Inference of the Market Value of Urban Land Parcels. Case Study: São Carlos City (SP, Brazil)

Inferência do Valor de Mercado de Lotes Urbanos. Estudo de Caso: Município de São Carlos, São Paulo, Brasil.

José Fabrício Ferreira[1], Guilherme Moraes Ferraudo[2], Francisco Louzada-Neto[3]

[1] UNICEP – Centro Universitário Central Paulista – São Carlos; Prefeitura Municipal de São Carlos; jose.fabricio.ferreira@gmail.com.
[2] UFSCar – Depto. de Estatística; guiferraudo@gmail.com.
[3] UFSCar – Depto. de Estatística; dfln@power.ufscar.br

Palavras-chave: Planta de Valores Genéricos, localização intra-urbana, modelos lineares usuais, probabilidade de cobertura.

ABSTRACT

In this paper we briefly discuss some of the main aspects of land valuation, aiming taxation and urban planning purposes, in a case study of São Carlos city (SP). In addition we propose a regression equation, representing the composition of the market value of urban land parcels, in the year of 2005, using usual linear model techniques (normal errors and constant variance).

KEY WORDS: Generic table of values; intra-urban localization, usual linear models, coverage probability.

RESUMO

Neste artigo discutiremos brevemente alguns dos principais aspectos relativos à valorização do solo, com vistas a aplicações tributárias e de planejamento urbano, em um estudo de caso sobre a cidade de São Carlos (SP). Iremos, também, propor uma equação de regressão representativa para a formação do valor de mercado dos lotes urbanos do município de São Carlos, ano de 2005, utilizando as técnicas de modelos lineares usuais (erros normais e variância constante).

1. INTRODUÇÃO

São Carlos (SP) tem se destacado no contexto do crescimento populacional de municípios não metropolitanos. Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, entre os anos 2000 e 2007, a população de São Carlos aumentou de 160.000

a 210.000 habitantes, com crescimento populacional superior às médias estadual e federal. Isto se deve basicamente ao seu expressivo pólo industrial, tecnológico e acadêmico, impulsionado pela presença de importantes universidades e centros de pesquisa, dentre eles a Universidade de São Paulo, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Embrapa. É uma cidade de porte intermediário, cujos padrões espaciais de valorização imobiliária não são tão simples, como em pequenos municípios, mas delineiam-se fatores cujos efeitos têm expressão máxima no ambiente metropolitano. Um dos principais deles é a segregação espacial.

De forma resumida, apresentamos a seguir os principais pressupostos e motivações da presente pesquisa:

A avaliação em massa de imóveis é de grande importância para os governos municipais. No Brasil, um dos principais instrumentos de política tributária municipal, a Planta de Valores Genéricos (PVG), tem sua aplicabilidade potencialmente ampliada com o advento do Estatuto da Cidade, que institui a adoção de instrumentos tributários pelas políticas urbanísticas. Desta forma, potencializa-se a eficácia de instrumentos de indução da política urbana, tais como o IPTU progressivo, as outorgas de uso e ocupação do solo e as desapropriações.

Neste contexto, cuja principal questão de fundo é a realização da função social da propriedade, destaca-se a questão das glebas ociosas ou sub-utilizadas. Na equação que ora se propõe, cuja modelagem é caracterizada por regiões homogêneas do ponto de vista da localização, a avaliação das glebas ganha uma dimensão contextualizada, na qual são consideradas variáveis de localização comuns aos lotes. Desta forma, é possível quantificar o valor da localização implícito nestas glebas com mais clareza, e assim avaliar de forma mais abrangente aspectos de sub-utilização, especulação imobiliária e realização de sua função social, pois normalmente estas glebas constituem-se em vazios urbanos.

A bibliografia referente à Engenharia de Avaliações indica que a localização é a principal variável explicativa do valor de mercado dos lotes urbanos, embora seu tratamento em modelos estatísticos seja de certa forma controversa, como observa o Ministério das Cidades (2005). Em alguns estudos, tais como DANTAS (1998), a localização é tratada como uma variável do tipo qualitativa de vários estágios. Em HERMANN (2005), a localização é uma variável quantitativa, representando a distância a determinados pólos de influência na cidade. Em ZANCAN (1996), por exemplo, a localização é tratada como uma série de variáveis dicotômicas que buscam qualificar uma região. Estes são exemplos de diferentes codificações de variáveis distintas procurando representar a localização.

Não obstante isto, a bibliografia confirma a expressiva quantidade de variáveis potencialmente explicativas do valor do imóvel urbano, em modelos matemáticos de avaliação. Do lote, por exemplo, um dos imóveis urbanos mais simples, é possível compilar da bibliografia uma lista de dezenas de variáveis explicativas.

