

Sistemas de Informações Geográficas no estudo da lógica locacional de assentamentos irregulares: O caso de Gravataí – RS

Daniel Zarpelon Leão¹
Simone Zarpelon Leão¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional/PROPUR
Av. Sarmiento Leite, 320, Sala 505 – 90050-170 - Porto Alegre, RS, Brasil
zleao@hotmail.com, leao_simone@yahoo.com

Abstract

This study investigates the spatial logic of squatter settlements location by using a Geographic Information System – GIS. The process of analysis established, preliminary, the selection and standardization of a set of factors which we considered influential to the locational issue: (a) slope; (b) distance from water resources; (c) distance from roads; (d) distance from urbanization; (e) distance from industrial zones; (f) distance from preservation areas; (g) average income; and (h) population density. Subsequently, these factors have been integrated into a “Potential Map” through a multi-criteria evaluation method. Finally, potential map have been compared to real location of squatter settlements in Gravataí, RS. The approach developed here has provided information for a better understanding of the topic, which can be used for urban planning purposes.

Palavras-chave: Geographical information systems, Multi-criteria evaluation, squatter settlements, Sistemas de informações geográficas, Avaliação multicriterial, Assentamentos irregulares.

1. INTRODUÇÃO

A rápida urbanização pela qual passou a sociedade brasileira no século XX foi certamente uma das principais questões sociais experimentadas pelo país. Enquanto em 1960, a população urbana representava cerca de 45% da população total, dez anos depois a relação urbano-rural inverteu-se, com cerca de 56% de população urbana. No ano de 2000, 81.2% da população brasileira vivia nas cidades. Essa transformação mostra-se ainda mais dramática em números absolutos do crescimento populacional do país como um todo: entre 1960 e 1996 a população urbana aumentou de 31 milhões para 137 milhões; ou seja, em menos de 40 anos, as cidades brasileiras receberam mais de 100 milhões de novos habitantes (IPEA, 2002).

Tal crescimento urbano tem se caracterizado por uma clara expansão da cidade informal/ilegal, a qual ocorre fora dos padrões e normas urbanísticas, do controle governamental e das leis e regulamentações oficiais, sem um estatuto jurídico legal e segundo uma lógica e mecanismos variados de acesso e ocupação da terra (Acyole e Davidson, 1998). A expressão espacial desse processo dá origem a uma ocupação diferencial do espaço (Villaça, 2001), também denominada de *urbanização informal* ou *espontânea*.

Dois levantamentos, realizados pela Metroplan e municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPOA, focalizados nas ocupações irregulares desta região, apontaram a incidência do problema de invasões e de seu flagrante crescimento. Em 1981, foi estimado que pouco mais de 8% da população residente na RMPOA (excluindo Porto Alegre) residia em vilas irregulares (aproximadamente 90 mil pessoas); contudo, em 1992, esse percentual elevou-se para 13,5%, correspondente a 240 mil habitantes (Metroplan, 1993).

Neste contexto de franca expansão irregular do tecido urbano, a utilização de tecnologias de análise espacial, disponibilizada pelas técnicas de geoprocessamento de dados –

destacando-se neste estudo, os Sistemas de Informações Geográficas – SIG, estabelece uma nova abordagem para esta questão, permitindo rever a história de determinados fatos geográficos, possibilitando a reinterpretação de processos ocorridos, fornecendo elementos para a percepção do que acontece na atualidade, assim como propiciando a verificação das suas tendências territoriais.

Ao focalizar a análise espacial do fenômeno da cidade informal/ilegal, na busca por um padrão de comportamento espacial, torna-se adequada a utilização de um SIG, pois este possibilita a inter-relação dos diversos níveis de dados que atuam no problema e faz uso de uma série de instrumentos de análise e comparação de dados espaciais, propiciando a construção de mapas temáticos, os quais facilitam o entendimento da questão abordada, e sugerindo padrões locais para esta forma de ocupação.

