

XXV CONGRESSO PANAMERICANO DE AVALIAÇÕES

Avaliação do Impacto de Grandes Projetos Urbanos Sobre o Mercado Imobiliário Utilizando Técnicas de Inferência Espacial e Geoprocessamento

Autores

DANTAS, RUBENS ALVES

Engenheiro Civil, CREA 8349-D/PE, Doutor em Economia Professor da UFPE e da UPE, com endereço: Rua Visconde de Ouro Preto, 51/3001, Casa Forte, Recife-PE, Brasil. ZIP Code: 52.061-430. Phone: (081) 3268.3888 - E-mail: rubens@dantas.eng.br

PORTUGAL, JOSÉ LUIZ

Engenheiro Cartógrafo, Doutor em Saúde Pública. Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE, com endereço na Avenida Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Recife - PE, Brasil. Fones: (81)2126-8714 e (81)9976-3644. E-mail:

portugal@rce.neoline.com.br

PRADO, JOÃO FREIRE

Engenheiro Civil. Pós-graduação em Engenharia de Avaliações. Diretor do Cadastro Imobiliário da Prefeitura de Aracaju, com endereço na Rua Frei Luiz Canolo de Noronha, 42, Aracaju-SE. Fone: (079)8802-5744. Email: joao.prado@aracaju.se.gov.br

Miami, Flórida, novembro de 2010

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma nova metodologia para avaliar os impactos de grandes intervenções urbanas sobre o mercado imobiliário. O estudo emprega Tecnologias da Geoinformação, Regressão Linear Multivariada e Análise Estatística Espacial levando-se em conta a Teoria das Variáveis Regionalizadas. A metodologia baseia-se em um desenho de estudo similar ao do tipo caso-controle. Apresenta uma aplicação a uma situação real, correspondente à implantação das Vias Amarela e OBA, duas importantes avenidas que ligam as regiões norte e sul da cidade de Aracaju, capital do estado de Sergipe, Brasil. Para isto utiliza-se uma amostra superior a 2500 dados de mercado, devidamente georreferenciados, com abrangência temporal entre os anos de 2005 a 2007. A modelagem do mercado considera variáveis temporais e espaciais e a interação entre elas, o que permite quantificar os impactos de intervenções urbanas sobre o preço dos imóveis. Como resultados, superfícies de tendência globais e locais foram geradas, utilizando-se interpoladores espaciais de Krigagem, que permitiram visualização de alterações significativas na estrutura espacial dos preços dos imóveis situados na área de influência, determinada pelo alcance do variograma inferido no mercado.

Currículo Resumido dos Autores

Rubens Alves Dantas

Engenheiro Civil pela UFPE, com mestrado em Engenharia de Produção e Doutorado em Economia. Professor Adjunto da UFPE e da UPE, onde ministra a disciplina de Engenharia de Avaliações desde 1981. Atua na área de pesquisa de efeitos espaciais sobre os preços de imóveis. Membro da comissão de estudos da ABNT na elaboração da norma de Avaliação de Bens, NBR 14.653. Atual Vice-Presidente Técnico da SOBREA – Sociedade Brasileira de Engenharia de Avaliações.

José Luiz Portugal

Possui graduação em Oficial do Exército Brasileiro pela Academia Militar das Agulhas Negras, graduação em Engenharia Cartográfica pelo IIME, mestrado em Sistemas e Computação pelo IME e doutorado em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz. Atua principalmente nos seguintes temas: Geoprocessamento, Interpolação Espacial, Sistema de Informações Geográficas e Cartografia.

João Freire Prado

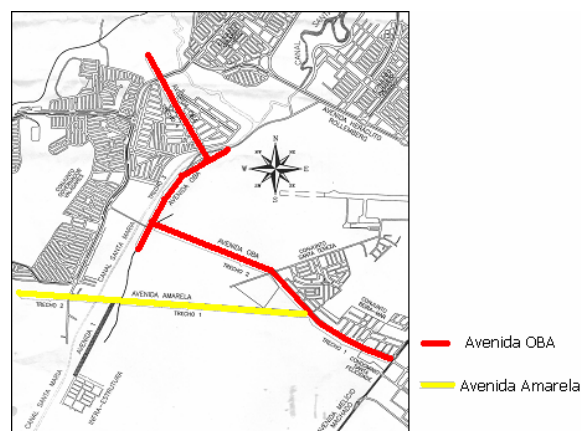
Engenheiro Civil pela UFS-SE, Auditor de Tributos Municipais, com pós-graduação em Engenharia de Avaliações e Perícia – UFS-SE, em Gestão Pública – Fundação Getúlio Vargas-ESAF e em Qualidade e Produtividade – UFS-SE. Pós-graduando em Geotecnologias, Diretor do Cadastro Imobiliário de Aracaju, Diretor do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias em Sergipe. Coordenador Geral do Projeto de Recadastramento Imobiliário de Aracaju (1994 a 1996).

