

USO DE ZONAS FISCAIS NA ELABORAÇÃO DE PLANTAS DE VALORES GENÉRICOS: RAZÕES PARA NÃO FAZÊ-LO

Norberto Hochheim¹

Universidade Federal de Santa Catarina

hochheim@gmail.com

Raquel Marion de Franceschi²

raquelafm@gmail.com

¹Professor Titular do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), é Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela UFSC, Doutor pela Université de Nancy I (França). Ministra/ministrou disciplinas em cursos de graduação, especialização, mestrado e doutorado, entre elas: Engenharia de Avaliações Imobiliárias (nível básico e avançado), Planejamento Econômico e Financeiro e Planta de Valores Genéricos.

²Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Engenheira Civil pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). É membro do Grupo de Engenharia de Avaliações e Perícias (GEAP-UFSC).

RESUMO

Muitos municípios brasileiros ainda possuem plantas de valores genéricos baseadas no método proposto pelo convênio de incentivo ao aperfeiçoamento técnico-administrativo (CIATA) implantado nas décadas de 1970/80. Este é o caso do município de Santa Cruz do Sul (RS), que possui sua planta de valores genéricos de edificações (PVGE) baseada em sistema de pontos e a planta de valores genéricos de terrenos (PVGT) baseada em zonas fiscais. O presente trabalho faz uma análise da PVGT deste município, comparando-se os valores determinados por ela e por modelos de regressão. Levantou-se uma amostra com 101 dados de mercado georreferenciado, coletados em diferentes bairros da cidade. Esta amostra foi usada para construir um modelo de regressão linear. Constatada a existência de autocorrelação espacial, usou-se um modelo de regressão espacial para estimar os valores dos terrenos paradigmas. A comparação dos valores determinados usando-se o código tributário municipal com os valores determinados pelo modelo de regressão espacial permitiu concluir que o uso de zonas fiscais na determinação dos valores venais é ineficiente e introduz iniquidades horizontais e verticais, que penalizam o contribuinte. O artigo também mostra, de maneira prática, como um sistema de Informações Geográficas auxilia nas análises dos resultados obtidos.

Palavras-chave: Zonas fiscais; Planta de valores genéricos; Regressão espacial; Iniquidades fiscais.

ABSTRACT

Many Brazilian municipalities still have plants of generic values based on the method proposed by the CIATA Project, implemented in the 1970s / 80s. This is the case of the municipality of Santa Cruz do Sul (RS), which has its generic building values plan (PVGE) based on a points system and the generic land values plan (PVG) based on fiscal zones. The present work analyzes the PVG of this municipality, comparing the values determined by it and by regression models. A sample of 101 georeferenced market data was collected, collected in different neighborhoods of the city. This sample was used to build a linear regression model. Having verified the existence of spatial autocorrelation, a spatial regression model was used to estimate the values of the paradigm terrains. The comparison of the values determined using the municipal tax code with the values determined by the spatial regression model allowed us to conclude that the use of fiscal zones in determining venal values is inefficient and introduces horizontal and vertical inequities, which penalize the taxpayer. The article also shows, in a practical way, how a Geographic Information system helps in the analysis of the results obtained.

Keywords: Tax zones; Generic values plant; Spatial regression; Tax inequities.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº 101/2000) busca assegurar o equilíbrio das contas públicas e tem como intento a redução do déficit público e a estabilização do montante da dívida pública em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) (TRIBUNAL DE CONTAS- RS, 2000). Paralelamente, a lei 10.257/2001, denominada Estatuto das Cidades, estabelece normas de ordem pública e social que regulam o uso da propriedade urbana, objetivando ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana. Juntas, motivam os municípios a atualizarem seus cadastros e plantas de valores genéricos (PVG), numa tentativa de melhorar a arrecadação municipal. Conforme CARVALHO JR. (2006), a falência fiscal dos municípios é um tema que vem sendo exaustivamente debatido nos últimos anos, devido à grande dependência dos mesmos de transferências constitucionais.

CARVALHO JR. (2006) expõe ainda que o IPTU apresenta elevada regressividade, mesmo sendo um imposto direto e real. A principal causa da regressividade são as avaliações feitas pelas administrações municipais, onde os imóveis mais valorizados tendem a apresentar uma discrepância maior em relação ao seu valor de mercado (subavaliação) que os imóveis de valores mais baixos. Ou seja, a base de cálculo do IPTU (valor venal) é regressiva.

CARVALHO JR. (2011) refere ainda que base de cálculo do IPTU é o valor avaliado pela administração municipal dos imóveis urbanos (valor venal) e para haver equidade e transparência, é necessário que este valor avaliado seja próximo ao valor de mercado. Entretanto, CARVALHO JR. (2011) menciona que a estimação do valor de mercado de uma propriedade é um processo extremamente complexo quando realizado para um grande número de imóveis, sendo o principal desafio para as administrações dos impostos sobre a propriedade.

MACHADO (2003) menciona que afim de se evitar renúncias e injustiças fiscais é fundamental que os municípios tenham uma PVG atualizada, sendo que esta depende do conhecimento atualizado e preciso dos cadastros imobiliário e de logradouros do município. Entretanto não é o que acontece na grande maioria dos municípios brasileiros. Para

CARVALHO JR. (2011), avaliar de maneira justa todos os imóveis do município com finalidade de tributação é uma tarefa complexa, pois é preciso manter a equidade entre as avaliações, de forma que dois imóveis de mesmo valor não possuam tributação diferente.

O Projeto CIATA (Convênio de Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico), foi a primeira iniciativa formal de estruturação metodológica do cadastro urbano pelo governo federal. Implantado nas décadas de 1970/80, objetivou proporcionar aos pequenos municípios a possibilidade de implantar o Cadastro Técnico Municipal (CUNHA et al., 2019). AVERBECK (2003) aponta que, quando ocorreram atualizações posteriores, elas foram realizadas de forma diferenciada, sendo as plantas de valores atualizadas pela aplicação de índices de inflação e por estimativas expeditas eventuais, em raros casos sendo completamente revisadas.

De acordo com CARVALHO JR. (2006) somente o preço do terreno pode sofrer grandes variações e é isso que tende a ser verificado numa PVG, visto que as edificações tendem a sofrer depreciações, sendo elas mais acentuadas quando não são realizadas reformas.