O processo de investigação, dessa forma, almeja a análise, por meio de um SIG, da lógica locacional dos assentamentos irregulares; a análise de *quais* são os fatores que afetam/influenciam na localização destes assentamentos e o *quanto* eles atuam sobre este complexo fenômeno.

Trabalhos recentes demonstram que a utilização de SIG's tem sido adotada com frequência no estudo dos processos urbanos de ocupações irregulares e favelização. A pesquisa de Barros (2003), por exemplo, buscou a melhor compreensão do processo de crescimento periférico de cidades latino-americanas, através de uma série de simulações computacionais. Os resultados apontam para um “padrão espacial no tempo”, onde apesar da localização dos assentamentos informais e de baixa renda moverem-se permanentemente, eles guardam uma consistência da sua posição relativa em termos de núcleo-periferia.

Outro estudo, desenvolvido por Sobreira e Barros-Filho (2005), também se deteve sobre o padrão espacial do crescimento urbano com foco nas diferenças entre assentamentos formais e informais dentro do sistema urbano. Este estudo buscou a melhor compreensão da forma das cidades modernas, analisando a existência de padrões espaciais diversos. Foram utilizados métodos computacionais juntamente com um sistema de informações geográficas para medir a fractalidade e a lacunaridade de diferentes assentamentos urbanos, formais e informais.

Também o trabalho da Empresa de Urbanização do Recife – URB, através do Plano de Regularização Urbanística e Fundiária de Zonas Especiais de Interesse Social – PREZEIS, relatado no artigo de Rocha (1995), faz uso de um SIG para a construção de propostas de intervenção, colocando-se como um valioso meio de agilizar tais processos, uma vez que os modelos de intervenção urbanística exigem cada vez mais um exaustivo trabalho de caracterização de *áreas-alvo*.

Há de se considerar que os produtos alcançados com o emprego de Sistemas de Informações Geográficas, no trato das ações que visam minimizar a lacuna entre a cidade formal e a informal e seu planejamento, tendem a ter uma amplitude cada vez maior e mais eloquente. A tendência de familiaridade cada vez maior com os SIG's, a amplitude e importância de seu emprego, bem como o crescente volume de resultados práticos obtidos a partir deles, já constituem uma realidade incontestável.

2. MÉTODO

2.1 Base de Dados e Instrumental Tecnológico

A estruturação da base de dados para a investigação proposta teve como primeira tarefa o levantamento de dados por método secundário, tendo sido coletado a partir de documentos existentes, junto à Metroplan e ao Departamento Municipal de Habitação de Gravataí – Demhab.

Através da Metroplan, foram obtidas imagens orbitais Landsat (Bandas 1 até 7, Ano 2000), assim como imagens rasterizadas e/ou vetoriais do município investigado, referentes à mancha urbana, vias urbanas, ocupações irregulares pré-existentes, recursos hídricos, curvas de nível (10 metros), limites administrativos. Dados do Censo 2000 também foram utilizados, fornecendo a densidade populacional e a renda média dos habitantes. Dados coletados junto ao Demhab de Gravataí, forneceram o zoneamento estabelecido pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano; mais especificamente, a macrozona de proteção ambiental e a macrozona industrial do município.

Tendo-se em vista que os dados coletados encontravam-se originalmente em diferentes plataformas computacionais, foi necessária a migração de todos os dados provenientes dos softwares AutoCAD e ArcView, para o software Idrisi. A escolha do SIG Idrisi (versão Kilimanjaro), deve-se a maior familiaridade dos autores com o referido software, facilitando, dessa forma, o manuseio dos diversos procedimentos existentes dentro dos seus módulos de geoprocessamento de dados, como, por exemplo, nas conversões de dados *vetor para raster* e de *raster para vetor*, na normatização dos fatores segundo equações matemáticas e na própria aplicação da avaliação multicriterial.

2.2 Avaliação Multicriterial e Processo Hierárquico Analítico

Pela natureza complexa da lógica locacional das ocupações irregulares e de sua relação com variados fatores, para a composição de um mapa de vocação que apresente as áreas com potencialidade de ocorrência deste fenômeno, fez-se uso de uma abordagem multicriterial, estando esta, acoplada dentro de um SIG.

