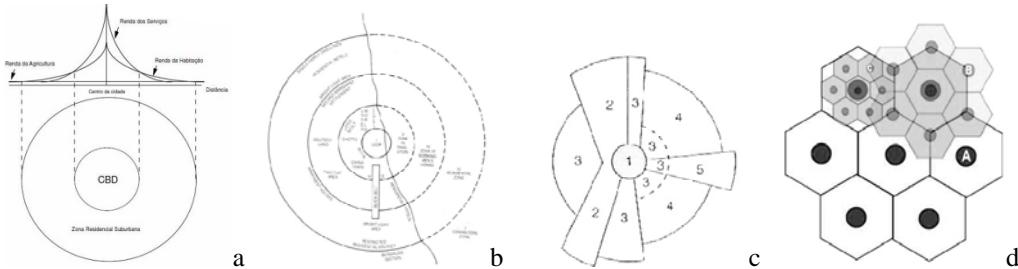


Fig. 1: modelos urbanos concêntricos: a) Alonso, 1964; b) Park e Burgess, 1925; c) Hoyt, 1959; d) Christaller, 1933.

Entretanto, estas originais teorias locacionais urbanas mostraram-se incapazes de descrever dinâmicas temporais do crescimento urbano, principalmente pela limitação de suas configurações estáticas. Geógrafos e economistas, autores como Fujita e Mori (1997), dedicaram-se a discutir as tradicionais teorias sobre a luz das teorias da complexidade e da auto-organização, caracterizando a New Economic Geography (NEG - Nova Geografia Econômica). A “abordagem evolutiva dos sistemas urbanos” (Fujita e Mori, 1997) sugere que a validade da teoria urbana ocorre a partir da releitura de sua trajetória, relacionando-a com uma espécie de processo evolutivo. A partir da NEG, trabalhos como de Janoschka (2002) tentam explicar a descontinuidade espacial e a suburbanização das cidades latino-americanas apoiados na releitura dinâmico-evolutiva dos modelos de Alonso, Park e Burgess, Hoyt e Christaller, ilustrados na figura 1 anterior. Segundo Janoschka (2002), cidades latino-americanas apresentam uma defasagem temporal no processo de crescimento se comparadas às cidades do velho mundo, o que qualifica a aplicação das ideias de Fujita e Mori (1997). Deste modo, durante o período colonial as cidades da latino-america cresceram em torno de um lugar central, semelhantes às ideias de econômicas de von Thünen e ecológica da escola de Chicago (figura 1a, anterior). A medida que a cidade cresce, melhor define seus acessos viários, assemelhando-se ao modelo Setorial de Hoyt (figura 1b, anterior), até atingir escalas regionais e o surgimento de multicentralidades e descentralizações simultâneas, assemelhando-se com a Teoria do Lugar Central de Christaller, figura 1d, anterior (Buzai, 2003).

Contemporaneamente aos enunciados da NEG, outra vertente da teoria urbana tenta explicar a descontinuidade espacial sob a lógica geométrica da dimensão fractal de Mandelbrot (1982). A Cidade Fractal (*Fractal City* – Batty e Longley, 1994) revelaria semelhanças geométrico-morfológicas entre os espaços construídos e abertos, tanto quando observados tanto em baixas, quanto em altas resoluções; sugerindo que a auto-organização da macro e da microestrutura urbana estariam associadas a regras em escala local. Batty e Longley (1994) verificam empiricamente a dimensão fractal em diversas cidades pelo mundo enunciando um grande potencial de abordagem da sua dinâmica, o que logo atrai atenção de diversos pesquisadores nos últimos anos da década de 90. Atualmente a dimensão fractal urbana cai em desuso, principalmente por certo descrédito científico e pelos alertas de Benguigui *et al.* (2000), quando os autores estudam a dimensão fractal da cidade de Tel Aviv e publicam importantes questionamentos sobre a aplicação da lógica fractal em estudos da dinâmica urbana. Primeiro comprovando que nem todas as áreas metropolitanas de Tel Aviv apresentaram correlação com a dimensão fractal e segundo, indicando que as semelhanças geométricas da escala fractal não eram dadas por mecanismos semelhantes para as diferentes escalas espaciais (Benguigui *et al.*, 2000).