O campo francamente aberto ao estudo da valorização do solo urbano abre inúmeras possibilidades de representação da localização e uma quantidade considerável de técnicas matemáticas, estatísticas e computacionais. Coloca-se ao avaliador comum o problema sobre qual modelo especificar. A questão da amostragem também se torna relevante. Os trabalhos de avaliação em massa de imóveis e de criação da PVG impõem uma duração na qual nem sempre é possível obter-se uma quantidade e equilíbrio espacial satisfatórios na coleta de amostras. Quando isto ocorre, coloca-se ao avaliador o problema sobre como inferir os valores do solo em locais com difícil obtenção de amostras, com base na comparação com localidades semelhantes. Quais seriam os parâmetros de comparação entre duas localizações distintas? Observa-se que há uma profusão de representações e técnicas, em paralelo a abordagens relativamente parciais do problema da localização urbana. Geralmente, a questão não se limita apenas à proximidade a determinados pólos de influência valorizadora ou desvalorizadora. Existe, porém, uma lógica ainda mais geral, que preside a própria localização destas estruturas valorizadoras ou desvalorizadoras.

Revela-se a necessidade de construir condições de contorno para aplicação das variáveis indicadoras da localização em modelos inferenciais de avaliação imobiliária. Pressupõe-se que estas condições de contorno possam ser aplicáveis ao universo de contextos urbanos brasileiros, especialmente os não-metropolitanos.

O enfoque inovador do presente estudo é unir dois campos do conhecimento aparentemente distintos, mas que chegam a conclusões semelhantes: a Engenharia de Avaliações e os estudos de localização intra-urbana, de natureza sociológica, geográfica e histórica. Pressupõe-se que estes estudos tenham muito a contribuir, fornecendo referenciais teóricos para tratar o tema da localização urbana sob uma perspectiva holística, especialmente em se tratando da produção de Plantas de Valores Genéricos.

Na abordagem destes estudos, destacando-se VILLAÇA (2001), as aglomerações urbanas são constituídas por diversas localizações, que têm a acessibilidade como um dos principais atributos, com grande influência na valoração do lote urbano. As localizações intra-urbanas que apresentam a característica de minimizar o conjunto dos tempos de deslocamento diário de pessoas, tais como os trajetos casa-trabalho, casa-lazer, casa-escola, casa-consumo, dentre outros, são mais valorizadas. Cumpre mencionar que, de acordo com SANTOS (2003) e SANTOS (2005), na economia urbana há a economia dos pobres e a economia dos ricos, que constituem circuitos distintos. Neste caso, as áreas mais valorizadas são aquelas que se aproximam dos pontos de consumo e trabalho das camadas sociais com melhores condições de educação e renda.

Assim, as barreiras são relevantes porque desvalorizam certas localizações em relação a outras. Estas barreiras são de ordem natural, como a conformação do relevo e a hidrografia e sob a influência destes, freqüentemente, são traçadas as ferrovias e as rodovias, duas notáveis barreiras intra-urbanas de natureza produtiva. Em geral, as barreiras intra-urbanas apresentam-se sob diferentes graus de materialidade, alcançando mesmo uma virtualidade representada pela legislação de zoneamento do uso do solo. O presente estudo parte do pressuposto de que é possível hierarquizar as variáveis de localização, partindo-se de um conjunto de variáveis relativas às barreiras intra-urbanas (variáveis "macro"), delimitando-se regiões homogêneas significativas para o conjunto da cidade. Desta forma, acredita-se ser possível investigar posteriormente a influência de variáveis mais restritas (variáveis "micro"), freqüentemente indicadoras de características particulares do lote, ou ao seu entorno mais imediato.