A avaliação multicriterial é uma técnica empregada para a tomada de decisão, onde sua base de dados, representada por critérios (restrições e/ou fatores), pode ser medida, avaliada e confrontada. Para a integração dos fatores com base na avaliação multicriterial, vários métodos vêm sendo utilizados, tendo-se escolhido para este trabalho, a Combinação Linear Ponderada. Neste método, os fatores são previamente normalizados para uma escala numérica comum, dado que muitos critérios estão mensurados nas mais diversas escalas, tornando-se necessária uma padronização.

O estudo da arte, relacionado ao tema, indica a repetição de um conjunto de elementos existentes em áreas invadidas; sendo eles: (I) localização em áreas de alta declividade; (II) proximidade de recursos hídricos; (III) proximidade de vias urbanas; (IV) proximidade de áreas urbanizadas; (V) proximidade de áreas industriais (zoneamento PDDU); (VI) localização em áreas de preservação ambiental; (VII) relação com renda média; e (VIII) relação com densidade demográfica.

Tendo-se extraído desses elementos os critérios que se julgam pertinentes para a pesquisa, normaliza-se cada fator (critério) separadamente, conforme seu comportamento espacial no processo em questão, através da escolha de uma função matemática que melhor o represente (Figura 1).

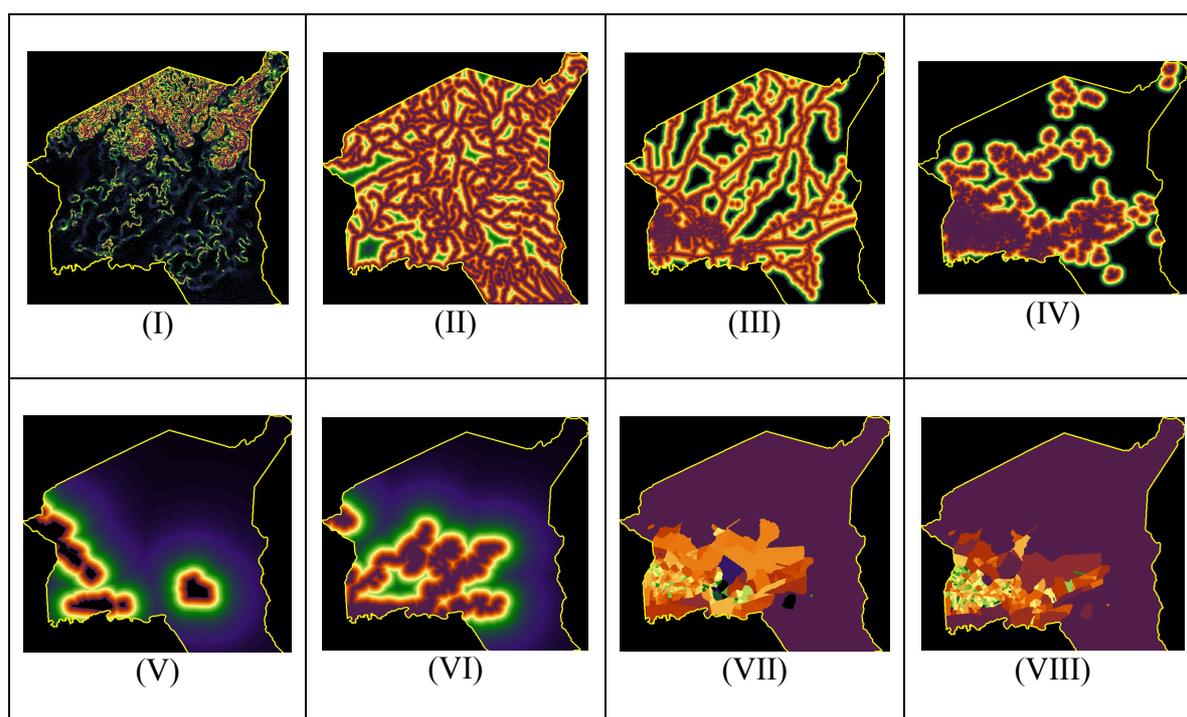


Figura 1 – Fatores normalizados (0 -255) para avaliação multicriterial: (I) Áreas de alta declividade; (II) Distância de recursos hídricos; (III) Distância de vias urbanas; (IV) Distância de áreas urbanizadas; (V) Distância de áreas industriais (zoneamento PDDU); (VI) Distância de áreas de preservação ambiental; (VII) Renda média do responsável pelo imóvel; (VIII) Densidade demográfica;

