

Mercado imobiliário de Rio Grande – RS: estudo da formação de preços através da utilização de análise multicriterial em um sistema de informações georreferenciadas

Jefferson Rodrigues dos Santos¹

Tiago Borges Ribeiro Gandra²

Leandro Branco Miranda³

Christian Floan Göbel⁴

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Rio Grande – RS, Brasil

jefferson.santos@riogrande.ifrs.edu.br

²Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Rio Grande – RS, Brasil

tiago.gandra@riogrande.ifrs.edu.br

³Técnico em Geoprocessamento - Rio Grande – RS, Brasil

leandro.miranda.branco@gmail.com

⁴Fundação Universidade Federal do Rio Grande – Rio Grande – RS, Brasil

cfgobel@gmail.com

Abstract: The present work investigate the real state prices in Rio Grande city – Rio Grande do Sul state, applying a multicriterial analyses in a geographic information system (GIS). Locating and pricing theory of urban land were articulated to quantitative technique and spacial analyses in Geographical Information System (GIS), in aim to respond the follow question: What's the logic in land pricing in the Rio Grande property marketing? We had used the Hierarchical Analitical Process (AHP) to weight 11 criteria appointed by the subject bibliography. Each of these criteria was produced using GIS techniques and was normalized and rasterized. We had run 15 experiments, with different compositions of weights, considering the AHP methodology. To calibrate and chose the best experiment and weight composition, we obtained data (area and price) for 61 land sites in real state websites of the city. Our results revealed weak correlation between the experiments price index and the real prices. Those can indicate the low use of clear and objective criteria to define real state prices, as the literature points. We had also considered the inflationary effect of the economic growth that occurred in Brazil and the city since the beginning of the decade as an influential factor.

Palavras-chave: Real state prices, Hierarchical Analical Process, GIS, preços de terrenos, AHP, SIG.

1. Introdução

A formação dos preços da terra, de maneria geral, e da terra urbana, de modo específico, tem sido objeto de investigação de pesquisadores ligados à análise espacial, como economistas, geógrafos, urbanistas e planejadores regionais desde o século XIX. Identificar a composição e os pesos de cada variável influente nesse fenômeno é uma tarefa complexa, já que tais fatores e pesos podem ser bastante variáveis, em função de contextos específicos a cada espaço urbano.

Existem exemplos históricos de abordagens para esse problema, como os estudos baseados no trabalho clássico de von Thünen, a partir do equilíbrio entre custo e distância de um centro. O modelo idealizado para a explicação da localização agrícola pode ser convertido para a realidade urbana, ao se substituir a circulação da produção rural rumo a uma cidade central, pela realidade de uma população urbana com trajetos entre moradias e locais de trabalho, e as áreas comerciais fazendo o papel do centro (FUJITA *et al*, 2002).

Há ainda Marshall e as economias externas, em que a proximidade seria um truísmo a ser valorizado, pelas facilidades logísticas, aglomeração de um público com interesses comuns e finalmente a facilidade na dispersão da informação (FUJITA *et al*, 2002). Lobato Corrêa (1997) mostra como esse processo dá origem às chamadas áreas especializadas em certas cidades.

As indagações e construtos teóricos acima citados estão relacionados ao interesse por analisar o recente fenômeno de elevação dos preços da terra urbana na cidade do Rio Grande, estado do Rio Grande do Sul. O mercado imobiliário local, num contexto de retomada do crescimento econômico local, experimentou sensível processo inflacionário. A observação da distribuição espacial dos preços estabelecidos para a venda de terrenos levou à seguinte questão: qual a lógica de definição dos preços para a comercialização desses imóveis?

Para responder essa questão, o estudo aqui apresentado utilizou-se da aplicação da técnica de análise multicriterial no ambiente de um sistema de informações georreferenciadas. As variáveis utilizadas na aplicação da metodologia foram selecionadas a partir de literatura e modelos de geografia e economia espacial e urbana.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi desenvolvido na área urbana do município do Rio Grande, estado do Rio Grande do Sul, conforme a localização apresentada na figura 1. Tomou-se como base para o estudo os imóveis do tipo terreno, ou seja, áreas não dotadas de construções e benfeitorias. Esta escolha diminuiu consideravelmente o número de critérios a serem utilizados na modelagem teórica do preço do imóvel, uma vez que características do edifício (tipo de construção, idade do imóvel, materiais utilizados) não são incorporadas.