1.2. Objetivos

O objetivo principal deste artigo é mostrar que as plantas de valores genéricos que usam zonas fiscais introduzem iniquidades horizontais e verticais na determinação do valor venal dos imóveis, conduzindo à uma tributação injusta para o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

Como objetivos secundários, estudou-se a aplicação de modelos de regressão espaciais para a determinação dos valores unitários paradigmas que podem compor uma planta de valores genéricos que tenha como referência faces de quadra e o uso de sistemas de informações geográficas (SIG) como suporte para análises exploratórias e dos resultados obtidos pelo modelo.

Como estudo de caso, analisou-se a planta de valores genéricos dos terrenos (PVG) do município de Santa Cruz do Sul (RS), o qual possuía uma população estimada em 129.427 habitantes em 2018 (IBGE), sendo o 15.º município mais populoso do Rio Grande do Sul. Com uma área de 733,4 km², possui o sétimo maior PIB (Produto Interno Bruto) do Estado do Rio Grande do Sul, sendo ele em 2015 de R\$ 7.764.848.000,00, de acordo com Fundação de Economia e Estatística (FEE), sob a coordenação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Realizou sua PVG de acordo com a metodologia proposta pelo CIATA, com atualizações posteriores pelos índices de inflação e outras pequenas modificações.

Na seqüência deste texto, a sigla PVG será usada para designar a PVGT.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU)

De acordo com Afonso et al. (2014) o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) é um tributo que onera os proprietários de imóveis localizados na área urbana do município, tendo como base de cálculo o valor venal do imóvel, que é o resultado do somatório do valor do terreno com o valor atribuído à edificação. Conforme o mesmo autor o administrador municipal estima o valor do imóvel nas condições de mercado, tendo em vista os atributos

registrados no cadastro imobiliário da prefeitura. O IPTU é calculado por meio da aplicação de uma alíquota ao valor venal do imóvel.

O IPTU é um tributo pago diretamente pelo contribuinte, que possui ciência do montante cobrado, resultando frequentemente em pressões de natureza política que enfraquecem o potencial de desempenho do IPTU (BRASIL, 2010).

2.2. Plantas de Valores Genéricos (PVG)

Averbeck (2003) refere que os modelos de avaliação de imóveis utilizados para as plantas de valores genéricos devem observar as condições de aplicabilidade e parâmetros para que exista a compreensão das características básicas da população de imóveis da cidade, fazendo com que o modelo adotado permita a avaliação de todos os imóveis, salvo exceções, pois ao final deve-se obter o valor individual de cada imóvel.

O modelo proposto no Projeto CIATA é composto por zonas fiscais, onde cada zona fiscal possui um valor unitário de m² de terreno, sendo que a zona fiscal pode conter até cem quadras. Möller e Hochheim (2006) referem que para as edificações o que acontece nos municípios também é decorrência do projeto CIATA, onde os valores das edificações são corrigidos por um método “de pontos”, onde cada item da edificação está associado a uma pontuação, sendo que o somatório dos pontos influencia decisivamente no valor do imóvel. Os mesmos autores ressaltam que, apesar de parecer lógico, os itens das construções não passaram por atualizações, mesmo com a evolução do setor da construção civil. Além de ser um sistema único utilizado no Brasil inteiro, sem que fossem observadas as regionalidades construtivas. Os mesmos autores afirmam que a elaboração de uma planta para tipologias construtivas permitiria o enquadramento lógico das tipologias mais frequentes na cidade, de acordo com sua localização, padrão construtivo e preço de mercado.

Möller e Hochheim (2006) afirmam que devido ao fato de o valor do terreno estar correlacionado com sua distância dos polos de valorização, as faces de quadras podem apresentar valores de mercado distintos. Este fato não é considerado no modelo de zonas fiscais, provocando iniquidades fiscais.

2.3. Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são ferramentas aplicáveis à diferentes áreas, sendo uma das vantagens dos SIGs a eficácia com que ele integra os dados necessários a um determinado projeto, que podem ser encontrados em diferentes formatos, mapas, tabelas, cartas, fotos aéreas, imagens de satélite e conjuntos de dados digitais, em um formato compatível para a análise (RIBEIRO, 2005).

De acordo com Silveira Juca et al. (2006), as principais características dos SIGs são: inserir e integrar em uma única base de dados as informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno. Além disso, oferecem mecanismos de combinação entre as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

2.4. Regressão Linear Múltipla

A Regressão Linear Múltipla (RLM) é uma técnica que, de acordo com Pitombo e Costa (2015), é aplicável a uma infinidade de casos, onde se busca encontrar relações entre uma única variável dependente (numérica) e variáveis independentes (numéricas ou dummies), partindo do pressuposto de que exista uma relação linear em seus parâmetros.

A notação geral da equação de regressão linear múltipla é:

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon, \quad (1)$$

onde:

\hat{y} é variável dependente;

k_i são as variáveis independentes;

X_1, X_2, \dots, X_k são as variáveis independentes;

β_0 é o intercepto;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ são os coeficientes das variáveis independentes (X_1, X_2, \dots, X_k);

2.5. Dependência espacial

Conforme DANTAS (2003) quando se trata de dados distribuídos espacialmente, podem ocorrer erros de medidas em relação à exata localização do imóvel, como também efeitos de interação, difusão ou “spillovers” espaciais. Razões suficientes para que o pesquisador considere um fator adicional no modelo tradicionalmente adotado: a autocorrelação espacial ou dependência espacial.

Ainda conforme DANTAS (2003) a autocorrelação ou dependência espacial pode afetar o termo de erro, a variável dependente ou ambos e a não consideração deste efeito, pode gerar problemas na estimação de um modelo, pois, na presença de autocorrelação espacial nos resíduos, os parâmetros estimados para os coeficientes não são eficientes. Testes de significância como t de Student e F de Snedecor e intervalos de confiança inferidos, deixam de ser válidos e as decisões tomadas com base neles errôneas.

O índice global de Moran é um teste de dependência espacial muito conhecido e que permite determinar se os resíduos do modelo de regressão pelo método dos mínimos quadrados ordinários apresentam autocorrelação espacial (ZILLI, 2020). Contudo, este teste não permite identificar a causa da dependência espacial.