1. Introdução

Em 2005 foi iniciado um grande projeto de urbanização em Aracaju, caracterizado como um novo bairro na cidade, interligando sua zona de expansão urbana com o bairro Santa Maria, região bastante carente de infra-estrutura. No Bairro Novo, como foi denominado, foram previstos a implantação de diversos equipamentos urbanos de infra-estrutura básica, com idéia de criar um local agradável onde além do simples endereço, seus habitantes tivessem orgulho de sua moradia. A primeira etapa do projeto encontra-se em fase de conclusão e a segunda já iniciada. Dentre as intervenções da primeira etapa está à execução da chamada “Via Amarela”, um importante eixo urbano que servirá como alternativa para integrar a malha viária da porção sul do município à sua porção oeste, com 2,5km de extensão, construída a partir de um convênio entre a Prefeitura de Aracaju e a Petrobrás. Outra importante intervenção urbana foi a implantação da Avenida OBA, vez que a Petrobrás possui vários poços de petróleo em Aracaju, inclusive em plataformas e estas vias serão importantes para facilitar o transporte do material ali explorado para o continente, onde receberá beneficiamento e dali transportado a outras localidades, de forma a ser comercializado. O investimento total do projeto é de cerca de 27.000.000,00 (vinte sete milhões de reais). Estas obras estão gerando um grande impacto no desenvolvimento econômico e no mercado imobiliário da região. Um croqui de localização das vias Amarela e OBA encontra-se na Figura 1.1.

Figura 1.1

Croqui de localização das Avenidas Amarela e OBA



O objetivo deste trabalho é apresentar uma nova metodologia para avaliar os impactos de grandes intervenções urbanas sobre o mercado imobiliário, com uma aplicação a uma situação real, correspondente à implantação das Vias Amarela e OBA, através do emprego de Tecnologias da Geoinformação, Regressão Linear Multivariada e Análise Estatística Espacial, levando-se em conta a Teoria das Variáveis Regionalizadas.

A metodologia baseia-se em um desenho de estudo similar ao do tipo caso-controle. Para isto, utiliza-se uma amostra de 2561 dados de mercado, devidamente georreferenciados, com abrangência temporal entre os anos de 2005 a 2007. A modelagem do mercado considera variáveis temporais e espaciais e a interação entre elas, donde se pode quantificar os impactos destas intervenções urbanas sobre o mercado imobiliário. Como resultados, superfícies de tendência globais e locais foram geradas, utilizando-se interpoladores espaciais de Krigeagem, que permitiram visualização de alterações significativas na estrutura espacial dos preços dos imóveis situados na área de influência, determinada pelo alcance do variograma inferido no mercado.

Este trabalho será composto por quatro seções, incluindo-se esta introdução. Na seção 2 apresentaremos a metodologia adotada para identificar os impactos de intervenções urbanas. Na seção 3 faremos uma aplicação empírica a dados reais considerando-se uma amostra de dados de terrenos situados na cidade Aracaju – SE para o estudo de caso das Vias Amarela e OBA e na seção 4 apresentaremos as conclusões e considerações finais.

2. Marco Metodológico

A metodologia proposta visa a compreensão da distribuição espacial dos valores dos terrenos, na região estudada, antes, durante e depois da implantação das Vias Amarela e OBA, utilizando um modelo inferencial, capaz de ser visualizado em mapas, a partir de conceitos de dependência e autocorrelação espacial. Essa metodologia tem aporte na Análise Espacial de Dados Geográficos, cuja ênfase é mensurar

propriedades e relacionamentos, levando-se em conta a posição espacial do fenômeno em estudo de forma explícita.

O tipo de dado empregado será o de Superfícies Contínuas, estimadas a partir de um conjunto de dados coletados em campo, que podem estar regular ou irregularmente espaçados. Esses dados, considerados como amostra, consistem de ternos (x,y,z) , onde os pares (x,y) identificam as coordenadas geográficas e (z) uma variável regionalizada relacionada com o preço dos terrenos.

A modelagem será por interpolação, de modo a construir superfícies, em forma de grade, para identificar sua variabilidade espacial, onde serão utilizados os seguintes métodos:

- a. Modelos de efeito local, onde cada ponto da grade é estimado a partir da interpolação dos ternos mais próximos;
- b. Modelos de efeito global, onde cada ponto da grade é estimado a partir de uma superfície de tendência;
- c. Modelos de efeitos local e global, também conhecidos por Krigeagem, onde cada ponto da grade é estimado considerando-se a estrutura de dependência espacial inferida por variogramas.

As hipóteses a serem testadas serão as seguintes:

- Existem efeitos de dependência espacial estatisticamente significativa nos terrenos sob a área de influência das Vias Amarela e OBA;
- Existe diferença estatisticamente significativa entre os valores dos terrenos antes e depois da implementação das Vias Amarela e OBA.

