

USO DE SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE PLANTA DE VALORES GENÉRICOS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE NOVA ERECHIM-SC

Use of Trend Surface for Generic Values Plant preparation in Small Municipalities: A case study in the Municipality of Nova Erechim-SC

Andressa Glanert

Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapecó

Setor de Pós-Graduação *Lato Sensu* – Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias
E-mail: andressaglanert@gmail.com

Norberto Hochheim

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Departamento de Engenharia Civil
E-mail: hochheim@gmail.com

Resumo:

A Planta de Valores Genéricos (PVG), apresenta valores básicos para a determinação de dois importantes tributos municipais: o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e o Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI). No entanto, muitas prefeituras ainda apresentam somente uma lista ou figuras destes valores por setores fiscais, como é o caso da prefeitura de Nova Erechim (SC). A avaliação por setores fiscais ignora que existem valores diferenciados dentro destas zonas, conflitando com o princípio da equidade tributária. Este trabalho propõe elaborar uma PVG por face de quadra, usando um macromodelo obtido com uso da técnica da análise por superfície de tendência. As análises foram complementadas por curvas de isovalores criadas sobre figuras geradas por krigagem. A base para estas figuras foram os dados da amostra, homogêneos pelos modelos respectivos, considerando as características do imóvel paradigma. Foram testadas diversas ordens do polinômio de superfície de tendência, da primeira até a quarta. Concluiu-se que a superfície de tendência de terceira ordem foi a que melhor representou o mercado imobiliário da cidade, atendendo a todos os pressupostos básicos da regressão linear clássica e eliminando a autocorrelação espacial. Por isso, este modelo foi utilizado para determinar o valor do metro quadrado dos lotes para cada face de quadra, para posterior elaboração da PVG. Constatou-se que o uso de um macromodelo gerado por superfície de tendência foi adequado para elaborar a PVG no município de pequeno porte objeto deste estudo de caso.

Palavras-chave: Engenharia de Avaliações, planta de valores genéricos, superfície de tendência, avaliação de imóveis urbanos, incorporação de efeitos espaciais.

Abstract:

The Generic Values Plan (PVG), presents basic values for the determination of two important municipal taxes: the Property and Urban Territorial Tax (IPTU) and the Property Transfer Tax (ITBI). However, there are municipalities, especially small ones that do not collect IPTU taxes, and Nova Erechim (Santa Catarina) is one them. These municipalities contain just a list or a picture of these values by fiscal sectors to base them on. The appraisal by tax sectors ignores the fact that there are different values within these zones, conflicting with the principle of tax equity. This study proposes a Generic Values Plan elaboration per square face, using a macro

model built using the trend surface analysis technique. The analyzes were complemented by isovalue curves created on figures generated by kriging. The basis for these figures was the sample data, homogenized by the respective models, taking into account the features of the paradigm of the lot. It was tested several orders of the trend surface polynomial, from the first to the fourth. It was concluded that the third order trend surface was the one that best represented the city's real estate market, addressing all the basic assumptions of classical linear regression and eliminating spatial autocorrelation. For that reason, it was used this model to determine the square meter value of the lots for each side of the court, for later elaboration of the Generic Values Plan. It was found that the use of a macro model generated by the trend surface was adequate to develop the Generic Values Plan in the town, which was the research subject of this study.

Keywords: Appraisal engineering, generic value plan, trend surface, urban property valuation, incorporation of spatial effects.

1. INTRODUÇÃO

A PVG, apresenta valores básicos para a determinação de dois importantes tributos municipais: o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e o Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis (ITBI), servindo de base para uma visualização clara e transparente do comportamento dos valores imobiliários em cada região da cidade (Hochheim et al., 2016). Por isso, segundo os mesmos autores, ela deve representar a realidade do mercado atual.

No entanto, muitas prefeituras ainda apresentam somente uma lista destes valores por setores fiscais, como é o caso prefeitura de Nova Erechim. A avaliação por setores fiscais, não considera valores diferenciados existentes nestas zonas, conflitando com o princípio da equidade tributária.

Conforme Dantas, Magalhães, Vergolino (2006, p.01), “dados associados à posição que ocupam no espaço são caracterizados pela dependência ou heterogeneidade espacial” e devem ser tratados com modelos que considerem esta característica.

Desta forma, este trabalho propõe-se a diagnosticar a presença dos efeitos espaciais associados aos dados imobiliários, bem como, verificar sua possível incorporação na atualização da PVG para o município de Nova Erechim, obtendo-se assim, justiça fiscal, além de compreender as dinâmicas que afetam os preços no mercado imobiliário local.