Outra verificação da existência de autocorrelação espacial pode ser feita pelo teste do Multiplicador de Lagrange (LM). Os testes de autocorrelação espacial usando o Multiplicador de Lagrange servem para identificar qual o modelo de regressão espacial mais adequado para contornar o problema. Mais detalhes sobre estes testes podem ser vistos em Anselin (2005).

Para Tyszler (2006), a vantagem do teste LM é a exigência apenas dos resíduos e parâmetros de uma regressão linear clássica, feita pelo método dos mínimos quadrados ordinários.

2.6. Modelo de defasagem espacial (LAG)

De acordo com Zilli (2020), no modelo de defasagem espacial, em inglês denominado de *Spatial Lag Model (LAG)* ou *Spatial Auto Regressive Model (SAR)*, a autocorrelação espacial é atribuída à variável explicada Y . A Equação 2 representa o modelo SAR.

$$Y = X\beta + \rho WY + \varepsilon \quad (2)$$

Onde,

Y corresponde à variável dependente;

X às variáveis independentes;

β aos parâmetros do modelo;

ρ ao coeficiente de autocorrelação espacial que representa a influência média da unidade vizinha;

W corresponde a uma matriz espacial de pesos que relaciona as variáveis em locais diferentes;

ε corresponde aos resíduos do modelo.

2.7. Modelo do erro espacial (ERR)

Righetto e Tachibana (2010) descrevem o modelo do erro espacial (ERR), que também é conhecido como Spatial Error Model (SEM) ou Conditional AutoRegressive Model (CAR), como um modelo que considera os efeitos espaciais como ruído, ou perturbação, sendo um fator que precisa ser eliminado. Num modelo CAR, os efeitos de autocorrelação espacial são associados ao termo de erro ε e o modelo é expresso conforme Equação 3.

$$Y = X\beta + \varepsilon, \varepsilon = \lambda W\varepsilon + \xi \quad (3)$$

onde,

$W\varepsilon$ é a componente do erro com efeitos espaciais;

λ é o coeficiente autoregressivo;

ξ é a componente do erro com variância constante e não correlacionada.

A hipótese nula para a não-existência de autocorrelação é que $\lambda = 0$, isto é, o termo de erro não é espacialmente correlacionado.

Na sequência deste texto, o modelo do erro espacial será designado por ERR, pois é esta a denominação dada para ele nos resultados gerados pelo GeoDa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo buscou demonstrar a importância de os municípios atualizarem suas plantas de valores genéricos com métodos que produzam valores para cada face de quadra, frente a ineficiência das zonas fiscais.

Foi feita uma pesquisa de mercado usando dados de diferentes imobiliárias da cidade, buscando dados representativos nas diversas zonas fiscais do município. Obteve-se assim uma amostra de 101 dados em oferta no mercado imobiliário de Santa Cruz do Sul.

Criou-se uma base de dados alfanuméricos georreferenciados no QGIS, que é um sistema geográfico de informações de uso livre. Realizou-se o georreferenciamento do mapa das zonas fiscais disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul. A partir disso, criou-se shape files das zonas fiscais individualmente. Este mesmo Sistema de Informações

Geográficas foi usado para fazer diversas análises espaciais dos resultados obtidos pelo modelo de regressão desenvolvido.

Para o desenvolvimento do modelo de regressão linear foi usado um software comercial de engenharia de avaliações. Para os testes de dependência espacial e o desenvolvimento do modelo de regressão espacial foi usado o GeoDa, software de uso livre.

A introdução dos resultados assim obtidos no QGIS permitiu a elaboração de diversas análises e figuras temáticas; algumas delas são mostradas próximo no item (“Resultados”).

Como variáveis independentes foram consideradas a área do terreno, testada do terreno, distância ao polo comercial da cidade (representado pela Praça Getúlio Vargas), distância ao Centro de Eventos (parque da Oktoberfest), Pavimentação (se está situado numa rua pavimentada ou não) e Situação na quadra (se é terreno de esquina ou não). Outras variáveis explicativas também foram testadas, mas elas não se mostraram significativas nos modelos analisados.

4. RESULTADOS

4.1. Pesquisa de mercado

A Figura 01 mostra a distribuição espacial dos 101 elementos utilizados para a construção dos modelos de regressão. Esta mesma figura mostra a posição dos dois polos valorizadores considerados no estudo: Centro de Eventos (CE) e Praça Getúlio Vargas (Praça).

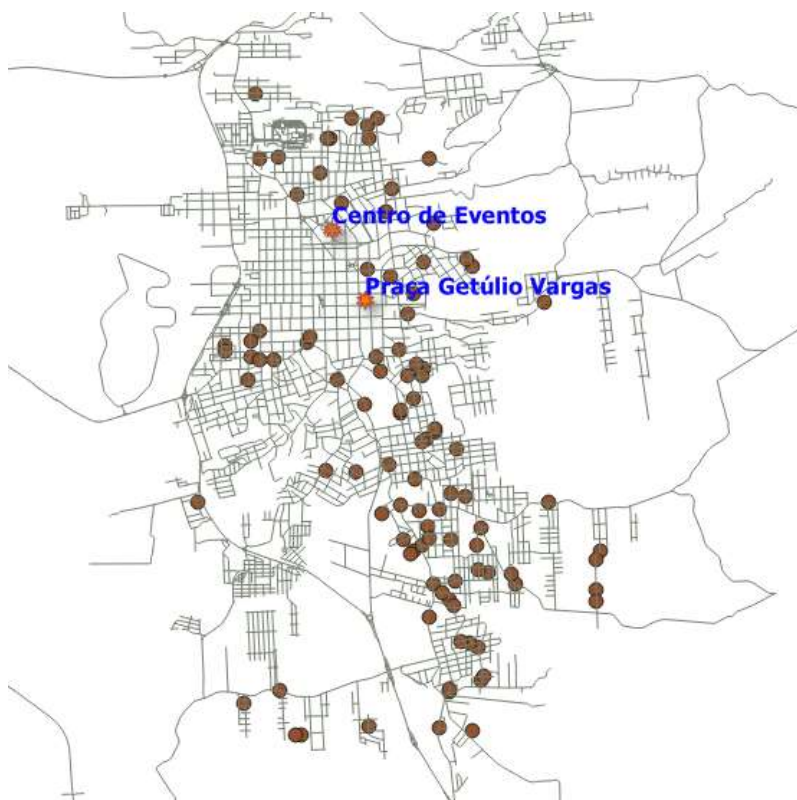


Figura 01. Distribuição espacial dos 101 dados da amostra

As Tabelas 01 e 02 apresentam algumas estatísticas descritivas da amostra considerada.