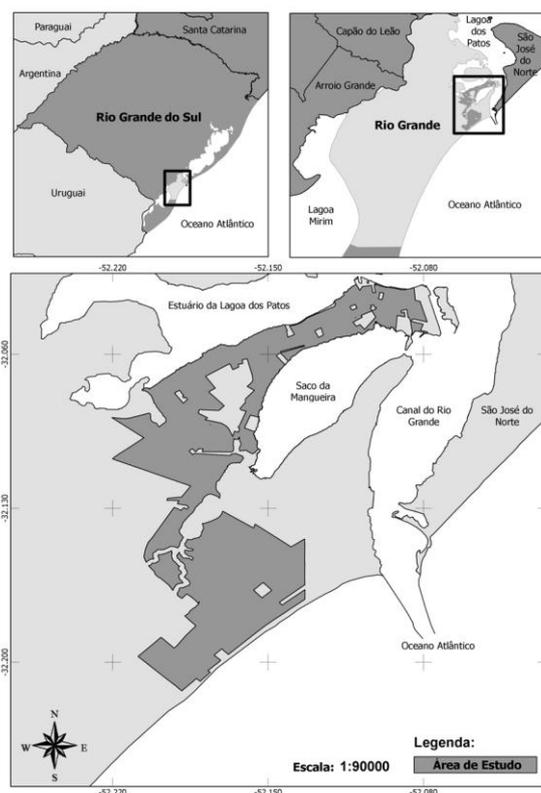


Figura 1: Área urbana do município do Rio Grande – RS, Brasil.

A metodologia consistiu na definição dos principais critérios que influenciam a formação dos preços de terrenos (BRAULIO, 2005; BRONDINO, 1999; COLAKOVIC & VUCETIC, 2012; MIRANDA, [S.d.]; PAGOURTZI *et al.*, 2003; PELOZI & ZMITROWICZ, 2003; ROCHA, 2005), a organização e normalização desses critérios em SIG, levantamento de preço praticados junto às imobiliárias, integração dos critérios através do método AHP

(Analytic Hierarchy Process) e análise de correlação entre os preços reais e os rodadas de experimentos de análise multi-criterial (Figura 2).