2. ÁREA DE ESTUDO

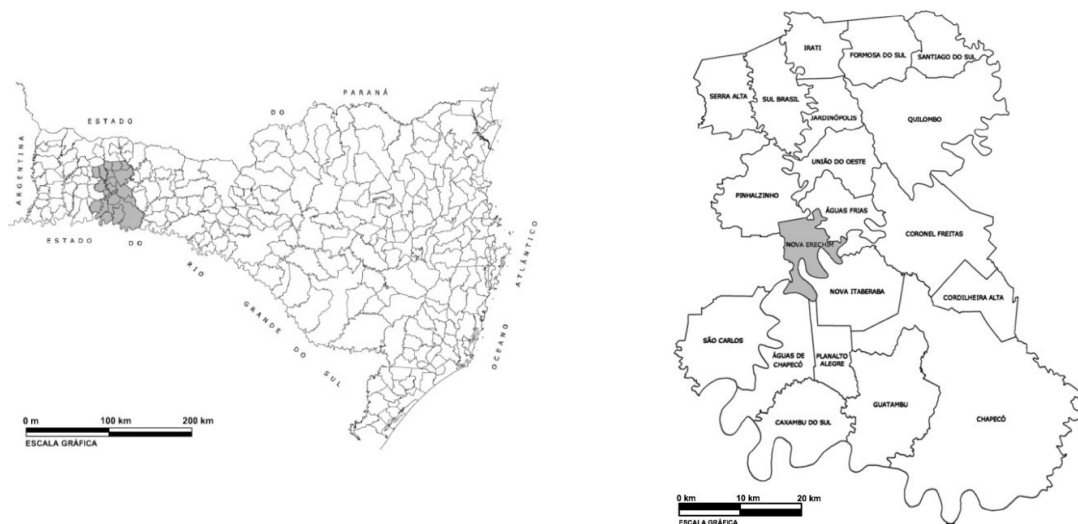
Situada no oeste do estado de Santa Catarina, a cidade de Nova Erechim (Figura 1), assim como diversas outras pequenas cidades, vem passando por mudanças socio-espaciais que interferem e modelam o espaço urbano na medida em que estas transformações são responsáveis por alterar a dinâmica da cidade, influenciando em seu desenvolvimento socio-econômico bem como no modo de vida da população.

Nova Erechim possui sua economia de base estruturada no setor agropecuário, onde atualmente pode-se verificar a implantação de investimentos de grande porte, como frigoríficos, laticínio, incubadora, cooperativas e uma barragem de pequeno porte, fatores estes que imprimem no município uma nova dinâmica, responsável por atrair maiores fluxos e população para o município.

Desta forma, nota-se a diversificação da dinâmica da cidade que aos poucos torna-se parte

da especulação imobiliária, alterando o preço do solo e modificando as preferências da população.

Figura 1 - Localização de Nova Erechim no estado de Santa Catarina e na região da Amosc.



Fonte: AMOSC (2011).

3.2. METODOLOGIA

A delimitação da área de estudo foi fixada pelo perímetro urbano do município de Nova Erechim, e compreende os lotes urbanos destinados ao uso residencial, comercial e misto, conforme legislação municipal. Após esta definição, foi realizada a pesquisa de dados de mercado, visando a composição de uma amostra representativa deste mercado.

As fontes de pesquisa foram sites de imobiliárias, cartório de registro de imóveis e entrevistas aos proprietários que dispunham imóveis à venda, localizados através de placas de anúncios no local, bem como, de entrevistas aos proprietários que haviam realizado a compra ou a venda de algum imóvel na cidade.

A vistoria dos imóveis foi realizada simultaneamente à pesquisa, de forma a complementar as informações sobre as características de cada lote, como: área total, frente projetada, profundidade equivalente, formato, esquina ou meio de quadra, pavimentação, topografia, localização, presença de restrições legais, a existência ou não de benfeitorias sobre o lote, data da transação ou oferta e a distância aos polos de influência previamente definidos. Finalizada a amostra, foram obtidas as coordenadas geográficas E e N de todos os lotes, com auxílio do software Google Earth.

As variáveis independentes testadas foram: área total (m²), frente projetada (m), profundidade equivalente (m), formato, esquina, pavimentação, oferta ou transação, topografia, via principal, data do evento, área de restrição legal, área de restrição legal dividida pela área total do lote, distância ao centro comercial, distância ao centro administrativo e distância ao terminal rodoviário. Entre as variáveis de distância, somente a distância ao centro comercial foi significativa nos modelos.

Para a variável dependente, foram testados: valor unitário (R\$/m²) e valor total (R\$). Foram testadas as transformações na forma direta, inversa, logarítmica, exponencial e raiz

quadrada, visando encontrar um modelo que melhor se ajustasse aos dados de mercado.