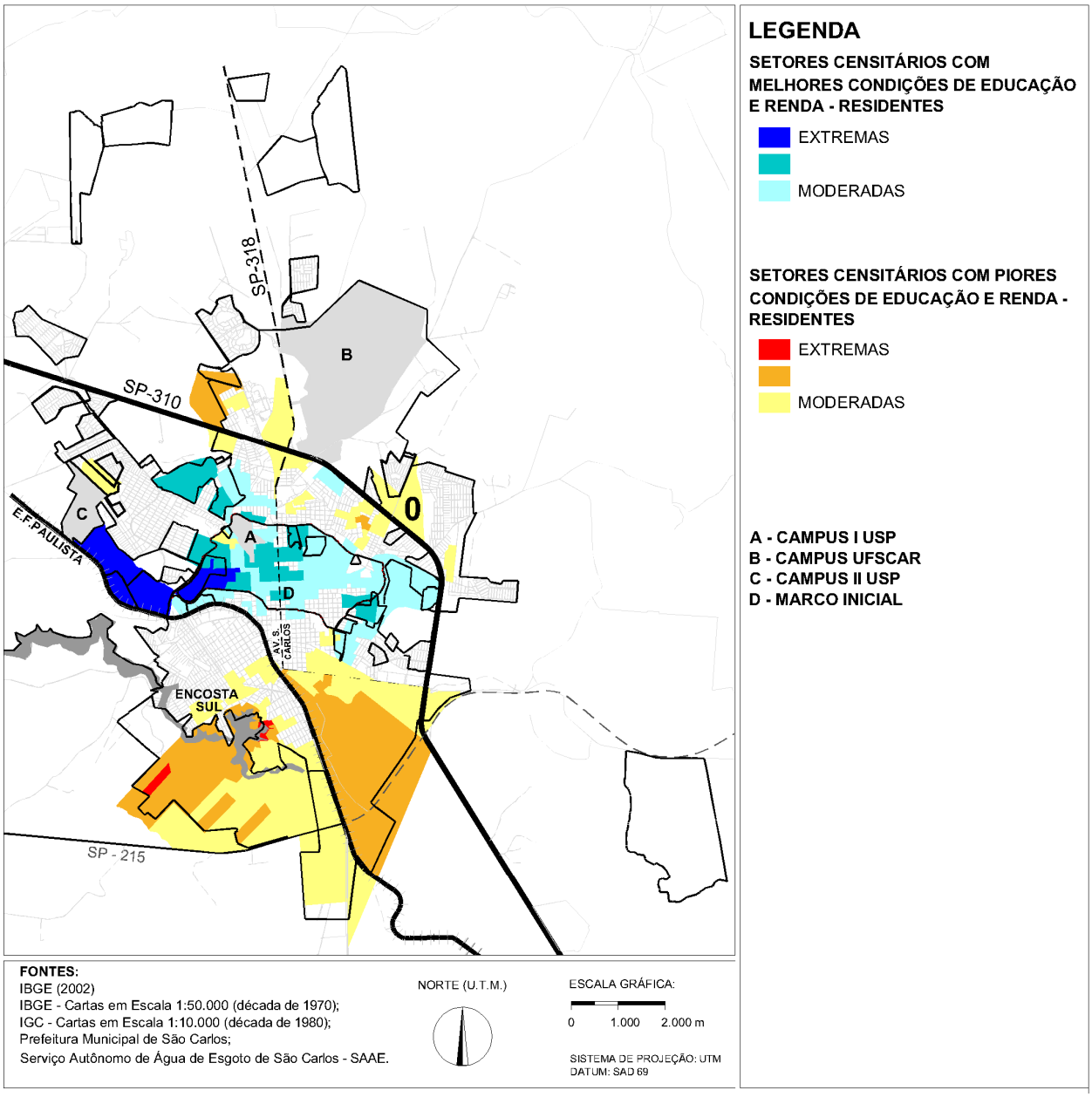
2. METODOLOGIA

No âmbito deste estudo, o termo lote designa um bem imóvel composto por uma parcela de solo, resultado de loteamento, parcelamento ou fracionamento em condomínio. A rigor, esta conceituação não se restringe a uma definição legal, mas ao aspecto puramente morfológico do terreno vazio. Os lotes vazios foram estimados em 24.975 unidades, praticamente um quarto do universo dos imóveis do município de São Carlos (SÃO CARLOS, 2006). Justifica-se que neste tipo de imóvel o valor da localização é explícito, ao passo que nos lotes edificados o valor do solo está implícito, juntamente com as características da construção e sua conservação. As interferências nos valores dos lotes vazios, embora sejam muitas, são bem menores que nos lotes edificados.

FERREIRA (2007) caracterizou a distribuição espacial das moradias dos diversos extratos populacionais da cidade de São Carlos, com base nos dados de educação e renda constantes do censo 2000 (IBGE 2002). O método usado nesta análise consiste na determinação de uma distância estatística entre os 241 setores censitários, com base em um método de análise multivariada descrito em JOHNSON e WICHERN (1998). Observa-se na Fig. 1 uma configuração abrangente dos padrões de distribuição espacial dos bairros residenciais das camadas de maior e menor poder aquisitivo. Nas regiões azuladas encontram-se condições acima

da média, enquanto que nas alaranjadas, condições abaixo da média. Nos setores não coloridos, que a análise não indica uma proximidade significativa a nenhum dos pólos, a característica comum observada é o perfil popular, que podemos considerar como a média. Revela-se a ocorrência de um padrão básico, caracterizado pela disposição dos bairros residenciais das camadas mais favorecidas em um eixo predominante leste-oeste, a partir do marco inicial, ao passo que os bairros menos favorecidos tendem a se localizar nos extremos norte e sul da aglomeração, apartados do centro por barreiras urbanas e próximos a elas. Estas principais barreiras são a ferrovia, a rodovia SP-310 (Washington Luiz) e a encosta sul.

Figura 1: Mapa da classificação dos setores censitários segundo o valor da distância estatística a um dos pólos sócio-econômicos opostos; Indicação das maiores barreiras intra-urbanas. Fonte: FERREIRA (2007).