Variável	Média	Desvio-Padrão	Coef. Variação	Mínimo	Máximo	Amplitude
VT	222.028,8	144.422,2968	65,05%	46.000	690.000	64.4000
Área	518,835	370,6443577	71,44%	227,13	2.532,65	2.305,52
Testada	14,79624	5,881676606	39,75%	7,97	44,8	36,83
Dist_Praça	343,6733	240,9516179	70,11%	1	1000	999
Dist_CE	3422,129	1.870,993168	54,67%	374	6.998	6.624
Pavimentação	0,772277	0,421454342	54,57%	0	1	1
Situação	0,227723	0,421454342	185,07%	0	1	1

Tabela 01. Estatísticas da amostra (medidas de posição e dispersão)

Variável	Quartil Inf. (Q1)	Mediana (Q2)	Quartil Sup. (Q3)	Q3-Q1
VT	110.000	180.000	286.000	176.000
Área	329,78	416,01	549,73	219,95
Testada	11,41	13,23	16,17	4,76
Dist_Praça	200	300	500	300
Dist_CE	1.856	3.106	5.006	3.150
Pavimentação	1	1	1	0
Situação	0	0	0	0

Tabela 02. Estatísticas da amostra (quartis)

4.2. Regressão linear (OLS)

Na sequência deste texto, o modelo de regressão linear será designado por OLS, pois é esta a denominação dada para ele nos resultados gerados pelo GeoDa.

O procedimento de Box e Cox foi usado para se buscar a transformação mais adequada para a variável dependente (NBR 14653-2, item A.2.1.1). O resultado ($\lambda = -0,09$) sugeriu a transformação logarítmica para a variável explicada valor total (VT) do imóvel. Foram testados diversos modelos, sendo que o modelo com a variável explicada $\ln(VT)$, combinada com as variáveis explicativas mostradas na Tabela 03, foi o que apresentou os melhores resultados.

Variável	Coefficiente	Erro-Padrão	Estatística t	Probabilidade
CONSTANT	16,3567	0,509957	32,0747	0,00000
Inverso_Área	-157,316	40,9237	-3,84414	0,00022
ln(Testada)	0,46217	0,125411	3,68524	0,00038
ln(Dist_Praça)	-0,0685992	0,0137296	-4,99644	0,00000
ln(Dist_CE)	-0,616612	0,0461487	-13,3614	0,00000
Pavimentação	0,172491	0,0704093	2,44984	0,01614
Situação	0,151204	0,0637976	2,37005	0,01983

Tabela 03. Modelo de regressão linear (OLS)

Dessa maneira, usando a Regressão Linear Múltipla (RLM), obteve-se o modelo mostrado na Equação 4.

$$\ln(VT) = 16,3567 - 157,316 \left(\frac{1}{\text{Área}} \right) + 0,4622 (\ln(\text{Testada})) - 0,0686 \left(\ln \left(\text{Dist}_{\text{Praça}} \right) \right) - 0,6166 \left(\ln \left(\text{Dist}_{\text{CE}} \right) \right) + 0,1725 (\text{Pavimentação}) + 0,1512 (\text{Situação}) \quad (4)$$

Na expressão acima, VT representa o valor total do terreno. As variáveis Testada, Pavimentação e Situação correspondem às próprias características descritas. Dist_Praça é a variável correspondente a distância ao polo comercial e Dist_CE é a distância ao centro de eventos.

Observando-se os sinais dos coeficientes, conclui-se que todas as variáveis tem o comportamento esperado. A significância dos regressores permite enquadrá-los no grau de fundamentação III neste quesito, de acordo com a NBR 14653-2 (2011).

4.3. Análise da dependência espacial

Para a verificação da existência de dependência espacial foram testadas diversas matrizes de vizinhança, considerando-se diversas distâncias. Foi encontrada dependência espacial significativa para a distância de 1772 metros, conforme mostrado na Tabela 04.

TEST	MI/DF	VALUE	PROB
Moran's I (error)	0,1106	4,8227	0,0000
Lagrange Multiplier	1	0,2568	0,61232
Robust LM (lag)	1	1,2555	0,2625
Lagrange Multiplier	1	9,3107	0,00228
Robust LM (error)	1	10,3094	0,00132
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	10,5662	0,00508

Tabela 04. Testes de dependência espacial (Matriz de pesos para 1772 metros)

Os resultados apontam dependência espacial e indicam o modelo ERR (SEM ou CAR) como alternativa para eliminar a autocorrelação espacial.

4.4. Regressão espacial (ERR)

A tabela 05 apresenta os resultados obtidos para o modelo do erro espacial (ERR).

Variável	Coefficiente	Erro-Padrão	Estatística z	Probabilidade
Constante	16,0931	0,653325	24,6325	0,00000
Inverso_Área	-137,18	37,9754	-3,61234	0,00030
ln(Testada)	0,541516	0,113892	4,75464	0,00000
ln(Dist_Praça)	-0,0709319	0,0131521	-5,3932	0,00000
ln(Dist_CE)	-0,616764	0,0678549	-9,08946	0,00000
Pavimentação	0,183433	0,0645267	2,84275	0,00447
Situação	0,139192	0,0581267	2,39463	0,01664
Lambda (λ)	0,552873	0,170305	3,24636	0,00117

Tabela 05. Resultados da regressão espacial (modelo ERR)

O modelo ERR é mostrado na Equação 5.

$$\ln(VT) = 16,0931 - 137,18 \left(\frac{1}{\text{Área}} \right) + 0,5415 (\ln(\text{Testada})) - 0,0709 \left(\ln(\text{Dist}_{\text{Praça}}) \right) - 0,6168 (\ln(\text{Dist}_{\text{CE}})) + 0,1834 (\text{Pavimentação}) + 0,1392 (\text{Situação}) + 0,5529 (W\varepsilon) \quad (5)$$

As variáveis são as mesmas já descritas para o modelo OLS. Observa-se que todos os regressores foram significativos e coerentes com o mercado.

