

CARLOS AUGUSTO ZILLI  
LUIZ FERNANDO PALIN DROUBI  
NORBERTO HOCHHEIM

**INFLUÊNCIA ESPACIAL DAS VARIÁVEIS DE LOCALIZAÇÃO  
SOBRE O VALOR DE APARTAMENTOS COM USO DE MODELAGEM  
GWR**

Trabalho de Avaliação

Goiânia/GO  
2021

# INFLUÊNCIA ESPACIAL DAS VARIÁVEIS DE LOCALIZAÇÃO SOBRE O VALOR DE APARTAMENTOS COM USO DE MODELAGEM GWR

## RESUMO

O valor de mercado de um bem imóvel é influenciado por diversos fatores, entre eles a localização. O modelo de regressão geograficamente ponderada (GWR) tem sido utilizado com sucesso no estudo dos fatores de influência sobre o valor de mercado de bens imóveis, podendo superar o modelo de regressão clássico e sendo capaz de realizar análises a partir uma perspectiva espacial local. Este trabalho apresenta um estudo acerca da influência espacial das variáveis de localização sobre o valor de mercado de imóveis, com o objetivo de compreender de maneira pormenorizada os fatores determinantes da heterogeneidade espacial presente no preço de apartamentos residenciais na região central de Florianópolis/SC, utilizando, para este fim, a modelagem GWR. O método consiste em investigar, utilizando uma base contendo 107 dados de apartamentos, os efeitos espaciais das variáveis distância à Avenida Beira-Mar, ao Hospital Público Central, ao Shopping Beira-Mar e à Praça XV de Novembro, sobre o valor de mercado dos imóveis da região, utilizando modelagem por regressão geograficamente ponderada. Os resultados mostraram que a Avenida Beira-Mar tem forte impacto positivo sobre o valor de mercado dos apartamentos da região, indicando que, quanto mais próximo desta avenida o imóvel estiver, maior será o seu valor. O mesmo comportamento foi identificado para o Hospital Público Central, mas em menor impacto. Por fim, o impacto espacial do Shopping Beira-Mar e da Praça XV de Novembro sobre o valor dos imóveis apresentou comportamento não regular.

**Palavras-Chave:** Avaliação de Imóveis, Regressão Geograficamente Ponderada (GWR), Influência Espacial, Variáveis de Localização, Econometria Espacial.

## 1. INTRODUÇÃO

Conforme a Constituição Federal do Brasil (1988), o IPTU é um tributo municipal de base imobiliária, calculado a partir do valor venal da propriedade urbana, que pode ter alíquotas diferenciadas, de acordo com a localização e a utilização do referido bem imóvel.

Percebe-se, então, que a variável localização do bem imóvel é um elemento importante na determinação do seu valor venal, que servirá como base para o cálculo do referido tributo.

Observa-se, no mercado imobiliário, que as variáveis de localização que participam da valorização de um imóvel são inúmeras: características gerais do município e do bairro, proximidade a centros comerciais, culturais, educação, saúde, segurança pública, proximidade a fatores ambientais desejáveis ou indesejáveis, entre outros (Trivelloni *et al.*, 2006).

Contudo, entre todas as variáveis que explicam o valor de mercado de um imóvel, aquelas relacionadas à localização são as mais complexas para o avaliador analisar e modelar. Entre as técnicas utilizadas para esta modelagem, está a regressão geograficamente ponderada (GWR).

Gao *et al.* (2007) utilizaram o modelo de regressão espacial global (SAR) e de regressão espacial local (GWR) para investigar os fatores de influência do valor dos imóveis, indicando maior precisão nos resultados obtidos pela modelagem local. Zhi

*et al.* (2009) aplicaram o modelo GWR para analisar a distribuição espacial dos fatores que influenciam o valor de terrenos residenciais em Nanjing, com resultados mostrando que esta modelagem apresenta boas estimativas para explicar a variação espacial dos fatores de influência do preço dos terrenos.