O primeiro passo para aplicação da metodologia foi a coleta de dados existentes nos bancos de dados da Prefeitura da Cidade de Aracaju e da Caixa Econômica Federal a respeito de preços de terrenos e demais características econômicas relacionadas, na região onde houve a intervenção. Em seguida foram coletados dados em outras fontes alternativas como classificados de jornais, internet e imobiliárias. Todos os dados coletados foram organizados num banco de dados geográfico, devidamente georreferenciados e ligados a mapas digitais num ambiente GIS, o que permitiu a geração de mapas temáticos.

A análise dos dados foi realizada a partir do ajustamento de equações hedônicas e seus resíduos tratados como variáveis regionalizadas, para modelagem dos fenômenos espaciais. Comparando os valores dos terrenos nas situações antes e depois da intervenção, foi possível avaliar a variação ocorrida nos preços da terra, em função da implantação das Vias Amarela e OBA, e medir o possível impacto deste grande projeto, considerando-se os efeitos diretos para os imóveis situados às margens dos novos eixos urbanos e os efeitos indiretos gerados para aqueles que serão influenciados pelo projeto, até a distância correspondente ao raio de alcance do variograma inferido.

A metodologia empregada se baseia em um desenho de estudo similar ao do tipo caso-controle. Nessa situação, deseja-se comprovar, em nível retrospectivo, se o preço dos terrenos sujeitos à influência de determinada via de transporte (caso) sofre alteração em relação aos preços dos terrenos fora da área de influência (controle), durante um determinado período. Desta forma é necessária a determinação das áreas de influência e de controle, conforme demonstrado a seguir.

2.1 Determinação da Área de Influência

A determinação da área de influência tem por fundamento o conceito de dependência espacial, baseado na primeira lei da geografia definida por Tobler (1979) que afirma: todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais afastadas.

A medida da dependência espacial é obtida por indicadores de correlação espacial, cita-se o índice de Moran, o índice de Geary, o correlograma e o variograma (Burrough e McDonnell, 1998). O índice de Moran é similar ao correlograma porque testa a amostra em relação a sua média. O índice de Geary é similar ao variograma porque testa cada ponto amostral em relação aos seus vizinhos. Em função dessas características, o variograma foi o indicador considerado para este estudo. O detalhamento dos demais índices pode ser encontrado em Bailey e Gatrell (1995).

A função variograma é dada pela Equação (2.1).

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [z(s_i) - z(s_{i+h})]^2 \quad (2.1)$$

onde:

$\hat{\gamma}(h)$ = semivariância de todos os pares de amostras $z(s_i)$ e $z(s_{i+h})$,

$z(s_i)$ e $z(s_{i+h})$ = valor da variável amostral nas posições i e $i+h$;

$n(h)$ = número de pares de valores medidos em uma distância h ;

h = distâncias consideradas entre os pares amostrais.

O gráfico $\hat{\gamma}(h)$ versus h é chamado de variograma experimental, que pode adaptar-se a um modelo teórico, que fornece três parâmetros fundamentais: *efeito pepita*; *contribuição* e *alcance*. O *Efeito Pepita* corresponde ao intercepto da curva com o eixo $\hat{\gamma}(h)$, ou seja, quando $h = 0$; a *Contribuição* corresponde ao valor de $\hat{\gamma}(h)$ onde a curva se estabiliza, ou seja, a partir desse valor não existe mais variação dos valores das amostras vizinhas e o *Alcance* corresponde à distância h até onde existe dependência espacial entre os dados, caracterizando efeitos locais de pequena escala espacial.

A área de influência será dimensionada pelo *Alcance* do variograma inferido no mercado. Os terrenos contidos em cada uma das áreas são identificadas e suas médias calculadas.

Para implementação das relações estabelecidas em relação às variações dos preços dentro e fora da área de influência será utilizada a geoestatística, que visa detectar variações de pequenas amplitudes no espaço. A geoestatística considera que a partir de um atributo z coletado em vários pontos de uma região A é possível inferir uma superfície contínua dos valores de z em A (Druck et al, 2004) Entretanto, a variação dos preços em função da proximidade da obra viária, dentro da área de influência é indeterminada. Dentre os diversos modelos geoestatísticos enquadra-se a Krigagem, que foi empregada neste estudo.

A Krigagem identifica que a variação espacial de uma variável regionalizada é expressa por três componentes: estrutural, associada a um valor médio constante ou a

uma tendência constante; aleatória, espacialmente correlacionada; e ruído aleatório ou resíduo. O modelo é expresso pela Equação (2.2):

$$u(s) = m(s) + \varepsilon'(s) + \varepsilon'', \quad (2.2)$$

onde:

$u(s)$ = valor da função aleatória em uma posição s ;

$m(s)$ = função determinística que descreve a componente estrutural de u em uma posição s ;

$\varepsilon'(s)$ = termo aleatório correlacionado com variação local; e

ε'' = ruído aleatório não correlacionado, normalmente distribuído.