Outra vertente da teoria urbana diferencia o crescimento urbano de acordo com a localização geográfica do objeto de estudo, onde a expansão urbana tem sido tratada nos países de primeiro mundo em termos do *sprawl*, enquanto nos países de terceiro mundo este movimento está associado a um processo de periferização (Torrens e Alberti, 2000; Barros, 2004; respectivamente). Mesmo sendo tratados separadamente de acordo com o contexto geográfico, contrapondo-se à

idéia que fenômeno urbano apresenta características similares e fundamentais desde suas origens (Portugali, 2000), teorias a respeito do *sprawl* e da periferização são amplamente abordados pela ciência urbana na primeira década do século 21 e muito reproduziram a ótica econômica e compacta da cidade, evidenciando os aspectos negativos do crescimento associados aos custos de viagem, infraestrutura e consumo de recursos naturais (Czamanski *et al.*, 2008). Contemporaneamente, grande parte dos estudos dedicados às dinâmicas do crescimento urbano e a descontinuidade espacial emergente ainda estão associados ao fenômeno do *sprawl*. Entretanto, são cada vez maiores estudos que indicam o fenômeno do *sprawl* como um processo inevitável do crescimento das cidades e até certo ponto um estado desejável da evolução natural do sistema urbano, com recentes associações aos movimentos ecológicos e adaptados à escala da paisagem natural (Czamanski *et al.*, 2008).

Após estudos dedicados ao *urban sprawl* e à dimensão fractal da cidade de Tel Aviv; Benguigui, Benenson, Czamanski, Portugali e demais pesquisadores do *Complex City Research Lab* (<http://www.eslab.tau.ac.il/>) tem realizados importantes estudos sobre as possibilidades de compatibilizar a descontinuidade do crescimento urbano ao ecossistema natural, associando o crescimento urbano a um processo *Leapfrogging* (Benguigui *et al.*, 2001). O termo que tem origem em uma brincadeira infantil de realizar saltos impulsionados por obstáculos é absorvido pelas teorias econômicas para traduzir crescimentos dados por inovações em situações desfavoráveis. Assim, a expansão urbana associada ao movimento *leapfrogging* corresponde a uma dinâmica da morfologia urbana capaz de configurar uma sucessão de espaços abertos, semelhantes às teorias fractais e do *urban sprawl*. Deste modo, se a descontinuidade espacial emergente do crescimento urbano pode estar associada a locais de maior valorização ambiental, articulando a dinâmica do crescimento à paisagem do ambiente natural, assim podem ser reduzidos os efeitos da pegada ecológica urbana (Czamanski *et al.*, 2008).

No mesmo caminho, Tjallingii (2005) tem se dedicado a levantar estratégias que podem ser aplicadas para um desenvolvimento urbano adaptado a paisagem natural, indicando tanto a presença dos recursos hídricos como sistema de transportes, fluxos essenciais aos processos urbanos. O autor propõe um modelo que articula espacialmente a rede de transportes e o sistema dos recursos hídricos com a finalidade de apoiar a tomada de decisão de investimentos em sistemas de transportes, escolha de locais para habitação e manutenção de áreas verdes. Segundo Tjallingii, é tarefa urgente à teoria urbana alcançar consenso sobre a unidade espacial básica do crescimento urbano, onde um caminho está lançado tratando de compatibilizar investimentos na estrutura viária à dimensão espacial das linhas de drenagem e divisores de águas dos recursos hídricos.

3.1. Catalisadores da dinâmica: irregularidades da paisagem e a convergência com os atributos naturais.

Recentemente, em um dos editoriais do periódico *Environment and Planning: B*, v.36, Batty (2009) propõe um desafio à teoria urbana dedicada à dinâmica de mudança, onde apresenta a ideia de *catastrophic cascades* (efeito cascata). A dinâmica ocorrida em efeito cascata teria como principal desafio descobrir os elementos discretos presentes nos sistemas urbanos que catalisam a transição de fases (*phase transitions*), que segundo o autor ocorre através do referido efeito. A transição de fase é um padrão de dinâmica que ocorre em alguns sistemas complexos, capaz de transformar abruptamente o comportamento inicial do sistema. Ocorre a partir de um dado momento em que o sistema atinge um determinado limiar ou converge para situação de *tipping points*. Um exemplo clássico da transição de fases está na mudança de estados da água, que ocorrem em determinadas condições de temperatura e pressão, modificando substancialmente a sua estrutura (Batty, 2007).