Posteriormente, para a combinação dos mapas de fatores, definem-se os pesos de compensação, os quais expressam a ordem de influência destes no processo de decisão (Eastman, 1998). Para o cálculo dos pesos, utiliza-se o método da Comparação Pareada, proposto por Saaty (1977) e inserido no Processo Hierárquico Analítico – PAH. Esse método baseia-se na elaboração de uma matriz de comparação entre fatores, de acordo com a importância relativa entre pares de fatores (Eastman, 1998). De posse dos valores obtidos através do PAH (Tabela 1), os quais refletem o quanto cada fator é influente no modelo, é feito então o cálculo da avaliação multicriterial.

Tabela 1 – Fatores utilizados e seus respectivos pesos para aplicação no MCE.

ID FATOR	DESCRIÇÃO FATOR	PESO
I	Declividade	0.1314
II	Distância de Recursos Hídricos	0.1210
III	Distância de Vias Urbanas	0.1284
IV	Distância de Áreas Urbanizadas	0.1875
V	Distância de Áreas Industriais	0.0990
VI	Distância de Área Proteção Ambiental	0.1801
VII	Renda Média do Responsável pelo Imóvel	0.0790
VIII	Densidade Demográfica	0.0737

O resultado da aplicação do MCE é a representação teórica de como os autores compreendem o fenômeno da irregularidade espacial urbana, através de análise de múltiplos fatores atuantes neste processo. Como produto tem-se um mapa potencial (Figura 2),

mostrando a variação em graus – normalizados em uma escala de 0 até 255 – de potencialidade para a insurgência de assentamentos informais no município de Gravataí.

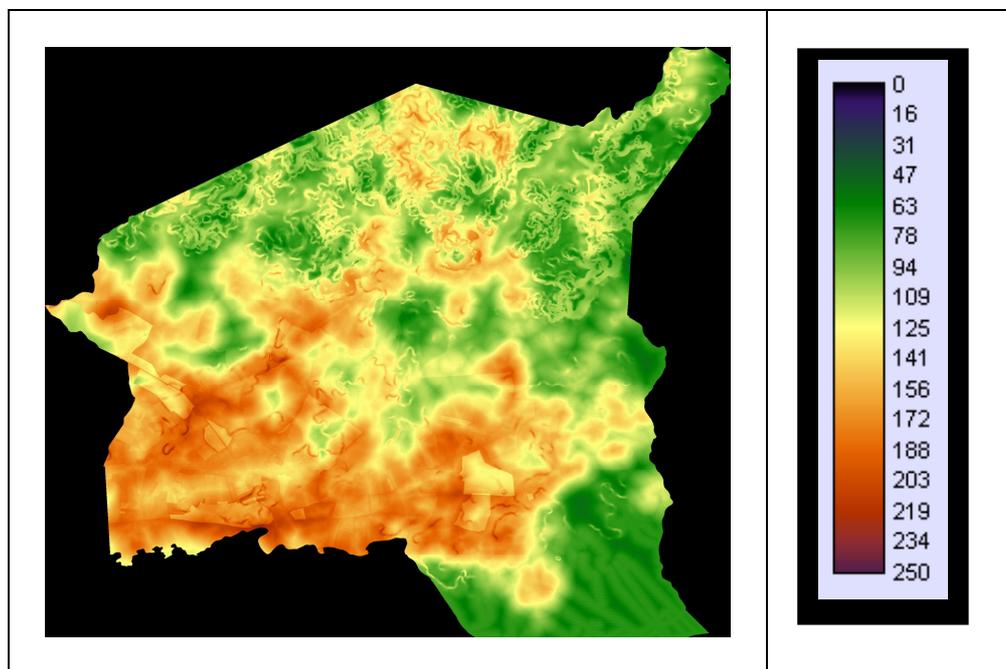


Figura 2 – Mapa de potencialidade de ocorrência de assentamentos irregulares no município de Gravataí, resultante da avaliação multicriterial com escala (0 – 255).