Um caso particular da krigagem é a krigagem ordinária, que considera a função $m(s)$ constante na área de estudo, indicando que os efeitos globais (componentes estrutural) são praticamente inexistentes. Desse modo, a Equação (2.2) recai sobre a determinação do termo estocástico $\varepsilon'(s)$, que é obtido em função do variograma (Bailey e Gatrell, 1995). Maiores detalhes sobre a krigagem ordinária podem ser obtidos em Câmara et al (2004).

A superfície gerada pela krigagem ordinária corresponde a uma grade regular, cujos pontos são calculados em função da variação local da amostra, conforme definido na Equação (2.3).

$$\hat{u}(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i u(s_i), \quad (2.3)$$

onde:

$\hat{u}(s_0)$ = valores calculados dos pontos da grade;

$u(s_i)$ = valores amostrais;

λ_i = pesos, com $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$.

Os pesos λ_i são obtidos quando $\sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma(s_i, s_j) + \phi = \gamma(s_i, s_0)$ para todo j, onde:

$\gamma(s_i, s_j)$ = semivariância de \hat{u} entre os pontos amostrais s_i e s_j , obtida pelo variograma;

$\gamma(s_i, s_0)$ = semivariância de \hat{u} entre os pontos amostrais s_i e os desconhecidos s_0 , também obtida pelo variograma.

No caso específico de preços de terrenos, a krigagem ordinária tem limitações, isso porque não se pode garantir que estejam livres de tendência. Por exemplo, nas cidades litorâneas brasileiras é comum que os terrenos mais próximos ao mar possuam preço mais elevado que os mais afastados, identificando-se uma tendência decrescente nos valores dos imóveis de Leste para Oeste. Esse fator limitante da krigagem ordinária pode ser contornado caso seja possível controlar essa tendência, sugerindo o modelo de **preços hedônicos**.

2.2 – Modelo de Preços Hedônicos

O modelo de preços hedônicos, Equação (2.4), parte do princípio que o preço de um bem é dependente de uma série de características que se espera influenciar seu valor (Goodman, 1988), tais como: regularização, vizinhança, acesso, infra-estrutura, entre outras.

$$Y = x^T \beta + \varepsilon, \quad (2.4)$$

onde:

Y = vetor dos preços dos terrenos;

x^T = vetor das variáveis explicativas, por exemplo, regularização, acessibilidade;

β = peso de cada variável explicativa que contribui para formação do preço; e

ε = resíduo aleatório.

O modelo é um sistema de equações superabundante solucionada pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) (Hastie e Tibishirani, 1997), onde as incógnitas são os parâmetros β e ε .

O modelo hedônico, partindo do princípio que os resíduos ε são aleatórios, admite somente a existência da variação da média no processo, permanecendo constante a variância. Caso o variograma dos resíduos indique dependência espacial e estejam livres de tendência.

Particularmente neste estudo a superfície dos resíduos gerada pela krigagem ordinária é considerada como uma superfície de corretores, que materializa os efeitos locais dos preços. O preço final passa a ser calculado pelo preço hedônico, que é a tendência global de preços somado ao valor determinado pela superfície dos corretores.

3. Aplicação da Metodologia

3.1 – Área de Estudo

A área de estudo escolhida para a realização deste trabalho foi a cidade de Aracaju, capital do estado Sergipe, Brasil, município litorâneo, com uma população de 520.303 habitantes, distribuída em uma área de 174km², de acordo com a contagem populacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2007.

A pesquisa, empregou uma amostra de preços de 2.561 terrenos, com base em informações do mercado imobiliário de Aracaju, coletadas pelos técnicos da Secretaria Municipal de Finanças e da Empresa de Urbanização do Município de Aracaju, tendo como fonte de informação o banco de dados da Secretaria de Finanças, referentes aos dados do Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), pesquisa em imobiliárias e jornais, consultas a corretores, bem como dados de cartórios de registro, da Caixa Econômica Federal além de informações censitárias do IBGE.