Segundo propõe Batty (2009), os *tipping points* (pontos de convergência) catalisadores da dinâmica urbana em efeito cascata seriam decorrentes não apenas de um ou poucos atributos, mas

sim por uma infinidade de fatores que sobrepostos seriam capazes de influenciar de modo global na transição de fases e na alternância do padrão de dinâmica espacial do sistema urbano. São estes múltiplos fatores associados a questões econômicas, sociais e ambientais, que configuram o fenômeno urbano enquanto sistema complexo e possibilitam o desencadeamento de rápidas mudanças sobre a descontinuidade espacial emergente. Este enunciado permite entender que o desafio da ciência urbana estaria em superar a definição de quais os fatores que compõem o sistema urbano enquanto sistema complexo, dedicando-se a estudar quais seriam os *tipping points* onde o sistema converge para a transição de fases (*phase transitions*).

Entretanto, para que ocorram efetivas abordagens desta natureza, há de se superar abordagens urbanas a partir de planos isotrópicos (Nystuen, 1968). O conceito de isotropia da paisagem é uma forma de abstração do ambiente natural que trata por desconsiderar os aspectos da paisagem natural nos processos urbanos, onde o ambiente natural não apresenta nenhuma forma de resistência ao crescimento urbano e todos os solos urbanos são considerados igualmente férteis. A partir de planos isotrópicos fundamentais teorias urbanas foram demonstradas com evidências nas relações sócio-espaciais. Neste contexto, comumente a teoria urbana tem indicado à fragmentação e a descontinuidade da forma urbana como fatores de comprometimento da sustentabilidade, principalmente devido a subutilização de infraestruturas e serviços, aumento dos custos de operação e consumo de território (Krafta, 2008), onde a ocorrência de vazios urbanos está associada exclusivamente a mecanismos de retenção imobiliária ou ausência de políticas sobre o território (Jenks e Burgess, 2000).

Por outro lado, a paisagem natural e os seus atributos representam o ambiente antecessor da cidade, funcionando como um campo de irregularidades que impõem diferentes intensidades de resistência a urbanização, influenciando a forma do crescimento urbano em curto e em longo prazos, na micro e na macro escala (Polidori, 2004). Estas irregularidades são capazes de impor maiores ou menores restrições ao processo de urbanização, contribuindo na formação de falhas emergentes do crescimento urbano e geralmente correspondem às linhas de drenagem, locais propícios a inundações, à insalubridade e ocorrência de solos de baixa resistência. Portanto, é possível pressupor que os fragmentos ou vazios urbanos estejam associados espacialmente aos atributos do ambiente natural, emergentes da dinâmica do crescimento urbano frente às irregularidades do plano de suporte. Este resultado sugere reconhecer os vazios urbanos como componentes estruturais da cidade, onde dinâmicas morfológicas urbanas que associem a ocorrência de urbanização remota e a manutenção de locais de resistência natural, podem ser entendidas mecanismos de auto-organização da cidade e indicadores do fator de resiliência urbana (Alberti *et al.*, 2003; Polidori, 2004).

3.2. Enunciado Locacional e dinâmica de expansão: compacidade e fragmentação.

Sob uma perspectiva espacial ampla, abrangendo toda a uma região e suas divisões hidrográficas, a emergência das cidades pode ser encarada com certa aleatoriedade e grau de incerteza, sendo inúmeros os fatores que determinam a localização e a concentração humana em núcleos urbanizados. No caso da metade sul do Rio Grande do Sul, cidades (destacadas em pontos vermelho) ocorrem sobre a paisagem com certa aleatoriedade espacial, (representada na figura 2a abaixo pela configuração das bacias hidrográficas destacadas por cores aleatórias), concentradas ou dispersas, junto aos divisores de água ou às linhas de drenagem. Por outro lado, se encarado sob o ponto de vista da paisagem natural em uma escala mais específica, por exemplo, das sub-bacias hidrográficas com áreas de drenagem inferiores a 10.000 ha, esta dose de aleatoriedade pode ser reduzida, onde é possível enunciar um padrão locacional das cidades, ocorrendo com a devida proximidade e distanciamento dos recursos hídricos naturais (representado na figura 2b,

abaixo na cidade de Pelotas no ano de 1965 sobre sub-bacias hidrográficas com área drenagem de 5.000 ha).