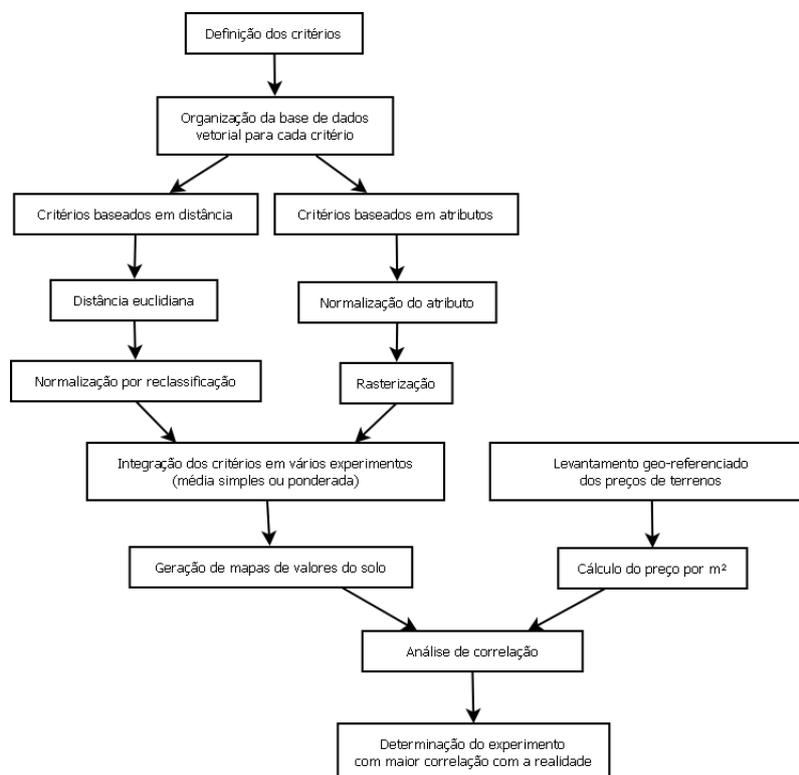


Figura 2: Fluxograma metodológico

2.1 Coleta de dados

Os dados de preços de 161 terrenos foram obtidos através de consulta a websites especializados em mercado imobiliário. Foram coletados preço, endereço e área (m²) dos mesmos. Estes dados foram integrados ao ambiente SIG através da conversão manual do endereço em coordenadas geográficas. Para isto, foram utilizadas imagens de satélite e um arquivo vetorial do tipo *shapefile* de ruas de Rio Grande (Figura 3).

2.2 Seleção e integração de variáveis

A seleção das variáveis a serem integradas foi realizada a partir de revisão de literatura, tendo como resultado a seguinte listagem:

- a) Plano diretor municipal: definição dos usos possíveis do solo urbano (índice de aproveitamento, altura máxima de edifícios e atividades permitidas), fator influente na formação de preço, devido demanda diferenciada por setor de atividade;
- b) Distância ao centro do município: dado considerado a partir do modelo de von Thünen;
- c) Distância a polos e corredores de comércio: variável relacionada ao modelo de distritos de Marshall e as vantagens externas;
- d) Censo demográfico: a variável renda domiciliar foi utilizada como parâmetro para a definição de porções do espaço urbano com perfis socioeconômicos distintos, que se refletem nos preços dos terrenos dessas áreas;
- e) Distância a Estações de Tratamento de Esgoto: neste caso, devido o efeito negativo no entorno imediato, a relação é inversamente proporcional. Quando maior a distância, menor o efeito negativo dos odores provenientes da instalação;
- f) Distância a linhas de transporte urbano, representando acessibilidade ao transporte público;

- g) Distância de ruas pavimentadas, representando acessibilidade ao transporte individual;
- h) Distância a Áreas de Lazer e Recreação: espaços públicos existentes na cidade
- i) Distância da Praia: área de valorização imobiliária, dado o caráter litorâneo do município, e a presença de um balneário foco de fluxos migratórios na temporada de veraneio;
- j) Distância de Playgrounds.

As variáveis no intervalo entre F e J são consideradas fontes de renda diferencial, por se tratarem de benfeitorias não realizadas diretamente sobre os imóveis, mas que promovem a melhor situação dos mesmos em relação aos demais terrenos distantes de tais melhoramentos. A renda diferencial surge da localização privilegiada do imóvel em relação a fontes de economias externas, efeitos positivos, fora da intervenção do proprietário do terreno (CAMAGNI, 2005), sendo também um processo abordado pelas teorias de base marxista.

Após selecionadas as variáveis e coletados os dados, executou-se os processos de normalização e rasterização das mesmas, sendo a último procedimento realizado com o uso do software GRASS, versão 6.4.2. A classificação dos critérios de campos contínuos que levam em conta a distância (b, c, e, f, g, h, i, j) foi definida a partir de distância euclidiana e posterior normalização. Na normalização, os valores de distância (km) foram convertidos a números digitais (ND) de 0 a 255, de forma diretamente proporcional e inversamente proporcional a depender do efeito de externalidade positiva ou negativa do atributo sobre as áreas de entorno. diferentes. No caso da renda familiar média por setores censitários, a normalização foi aplicada através de função linear como nos critérios de distância. Para o critério Atividades Permitidas (AP) foi feita uma contagem do número de atividades permitidas para cada unidade de planejamento do plano diretor, e depois normalizado na mesma escala dos outros critérios. O índice de aproveitamento de cada unidade foi normalizado diretamente, por se tratar de um índice. Desta forma, todos os critérios ficaram normalizados com o ND 0 representando menor valorização, e 255 para o maior valorização do solo.