Encontrada a equação de regressão que forneceu o melhor ajuste aos dados de mercado, atendendo a todos os pressupostos básicos estabelecidos pela NBR 14653-2:2011, foi realizada a verificação da autocorrelação dos resíduos, inicialmente com a análise do gráfico espacial dos resíduos, que apresentou regiões com agrupamentos de resíduos positivos e regiões com agrupamentos de resíduos negativos, sugerindo a existência de efeitos de dependência espacial. Depois, com o auxílio do software GeoDa, foi realizado o diagnóstico da dependência espacial através de testes estatísticos (Multiplicador de Lagrange - LM), para diversas matrizes de pesos espaciais, para confirmar a existência ou não de dependência espacial no modelo.

Para realizar o tratamento dos efeitos espaciais presentes nos dados de mercado, a literatura oferece dois grandes métodos: a Econometria Espacial, através da Regressão Espacial e o método da Geoestatística, que subdivide-se em duas possibilidades, a Análise de Superfície de Tendência (TSA, do inglês *Trend Surface Analysis*) e a Krigagem. Este trabalho usou a Análise de Superfície de Tendência para eliminação dos efeitos espaciais em grande escala, complementada pela krigagem para análises em uma escala menor.

A preparação dos dados para aplicação da TSA, foi realizada com a inclusão das variáveis de localização a partir das coordenadas UTM's (Universal Transversa de Mercator) dos imóveis. Para evitar a multicolinearidade, usou-se do procedimento encontrado em Chica Olmo e Cano Guervós (s.d., apud Machado, 2006, p. 55), na qual, subtrai-se das coordenadas de cada imóvel da amostra, as coordenadas referentes ao ponto de referência, obtendo-se o valor para as coordenadas X e Y em um sistema local.

Assim, buscou-se uma equação polinomial por meio do processo de regressão múltipla entre os valores dos imóveis e as respectivas localizações geográficas, para cada ordem polinomial. O procedimento objetiva analisar a influência da localização na determinação dos preços praticados no mercado, bem como a inclusão dos efeitos de vizinhança e localização, minimizando os efeitos de autocorrelação espacial.

Realizadas as análises para cada ordem do polinômio de superfície de tendência, verificou-se os resultados para todos os pressupostos da regressão linear clássica previstos na NBR 14653-2:2011, além da aplicação do método de validação cruzada *leave-one-out*.

Na sequência, foi realizada a análise da autocorrelação espacial, através do gráfico espacial dos resíduos para cada ordem do polinômio de superfície de tendência e pelos testes LM-lag e LM-error para todas as matrizes de pesos espaciais referentes a cada ordem do polinômio de superfície de tendência.

Os modelos pesquisados para cada ordem polinomial foram usados para homogeneizar os dados da amostra considerando as características do imóvel paradigma. Foram então criadas figuras através de krigagem, sobre as quais traçaram-se as isolinhas dos valores estimados pela regressão, possibilitando a identificação dos polos de valorização e/ou desvalorização para todas as ordens estudadas, bem como, a verificação de qual ordem apresenta resultados condizentes com a realidade do mercado imobiliário do município de Nova Erechim.

Por fim, definida a ordem do polinômio de superfície de tendência que apresentou os melhores resultados, foi confeccionada a PVG para o município de Nova Erechim.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este item apresenta os resultados obtidos através do ajuste de diversas equações de

regressão. Além das estatísticas, serão apresentadas figuras temáticas para cada uma das ordens de superfície de tendência, incluindo também o modelo de regressão linear clássico.

A representação de todas as superfícies polinomiais é feita através de curvas de isovalores, que foram estimadas pelas equações de regressão ajustadas ao valor de mercado do lote padrão (imóvel paradigma), sobre as coordenadas UTM de todos os dados observados. Como paradigma, foi considerado em lote de 560 m², com topografia plana, sem área com restrições legais e situado em rua pavimentada.

4.1. Modelo Clássico de Regressão

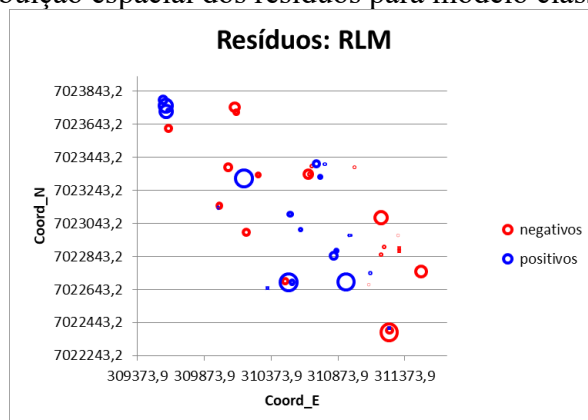
Após realizada a verificação de todas as hipóteses básicas, o modelo adotado é apresentado pela Equação 1.

$$\ln(VT) = 9,02622748726614 + 7,14134941985919^{-02} \times \sqrt{[AT]} + (-1,58807532533178^{-04}) \times [DC] + 0,172815141141562 \times [PV] + 0,426175773778554 \times [OT] + 0,153544257078291 \times [TOP] \quad (1)$$

Em que: **VT**: valor total do lote; **AT**: área total do lote; **DC**: distância ao centro comercial; **PV**: via pavimentada; **OT**: oferta ou transação; **TOP**: topografia.