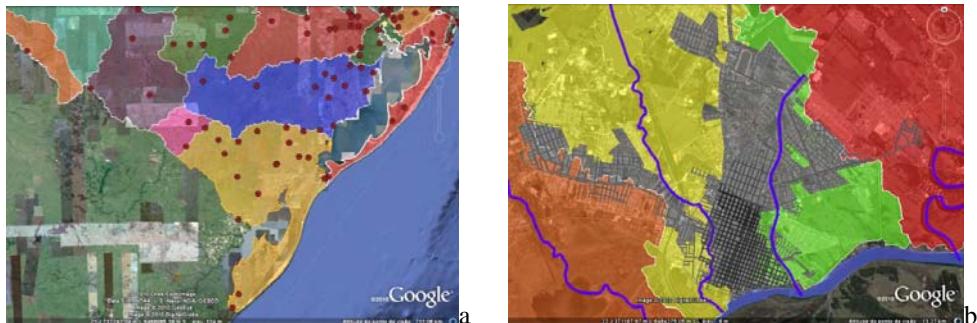


Figura 2: a) cidades da metade sul do Rio Grande do Sul, ocorrendo dispersas sobre o território; b) forma urbana articulada às bacias hidrográficas.

O fato é que o fenômeno urbano apresenta tendências a ocorrer em locais que mais se assemelham a verdadeiros planos isotrópicos (Nystuen, 1968), procurando configurações na paisagem que permitam a dinâmica urbana ocorrer sem a restrição dos atributos naturais. O crescimento urbano em expansão tende a ocorrer com predomínio da forma concêntrica, a partir da conversão de áreas não urbanas pela lógica econômica, nos territórios imediatamente adjacentes a cidade preexistente.

Entretanto, ao se expandirem e avançar sobre os atributos da paisagem, a cidade tende se deparar com locais de maiores restrições à urbanização, como o caso das linhas de drenagem dos recursos hídricos. Nestes locais configuram-se interfaces entre o sistema urbano e o sistema natural, onde os recursos hídricos e as linhas de drenagem, a priori, impedem a continuidade da expansão urbana na lógica econômica da conversão de territórios imediatamente adjacents. Como a cidade necessita continuar a dinâmica de produção espacial, superam-se às restrições impostas pela paisagem e a conversão do território passa a ocorrer em áreas além dos limites dos recursos hídricos. De modo geral, a margem oposta ao curso d'água natural apresenta as mesmas restrições à urbanização que a cidade vinha superando ao se deparar com as linhas de drenagem. Exatamente neste ponto que o trabalho identifica um novo padrão locacional da conversão urbana. Ao transpor o recurso hídrico, a cidade concentra esforços na construção de pontes e outras estruturas que morfologicamente definem um vetor axial de superação do corpo d'água. Definido este vetor, a conversão urbana tende a ocorrer com o mesmo critério locacional em que ocorreu o núcleo de origem, em locais mais próximos a formações isotrópicas, para onde o vetor de crescimento é prolongado até atingir áreas com menor restrição ambiental e neste ponto surgem novos núcleos urbanos difusos, geralmente junto aos novos divisores de água.

Em um novo momento, consolidado o núcleo urbano emergente que replica os critérios de localização do núcleo original, este replica também a forma concêntrica que ocorreu o crescimento, promovendo a conversão de territórios adjacents até atingir novamente os limites das linhas de drenagem, sugerindo um processo iterativo. Assim, na macro escala da cidade, está definida uma dinâmica de alternâncias na morfologia do crescimento urbano, alternando a forma concêntrica inicial, para outra difusa e axial, sucessivamente.