4.5. Comparativo: Regressão linear (OLS) x Regressão espacial (ERR)

O Quadro 01 apresenta um comparativo entre os resultados obtidos para o modelo de regressão clássico (OLS) com o modelo de regressão espacial (ERR).

Verificações	Critérios	Modelo OLS		Modelo ERR	
		Valor	p-valor	Valor	p-valor
Aderência	R ²	0,860273		0,87251	
	Log-likelihood	-1,40555		2,12961	
	Akaike info criterion	16,8111		9,74079	
	Schwarz criterion	35,1169		28,0466	
Precisão	Erro-Padrão regressão	0,245362		0,234371	
	Erro-Padrão estimativa (R\$)	67.022,40		64.746,26	
Normalidade	Jarque-Bera	1,7794	0,41078		
	Kolmogorov-Smirnov	0,0503	> 0,80		
Multicolinearidade	Multicollinearity condition number	57,2462			
	VIF máximo	2,3349			
	R máximo	-0,7201			
Heterocedasticidade	Breusch-Pagan	3,3904	0,75849	3,1323	0,79206
	Koenker-Bassett	4,9211	0,55398		

Quadro 01. Comparativo entre os modelos

O modelo ERR apresenta melhor aderência que o modelo OLS e tem menor erro-padrão. Foram atendidas as condições de normalidade e homocedasticidade dos resíduos. Embora o teste de multicolinearidade feito pelo GeoDa sugira a existência dela, testes de VIF (Variance Inflation Factor), análise da matriz de correlação linear e dos gráficos dos resíduos x variáveis independentes sugerem a inexistência de multicolinearidade entre as variáveis.

Os gráficos do poder de predição dos 2 modelos (Figura 02), confirma bom poder de predição para ambos, cujos resultados são bastante próximos. A linha vermelha é a bissetriz e a linha azul é a linha de tendência.

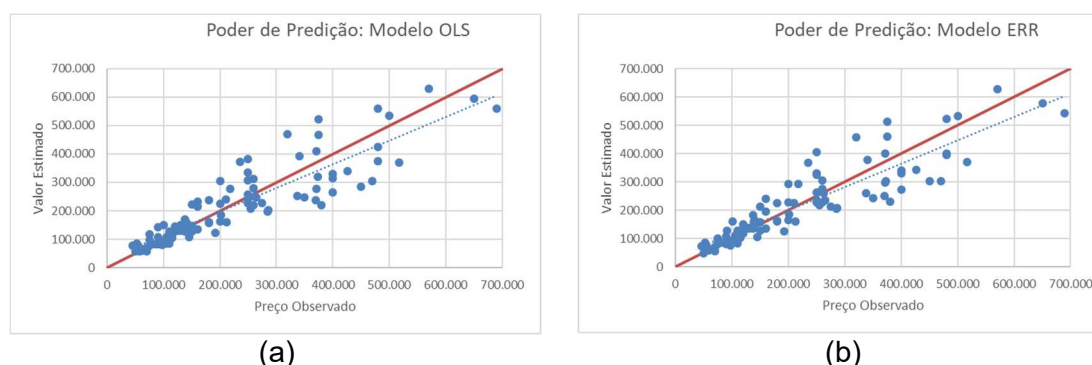


Figura 02. Poder de predição dos modelos OLS (a) e ERR (b)

Das 101 estimativas feitas pelos modelos, em 61 vezes o modelo ERR foi mais próximo ao valor observado do que o modelo OLS. A Figura 03 mostra a distribuição espacial destas estimativas.

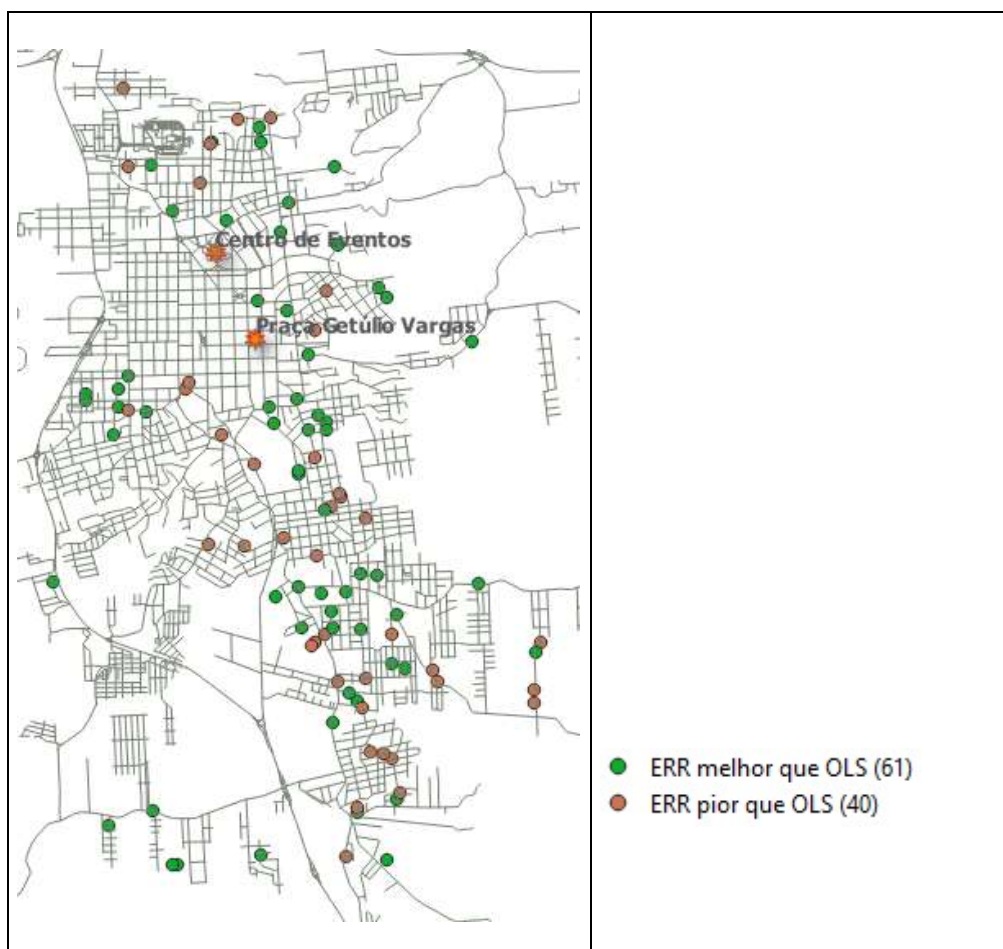


Figura 03. Localizações onde o modelo ERR estimou melhor que o modelo OLS

A Tabela 06 mostra os resultados obtidos nos critérios de avaliação de desempenho sugeridos pela IAAO (2013): a mediana dos ratios (razões de avaliação), COD (Coefficient of Dispersion) e PRD (Price-Related Differential). Os resultados são, novamente, bastante próximos entre si.