Para os critérios do tipo objetos discretos (a, d) a normalização teve metodologias diferentes. No caso da renda familiar média por setores censitários, a normalização foi aplicada através de função linear como nos critérios de distância. Para o critério Atividades Permitidas (AP) foi feita uma contagem do número de atividades permitidas para cada unidade de planejamento do plano diretor, e depois normalizado na mesma escala dos outros critérios. O índice de aproveitamento de cada unidade foi normalizado diretamente, por se tratar de um índice. Desta forma, todos os critérios ficaram normalizados com o ND 0 representando menor valorização, e 255 para o maior valorização do solo.

2.3 Análise Multicriterial

A análise multicriterial (AMC) foi baseada em lógica fuzzy, com a obtenção de média ponderada a partir da combinação de critérios. O cálculo do peso dos critérios foi realizado em quinze experimentos, a partir de uma matriz de comparação paritária utilizada uma rotina, de autoria de Klaus D. Goepel, no software LibreOffice Calc, que implementa o clássico método de Processo de Análise Hierárquica (AHP) (SAATY, 1977). Os pesos da comparação paritária e critérios utilizados variaram em cada experimento. A Tabela 1 apresenta o resultado do AHP para a definição dos pesos dos critério em cada experimento.

Tabela 1: Critérios e pesos por experimento de AMC.

Critérios	Experimentos														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Distância ao centro	0,1	0,33	0,3	0,25	0,1428	0,125	0,34	0,1	0,909	0,18	0,111	0,19	0,1666	0,2	0,29
Pólos e corredores de comercio	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,909	0,04	0,111	0,04	0,1666	-	0,12
Pavimentação	0,1	0,04	0,06	0,05	0,1428	0,125	0,08	0,1	0,909	0,08	0,111	0,08	0,1666	0,2	0,06
Índice de aproveitamento	0,1	0,13	0,1	0,14	0,1428	0,125	0,09	0,1	0,909	0,34	0,111	0,42	0,1666	0,2	0,15
Atividades Permitidas	0,1	0,13	0,09	0,04	0,1428	0,125	0,09	0,1	0,909	0,18	0,111	0,19	0,1666	-	0,15
Transporte Urbano	0,1	0,05	0,05	0,05	0,1428	0,125	0,08	0,1	0,909	0,03	0,111	-	-	0,2	0,06
Renda	0,1	0,05	0,03	0,04	0,1428	0,125	0,05	0,1	0,909	0,03	0,111	-	-	0,2	0,03
ETE	0,1	0,04	0,05	0,05	0,1428	0,125	0,16	0,1	0,909	0,03	0,111	-	-	-	0,03
Distância Playgrounds	0,1	0,13	0,18	0,19	-	-	-	-	0,909	-	-	-	-	-	-
Distância praia	0,1	0,05	0,11	0,16	-	0,125	0,1	0,1	0,909	-	-	-	-	-	0,08
Áreas verdes e lazer	0,1	0,05	0,03	0,03	-	-	-	-	0,909	0,09	-	0,08	0,1666	-	0,03
Total dos pesos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Grau de consistência AHP		0,02	0,06	0,02			0,04			0,03		0,02			0,03

2.4 Análise de correlação

A análise dos coeficientes de determinação e percentual de explicabilidade (r^2) foram operacionalizadas por meio de regressão linear simples, a partir da obtenção dos valores de preços por metro quadrado dos terrenos anunciados. Para que os valores dos coeficientes fossem calculados foram calculados os preços por metro quadrado dos terrenos. O cálculo foi feito através da divisão entre o preço total do terreno e sua área máxima em metros quadrados. Os preços foram organizados na tabela de atributos do arquivo vetorial shapefile dos dados dos terrenos através do software Quantum GIS. O arquivo *shapefile* dos terrenos foi importado para o ambiente do software GRASS.

No ambiente do software GRASS foi feito o relacionamento espacial entre os preços por metro quadrado dos terrenos e os números digitais dos rasters dos experimentos da AMC. O relacionamento espacial, diz respeito à localização espacial, ou seja, foram extraídos os números digitais, de cada um dos experimentos da AMC, que estavam posicionados na mesma localização espacial dos preços dos terrenos. Essa extração foi possível graças a ferramentas de análise espacial do software GRASS, que possibilitaram a criação de 15 novas colunas, na tabela de atributos do arquivo vetorial dos terrenos, contendo os números digitais de cada experimento de AMC para cada preço de terreno. Após o relacionamento espacial, o arquivo vetorial dos dados terrenos foi exportado para fora do ambiente GRASS, em formato de arquivo compatível ao software LibreOffice Calc, no qual foi executada a regressão linear simples.