A Figura 2 representa a distribuição espacial dos resíduos negativos e positivos para o modelo clássico de regressão. Para que seja verificada a ausência de autocorrelação espacial, espera-se que os resíduos negativos e positivos, grandes e pequenos estejam dispostos aleatoriamente. No entanto, observa-se que tanto os resíduos positivos e negativos, sejam eles grandes ou pequenos, não estão aleatoriamente distribuídos pelo gráfico, visto que aparecem de forma agrupada em algumas regiões, indicando a presença de autocorrelação espacial.

Figura 2 - Distribuição espacial dos resíduos para modelo clássico de regressão.



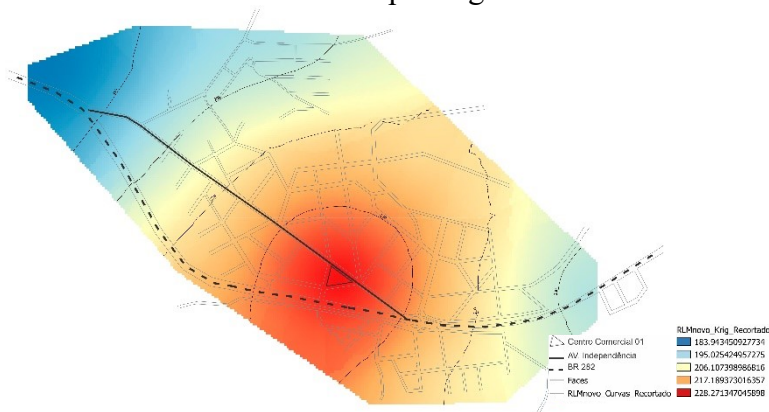
Fonte: Autores (2019).

A partir desta análise gráfica, realizou-se testes estatísticos no software GeoDa, cujos resultados apontaram para a existência de defasagem espacial para as distâncias de 836 metros, 1.031 metros, 1.421 metros e 1.615 metros.

A Figura 3 apresenta a krigagem e as isolinhas obtidas para o Modelo Clássico de Regressão, para o valor de mercado em R\$/m² estimado para o lote paradigma. Nas figuras que

serão apresentadas neste texto, a escala de cores representa em azul os menores valores e em vermelho os maiores valores.

Figura 3. Krigagem e curvas de isovalores do lote paradigma – modelo clássico de regressão.



Fonte: Autores (2019).

A interpretação da Figura 3 para o Modelo Clássico de Regressão, sugere que a valorização do lote paradigma ocorre a partir de um polo central da malha urbana do município de Nova Erechim, pois foi incluída no modelo a variável de localização DC, que considera a distância dos imóveis até a Praça Central (identificada por um triângulo) que coincide com o Centro Comercial. Assim, verifica-se que o valor dos imóveis decresce a partir desta área central, no entanto, esta distância considerada é baseada em apenas uma medida, portanto ocorre somente em um sentido e não considera comportamento do valor nas direções X e Y, destoando dos valores observados no mercado. Na Figura 3 também podem-se observar os dois grandes eixos estruturais da cidade, que cortam a malha urbana de leste a oeste, a Av. Independência (linha contínua) e a BR 282 (linha tracejada).

4.2. Modelo para a superfície de tendência de primeira ordem

O modelo que atendeu a todos os requisitos da NBR 14653-2 é visto na Equação 2.

$$\ln(VT) = 9,43410160297422 + 8,27576791385963^{-02} \times \sqrt{[AT]} + 2,03087487926027^{-05} \times \frac{1}{[A_RL]^2} + 0,650998136228327 \times [OT] + (-0,645165898939299) \times \frac{1}{\sqrt{[TOP]}} + (-3,02956902811129^{-04}) \times [X] + (-2,82747829753496^{-04}) \times [Y] \quad (2)$$