	OLS	ERR	Limites
Mediana ratios	0,996	0,996	Entre 0,9 e 1,1
COD	20,688	19,776	> 20 para terrenos
PRD	1,057	1,055	Entre 0,98 e 1,03

Tabela 06. Avaliação do desempenho

A mediana dos ratios está dentro dos limites e o COD está no limite, mas o PRD sugere ocorrência de alguma regressividade nas avaliações, o que pode ser comprovado pelo descolamento da linha de tendência da bisetriz na Figura 02.

Em função de todos estes resultados, adotou-se o modelo ERR para fazer a análise da defasagem de valores da PVG de Santa Cruz do Sul (RS).

4.6. Cálculo dos valores dos terrenos

Foi adotado como paradigma um terreno de 15 metros de frente e 30 metros de profundidade possuindo, portanto, área de 450 m², situado numa rua pavimentada e em meio de quadra.

Primeiramente, o valor unitário deste terreno foi calculado considerando os critérios usados pela prefeitura municipal, de acordo com o que está estabelecido em seu código tributário. De acordo com o código tributário, o valor da localização é dado pela Zona Fiscal na qual o imóvel está inserido. Neste caso particular, para as características do terreno descritas acima, não houve necessidade da aplicação de fatores para correção do valor, consequentemente os valores unitários dos imóveis são os próprios valores das zonas fiscais às quais eles pertencem. Assim, o cálculo foi feito conforme a Equação 6.

$$VT = AT \times ZF \quad (6)$$

onde VT representa o valor do terreno, AT corresponde a área do terreno e ZF é o valor unitário da respectiva zona fiscal.

Os valores unitários adotados pela prefeitura para as diferentes zonas fiscais podem ser vistos na Figura 04.

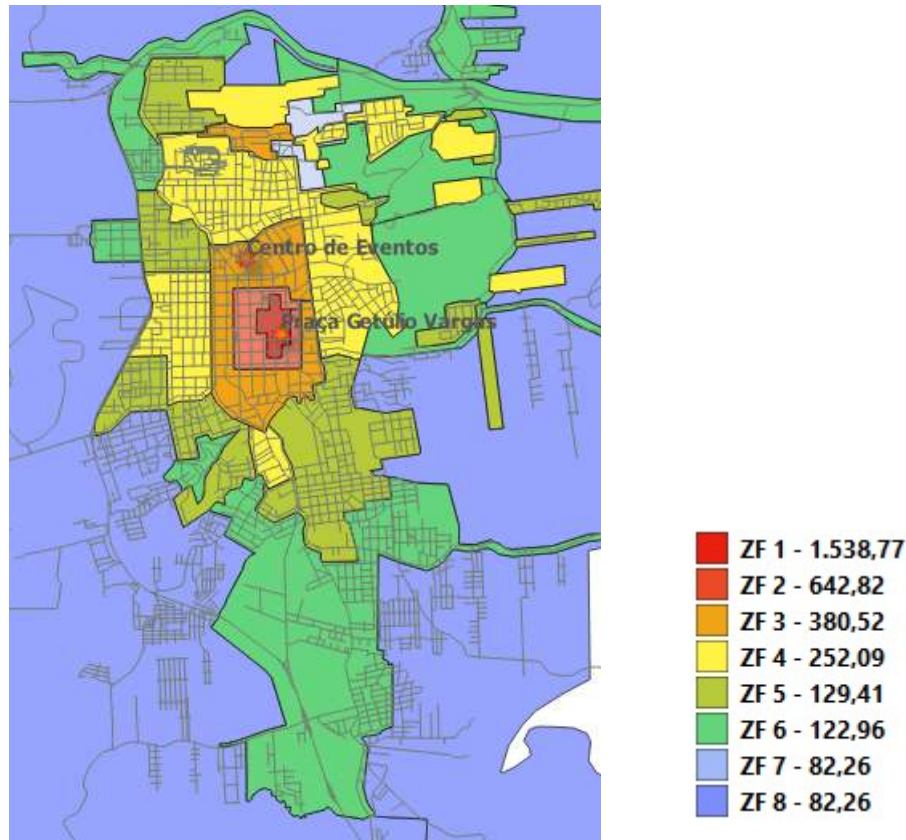


Figura 04. Valores unitários das zonas fiscais

Em seguida, determinou-se o valor unitário do terreno empregando o modelo ERR. Neste modelo, o valor da localização é dado pela sua distância em relação aos polos valorizadores. Como resultado final, foi adotado 85% do valor encontrado pelo modelo ERR, para levar em conta o fator elasticidade dos preços (todos os dados eram de imóveis em oferta), optando-se assim por uma posição conservadora.

Desta maneira, estipulou-se o valor de 100 terrenos, os quais constituíram a amostra utilizada para desenvolver os modelos, sendo descartado um único imóvel, por ter apresentado um valor irreal na aplicação do modelo. A Figura 05 mostra os resultados obtidos para cada elemento da amostra, conforme sua distribuição espacial. Esta mesma figura apresenta uma interpolação destes valores, empregando o método do inverso da distância (foi usado expoente 3 na função de ponderação).