Em termos de valorização, há uma forte correlação entre o valor do solo e as áreas coloridas da Fig. 1. Em linhas gerais, as áreas mais caras coincidem com os tons mais azulados e as áreas mais baratas com as áreas mais alaranjadas, conforme as amostras coletadas. Em relação aos modos de morar, evidenciam-se dois perfis distintos. A partir daí foi possível correlacionar as características dos loteamentos ocupados pelas residências das camadas de maior ou menor

renda. As áreas mais caras caracterizam-se por serem loteamentos fechados, com aparência formal de condomínio, no tocante a espaços e serviços comuns, incluindo-se muros e serviços de vigilância; possuem um conjunto de normas edilícias mais restritivo que o conjunto da legislação municipal de obras e edificações. No pólo extremo observa-se a extrema informalidade na ocupação do solo, carência de infra-estruturas e predominância de habitações de padrão subnormal.

Embora o método proposto seja válido para amostras de transações imobiliárias efetivamente realizadas, a amostragem do presente estudo utilizou-se de dados de oferta de lotes, obtidos nas empresas imobiliárias locais. A escolha por este valor se justifica por ser fiel, sintético e de fácil obtenção pelo pesquisador, ainda que possa soar tendencioso, por expressar puramente os interesses dos vendedores. No delineamento da pesquisa, cada hipótese corresponde a uma variável incluída no modelo. Estas variáveis são apresentadas brevemente, no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Variáveis usadas no modelo e hipótese correspondente.

Variável	Hipótese
1- Variável Planície Central	A pertinência do lote a esta área (a colina histórica) é um fator de valorização.
2-Variável Ferrovia	As áreas de acessibilidade não afetada pela ferrovia são mais valorizadas.
3-Variável Rodovia	As áreas de acessibilidade não afetada pela rodovia SP-310 são mais valorizadas.
4-Variável Encosta Sul	As áreas situadas aquém da barreira da encosta sul são mais valorizadas.
5-Variável Fechado	O fechamento destes parcelamentos com um muro é um fator de valorização.
6-Variável Condomínio	A instituição de condomínio é um fator de valorização.
7-Variável Uso Residencial	A característica do loteamento em ser de uso estritamente residencial ou com alguma restrição neste sentido contribui para valorizar os lotes.
8-Variável Núcleo Sede	As localizações relativamente remotas com relação à sede do município, separadas por várias bacias hidrográficas, são mais desvalorizadas.

A sobreposição de todas as oito variáveis dicotômicas subdivide o espeço urbano e gera regiões homogêneas quanto a características gerais de acessibilidade e aspectos jurídicos. A partir desta regionalização é possível estudar o comportamento de demais variáveis no interior de uma região homogênea.

Portanto, no modelo a ser proposto, a localização será expressa por oito variáveis dicotômicas, conforme indicado no Quadro 2:

Quadro 2: Descrição das variáveis dicotômicas indicadoras da localização.

Nome da variável	Descrição
NUC_PRINC	1 = Lote localiza-se contíguo à aglomeração da sede do município; 0 = Lote localiza-se em parcelamentos rurais.
PLN_CENTRAL	1 = Lote localiza-se no interior da Planície Central; 0 = Fora da Planície Central.
FERROVIA	1 = A acessibilidade ao centro não é prejudicada pela ferrovia; 0 = o inverso.
RODOVIA	1 = A acessibilidade ao centro não é prejudicada pela rodovia SP-310 (Rod. Washington Luís); 0 = o inverso.
ENCOSTA	1 = A acessibilidade ao centro não é prejudicada pela encosta sul; 0 = o inverso.
CONDO	1 = Lote localiza-se em condomínio urbanístico; 0 = Lote não se localiza em condomínio urbanístico.
FECHADO	1 = Lote localiza-se em bairro fechado por muros; 0 = Lote localiza-se em bairro aberto.
ESTRIT_RESID	1 = O parcelamento a que pertence o lote é estritamente residencial; 0 = O parcelamento tem uso misto.

E finalmente, a nona variável incluída no modelo representa a área territorial do lote amostrado, em metros quadrados.

Para a construção do modelo, a variável resposta será o valor total do lote (em R$) e como variáveis explicativas a variável localização e a área do lote (em m^2). Desta maneira teremos o seguinte modelo inicial composto pelas variáveis e pelas interações entre cada uma delas com a variável área do lote (m^2):

$$V_i = \beta_0 + \beta_1 AREA_i + \beta_2 NUC_PRINC_i + \beta_3 PLN_CENTRAL_i + \beta_4 FERROVIA_i + \beta_5 RODOVIA_WL_i + \beta_6 ENCOSTA_i + \beta_7 CONDO_i + \beta_8 FECHADO_i + \beta_9 ESTRIT_RESID_i + \beta_{10}(NUC_PRINC_i * AREA_i) + \beta_{11}(PLN_CENTRAL_i * AREA_i) + \beta_{12}(FERROVIA_i * AREA_i) + \beta_{13}(RODOVIA_WL_i * AREA_i) + \beta_{14}(ENCOSTA_i * AREA_i) + \beta_{15}(CONDO_i * AREA_i) + \beta_{16}(FECHADO_i * AREA_i) + \beta_{17}(ESTRIT_RESID_i * AREA_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