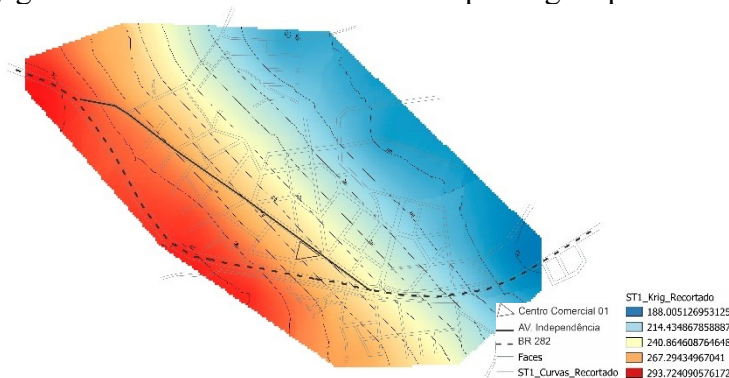
Em que: **VT**: valor total do lote; **AT**: área total do lote; **A_RL**: área de restrição legal; **OT**: oferta ou transação; **TOP**: Topografia; **X**: abcissa (sistema local); **Y**: ordenada (sistema local).

Testes estatísticos feitos no software GeoDa apontaram para a existência de defasagem espacial para a distância de 503 metros.

A Figura 4 permite visualizar qual é a tendência da variação dos valores do lote paradigma no território. “A superfície de tendência de primeira ordem apresenta a forma de um plano que, segundo Schroeder e Sjoquist (1976, apud Medvid, 2012, p. 63), apresentam ao investigador uma tendência global do comportamento espacial da variável de interesse”. A figura para a

superfície de tendência de primeira ordem, mostra que a valorização dos lotes ocorre a partir do Leste em direção ao Oeste e a partir do Norte em direção ao Sul da malha urbana do município de Nova Erechim, principalmente entre dois grandes eixos estruturais da cidade, que cortam a malha urbana de leste a oeste, a Av. Independência e a BR 282.

Figura 4: Krigagem e curvas de isovalores do lote paradigma para ST de 1ª ordem.



Fonte: Autores (2019).

Assim, verifica-se que a tendência global de comportamento dos preços para a superfície analisada é aceitável, considerando os valores observados no mercado imobiliário de lotes urbanos para o município de Nova Erechim.

4.3. Modelo para a superfície de tendência de segunda ordem

O modelo que atendeu a todos os requisitos da NBR 14653-2 é visto na Equação 3.

$$\ln(VT) = 9,85073491965244 + 7,94327951096387^{-02} \times \sqrt{[AT]} + 0,555503677950193 \times [OT] + (-0,612601060227829) \times \frac{1}{\sqrt{[TOP]}} + 4,41336398647286^{-04} \times [Y] + (-7,99354706491633^{-07}) \times [X2] + (-1,72394230012517^{-06}) \times [Y2] + (-1,81102530472175^{-06}) \times [XY] \quad (3)$$

Em que: **VT**: valor total do lote; **AT**: área total do lote; **OT**: oferta ou transação; **TOP**: Topografia; **X**: abcissa (sistema local); **Y**: ordenada (sistema local).

Testes estatísticos feitos no software GeoDa apontaram para a existência de autocorrelação espacial para a distância de 224 metros.

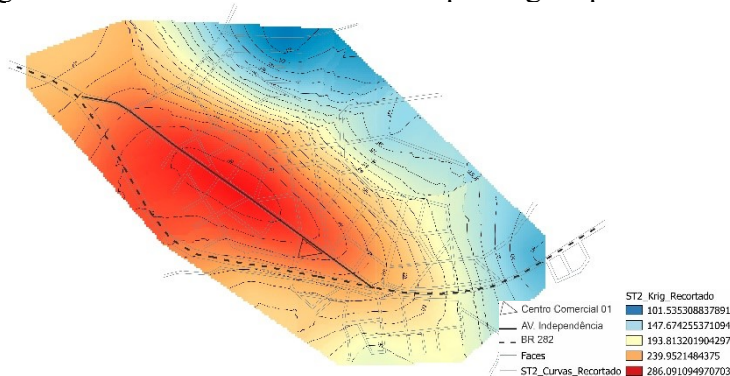
A **Erro! Fonte de referência não encontrada.gura 5** **Erro! Fonte de referência não encontrada.** permite visualizar qual é a tendência da variação dos valores do lote paradigma no território. A superfície de tendência (ST) de segunda ordem “apresenta uma formação parabólica, segundo Schroeder e Sjoquist (1976, apud Medvid, 2012, p. 68), o traçado de um mapa através de uma equação de segundo grau pode ser importante na fase inicial de estudos de gradiente do fenômeno de interesse,” identificando processos de variação em forma circular, com gradientes que crescem ou decrescem a partir de um ponto central.