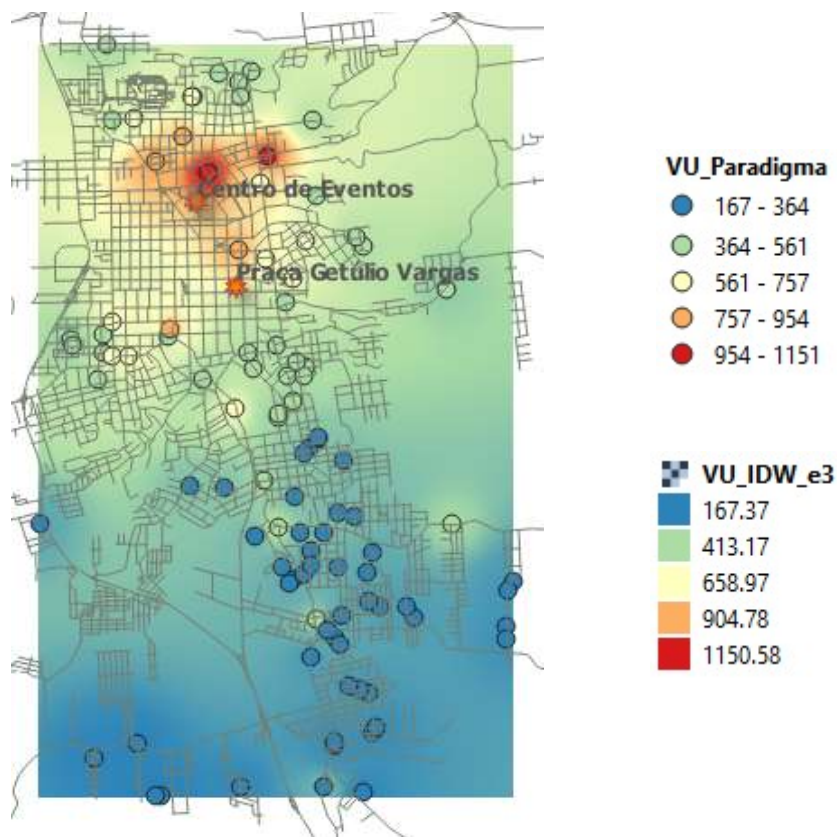


Figura 05. Distribuição espacial dos valores unitários calculados pelo modelo

A comparação dos valores obtidos desta forma permitiu o cálculo da defasagem entre o valor do imóvel calculado pelo modelo e o valor venal calculado pela prefeitura, conforme equação 7.

$$defasagem = \left(\frac{Valor\ Modelo}{Valor\ Venal} - 1 \right) \times 100 \quad (7)$$

A Tabela 07 apresenta um resumo dos resultados assim encontrados, por zona fiscal e para a amostra como um todo (todos valores estão em porcentagem).

	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Coef. Variação	Menor	Maior	Dados
ZF 2	35,0	35,0	---	---	35	35	1
ZF 3	54,3	30,0	43,9	80,8	8	116	7
ZF 4	155,6	132,0	74,1	47,6	74	356	20
ZF 5	205,0	202,0	39,1	19,1	145	273	24
ZF 6	137,7	138,0	41,6	30,2	52	226	24
ZF 7	497,5	497,5	36,1	7,2	472	523	2
ZF 8	175,5	164,0	68,8	39,2	103	429	22
Amostra	166,1	153,0	82,6	49,7	8	523	100

Tabela 07. Defasagens de valores por zona fiscal e para o total da amostra

A amostra não possui nenhum elemento na zona fiscal 1 (ZF 1). Algumas zonas, como a ZF 2, ZF 3 e ZF 4, não dispõem de elementos em número suficiente para análises estatísticas consistentes. Observa-se uma grande variação nos valores, desde um mínimo de 8% até um máximo de 523% de defasagem. A variabilidade também é grande entre as zonas fiscais, indo de 137,7% (ZF 6) até 205,0% nas zonas com mais elementos da amostra. A média da amostra é de 166,1% de defasagem, com grande variabilidade, conforme mostrado pelo seu desvio-padrão de 82,6%.

A variabilidade da defasagem abrange toda a área de estudo, incluindo os espaços que ficam dentro das zonas fiscais, conforme mostra a Figura 06. Ela também mostra os resultados obtidos para cada elemento da amostra, conforme sua distribuição espacial. Esta mesma figura apresenta uma interpolação destes valores, com aplicação do método do inverso da distância (foi usado expoente 3 na função de ponderação).

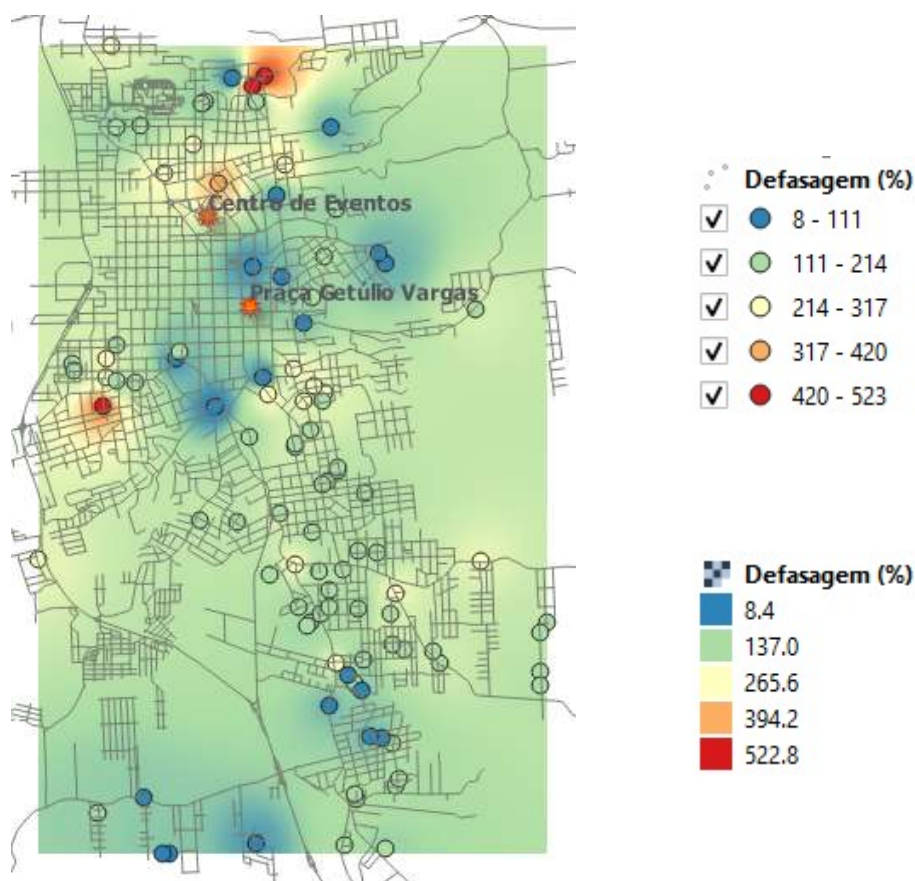


Figura 06. Distribuição espacial das defasagens

A Figura 06 demonstra que iniquidades de todo tipo acontecem em toda extensão da área de estudo. Iniquidades horizontais, pois observa-se imóveis de mesmo valor em zonas fiscais de diferentes valores. Ou seja, imóveis semelhantes são tributados de forma diferenciada. Também observam-se iniquidades verticais, pois imóveis de valores diferentes, situados na mesma zona fiscal, são tributados de forma igual.