Em primeira análise, é visível a relação locacional de áreas com maior potencialidade de apresentar ocupações irregulares na zona sudoeste do município, justamente na área relacionada à mancha urbana e seus processos de densificação. Isto se deve, não somente porque o fator que mensura o distanciamento de áreas urbanizadas obteve, através da ponderação do processo hierárquico analítico, o peso mais preponderante na avaliação multicriterial, mas também porque nesta mesma porção do município, encontra-se o Rio Gravataí, o que maximiza os fatores hídricos utilizados pelo modelo. Por sua vez, na porção norte do município, mesmo apresentando as maiores declividades e forte presença de recursos hídricos, o grande distanciamento de áreas urbanizadas e a escassez de vias urbanas reduzem significativamente os valores obtidos.

2.3 Rebatimento com a realidade: sobreposição e verossimilhança

O mapa potencial mostrado na Figura 2 representa uma construção teórica dos autores quanto ao padrão locacional de assentamentos irregulares. Com base no estudo da arte correlato, foram definidos critérios/fatores, assim como formas de normalização e de ponderação. Mesmo que o mapa resultante da abordagem multicriterial possa representar uma imagem adequada para a questão abordada, um confronto com dados reais, provenientes de mapeamentos de ocupações irregulares já existentes na área pesquisada, possibilita um aprofundamento da investigação e uma análise mais detalhada dos fatores que integram o modelo. Para tanto, a etapa seguinte busca validar essa construção teórica através da comparação com dados de realidade da localização de vilas em Gravataí, utilizando dados da Metroplan de 1991, os quais identificam 26 ocupações irregulares dentro do município (Figura 3).

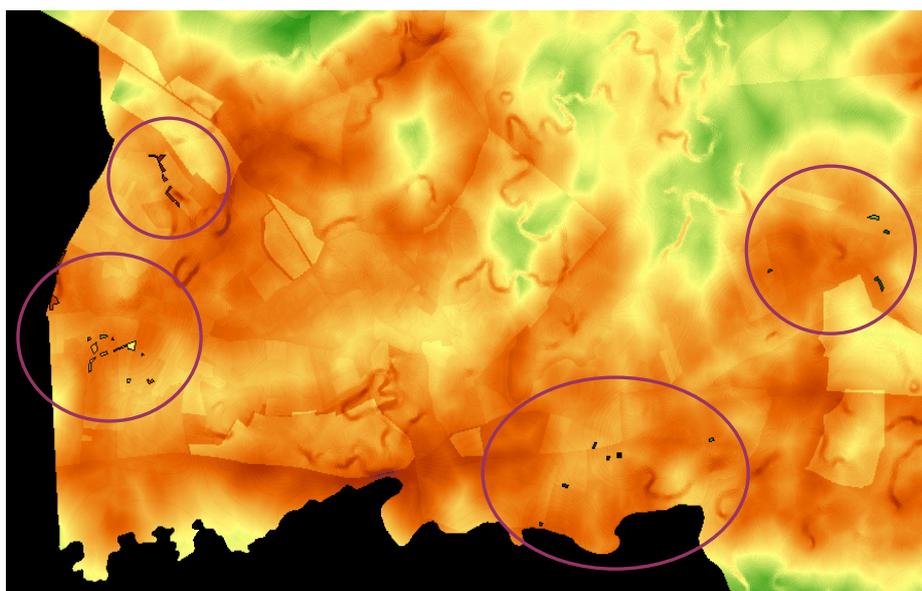


Figura 3 – Sobreposição do mapa potencial do MCE, com áreas irregulares mapeadas pela Metroplan (1991).