A interpretação da figura para a superfície de tendência de segunda ordem, mostra que a variação dos valores unitários do lote paradigma no território estudado decrescem a partir de um polo central do município, mostrando valores mais elevados na região central da Av.

Independência.

Observa-se que existe uma tendência de desvalorização imobiliária dos lotes urbanos que ocorre principalmente e de forma mais acentuada em direção ao bairro de interesse social mais novo do município, e, portanto, menos desenvolvido, o Bairro Morada do Sol, bem como, em direção às áreas rurais do município, demonstrando que, quando os lotes se situam próximos a estas áreas e respectivamente longe do centro, seus valores tendem a diminuir.

Figura 5: Krigagem e curvas de isovalores do lote paradigma para ST de 2ª ordem.



Fonte: Autores (2019).

Portanto, esta superfície sugere que a valorização dos lotes urbanos ocorre de forma monocêntrica para o território em estudo.

4.4. Modelo para a superfície de tendência de terceira ordem

O modelo que atendeu a todos os requisitos da NBR 14653-2 é visto na Equação 4.

$$\ln(VT) = 6,4263861220467 + 0,810016351896552 \times \ln[AT] + 0,321415103157673 \times [OT] + (-8,86097264525588^{-07}) \times [X2] + (-2,41160629626452^{-06}) \times [Y2] + (-1,20424723602705^{-06}) \times [XY] + 1,78904781952407^{-09} \times [Y3] \quad (4)$$

Em que: **VT**: valor total do lote; **AT**: área total do lote; **OT**: oferta ou transação; **X**: abcissa (sistema local); **Y**: ordenada (sistema local).

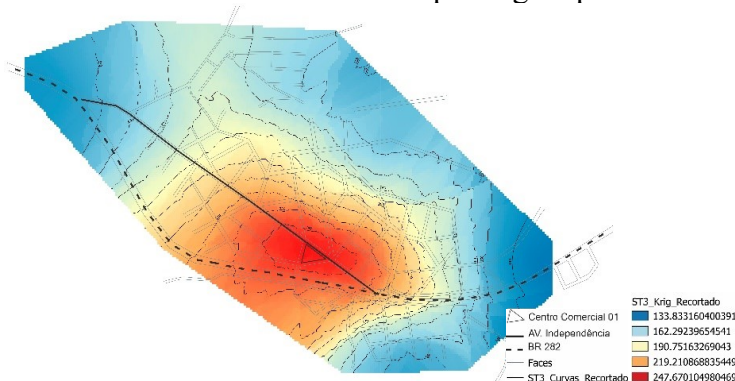
Testes estatísticos feitos no software GeoDa indicaram a inexistência de autocorrelação espacial para todas as distâncias testadas, comprovando a eficácia da aplicação da ST.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**6 permite visualizar qual é a tendência da variação dos valores do lote paradigma no território, reforçando a tendência de comportamento monocêntrico dos valores no território em estudo, como já evidenciado pelo mapa de isolinhas para o modelo de regressão polinomial de segunda ordem.

No entanto, para a terceira ordem, o gradiente apresenta um aspecto mais próximo da realidade do comportamento observado nos preços de mercado, situando a cor vermelha e as isolinhas sobre a praça central do município, a partir da qual são desenvolvidas boa parte das atividades comerciais, comprovando a centralidade e atratividade deste polo. Portanto, verifica-se que os valores decrescem a partir deste local, para as demais regiões do território.

Outro polo de desvalorização que não ficou evidente para as superfícies de tendência de primeira e segunda ordem, é o Cemitério Municipal. Além disso, a partir do centro em direção ao Cemitério está situada a região cuja desvalorização ocorre de forma mais acentuada, pois nesta região também ocorre a concentração de indústrias moveleiras, desvalorizando a região em parte devido ao potencial de poluição atmosférica.

Figura 6: Krigagem e curvas de isovalores do lote paradigma para ST de 3ª ordem.



Fonte: Autores (2019).

Portanto, a superfície de tendência ajustada pela terceira ordem polinomial apresentou maior coerência com o mercado imobiliário em relação às superfícies ajustadas para a primeira e segunda ordem polinomial. As evidências encontradas enfatizam a importância em se considerar o valor da localização para as avaliações em massa de imóveis.

4.5. Modelo para a superfície de tendência de quarta ordem

O modelo que atendeu a todos os requisitos da NBR 14653-2 é visto na Equação 5.