3. Resultados e Discussão

A partir da análise de correlação, chegou-se ao resultado de que o experimento número 8 apresentou a maior força de relação (r) de 51% e percentual de explicabilidade (r^2) de 71% para a formação de preços dos terrenos na área urbana de Rio Grande (Tabela 2). Cabe destacar que o experimento 8 não considerou o critério distância a *playgrounds*. A principal área na figura que apresenta valores mais elevados corresponde ao centro histórico da cidade.

Como Rio Grande caracteriza-se por seu espaço urbano monocêntrico, tanto os determinantes da teoria de Von Thunen (relação centro-entorno), quanto os pressupostos da teoria marshalliana (efeitos de proximidade) encontram reflexo no caso em estudo.

Tabela 2: Força de relação e percentual de explicabilidade dos experimentos *versus* dados empíricos coletados

Experimento	(r ²)	(r)	f(X)
1	0,4512	0,671714225	y=5,8192x+327,67
2	0,4338	0,658634952	y=4,9695x+221,86
3	0,4279	0,654140658	y=5,517x+372,69
4	0,4916	0,701141926	y=7,6151x+804,63
5	0,4102	0,640468578	y=4,4627x+11,229
6	0,4736	0,688186021	y=6,1188x+330,14
7	0,4091	0,639609256	y=3,6707x+105,58
8	0,5095	0,713792687	y=7,5598x+696,84
9	0,4616	0,67941151	y=6,6581x+535,3
10	0,474	0,688476579	y=3,9518x+125,92
11	0,4509	0,671490879	y=5,7515x+323,95
12	0,4751	0,689274981	y=3,6924x+190,84
13	0,4793	0,692314957	y=5,0498x+185,39
14	0,4118	0,641716448	y=5,1763x+177,83
15	0,4782	0,691520065	y=5,0116x+163,88

A função comercial do centro histórico e o fato de tal centro ainda não ter passado pelo processo de degeneração comum em grandes centros urbanos (GOMES et al, 2012; CORRÊA, 2005) torna a área objeto de interesse tanto para empreendimentos quanto para moradia.

O bairro Cidade Nova, imediatamente conectado ao centro, apresenta função habitacional, com enclaves de zonas comerciais especializadas (autopeças e materiais de construção), tornando essa dupla atratividade fator de valorização. Trata-se de um bairro atendido, além das funções comerciais, por equipamentos públicos de lazer, linhas de transporte coletivo e localizado distante da estação de tratamento de esgoto.

Outra área que apresentou valores relativamente elevados segundo o modelo foi a área de influência do recém instalado shopping center Praça Rio Grande, que por sua função comercial e de lazer acabou criando a externalidade positiva para os terrenos do entorno.

O traçado urbanístico da cidade, confinada ao norte e sul por corpos hídricos, e estendendo-se numa península no sentido nordeste (centro) sudoeste (periferia) torna as avenidas Presidente Vargas, Santos Dumond e rua 1º de Maio importantes eixos integradores, cuja intensidade de circulação acaba por caracterizar as mesmas como áreas especializadas em determinadas atividades comerciais (CORRÊA, 2005), o que explica a valorização. Por fim, na porção sul da área urbana do município, representada pela figura, localiza-se o balneário Cassino. A função de lazer, turismo e mais recentemente expansão habitacional contribuem para a valorização da área. O esquema de proximidade às áreas centrais revela-se na valorização dos eixos de arruamentos localizados na porção central do balneário, que atualmente assume a função de bairro habitacional.

Há que se discutir os baixos valores encontrados para força de relação e percentual de explicabilidade apresentados na tabela 2. Malgrado possíveis inconsistências metodológicas e necessidades de acréscimos e adequações de procedimentos, os resultados revelam que o atual processo de formação de preços nos terrenos em Rio Grande não se baseia em critérios objetivos historicamente contemplados pela literatura sobre o tema.