O modelo GWR foi utilizado também por Liu *et al.* (2019) para investigar a distribuição espacial dos fatores de influência do preço de terrenos residenciais, a fim de compreender os fatores que impulsionam a heterogeneidade espacial no preço de terrenos residenciais na cidade de Cangzhou. Os resultados mostraram que a modelagem GWR foi capaz de explicar com maior assertividade os motivos que impulsionaram a heterogeneidade espacial no preço de terrenos.

Entretanto, no Brasil, não se encontrou pesquisas que utilizam a modelagem GWR para estudar os fatores de localização que influenciam o valor de mercado de bens imóveis. Neste contexto, o problema consiste em responder em que grau se dá a influência das variáveis de localização na definição do valor de mercado de apartamentos na região de Florianópolis? Ressalta-se que este estudo não tem a pretensão de gerar um modelo para avaliação individual de imóveis.

Busca-se, desta forma, investigar a influência das variáveis de localização sobre o valor de mercado de bens imóveis na região de Florianópolis/SC, utilizando regressão geograficamente ponderada (GWR), técnica de modelagem espacial local, com o objetivo de compreender os fatores determinantes da heterogeneidade espacial presente no valor de apartamentos.

## 2. REGRESSÃO GEOGRAFICAMENTE PONDERADA

O modelo de regressão espacial global é capaz de refletir apenas tendências globais e ignorar algumas variações espaciais locais significativas. Para resolver este problema, o modelo de regressão geograficamente ponderada (GWR) pode ser empregado. O modelo GWR, proposto inicialmente por Fotheringham, Charlton e Brunson (1996), é uma técnica não estacionária que modela relações espaciais variáveis. Com base em Fotheringham *et al.* (2002), um modelo GWR básico para o mercado imobiliário pode ser especificado como mostra a Equação 01.

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^p \beta_j(u_i, v_i) \cdot x_{ij} + \varepsilon_i \quad i = 1, \dots, n \quad (01)$$

Onde  $y_i$  é a variável dependente no local  $i$ ,  $x_{ij}$  é a  $j$ -ésima variável independente em  $i$ ,  $\beta_0(u_i, v_i)$  é o parâmetro de intercepto em  $i$ ,  $\beta_j(u_i, v_i)$  o coeficiente de regressão local para a  $k$ -ésima variável independente em  $i$ ,  $(u_i, v_i)$  é a coordenada do local  $i$  e  $\varepsilon_i$  é o erro aleatório em  $i$ .

O modelo GWR faz uma calibração tendo como base as observações em torno de cada ponto de regressão, sendo que as observações mais próximas devem ter um impacto maior no conjunto local de coeficientes do que as observações mais distantes (Fotheringham *et al.*, 1998).

Para que se possa estimar os parâmetros do modelo GWR, é importante escolher o critério para decidir sobre a matriz de ponderação. Os pesos são normalmente obtidos por meio de uma função *kernel* espacial, sendo frequentemente utilizados *kernel* fixo e o *kernel* variável.

Em uma função de ponderação com *kernel* fixo, uma largura de banda ótima é calculada e aplicada sobre a área de estudo. A função de ponderação mais comumente usada e que trouxe melhores resultados para este estudo, é a função gaussiana fixa dada pela Equação (2).

$$W_{ij} = \exp[-(d_{ij} / \beta)^2] \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (02)$$

Onde  $W_{ij}$  é o peso atribuído à observação  $j$  presente na amostra;  $d_{ij}$  é a distância entre a observação  $j$  e o ponto de regressão  $i$ ; e  $\beta$  é a largura de banda, um parâmetro-chave para controlar a magnitude da redução da distância. Uma largura de banda pequena resulta em um declínio de distância muito rápido, enquanto um valor maior resultará em um esquema de ponderação mais suave. Este parâmetro pode ser definido manualmente ou por algum método adaptativo, como minimização de validação cruzada (CV) ou do critério de Akaike (AIC).

### 3. ÁREA DE ESTUDO, MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa tem como área de investigação o bairro Centro, no município de Florianópolis, SC. O Centro é um bairro nobre da região central de Florianópolis. Embora esteja no oeste da Ilha de Santa Catarina, o Centro está geograficamente no centro da área urbana da Grande Florianópolis e é área mais densa e verticalizada da Ilha de Santa Catarina. A avenida mais conhecida do Centro é a Avenida Beira-Mar Norte que, além de ciclovia e calçadão, possui alguns dos apartamentos mais caros da cidade. A localização do Centro é visto na Figura 01.