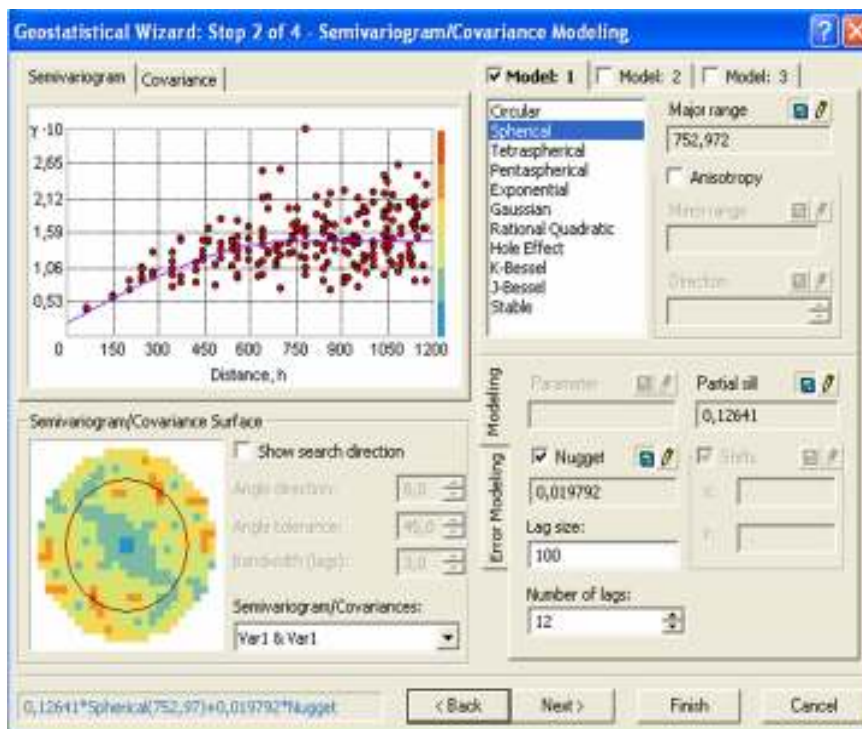
A amostra foi coletada no período de 2005 a 2007, contendo informações sobre as variáveis: físicas dos terrenos (área, frente, topografia, situação na quadra, coeficiente de aproveitamento), econômicas (preço, transação, oferta, renda média dos chefes de família do setor censitário onde se localiza o terreno) e de localização (posição geográfica, eixo, pavimentação).

Os programas computacionais usados foram o pacote estatístico **SAB** – Sistema de Avaliação de Bens¹ e o programa SIG ArcGis.

3.2 Definição das Regiões de Influência e Controle

Para definição das regiões de Influência e Controle foi ajustado um modelo de variograma dos preços observados com o objetivo de inferir o raio de alcance da dependência espacial. Como resultado foi identificada a dimensão da área de influência pelo *Alcance* do variograma que foi de aproximadamente 750m, conforme Figura 3.1.

Figura 3.1
Variograma dos Preços Observados

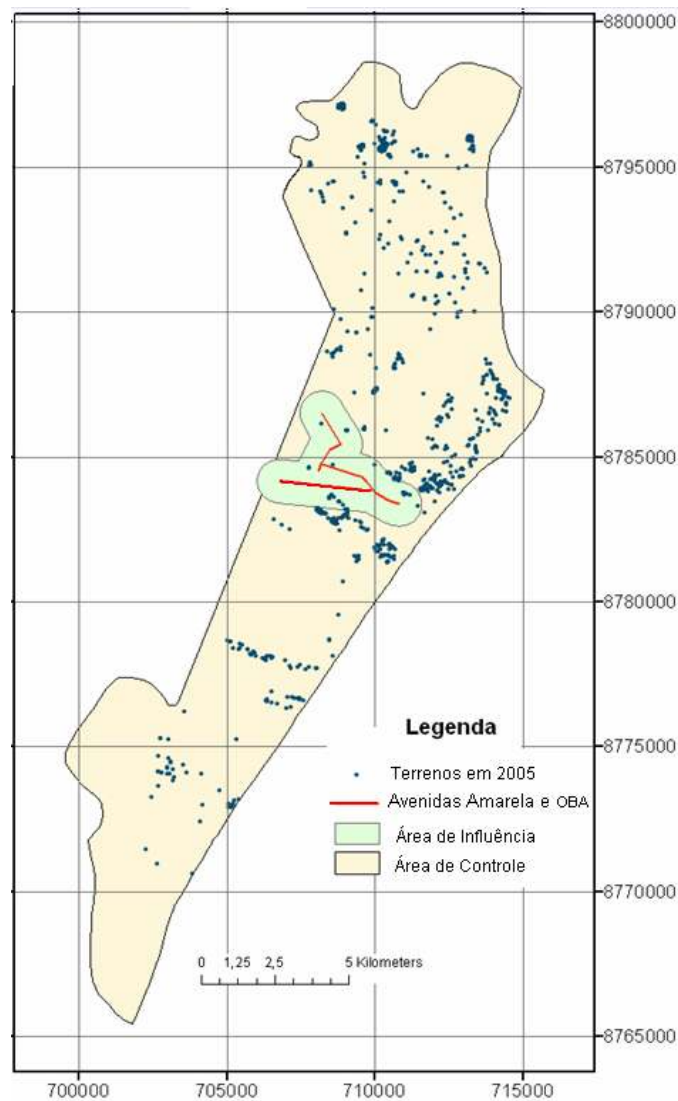


Desta forma foi definida como área de influência de 750m no entorno das avenidas Amarela e OBA, conforme mapa apresentado na Figura 3.2, e as demais como área de controle.