3.3. Compacidade e fragmentação: desempenho e sustentabilidade urbana.

Se as características que definem os fenômenos complexos são responsáveis pela perpetuação do sistema ao longo dos tempos, o trabalho sustenta a tese que a ocorrência de formas compactas e fragmentadas, sincronicamente, pode ser associada a um mecanismo de resiliência e sustentabilidade urbana. Entretanto, para de fato ocorra, a permanência do fenômeno urbano depende também da eficiência do seu próprio funcionamento e das restrições e dificuldades que sua estrutura impõe ao desempenho das relações sociais e ambientais.

Não há dúvidas que a cidade concêntrica tem seu desempenho facilitado por possibilitar que internamente ocorram infinitas interações, promovendo a acessibilidade a todos os espaços e a devida intensidade das relações entre os agentes com compõem a forma urbana compacta. Porém, o modelo da cidade compacta, por muito perseguido pela teoria urbana, não tem se mostrado responsável por reduzir as custas sociais que ocorrem internas à cidade, não resolvendo os problemas de exclusão e segregação sócio-espacial urbano. Mais ainda, modelos concêntricos não permitem articulação morfológica à paisagem natural, urbanizando de forma indiscriminada os atributos do ambiente natural e contribuindo para a ocorrência de problemas ambientais intraurbanos.

Por outro lado, a fragmentação urbana que a priori se apresenta com maiores restrições à eficiência urbana, permite reduzir a conversão indiscriminada dos atributos da paisagem natural, facilitando práticas de preservação dos atributos de maior valor e interesse ecológico. Embora não sirva como um modelo de segregação sócio-espacial, evidências indicam que o modo que naturalmente ocorre a descontinuidade espacial da forma urbana fragmentada tende a manter a distribuição desigual das facilidades urbanas e a promover a segregação espacial. O fato é que, assim como a tendência a promover crescimento urbano difuso, a tendência à desigualdade espacial é intrínseca ao fenômeno urbano e precisa ser melhor compreendida pela teoria urbana. Ou seja, se na cidade contemporânea coexistem: a segregação e interação sócio-espacial; a artificialidade urbana e a natureza ambiental; a fragmentação e a concentração morfológica; cabe a teoria urbana indicar um modelo que envolva simultaneamente as ideias de eficiência, equidade e qualidade ambiental, em um novo paradigma da ciência que garanta de fato a sustentabilidade e permanência do fenômeno urbano (Krafta, 2008).

4. MODELO URBANO POLICÊNTRICO: CONECTIVIDADE E INTENSIDADE.

Como está sustentado ao longo do trabalho, a dispersão da forma urbana é um fenômeno característico das cidades contemporâneas, ocorre simultaneamente nas grandes cidades do primeiro mundo pelos movimentos de suburbanização e do *urban sprawl*, mas também ocorre nos países do terceiro mundo na favelização e na formação de comunidades fechadas (*gated communitys*). No mesmo caminho, trabalhos que aproximam cenários urbanos e a paisagem dos recursos hídricos são unâimes em indicar a emergência de formas urbanas polinucleadas, conforme estão nas imagens da figura 3 a seguir.