O rebatimento com a realidade estabeleceu a sobreposição e interseção (recorte) das áreas irregulares pré-mapeadas com o mapa potencial criado pelo MCE; posteriormente, foi executada a comparação dos valores obtidos nos 26 recortes. A análise dos dados demonstrou a adequação da construção teórica sobre o padrão locacional de assentamentos irregulares. Todas as 26 vilas existentes na cidade apresentaram valores médios de potencial elevados para este tipo de uso. Como mostra a tabela 2, mesmo as 5 áreas com os menores valores de potencial, entre todas as existentes, possuem valores médios superiores à 155, em uma escala de 0 – 255. Nesta mesma tabela também são apresentados os valores obtidos para cada um dos 8 fatores considerados na análise locacional, onde se percebe que os fatores II, III, IV e VI (distância de recursos hídricos, de vias urbanas, de áreas urbanizadas e de preservação ambiental, respectivamente) apresentam os valores mais elevados (chegando a valores máximos), o que indica a preponderância destes sobre os demais critérios.

Tabela 2 – Ordenamento das áreas irregulares pré-existentes, segundo sobreposição e análise dos valores obtidos pelos fatores utilizados no MCE.

Classificação	Valor Potencial Médio	Fator I	Fator II	Fator III	Fator IV	Fator V	Fator VI	Fator VII	Fator VIII
1º	187.89	0	255	240 – 255	255	70 – 75	220	160	180
2º	186.08	10 - 15	150 – 200	230 – 255	230 – 255	20 – 25	255	155	215
3º	185.07	0 - 20	255	230 – 255	255	110 – 120	200 – 210	225	100
4º	184.38	0 - 20	255	240 – 255	255	35 – 40	255	210	80 – 110
5º	184.16	10 - 15	150	250	230 - 250	25 – 35	255	155	215
22º	162.83	0	80 – 90	240 – 255	255	90 – 100	196	151	95 – 100
23º	161.80	0	200 – 210	240 – 255	255	45 – 50	108	198	45 – 50
24º	157.82	0	120 – 125	240 – 255	255	70 – 75	167	122	74
25º	156.23	0	135 – 160	240 – 255	255	120 – 130	213	185 – 205	125 – 135
26º	155.32	0 - 30	130 – 145	240 – 255	255	35 – 40	207	235	40 – 45

Verificou-se também, através da sobreposição visual do mapa potencial, produzido pelo MCE, com as áreas irregulares previamente mapeadas, somado aos dados referentes a dois critérios considerados preponderantes, que a proximidade dessas áreas com cursos d'água e vias urbanas é marcante (Figura 4), o que sugere a adequada ponderação dos fatores utilizados no modelo com a realidade.



Figura 4 – Detalhe do mapa potencial criado pelo MCE em três momentos de sobreposição de dados: áreas irregulares previamente mapeadas (esquerda); adição do layer referente aos recursos hídricos (centro); adição do layer referente às vias urbanas (direita);

3. CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS

O processo de trabalho desenvolvido neste ensaio, a investigação da lógica locacional dos assentamentos irregulares; ou seja, a identificação de *quais* são os fatores que afetam/influenciam a localização destes assentamentos e o *quanto* eles atuam sobre este processo, produziu alguns aspectos conclusivos, considerando-se que as construções analíticas e as conjecturas sobre este tema não se esgotaram.

Para a execução de tal pesquisa, o geoprocessamento de dados, através do uso de SIG's, foi imprescindível. Desde a manipulação de todos os dados coletados, a aplicação do cálculo de avaliação multicriterial, até a confecção do mapa de potencialidade, a utilização de ferramentas computacionais existentes nestes sistemas, veio a facilitar todo o processo de investigação e legitimar sua importância no trato de estudos de fenômenos que estejam relacionados a questões espaciais.