Figura 3.2

¹ Desenvolvido pela Dantas Engenharia de Avaliações – www.sab.ensinar.org

Mapa da Área de Estudo



3.3 – MODELO DE PREÇOS HEDÔNICOS

Para estimação empírica do modelo de preços hedônicos, utiliza-se o Modelo Clássico de Regressão, via Mínimos Quadrados Ordinários (*MQO*), tomando-se como variável dependente o logaritmo do preço dos terrenos na posição geográfica $x = (E, N)$, ou seja, $Z(x)$, onde E e N são as coordenadas medidas em UTM. Na parte determinística do modelo, $m(x)$, são consideradas as variáveis estruturais que se mostraram mais significativas estatisticamente, incluindo-se um polinômio de tendência do segundo grau, que consiste em inserir como variáveis explicativas as coordenadas E e N , seus quadrados E^2 e N^2 e interação entre elas $E*N$. Este polinômio tem como

objetivo filtrar as variações dos preços a grande escala espacial, restando apenas os efeitos microlocalizativos. Para diferenciar a posição dos imóveis em relação ao logradouro em que se situam foi utilizada uma variável **EIXO**, que assumiu valores 3 para eixos principais, 2 para eixos secundários e 1 nos demais casos; ainda para diferenciar o nível socioeconômico dos diversos setores da cidade, considerou-se a variável **SETOR** como uma variável *proxy* de macro localização, representada pela renda média do chefe da família, em salários mínimos, divulgada pelo censo do IBGE (2007). Como a amostra foi composta por dados de Ofertas (**OF**), Transações (**TR**) e Avaliações realizadas pela municipalidade para fins de cobrança de impostos de transmissão de bens imóveis (**ITBI**), a natureza do evento foi tratada por duas *dummies* **TR** e **OF**, que assumem valores 1 se os preços são provenientes de transações ou ofertas, respectivamente, e zero se são dados oriundos de valores atribuídos para fins de ITBI. Ainda foram consideradas como variáveis explicativas no modelo: a Área do terreno (**AR**), Frente (**FR**), Coeficiente de Aproveitamento (**CA**), Pavimentação (**PA**), Topografia (**TO**) e Situação (**SI**). As variáveis qualitativas **PA**, **TO** e **SI** foram adotadas como *dummies*, assumindo valor 1 para cada uma para terrenos servidos por pavimentação, com topografia plana e de esquina, respectivamente, e zero em caso contrário. Como variáveis temporais foram consideradas duas variáveis do tipo dummy, uma para cada ano subsequente a 2005, denominadas **A2006** e **A2007**, que assumiram valor 1 (um) se o preço correspondia ao referido período e zero em caso contrário. Para diferenciar as áreas de controle e sob influência da intervenção urbana, utilizou-se uma variável dummy denominada **D750**, que assumiu valor 1 (um) se o terreno pertence à área de influência e zero em caso contrário. Ainda para verificar a existência de diferenças de valorização dentro e fora da área de influência, utilizou-se uma variável de interação entre as variáveis correspondentes aos períodos **2006** e **2007** e a variável **D750**, resultando nas seguintes variáveis: **A2006*D750** e **A2007*D750**. Os resultados do ajustamento utilizando-se o sistema **SAB**[®] - Sistema de Avaliação de Bens encontra-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1

Resultados para os anos 2005, 2006 e 2007.

Variável	Escala	Coefficientes	Desvio Padrão	Estatística t	Nível de Significância
<i>Interseção</i>		3,7776	0,1244	30,3747	0,0000
<i>A2006</i>	x	0,1784	0,0247	7,2324	0,0000
<i>A2007</i>	x	0,3896	0,0247	15,7780	0,0000
<i>A2006*D750</i>	x	-0,1898	0,1077	-1,7615	0,0783
<i>A2007*D750</i>	x	0,0870	0,0823	1,0569	0,2907
<i>Transação</i>	x	0,4254	0,0627	6,7878	0,0000
<i>Oferta</i>	x	0,4436	0,0352	12,5909	0,0000
<i>Setor</i>	x	0,0846	0,0040	21,2583	0,0000
<i>Eixo</i>	x	0,1737	0,0182	9,5667	0,0000
<i>Área</i>	<i>ln(x)</i>	-0,2444	0,0103	-23,6773	0,0000
<i>Utilização</i>	x	0,1280	0,0253	5,0493	0,0000
<i>Pavimentação</i>	x	0,2714	0,0227	11,9447	0,0000
<i>Topog</i>	x	0,2966	0,0504	5,8886	0,0000
<i>Situação</i>	x	0,1451	0,0254	5,7075	0,0000
<i>E</i>	x	0,0509	0,0075	6,8168	0,0000
<i>N</i>	x	0,0106	0,0030	3,4909	0,0005
<i>E2</i>	x	-0,0052	0,0019	-2,7448	0,0061
<i>N2</i>	x	-0,0024	0,0004	-5,7372	0,0000
<i>E N</i>	x	0,0072	0,0013	5,6638	0,0000
<i>Pu</i>	<i>ln(x)</i>				
R^2	0,62				
R^2 - Ajustado	0,62				
F-teste (Prob.)	1618,65 (0,00)				
Akaike	3.275,31				
Schwartz	3.385,03				