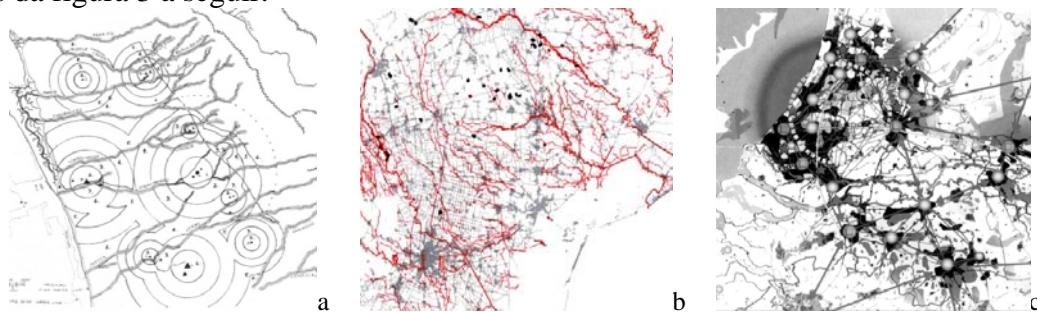
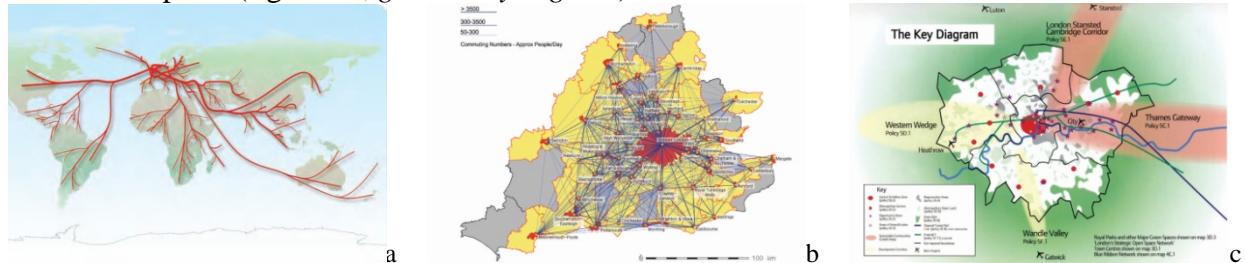


FIGURA 3: modelos urbanos polinucleados:a) Ecópolis, de Berkeley (Downton, 2009); b) Cities Dispersal do Vêneto italiano (Viganò, 2008; c) a descompactação da forma urbana (Jenks e Dempsey, 2005).

Ao levantar estratégias espaciais para a Ecópolis-Berkeley (Downton, 2009, figura 3a), para o crescimento da região metropolitana do Vêneto na Itália (Viganò, 2008, figura 3b) ou na busca por uma forma urbana futura sustentável (Jenks e Dempsey, 2005, figura 3c); todos são unâimes também ao indicar que a eficiência da forma polinucleada necessita de medidas que induzem a distribuição de facilidades urbanas de modo a consolidar a descontinuidade espacial, a ocorrência dos vazios urbanos e a preservação de locais de maior valor do ambiente natural. De fato, o que está indicado é a possibilidade de se pensar em um modelo urbano fragmentado e

eficiente, somente se as facilidades urbanas foram equanimente distribuídas entre o núcleo principal e núcleos satélites, induzindo a formação de policentralidades simultaneamente que a morfologia se articula à paisagem natural.

A cidade policêntrica é um produto da descentralização dos núcleos urbanos monocêntricos, transferindo as facilidades urbanas de modo natural ou induzido na dinâmica urbana, onde as cidades passam a conviver em trocas permanentes entre o núcleo principal e os núcleos urbanos adjacentes menores (Hall e Pain, 2006). A formação urbana policêntrica ocorre em três diferentes escalas, representadas na figura 4 a partir da cidade de Londres. Segundo Hall e Pain (2006), a policentralidade pode ocorrer desde uma rede hierárquica com as demais cidades globais (figura 4a; *global cities*; Sassen, 2001); em uma segunda escala de rede de cidades que conjuntamente configuram os centros globais (figura 4b; *world city network*), ou a policentralidades gerada a partir de um entorno urbano, com um núcleo central bem definido e reconhecida a existência de outros pequenos núcleos urbanos. Esta última escala se assemelha à proposta deste trabalho e trata por superar visões monocêntricas da cidade e reconhecer os aspectos da paisagem natural de suporte (figura 4c; *global city regions*).



Nas três escalas indicadas para a policentralidade, os múltiplos núcleos urbanos ocorrem fisicamente separados, mas intimamente ligados por uma espécie de rede, com alto grau de conectividade. Pode-se considerar que o modelo da policentralidade não passa da ideia da monocentralidade vista de outra escala (Hall e Pain, 2006).