Figura 01: Posição espacial da área de estudo em Florianópolis, SC.

Como material para esta pesquisa utilizou-se os dados de mercado coletados por Zilli (2020). São ao todo 225 dados de apartamentos dos quais separou-se exatamente os 107 dados que estão contidos no bairro Centro, de Florianópolis. Os dados foram aplicados nos *softwares* QGis 2.18, para o cálculo de distâncias; GWR4 (Nakaya *et al.*, 2016) para modelagem espacial local; e Surfer 15, para geração das superfícies de coeficientes de cada variável analisada.

Na Figura 2 a seguir, é apresentada a descrição e a sequência das etapas metodológicas realizadas neste estudo para que se pudessem atingir os objetivos propostos.

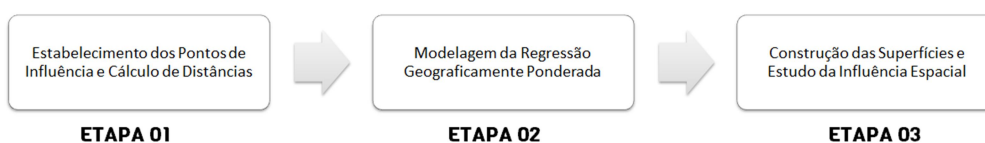


Figura 02: Etapas metodológicas realizadas neste estudo.

**ETAPA 01** - Extraíu-se, inicialmente, as informações relativas ao valor unitário (R\$/m<sup>2</sup>) e as coordenadas UTM de cada um dos 107 dados da amostra. Estabeleceu-se, ainda, como possíveis pontos de investigação de influência espacial, a Avenida Beira-Mar Norte (ABM), o Hospital Público Central (HPC), o Shopping Beira-Mar Norte (SBM) e a Praça XV de Novembro (PXV), todos localizados na área central de Florianópolis/SC. Na Figura 02 pode-se visualizar a espacialização dos 107 dados, com os respectivos pontos de investigação.

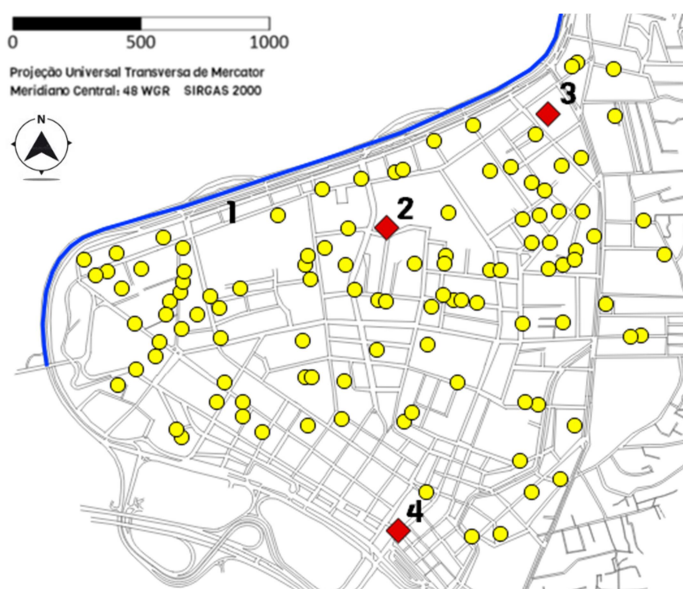


Figura 02: Espacialização dos dados de mercado utilizados neste estudo.

Utilizando-se o *software* QGis 2.18, calculou-se a menor distância entre os pontos de influência espacial investigados (1, 2, 3 e 4 da Figura 02) e cada um dos 107 imóveis contidos na amostra. Na Tabela 02 verifica-se o efeito esperado para cada um destes pontos.

Variável de Influência	Padrão da Variável	Efeito Esperado
1. Avenida Beira-Mar Norte (ABM)	menor distância (m)	positivo
2. Hospital Público Central (HPC)	menor distância (m)	positivo
3. Shopping Beira-Mar Norte (SBM)	menor distância (m)	positivo
4. Praça XV de Novembro (PXV)	menor distância (m)	positivo

Tabela 01: Variáveis de influência consideradas e o efeito esperado.