Sabemos que num modelo de regressão utilizamos variáveis regressoras (covariáveis) que podem influenciar a variabilidade da variável resposta. Uma forma de verificar tal influência é através dos intervalos de confiança assintóticos para os coeficientes estimados do modelo, relacionados a essas variáveis. Aqui apresentamos um estudo de simulação para verificar a probabilidade de cobertura de seis parâmetros de um modelo usual de regressão linear considerando cinco tamanhos de amostras diferentes (25, 50, 150, 500 e 1000). Para cada amostra, verifica se o intervalo de confiança cobre o verdadeiro valor do parâmetro ou não, assim calculamos a proporção de vezes em que o intervalo de confiança cobriu o verdadeiro valor dos parâmetros utilizados na geração das amostras.

AGUIRRE (1997) mostra que após aplicar a transformação raiz quadrada da variável resposta, é necessário retransformar os valores calculados com as regressões para voltar às unidades originais do problema. Ao realizar esses cálculos obtemos exatamente o mesmo valor para a variável resposta. Assim, geramos a variável resposta da simulação, Y', a partir de uma distribuição normal com média igual ao preditor linear da equação de regressão $(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5)$ e fixamos a variância de três maneiras diferentes: 10^2 (variância pequena), 100^2 (variância moderada) e 1000^2 (variância grande), onde quatro das covariáveis (x1, x2, x3 e x4) foram geradas a partir de uma distribuição Bernoulli devido a dicotomia das covariáveis de localização presentes no nosso estudo e uma única variável (x5), representando a área, foi gerada a partir de uma distribuição Weibull. Devido à presença de assimetria na distribuição dos valores de área dos lotes observados em São Carlos (SP) optamos pela distribuição Weibull para simular a área do lote sendo que esta distribuição pode apresentar assimetria. Veja a seguir: x_1 ~ bern(0.4); x_2 ~ bern (0.7); x_3 ~ bern(0.5); x_4 ~ bern(0.3); x_5 ~ Weibull (3, 800). Onde o valor 3 é o valor do parâmetro de forma e 800 o valor do parâmetro de escala da distribuição Weibull.

Para cada amostra verificamos se o intervalo de confiança cobria o verdadeiro valor do parâmetro ou não, ou seja, calculamos a proporção de vezes em que o intervalo de confiança cobriu os 1000 conjuntos de dados.

Os intervalos de confiança de 95% (2) e a respectiva probabilidade de cobertura (3) são dados por:

$$\hat{\theta}_i \pm 1.96\sqrt{\text{var}}(\hat{\theta}_i) \quad (2)$$

$$0.95 \pm 1.96\sqrt{(0.95*0.05)/1000} \quad (3)$$

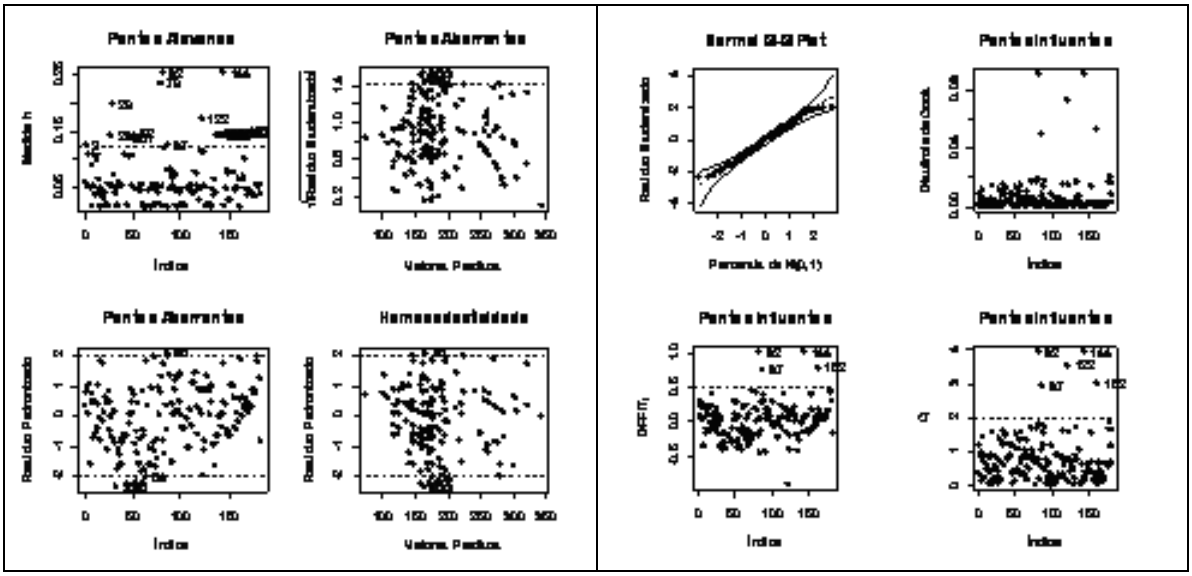
3. RESULTADOS

Inicialmente separamos o banco de dados em duas partes. Utilizamos 70% dos dados para o ajuste do modelo e 30 % para a validação.

Ajustou-se o modelo clássico de regressão com a transformação raiz quadrada (sugerida pela transformação Box-Cox) para a variável resposta. Nesse modelo devemos estar atentos às suposições de normalidade e homocedasticidade dos resíduos.

Após uma análise de resíduos (Fig. 2) vemos que os $h_{ii}<0,5$, a distância de Cook<0,2 e DFFITS<1 indicando que não existe observação influente. O teste de Shapiro-Wilk, para a verificação da normalidade dos resíduos, não rejeita a normalidade ao nível de 10%.

Figura 2: Gráficos de diagnóstico para o modelo normal com transformação raiz quadrada para a variável resposta.



Para os 30% restantes das observações (amostra de validação), encontramos as seguintes estimativas dos parâmetros com os respectivos intervalos de confiança (95%),

Tabela 1: Estimativa dos parâmetros e os respectivos limites: inferior e superior, do intervalo de confiança de 95%, para cada covariável.

Variável	Estimativa dos parâmetros	LI	LS
Intercepto	96,71	66,47	126,95
NUC_PRINC	-81,05	-111,07	-51,04
CONDO	27,63	5,33	49,92
PLN_CENTRAL	-4,87	-45,94	36,20
FERROVIA	17,98	5,12	30,85
RODOVIA_WL	42,94	25,59	60,28
FECHADO	-91,28	-138,89	-43,68
ESTRIT_RESID	39,70	0,81	78,59
NUC_PRINC*AREA	0,33	0,26	0,41
PLN_CENTRAL*AREA	0,08	-0,03	0,18
ESTRIT_RESID*AREA	-0,13	-0,23	-0,02
FECHADO*AREA	0,28	0,14	0,42

Conforme os valores da segunda coluna da Tab. 1, o nosso preditor linear final ("***pred***") se apresenta como:

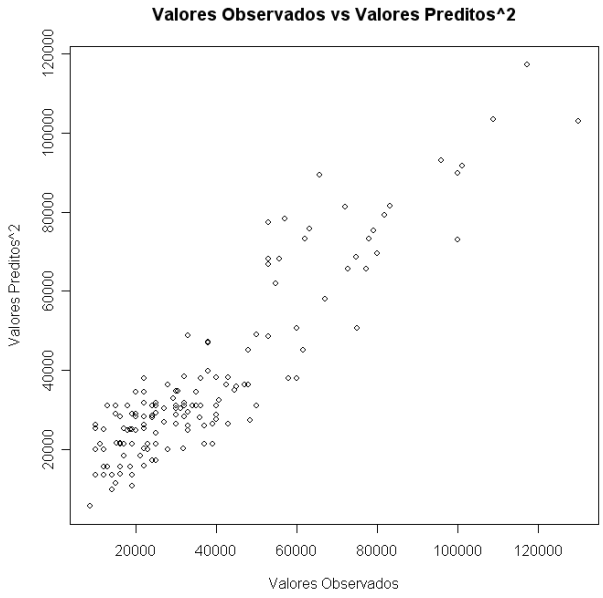
$$\textbf{\textit{pred}} = 96{,}71 - 81{,}05*\text{NUC_PRINC} + 27.63*\text{CONDO} - 4{,}87*\text{PLN_CENTRAL} + 17.98*\text{FERROVIA} + 42.94*\text{RODOVIA_WL} - 91.28*\text{FECHADO} + 39.70*\text{ESTRIT_RESID} + 0.33*(\text{NUC_PRINC}*\text{AREA}) + 0.08*(\text{PLN_CENTRAL}*\text{AREA}) - 0.13*(\text{ESTRIT_RESID}*\text{AREA}) + 0.28*(\text{FECHADO}*\text{AREA}) \quad (4)$$

Como aplicamos a transformação raiz quadrada na variável resposta é necessário aplicar a transformação inversa, para obtermos os valores preditos na escala da variável original. Para isso basta elevarmos o preditor linear ao quadrado, isto é,

$$\text{valor total do imóvel (Vi)} = (\textbf{\textit{pred}})^2 \quad (5)$$

A diferença relativa média para o nosso modelo é de 25%, ou seja, a taxa de aceitação total é de 75%. A discrepância entre os valores observados e os valores preditos pode ser visualizada na Fig. 3.