Se a policentralidade ocorre articulada a paisagem das sub-bacias hidrográficas, as conexões intraurbanas coincidem com as áreas adjacentes às linhas de drenagem, que no sentido inverso configuram uma paisagem natural também polinucleada, onde são igualmente importantes as conexões entre os fragmentos dos atributos naturais. Da sobreposição entre a rede de conexões intraurbanas e os corredores ecológicos naturais que conectam os fragmentos da paisagem, definem-se pontos de interseção entre a rede urbana e a rede natural. Portanto, o ponto chave para manutenção do modelo urbano policêntrico e a preservação dos atributos da paisagem natural está no desempenho e na intensidade das conexões entre os fragmentos urbanos e naturais.

Em suma, a proposta de um modelo da cidade policêntrica não ocorre de forma natural, não é intrínseca ao fenômeno urbano e para que efetivamente ocorra demanda de ações de planejamento que distribuam as facilidades urbanas, promovam as conexões necessárias e preservem atributos da paisagem natural. O fato é que, conexões eficientes em nome da policentralidade são capazes de manter a forma urbana fragmentada com a devida intensidade nas relações sócio-espaciais, simultaneamente que são preservados as funções ecológicas dos atributos da paisagem natural. No sentido inverso, se as conexões intraurbanas forem deficientes, além de diretamente causarem impactos na paisagem, permitem a cidade a reverter o processo e retomar a forma compacta inicial.

5. CONSIDERAÇÕES

O trabalho, aproximando crescimento urbano e a paisagem natural, indica a fragmentação da forma urbana como intrínsecas ao fenômeno urbano, decorrente da auto-organização morfológica do sistema urbano à escala das bacias hidrográficas.

A ocorrência de uma descontinuidade espacial na forma urbana está indicada pela teoria urbana como uma dinâmica associada à transição de fases (phase transitions), ocorrendo como um efeito cascata (catastrophic cascades), semelhante aos demais sistemas complexos. Desta forma, não cabem mais à ciência urbana meras verificações sobre quais os atributos que caracterizam a cidade enquanto sistema complexo, sendo necessário indicar quais seriam os tipping points que o sistema converge para promover a dinâmica e a descontinuidade espacial.

A descontinuidade espacial independe de um único fator intraurbano específico, ocorre a partir da convergência de inúmeros subsistemas que convergem para uma dinâmica associada à transição de fases, semelhante ao que ocorre nos demais fenômenos complexos. Uma propriedade discreta que confere às cidades propriedades de permanência ao longo dos tempos, o que na ecologia urbana tem sido tratado em termos da resiliência.

Embora o processo fragmentação urbana também possa ser explicado através de outros fatores urbanos, como questões sociais (industrialização, formação de bairros proletariados, etc.) ou a preexistência de infraestrutura (sistema viário), a morfologia urbana também está associada aos aspectos da paisagem natural. No processo de produção espacial continuada da fábrica urbana, os recursos hídricos estão indicados como locais de convergência do sistema para a descontinuidade espacial urbana, tipping points para da alternância morfológica do crescimento urbano (phase transitions), onde os múltiplos subsistemas influenciam (catastrophic cascades) na descontinuidade espacial urbana.

A ocorrência da forma urbana fragmentada permite que os vazios urbanos possam coincidir espacialmente com locais de interesse do ambiente natural. Desta forma, a dinâmica do crescimento e a descontinuidades espacial podem ser de fato um caminho para melhor coexistirem sistemas urbanos e ecossistemas naturais. Entretanto, para que de fato ocorra a cidade articulada à paisagem natural, antes é preciso indicar uma escala para induzir a ocorrência da fragmentação urbana e os vazios urbanos efetivamente coincidam com locais de interesse da ecologia da paisagem. Neste sentido, alguns autores têm-se antecipado e indicado a articulação entre sistemas de transporte e as bacias hidrográficas como uma possibilidade para reduzir custos de implantação de infraestrutura e reduzir os impactos do crescimento urbano sobre a paisagem natural. É nesta perspectiva e escala espacial que se associa o trabalho.