Mesmo que os valores usados pela prefeitura estivessem atualizados, estas iniquidades ocorreriam, pois elas são intrínsecas ao uso de zonas fiscais para tributação. Não é apenas uma questão de desatualização dos valores, mas, principalmente, pelo fato de que uma zona fiscal considera que os imóveis nela contidos possuem, todos, o mesmo valor unitário paradigma. Tal fato ocorre mesmo nas situações em que a zona fiscal se estende por uma área extensa e de características que não podem ser consideradas homogêneas.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Projeto CIATA trouxe uma importante contribuição na modernização e atualização nos setores cadastrais e fiscais para muitas prefeituras na ocasião de sua implantação. Desenvolvido para as tecnologias da época, seu uso nos dias atuais para elaboração de plantas de valores genéricos já não se justifica. O uso de zonas fiscais para a PVG introduz distorções, favorecendo iniquidades tanto horizontais quanto verticais, uma vez que tal metodologia não considera adequadamente as características das diferentes regiões da cidade. Quanto mais específica for a delimitação de uma PVG menor é a probabilidade de

ocorrerem tais distorções. Por esta razão, recomenda-se seu abandono, preferindo-se o uso de PVG com valores por faces de quadra.

Neste estudo de caso, o modelo de regressão espacial (ERR), além de eliminar a autocorrelação espacial, proporcionou uma melhor aderência e precisão das estimativas. O mesmo procedimento usado para determinar os valores unitários paradigmas para os elementos da amostra também pode ser usado para determinar os valores unitários paradigmas para cada face de quadra da cidade. Neste caso, devido ao porte da cidade em questão, faz-se necessário uma amostra de dados imobiliários muito maior do que a usada neste trabalho. O procedimento de cálculo dos valores dos imóveis paradigmas para cada face de quadra pode ser automatizado num SIG, com ganho enorme de produtividade.

O uso de um SIG foi muito importante na interpretação dos resultados, proporcionando uma análise espacial dos mesmos. As Figuras 5 e 6, geradas no QGIS, são um exemplo de como pode ser verificado, de maneira simples e rápida, a coerência dos valores obtidos. O SIG, além do auxílio prestado na etapa de análise exploratória dos dados espaciais, ajudou na interpretação e validação dos resultados obtidos pelo modelo de regressão adotado.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. R.; ARAÚJO E.; NÓBREGA, M. **IPTU no Brasil: um diagnóstico abrangente**. FVG, 2014.

ANSELIN, Luc. **Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook**. Illinois (EUA), 2005.

AVERBECK, Carlos Etor. **Os Sistemas de Cadastro e Planta de Valores no Município: Prejuízos da Desatualização**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 202 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-2 (2011). **Avaliação de Bens: Parte 2 – Imóveis Urbanos**, Rio de Janeiro, 2011.

CARVALHO, P. H. B., Jr. **Iptu no brasil: progressividade, arrecadação e aspectos extra-fiscais**. Brasília. 2006. Disponível em:

< http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1251.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2020.

BRASIL. Volume 3 da coleção de Cadernos Técnicos de Regulamentação e Implementação de Instrumentos do Estatuto da Cidade: **O Imposto Sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU)**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2010.

CARVALHO, P. H. B., Jr. **O sistema avaliatório municipal de imóveis e a tributação do IPTU no Rio de Janeiro**. Dissertação de mestrado, Universidade do Estado do Rio, Rio de Janeiro. 2011.

CUNHA, Eglaisa et al. (2019). **O cadastro urbano no Brasil: histórico e evolução**. Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT), n.º 17 (junho). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 55-74, [dx.doi.org/10.17127/got/2019.17.003](https://doi.org/10.17127/got/2019.17.003).

IAAO. **Standard on Ratio Studies**. International Association of Assessing Officers, Kansas City (USA), 2013.

MACHADO, Hugo de Brito. **Curso de Direito Tributário**. São Paulo, Ed. Malheiros, 2003.

MÖLLER, Luis Fernando C.; HOCHHEIM, Norberto. **IPTU: Quanto uma cidade pode cobrar?** IBAPE, XIII COBREAP, Fortaleza, CE 2006.

PITOMBO, Cira Souza; COSTA, Aline Schindler Gomes da. **Aplicação conjunta de modelos não paramétricos e paramétricos para previsão de escolha modal.** J. Transp. Lit., Manaus, v. 9, n. 1, p. 30-34, Jan. 2015. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2238-10312015000100030&lng=en&nrm=iso>. access on 26 Aug. 2020.

RIBEIRO, G.P. (2005) **Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço temporal em ambiente costeiro.** Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

RIGHETTO, A.J., TACHIBANA, V.M. **Análise de regressão linear: abordagem tradicional e espacial em um estudo de caso.** Resumo, 19º SINAPE, São Pedro – SP, 2010.

SANTOS, L. A. N.; **Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) na Produção Científica Brasileira: a Interdisciplinaridade Entre a Econometria e as Métricas da Informação (Bibliometria, Informetria e Cientometria).** Instituto De Ciência Da Informação, UFBA. Bahia, 2017.

SILVEIRA JUCA, Sandro César; MARQUES DE CARVALHO, Paulo Cesar e DE AGUIAR JUNIOR, José Sérgio. **A relevância dos sistemas de informação geográfica no desenvolvimento das energias renováveis.** *Ciênc. cogn.* [online]. 2006, vol.9.

TYSLER, M. A. **Econometria Espacial: Discutindo Medidas para a Matriz de Ponderação Espacial.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Administração Pública e Governo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2006.

ZILLI, C. A. **Regressão geograficamente ponderada aplicada na avaliação em massa de imóveis urbanos** (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Transportes e Gestão Territorial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.