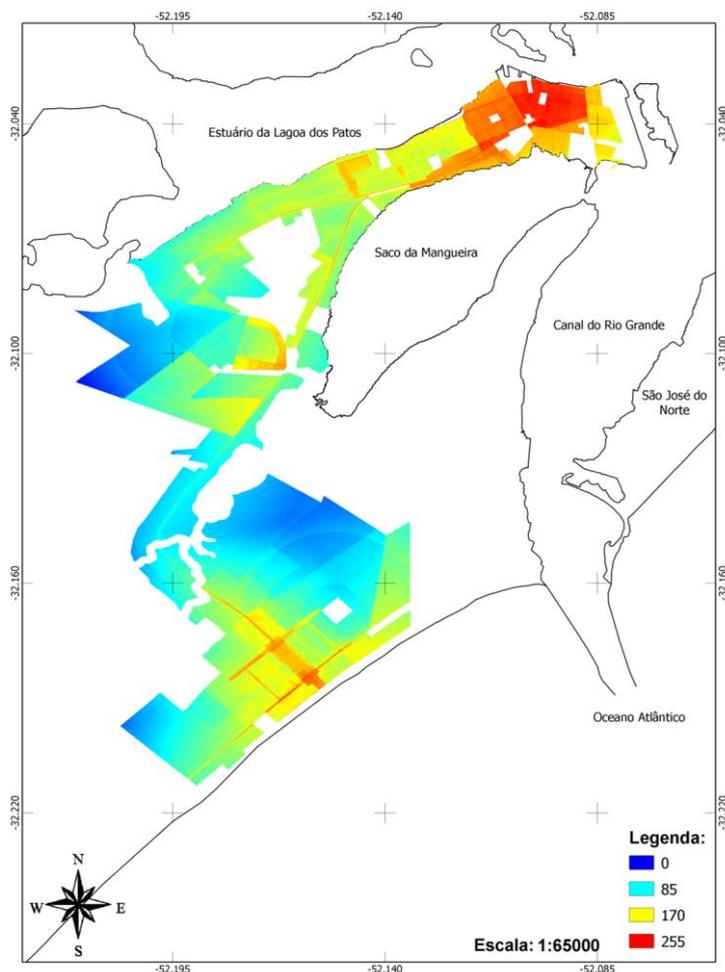


Figura 3: Preços por metro quadrado dos terrenos da área urbana do município do Rio Grande (em valores normalizados).

Esse não é um fato isolado, mas uma condição relativamente frequente, que pode ser associada aos procedimentos de precificação adotados pelos avaliadores de imóveis. Cassundé Júnior e Cunha Filho (2013) apontam que a definição de preços por tais profissionais não se baseia em estudos prévios para a definição de variáveis, sendo os mesmos definidas a partir da experiência dos avaliadores. Outro fator a ser observado na dificuldade de se relacionar o modelo aos dados empíricos está relacionado ao que pode ser enquadrado no conjunto de fenômenos ligados às bolhas imobiliárias, ou seja, processos inflacionários não balizados por determinantes concretos. Segundo (BEZERRA *et al.*, 2013), bolhas imobiliárias ocorrem quando o preço de equilíbrio de um ativo se desvia dos fatores determinantes de seu comportamento. Tal desvio, segundo os mesmos autores, pode estar relacionado a fatores como a expansão da atividade turística e mesmo efeitos cíclicos do comportamento macroeconômico.

No caso do município do Rio Grande, pode-se associar o evento inflacionário à dois fatores, sendo um deles de ordem local e outro de escala nacional. No plano local, a implantação de um conjunto de atividades produtivas ligadas à construção naval e a exploração de petróleo e gás natural. A organização do denominado Pólo Naval de Rio Grande promoveu a demanda imobiliária tanto de moradias, quanto imóveis empresariais. Em escala nacional, mas com reflexos localmente, o programa federal Minha Casa Minha Vida (2010), bem como a redução da carga tributária sobre os materiais de construção nos anos subsequentes, elevaram a procura por áreas para incorporação imobiliária. Todavia, o influxo populacional de caráter temporário ligado à atividade do pólo não concretizou totalmente a

expectativa de demanda em torno dos imóveis da área urbana do município. Corroborar essa informação a taxa de desocupação de 16,7 % dos domicílios particulares, que supera o percentual de 10,8% da escala nacional, ambos os dados registrados pelo IBGE (2010) através do Censo Demográfico.