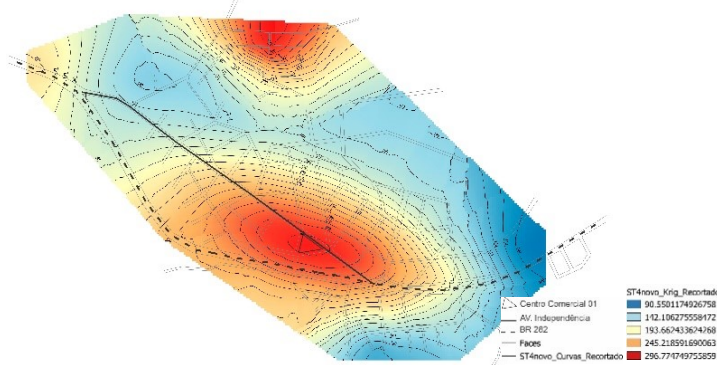
$$\ln(VT) = 6,73339464106225 + 0,78683464692612 \times \ln[AT] + 0,330943819824537 \times [OT] + (-1,24873536605492^{-06}) \times [X2] + (-4,66129811026913^{-06}) \times [Y2] + (-2,5133463901018^{-06}) \times [XY] + 1,93969962113414^{-09} \times [Y3] + 4,14169079904475^{-12} \times [X2Y2] + 7,4013619879805^{-12} \times [XY3] + 4,15174912166052^{-12} \times [Y4] \quad (5)$$

Em que: **VT**: valor total do lote; **AT**: área total do lote; **OT**: oferta ou transação; **X**: abcissa (sistema local); **Y**: ordenada (sistema local).

Testes estatísticos feitos no software GeoDa confirmaram a inexistência de autocorrelação espacial para todas as matrizes de pesos testadas.

A Figura 7 permite visualizar a tendência da variação dos valores do lote paradigma no território. No entanto, ao contrário das superfícies analisadas anteriormente, esta superfície apresenta uma tendência de comportamento policêntrico dos valores no território em estudo, o que não reflete o comportamento observado no mercado imobiliário. Esta superfície não reflete as variações dos valores dos lotes urbanos no território, tanto no que tange às previsões de valor, quanto ao gradiente apresentado pelas isolinhas.

Figura 7: Krigagem e curvas de isovalores do lote paradigma para ST de 4ª ordem.



Fonte: Autores (2019).

Cabe enfatizar que, para todas as superfícies analisadas, existe uma tendência característica às superfícies de tendência que é a de extrapolação das previsões de valores nas regiões de borda da área pesquisada, devido a carência de informações de mercado, gerando distorções que afastam os valores estimados do comportamento dos valores observados no mercado.

4.6. Escolha do melhor modelo

Analisados todos os modelos individualmente, passamos a análise comparativa entre eles (Tabela 1).

Tabela 1: Comparação entre os modelos de regressão ajustados.

ESTATÍSTICAS	MODELO CLÁSSICO DE REGRESSÃO	1ª ORDEM SUPERFÍCIE TENDÊNCIA	2ª ORDEM SUPERFÍCIE TENDÊNCIA	3ª ORDEM SUPERFÍCIE TENDÊNCIA	4ª ORDEM SUPERFÍCIE TENDÊNCIA
(r)	0,9302	0,8903	0,9177	0,9030	0,9366
(r ²)	0,8654	0,7927	0,8421	0,8155	0,8773
(r ² ajustado)	0,8472	0,7644	0,8158	0,7898	0,8482
(Sy)	0,2418	0,3416	0,3051	0,2858	0,2471
(Sy) – R\$	36.159,55	65.466,43	58.999,11	40.988,20	35.698,66
Significância Global do modelo	4,12x10 ⁻¹³ %	1,63x10 ⁻¹¹ %	7,15x10 ⁻¹³ %	2,94x10 ⁻¹² %	1,19x10 ⁻¹² %

Fonte: Autores (2019).

Os resultados apontam a superfície de tendência de 4ª ordem como sendo a mais ajustada e com menor erro padrão. Contudo, conforme comentado nas análises individuais, o modelo que melhor explica o comportamento do mercado imobiliário é o modelo ajustado para a terceira ordem de superfície de tendência.

Para todos os modelos de regressão estudados foi aplicado o método de validação *leave-one-out*. A tabela 2 apresenta o resultado da aplicação deste método para o modelo ajustado por regressão linear clássica (RLM) e para o modelo ajustado pela terceira ordem do polinômio de

superfície de tendência (ST 3). Nota-se que o modelo clássico de regressão obteve os melhores resultados.

Tabela 2: Resultados da validação (leave-one-out).

	Resíduo Mínimo	Resíduo Máximo	Desvio Médio dos Resíduos	Erro Quadrático médio
Resíduo (RLM)	-65.866,82	160.889,68	19.334,84	33.434,78
Resíduo (ST 3)	-48.555,65	200.485,88	23.727,06	38.790,10

Fonte: Autores (2019).