Pelos resultados do ajustamento do modelo de regressão hedônica, que se encontram na tabela 3.1, pode-se observar que os sinais dos coeficientes das variáveis independentes estão coerentes com o mercado pois, há expectativas de elevação dos valores unitários dos terrenos com aumento do padrão socioeconômico do setor censitário onde está localizado, com a quantidade de metros de frente, em rua pavimentada e em situação de esquina. Era esperado, também, que os terrenos com maior porte, tivessem o seu valor unitário menor e que as ofertas fossem superiores aos valores de transação, em condições *ceteris paribus*. Em relação às variáveis temporais, verificam-se variações positivas crescentes de 2006 a 2007, em relação ao

ano base de 2005, para os terrenos pertencente à Área de Controle, mas dentro da Área de Influência a valorização foi negativa no ano de 2006 em relação à 2005, indicando que, neste período, a valorização da área de controle foi superior à valorização ocorrida na área de influência. Contudo, em 2007 a valorização foi positiva indicando agora um comportamento inverso: a valorização na área de influência das Vias OBA e Amarela, superaram a valorização média ocorrida na cidade, o que pode ser justificado pela implantação do projeto urbano. Os coeficientes da grande maioria das variáveis se mostraram estatisticamente significantes ao nível de 1%, com exceção das variáveis **A2006*D750** e **A2007*D750**, com níveis de significância de 7,83% e 29,07%, mesmo assim, dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pelas normas brasileiras de avaliação de imóveis. O modelo apresenta um coeficiente de determinação de 0,62, indicando um poder explicativo de 62% e a hipótese nula de que o conjunto de variáveis independentes adotadas não é importante para explicar a variabilidade observada nos preços dos terrenos é fortemente rejeitada ao nível de 1%, quando utilizado o teste F.

Pelos coeficientes inferidos para as variáveis temporais e suas interações com a variável **D750** pode-se concluir que, mantendo-se as demais condições constantes, os preços dos terrenos na Região de Controle sofreram valorizações, em termos nominais², de 19,53% em 2006 e 47,64% em 2007 em relação ao ano de 2005; enquanto que para os terrenos situados nos na Região de Influência do projeto urbano que tiveram desvalorização de 1,13% em 2006 e valorização de 61,06% em 2007, em relação à 2005 (ver tabela 3.2), comprovando, desta forma o grande impacto gerado pela implantação das Vias Amarela e OBA, sobre o valor dos terrenos.

² Sem desconto da inflação.

Tabela 3.2

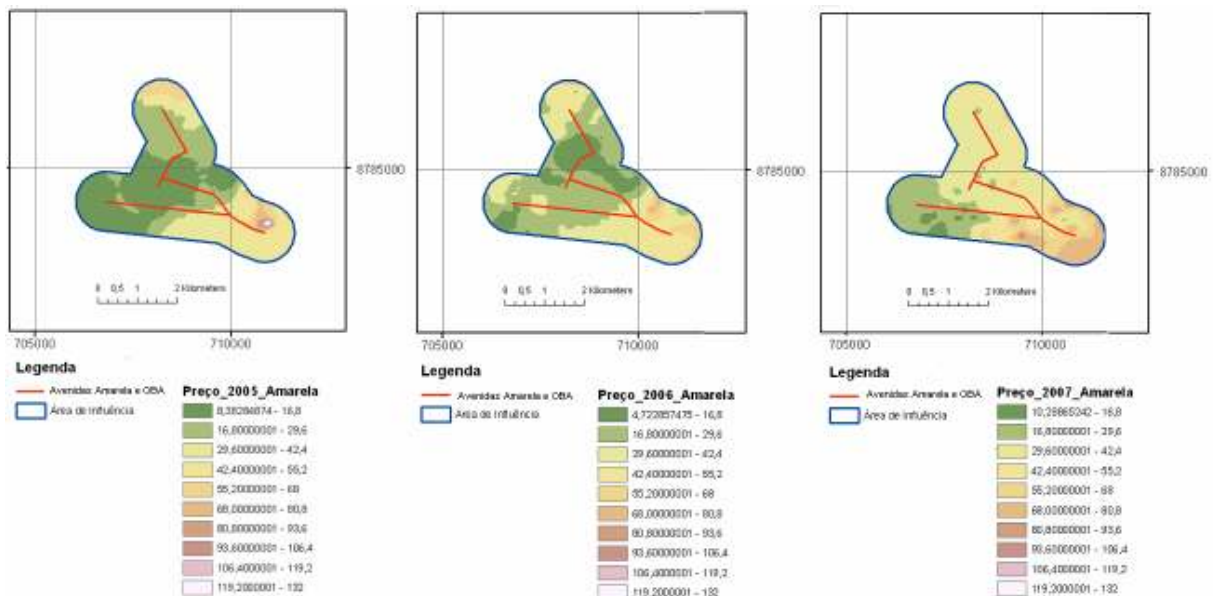
Valorização em Relação a 2005 nas Áreas de Controle e de Influência