Figura 3: Valores observados contra os valores preditos elevados ao quadrado.



Para a simulação, quando consideramos uma variância pequena, β_1 e β_3 apresentaram uma cobertura dentro dos limites nominais a partir das amostras de tamanho 50. Ao considerarmos uma variância moderada, todos os parâmetros apresentaram uma cobertura dentro dos limites nominais a partir das amostras de tamanho 50. E, quando consideramos uma variância grande β_2, β_4 e β_5 apresentaram uma cobertura dentro dos limites nominais a partir das amostras de tamanho 50 e β_1 apresentou uma cobertura dentro dos limites nominais a partir das amostras de tamanho 150.

Como esperado, pequenas amostras (tamanho 25) apresentaram baixa performance na simulação de probabilidade de cobertura dos parâmetros. Assim sendo, o pesquisador deverá sempre ficar atento ao amanho de amostra a ser utilizado na sua pesquisa. O planejamento amostral feito com qualidade ajuda a contornar esse problema.

Pelo fato de se trabalhar com simulação, o valor do parâmetro que está sendo testado para verificação são valores amostrais, assim, a simulação foi realizada com a escolha de um valor coerente para verificar se este estava ou não contido nos intervalos.

4. DISCUSSÃO

Uma constatação importante na aplicação do método de tratamento de dados censitários proposto por FERREIRA (2007) e ilustrado na Fig. 1 é observar que as distâncias estatísticas refletem-se no plano espacial na forma de gradientes, revelando uma ordem no padrão de distribuição espacial dos bairros residenciais das diversas camadas sociais. Os setores censitários estatisticamente mais próximos vão se agregando aos que são ainda mais próximos do paradigma. Assim, a concentração de pobreza ou riqueza tende a distribuir-se gradualmente em torno de setores de densidade máxima (os pólos). Destaca-se que a proximidade da moradia às barreiras ferroviária ou rodoviária viabiliza ao menos a acessibilidade a possíveis locais de trabalho, uma vez que o acesso ao centro principal e o centro dos mais ricos torna-se relativamente remoto. Quando a barreira não é de natureza produtiva e encontra-se mais longe do centro, como é o caso da encosta sul, as conseqüências da exclusão são ainda mais sensíveis.

De forma resumida, o modelo proposto na Eq. 4 indica que os lotes que pertencem a parcelamentos estritamente residenciais apresentam, em média, valores quatro vezes superiores aos valores dos lotes que pertencem a parcelamentos que não são estritamente residenciais.

Com relação à influência da barreira ferroviária na desvalorização, o modelo indica que, em média, os lotes que não têm sua acessibilidade ao centro prejudicada pela ferrovia são 58% mais valorizados que os lotes separados do centro pela ferrovia.

O modelo indica também que os lotes que não são separados pela barreira da rodovia SP-310 (Washington Luiz) são, em média, 7,56 vezes mais valorizados que aqueles separados pela barreira.

Em relação à distância planimétrica ao centro como uma variável indicadora de valorização em modelos matemáticos, cabe concluir que seu poder de explicação é bastante limitado, pois a valorização não ocorre em toda a abrangência radial do centro, mas sim em direções preferenciais.

De fato, nos primórdios de São Carlos a região residencial mais elitizada circunscreveu-se em torno do marco inicial, porém este "pólo valorizador" expandiu-se, em busca do topo da planície em que se encontrava. Não somente os campi I e II da USP encontram-se neste vetor, mas também outros espaços de produção e consumo diferenciados e de alcance municipal, além dos espaços de governo. Em termos gerais, esta tendência de direção dos bairros das camadas de maior renda seguem as direções norte e oeste a partir do marco inicial.

5. CONCLUSÃO

Na aplicação do ferramental de modelos lineares vimos que o modelo linear usual com transformação raiz quadrada na variável resposta (valor total do imóvel) mostrou-se adequada quanto à proposição de uma equação de regressão representativa da formação do valor de mercado dos lotes urbanos do município de São Carlos (SP), ano de 2005, cuja capacidade preditiva é de aproximadamente 75%.

Como esperado, pequenas amostras (tamanho 25) apresentaram baixa performance na simulação de probabilidade de cobertura dos parâmetros. Assim sendo, o pesquisador deverá sempre ficar atento ao amanho de amostra a ser utilizado na sua pesquisa. O planejamento amostral feito com qualidade ajuda a contornar esse problema.

Cumpre observar que, apesar do tamanho da amostra ser relativamente pequeno (330 lotes), o poder de predição do modelo é considerável. Esta afirmação é especialmente válida quando consideramos que existe variáveis "micro" de importância expressiva que não foram consideradas, tais como: formato do lote, posição no interior da quadra, proximidade a sub-centros comerciais e serviços, dentre outras características que se referem à individualidade do lote urbano.