No entanto, ainda que possua as melhores estatísticas, o modelo clássico de regressão não poderia ser usado para confecção da Planta de Valores Genéricos por ter apresentado autocorrelação espacial, bem como, por ter seus valores estimados mais distantes da realidade observada para os valores no mercado.

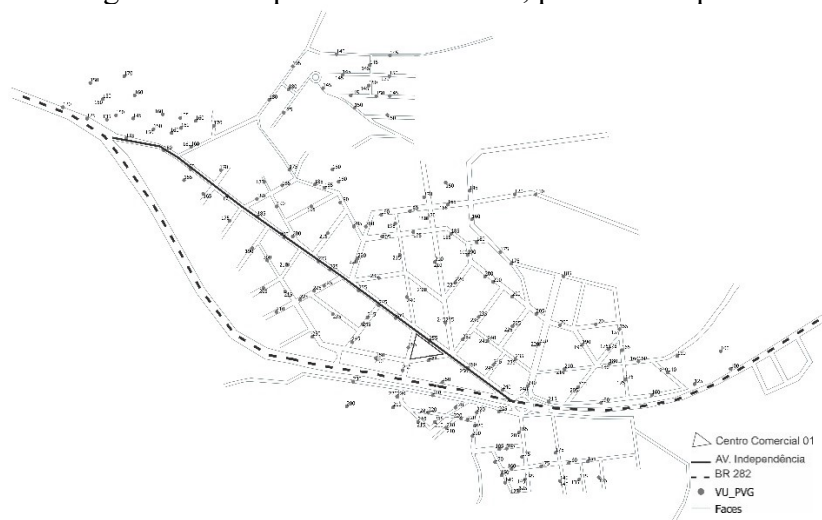
Já o modelo ajustado para a terceira ordem de superfície de tendência atendeu a todos os pressupostos básicos da regressão linear clássica, bem como eliminou os efeitos espaciais através da incorporação dos mesmos, além de ter apresentado valores estimados mais próximos da realidade dos valores observados no mercado. Por isso, este modelo foi usado para a confecção da Planta de Valores Genéricos para o município de Nova Erechim.

4.7. Confecção da Planta de Valores Genéricos

Para calcular o valor em R\$/m² para cada face de quadra objetivando a confecção da PVG, foram utilizadas as características definidas para o lote padrão levando em consideração apenas as variáveis utilizadas para o modelo de superfície de tendência de terceira ordem.

Destaca-se que foi necessário realizar um procedimento de ajuste dos valores nas regiões de borda da área pesquisada, as quais apresentam carência de informações de mercado, estimando valores mais afastados do comportamento real observado nos valores dos imóveis. O valor em R\$/m² para cada face de quadra está representado na Figura 8.

Figura 8: PVG para Nova Erechim, por face de quadra.



Fonte: Autores (2019).

5. CONCLUSÕES

De modo geral a aplicação da técnica de análise de superfície de tendência se sobressai ao método de regressão clássico, na medida em que permite incorporar os efeitos de dependência espacial, atendendo tanto aos pressupostos básicos utilizados no Método Comparativo Direto de Dados de Mercado, quanto ao princípio de independência espacial dos resíduos. Isto é fundamental quando se trabalha com dados associados à posição espacial, como é o caso de avaliações em massa para fins de tributação e elaboração de PVG's.

A partir da comparação realizada, fica evidente que nem sempre o modelo estatisticamente mais significativo e que atende a todos os pressupostos básicos estabelecidos pela NBR14653-2:2011 seja o melhor modelo para explicar o comportamento do mercado imobiliário.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-2: Avaliação de bens Parte 2: Imóveis urbanos.** Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO OESTE DE SANTA CATARINA. Chapecó, 2017. Disponível em: <http://www.amosc.org.br/index/detalhes-municipio/codMapaItem/42488/codMunicipio/170>. Acesso em: 28 jul. 2017.

DANTAS, Rubens Alves; MAGALHÃES, André Matos; VERGOLINO, José Raimundo de Oliveira. **Diagnóstico e incorporação de Efeitos Espaciais em modelos de regressão aplicados na avaliação de imóveis.** [Sl.]: XXI Congresso Panamericano de Avaliações. Cartagena (Colômbia), 2004.

HOCHHEIM, Norberto et al. **Tributação Imobiliária e Planta de Valores Genéricos.** Chapecó: [s.n], 2016.

MACHADO, Elizândra Francisco. **Elaboração de planta de valores genéricos para zona rural com uso de superfície de tendência.** 2006. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

MEDVID, Marcelo. **Análise de superfície de tendência, por regressão polinomial, aplicada ao estudo do valor da localização de apartamentos no mercado imobiliário de Curitiba/PR.** 2012. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Geoprocessamento, Universidade Federal do Paraná, 2012.