Contudo, a possibilidade de um modelo urbano fragmentado e eficiente, que articule crescimento urbano à escala das bacias hidrográficas, ocorre somente se as facilidades urbanas foram equanimente distribuídas entre o núcleo principal e núcleos satélites, o que demanda eficiência nas conexões entre os fragmentos urbanos. Entretanto, a fragmentação da forma urbana não anula a tendência natural das cidades a ocorrer de forma compacta e concêntrica. Pelo contrário, indica que as cidades crescem por movimentos de compactação e fragmentação, sincronicamente, caracterizando uma dinâmica que a define essencialmente como fenômeno complexo. O fato é que se na cidade coexistem a fragmentação e a concentração morfológica, de onde decorrem a segregação e a interação sócio-espacial, a artificialidade urbana e os conflitos de natureza ambiental; cabe à teoria urbana definir um modelo que de fato garanta a sustentabilidade e a permanência do fenômeno urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALBERTI, Marina et al. *Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems*. BioScience 53(12):1169–1179, 2003.
- BARROS, Joana. *Urban Growth in Latin American Cities: Exploring urban dynamics through agent based simulation*. PhD Thesis. Londres: Casa.UCL, 2004,
- BATTY, Michael. *Complexity in City Systems: Understanding, Evolution, and Design*. CASA Working Paper 117. 36 p, 2007.
- BATTY, Michael. *Catastrophic cascades: extending our understanding of urban change and dynamics*. Editorial Environment and Planning B: Planning and Design 36, 2009.
- BATTY, Michael; LONGLEY, Paul. *Fractal Cities: geometry of form and function*. Academic Press, London, 1994.
- BENGUIGUI, Lucien; et al. *When and Where is a City Fractal?* Environment and Planning B: Planning and Design 27: 507–519, 2000.
- CZAMANSKI, Daniel; et al. *Urban Sprawl and Ecosystems - Can Nature Survive?* International Review of Environmental and Resource Economics, 2008, 2: 321–366, 2008.
- DOWNTON, Paul. *Ecópolis: architecture and cities for a changing climate*. Springer Science+Business, 2009.
- FUJITA, Masahisa; MORI, Tomoya. *Structural stability and evolution of urban systems*. Regional Science and Urban Economics, 27. 399-442, 1997.
- HALL, Peter; PAIN, Kathy. *The Polycentric Metropolis*. Earthscan, London, 2006.
- JANOSCHKA, Michael . *El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización*. EURE (Santiago) v.28 n.85 Santiago. 15 p, 2002.
- JENKS, Mike; BURGESS, Rod. *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. London, Spon Press, 2000.
- JENKS, Mike; DEMPSEY, Nicola. *Future Forms and Design for Sustainable Cities*. Elsevier's Science. Oxford, 2005.
- KRAFTA, Romulo. *Numerópolis: Mapeamento do Desempenho Urbano*. Projeto de Pesquisa do Grupo Sistemas Configuracionais Urbanos. UFRGS-PROPUR. 14p, 2008.
- NYSTUEN, J. *Identification of some fundamental spatial concepts*. In: BERRY J (ed) *Spatial analysis*. N Jersey, Prentice Hall, 1968.
- PARK, Robert E.; BURGESS, Ernest W. *The City: suggestions for Investigation of human behavior in the urban environment*. The University of Chicago Press, 1925.
- POLIDORI, Maurício. *Crescimento urbano e ambiente: um estudo exploratório sobre as transformações e o futuro da cidade*. Tese Doutorado UFRGS PPGECO. 352p, 2004.
- PORTUGALI, Juval. *Self-organization and the city*. Berlin: Springer. 352 p, 2000.
- SASSEN, Saskia. *The Global City: New York, London, Tokyo*. Princeton: Princeton University Press, 2001.
- TJALLINGII, S. *Carrying Structures: Urban Development Guided by Water and Traffic Networks*. In Hulsbergen, E.D.; Klaasen, I.T.; Kriens I. (eds) *Shifting Sense Looking back to the future in Spatial Planning*. Techne Press, Amsterdam, 2005.
- TORRENS, Paul; ALBERTI, Marina. *Measuring Sprawl*. London: CASA Working Paper, UCL. 43 p, 2000.
- VALE, L. J.; CAMPANELLA, T. J. *The Resilient City: How Modern Cities Recover from Disaster*. Nova York: Oxford University Press, 2005.
- VIGANÒ, Paola. *Water and Asphalt: the project of isotropy in the metropolitan region of Venice*. In. *Architectural Design* Vol 78 John Wiley & Sons Ltd. England, 2008.