Ano	Coeficiente na Região		Valorização na Região	
	de Controle	de Influência	de Controle	de Influência
2006	0,1784	-0,0114	19,53%	-1,13%
2007	0,3896	0,4766	47,64%	61,06%

Com base no variograma dos resíduos do modelo inferido na tabela 3.1, foi construído um mapa de corretores locais pelo processo de Krigeagem, sendo em seguida estes corretores adicionados aos preços ajustados do modelo, resultando nas superfícies constantes da Figura 3.3. Desta forma, pode-se também observar que, em termos absolutos, a estrutura espacial dos preços em 2007, sofreu significativa alteração com relação aos anos de 2006 e 2005. Verificou-se a diminuição das manchas verde claro e escuro, que representam os terrenos com menores preços. As manchas em tom bege aumentaram no entorno das avenidas Amarela e OBA e na direção Leste-Oeste, indicando que os terrenos dentro da região de influência, localizados mais próximos da praia foram mais beneficiados com a implantação da obra viária.

Figura 3.3

Superfícies com os Preços Determinados para a Área de Influência



4. Conclusões

Este trabalho demonstrou a potencialidade da metodologia proposta para avaliar os impactos de grandes intervenções urbanas sobre o mercado imobiliário, com a conjugação de tecnologias da geoinformação, regressão linear multivariada e análise estatística espacial. A metodologia baseada em um desenho de estudo similar ao do tipo caso-controle aplicada a uma situação real, correspondente à implantação das Vias Amarela e OBA, mostrou como se pode quantificar os impactos da valorização através de percentuais diferenciais destas intervenções urbanas sobre o mercado imobiliário nas áreas de influência e de controle, determinadas em função do alcance do variograma inferido no mercado. Pelos resultados inferidos pode-se concluir que os preços dos terrenos na Região de Controle sofreram valorizações, em termos nominais de 19,53% em 2006 e 47,64% em 2007, em relação ao ano de 2005; enquanto que para os terrenos situados na Região de Influência do projeto urbano que tiveram desvalorização de 1,13% em 2006 e valorização de 61,06% em relação a 2005, comprovando, desta forma o grande impacto gerado pela implantação das Vias Amarela e OBA, sobre o valor dos terrenos.

Também pelas superfícies de tendência globais e locais geradas utilizando-se interpoladores espaciais de Krigeagem, foi possível a visualização de alterações significativas na estrutura espacial dos preços em 2007, com relação aos anos de 2006 e 2005, indicando que os terrenos dentro da região de influência, localizados mais próximos da praia foram mais beneficiados com a implantação da obra viária.

Referências Bibliográficas

ANSELIN, L., 1988. *Spatial Econometrics: Methods and models*. Dordrecht: Kluwer Academic.

ARONOFF, S., 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WLD Publications.

BAILEY, T. C. e GATRELL, A. C., 1995. *Interactive Spatial Data Analysis*. London: Longman.

BRASIL, 2001. Estatuto da Cidade – Lei Federal nº. 10.257. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 10 de julho de 2008.

BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A., 1998. *Principles of Geographical Information Systems. Spatial Information Systems and Geostatistics*. New York: Oxford University Press.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds), 2004. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília, EMBRAPA.

GOODMAN, A. C., 1998. *Andrew Court and the Invention of Hedonic Price Analysis*. Journal of Urban Economics.

RIBEIRO, N. M. G., 1989. *Transformações do espaço urbano: o caso de Aracaju*. Recife. Editora Massangana.

FRANÇA, V. L. A., 1999. *Aracaju: estado e metropolização*. Aracaju: UFS.

HASTIE, T. J. e TIBISHIRANI, R. J., 1997. *Generalized Additive Models*. London: Chapman & Hall.

SECRETARIA DA FAZENDA NACIONAL, Código Tributário Nacional, 2008. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br>. Acesso em: 15 de maio de 2008.

SANTOS, S.M.; SOUZA, W.V., 2007. *Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública*. Brasília-DF: Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz.

TOBLER, W. Cellular geography. In: S. Gale e O. G. (ed). **Philosophy in Geography**. Dordrecht, Reidel, 1979. v., p.379-386.