Mesmo que os fatores utilizados na avaliação tenham sido arbitrariamente escolhidos e normalizados, sua escolha partiu de uma análise prévia da literatura relacionada, a qual indicava parâmetros a serem valorados. Não inesperadamente, a avaliação multicriterial que foi desenvolvida e visualizada – através do mapa potencial – obteve um resultado à semelhança da realidade, com a porção sul do município apresentando os maiores valores potenciais, exatamente na região onde se encontra e expande a área urbanizada.

Os resultados obtidos pelo trabalho mostraram uma forte relação com fatores de proximidade de recursos hídricos, vias urbanas, áreas urbanizadas e de preservação ambiental, o que indica a preponderância destes sobre os demais critérios. Entretanto, tanto as áreas irregulares já existentes e mapeadas, quanto às áreas zoneadas pela avaliação multicriterial estão localizadas em áreas de declividade nula. Esta contradição ocorre devido a uma

característica específica do município, onde a localização da mancha urbana se encontra em uma área plana, próxima ao Rio Gravataí.

Partindo-se da compreensão de que *planejamento é processo*, e sabendo-se que qualquer estudo realizado, na área de planejamento urbano, nunca estará completo e finalizado, conclui-se que o objetivo fundamental à que se propôs este trabalho foi alcançado, uma vez que se provou a eficácia de um SIG, enquanto ferramenta de sistematização e análise de informações voltadas à investigação dos assentamentos irregulares, possibilitando maior qualidade e verossimilhança nos resultados obtidos.

Um ponto crucial a ser abordado em uma etapa futura de refinamento, diz respeito à aplicação de níveis de restrições ao modelo de avaliação multicriterial utilizado. Primeiramente, com a inclusão de vias urbanas e de cursos d'água como espaços inaptos à ocupação ilegal. Neste nível, parte-se do pressuposto de que tais espaços não possibilitam qualquer tipo de ocupação, embora a realidade apresente exemplos contrários a esta hipótese. Outro nível de restrição estaria conforme o zoneamento do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU, o qual infere sobre características específicas de ocupação/restrrição para todas as áreas do município de Gravataí.

Dado o inevitável crescimento das ocupações irregulares nas cidades brasileiras, estudos futuros devem perscrutar de forma mais criteriosa a lógica deste fenômeno, apontando indícios padronizáveis de comportamento sócio-espacial e possibilitando, assim, que ações de gestão e controle de planejamento urbano sejam tomadas, a fim de minimizar os impactos adversos desse adverso formato de urbanização.

BIBLIOGRAFIA

- ACYOLE C.; DAVIDSON F. *Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana*. Ed. Mauad, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.
- BARROS J. *Simulating urban dynamics in Latin American Cities*. Anais do *Geocomputation 2003*. Londres, Inglaterra, 2003.
- EASTMAN, J. R. *Idrisi for Windows: Manual do usuário: introdução, exercícios* tutoriais Ed. UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 1998.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Instrumentos de Planejamento e Gestão Urbana: Porto Alegre* Volume 6, Série Gestão do uso do solo e disfunções do crescimento urbano. IPEA, Brasília, Brasil, 2002.
- METROPLAN – Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional. In: *Levantamento do Quadro Ambiental da Região Metropolitana de Porto Alegre*, Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul – Secretaria de Coordenação e Planejamento, 1993. Disponível em: <http://www.metroplan.rs.gov>. Consultado em: 29/07/2006
- ROCHA D. M. Sistema de Informações Geográficas das ZEIS – Recife: Instrumento para elaboração de planos urbanísticos. In: *Seminário Internacional: Os desafios da cidade informal – Trajetos para a integração dos assentamentos peri-urbanos*. Belo Horizonte, Brasil, 1995.
- SAATY T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures, *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15 (3): 234-281.
- SOBREIRA F.; BARROS-FILHO M. Spatial analysis of slums/Favelas via satélite. Anais da *CORP 2005 & Geomultimidia 2005*. Viena, Áustria, 2005.
- VILLAÇA F. *Espaço intra-urbano no Brasil*. Livros Studio Nobel Ltda., São Paulo, Brasil, 2001.