4. Conclusões

Os resultados aqui apresentados indicam, em primeiro lugar, o potencial analítico da aplicação de teorias de localização para a análise intraurbana. O potencial dos métodos derivados dessas teorias não se restringe ao interesse acadêmico e ao planejamento público, podendo sua utilização ser incorporada pelos operadores do mercado imobiliário. A adoção de métodos matemáticos em ambientes de Sistemas de Informações Georreferenciadas – SIG, permite, agilidade e replicabilidade dos processos, bem como a flexibilidade para a incorporação de diferentes parâmetros a serem considerados nos estudos. Retomando a questão motivadora do trabalho, a lógica definidora dos preços de terrenos em Rio Grande, observou-se inconsistência entre modelo e realidade, o que indica a necessidade na continuidade e aprofundamento dos estudos e aplicação de metodologias, mas principalmente a constatação de que a formação dos mercados imobiliários no Brasil pode estar ocorrendo de forma arbitrária, aprofundando problemas como o acesso à moradia de forma regular e intensificando processo de organização do espaço urbano não desejáveis, mais pela força mercadológica do que pelas necessidades da população e interesse do poder público.

Referências Bibliográficas

- BEZERRA, M.M. de O. **Formação, sustentação ou implosão de uma bolha imobiliária? a dinâmica de preços no mercado de imóveis de Natal no período 2005-2010.** Economia e Sociedade, Campinas, v. 22, n. 1 (47), p. 167-196, abr. 2013.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo Demográfico.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em 05 nov. 2014.
- BRAULIO, S. N. **Proposta de uma metodologia para a avaliação de imóveis urbanos baseado em métodos estatísticos multivariados.** Universidade Federal do Paraná - Curitiba, PR. 2005.
- BRONDINO, N. C. M. **Estudo da influência da acessibilidade no valor de lotes urbanos através do uso de redes neurais.** Universidade de São Paulo - São Carlos, SP. 1999.
- CASSUNDÉ JÚNIOR, N. F. e CUNHA FILHO, M. **Um estudo sobre a composição de preço dos apartamentos de um quarto: uma análise sobre o bairro de boa viagem - Recife/PE.** In: VIII Seminários em Administração FEA-USP (SEMEAD). 08., 2005. São Paulo. On line. Disponível em <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/8semead/resultado/trabalhosPDF/166.pdf>> Acessp em 30 out. 2014.
- CAMAGNI, R. **Economia urbana.** Barcelona: Antoni Bosh Editor, 2005.
- COLAKOVIC, M. e VUCETIC, D. **possibility of using GIS and geostatistic for modeling the influence of location on the value of residential properties.** FIG Working Week 2012, p. 9, 2012.
- CORRÊA, R.L. **Trajetórias geográficas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- FUJITA, M. et al. **Economia espacial: urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo.** São Paulo: Futura, 2002.
- GOMES, A. E. *et al.* **Determinantes dos preços de imóveis residenciais verticais no município de São Paulo.** In: Encontro Nacional de Economia. 12., 2012. Porto de Galinhas. On line. Disponível em <<http://www.anpec.org.br/encontro/2012>> Acesso em 25 out. 2014.
- MIRANDA, R. A. de. **Precificação de imóveis residenciais : uma abordagem hedônica-multinível.** [S.d.].
- PAGOURTZI, E. et al. **Real estate appraisal : a review of valuation methods.** Journal of Property Investment & Finance, v. 21, p. 383–401, 2003.
- PELOZI, J. E. S. e ZMITROWICZ, W. **A acessibilidade e o valor do solo urbano.** São Paulo, SP: Escola Politécnica da USP, 2003.
- ROCHA, R. R. **Técnicas de Geoprocessamento Aplicadas à Avaliação de Imóveis. Estudo de Caso: Região Central de Ibirité.** UFMG - Belo Horizonte, MG. 2005.
- SAATY, T. L. (1977). **A scaling method for priorities in hierarchical structures.** Journal of Mathematical Psychology, 15(3), 234–281.