Assim, o desenvolvimento de futuras pesquisas aponta para o estudo da influência destas variáveis menores, no interior das regiões homogêneas propostas e ilustradas na Fig. 3. Outra proposta de estudos futuros é comparar a aplicação de outras técnicas matemáticas e computacionais, tais como os Modelos Lineares Generalizados e as Redes Neurais Artificiais, dentre outras. E finalmente, um dos objetivos de futuros estudos é reproduzir este método em outras cidades, de forma a estabelecer análises comparativas.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5676: avaliação de imóveis urbanos.* Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14653-2: avaliação de bens – Parte 2 – Imóveis Urbanos.* Rio de Janeiro, 2004.

AGUIRRE, A. *Uma nota sobre a transformação Box-Cox. 1997.* 21p. Belo Horizonte: Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais.

BRONDINO, N. C. M. *Estudo da influência da Acessibilidade no Valor de Lotes Urbanos Através do Uso de Redes Neurais.* 1999. 146p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos.

DANTAS, R. A. *Engenharia de Avaliações, Uma Introdução à Metodologia Científica.* São Paulo: PINI, 1998, v. 1 , 242 p.

FERREIRA, J. F. *Proposta de tratamento da variável localização em modelos inferenciais de avaliação imobiliária para municípios médios.* 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos. Exame de defesa realizado em 18/12/2007.

GONZÁLEZ, M.A.S. *A Engenharia de Avaliações na visão inferencial.* São Leopoldo, RS: Editora Unisinos, 1997. 142 p.

GONZÁLEZ, M.A.S.; FORMOSO, C.T. *Análise da utilização de inteligência artificial na determinação de plantas de valores.* Disponível em: <http://www.pellisistemas.com.br/downloads/Inteligencia_Artificial_Planta_Valores.pdf> - Acesso em Junho de 2005.

GONZÁLEZ, M.A.S.; FORMOSO, C.T. *Análise conceitual das dificuldades na determinação de modelos de formação de preços através de análise de regressão.* Centro de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Revista Engenharia Civil, Nº 8, maio de 2000. Disponível em www.civil.uminho.pt/cec/revista/num8/pag_65-75.pdf. Acesso em Janeiro de 2006.

HERMANN, Bruno M.; HADDAD, E. A. *Mercado Imobiliário e Amenidades Urbanas: A view through the window.* Departamento de Economia – FEA/USP, Revista Estudos Econômicos, São Paulo, V. 35, Nº 2. abril-junho 2005. p 237-269. Disponível em www.econ.fea.usp.br/novo_site/publicacoes/ estudos_econômicos/35_2/herm-hadd.pdf

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA NO ESTADO DE SÃO PAULO - IBAPE/SP. *Normas de perícia.* São Paulo, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Base de Informações Municipais* [CD-ROM]. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied Multivariate Statistical Analisys.* 4 ed. Upper Saddle River, NJ; Prentice-Hall, Inc, 1998.

MARICATO, E. *As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias – Planejamento Urbano no Brasil*. IN ARANTES ET ALL . *A cidade do Pensamento Único*. Petrópoles: Vozes, 2000, p.121-192.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Cadastro Multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana.* Organizadores: Diego Alfonso Erba et all. Rio de Janeiro, 2005.

MYERS, R. H.; MONTGOMERY, D. C.; VINING, G. G. *Generalized Linear Models: with applications in engineering and the sciences.* New York: John Wiley & Sons. 2002. 342 p.

MÖLLER, L.F. *Planta de Valores Genéricos: Avaliação coletiva de imóveis para fins tributários.* Porto Alegre, RS: Sagra, 1995. 79 p.

NEVES, Ary Pinto das. *O Jardim Público de São Carlos do Pinhal.* São Carlos, Fundação Theodoreto Souto, EESC – USP, 1983

PAULA, G. A. *Modelos de Regressão com apoio computacional (versão preliminar).* São Paulo, SP: Instituto de Matemática e Estatística, 2004. 253 p.

SANTOS, Milton. *Economia Espacial. Críticas e Alternativas.* Trad. Maria Irene de Q. F. Szmrecsányi. 2. ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003. (Coleção Milton Santos)

SANTOS, Milton. *Da Totalidade ao Lugar.* São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2005. (Coleção Milton Santos)

SÃO CARLOS. Prefeitura Municipal – Divisão de Cadastro Imobiliário. *Base de dados cadastrais*, 2006

VILLAÇA, Flávio. *Espaço intra-urbano no Brasil*. São Paulo: Studio Nobel, FAPESP: Lincoln Institute, 2001.

ZANCAN, E. C. *Avaliações de Imóveis em Massa para Efeitos de Tributos Municipais.* Florianópolis: Rocha, 1996. 121 p.