**ETAPA 02** - Os dados, agora com as quatro variáveis de localização calculadas, foram processados no *software* GWR4 (Nakaya *et al.*, 2016), que realiza modelagem por regressão geograficamente ponderada (GWR). Realizaram-se diversas simulações para que se obtivesse a melhor função de ponderação (*kernel*) e melhor largura de banda (*bandwidth*) para os dados da amostra. O *software* fornece os coeficientes médios de cada uma das variáveis, os coeficientes locais para cada dado da amostra e algumas estatísticas básicas do modelo local gerado.

**ETAPA 03** - Gerou-se, no *software* Surfer 15, as superfícies gradientes contendo os coeficientes locais de cada uma das variáveis de localização consideradas. Procedeu-se, então, com a análise da distribuição da influência espacial de cada uma destas quatro variáveis de localização.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o auxílio do *software* GWR4, gerou-se, a partir dos 107 dados de mercado selecionados para este estudo, um modelo de regressão geograficamente ponderada, em que os  $\beta_s$  representam os coeficientes de regressão de cada uma dos fatores de influência, conforme (3):

$$VU_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_{ABM}(u_i, v_i) \times (ABM) + \beta_{HPC}(u_i, v_i) \times (HPC) + \beta_{SBM}(u_i, v_i) \times (SBM) + \beta_{PXV}(u_i, v_i) \times (PXV) + \varepsilon_i \quad (03)$$

Onde  $VU_i$  representa o valor unitário do imóvel, em R\$/m<sup>2</sup>;  $\varepsilon_i$  representa o resíduo do  $i$ -ésimo imóvel da amostra;  $\beta_0$  representa o intercepto do modelo de regressão geograficamente ponderada;  $\beta_{ABM}$ ,  $\beta_{HPC}$ ,  $\beta_{SBM}$  e  $\beta_{PXV}$  são os coeficientes que representam, respectivamente, o grau de influência da Avenida Beira-Mar Norte, do Hospital Público Central, do Shopping da Beira-Mar e da Praça XV de Novembro na posição de coordenadas  $(u_i, v_i)$ .

Para determinação da largura de banda e *kernel* de ponderação espacial ótimos, utilizou-se o *software* GWR4 e a função “*golden section search*”, que busca encontrar de forma automática a largura de banda e o *kernel* que minimizam o critério de informação de Akaike (AIC).

Desta forma, a função de ponderação espacial e a largura de banda que minimizavam o AIC (critério escolhido para geração do modelo), foi a gaussiana fixa com  $\beta = 1.034,80$  m. Os resultados obtidos para as estatísticas fundamentais são apresentados na Tabela 02.

	Médio	Mínimo	1º Qtil	Mediano	3º Qtil	Máximo	DP
$\beta_{ABM}$	- 1,895	- 3,050	- 2,188	- 1,925	- 1,623	- 0,578	0,487
$\beta_{HPC}$	- 1,428	- 2,374	- 1,643	- 1,402	- 1,203	- 0,609	0,348
$\beta_{SBM}$	- 0,575	- 1,319	- 0,744	- 0,538	- 0,437	0,098	0,274
$\beta_{PXV}$	- 0,377	- 1,971	- 0,688	- 0,300	- 0,058	0,980	0,567

Tabela 02: Estatísticas relativas aos parâmetros do modelo GWR.

Tomar-se-á como base, para análise da influência espacial das variáveis de localização sobre o valor de mercado dos imóveis, os coeficientes médios obtidos para a modelagem GWR.

#### 4.1. INFLUÊNCIA ESPACIAL DA AVENIDA BEIRA-MAR NORTE

No mercado imobiliário de Florianópolis, espera-se que a proximidade à Avenida Beira-Mar Norte cause um impacto positivo sobre o valor de mercado dos imóveis da área em estudo, fazendo com que ocorra sua valorização. O sinal negativo do coeficiente médio  $\beta_{ABM}$  confirma esta expectativa. A influência espacial da variável ABM é apresentada por meio da Figura 03.

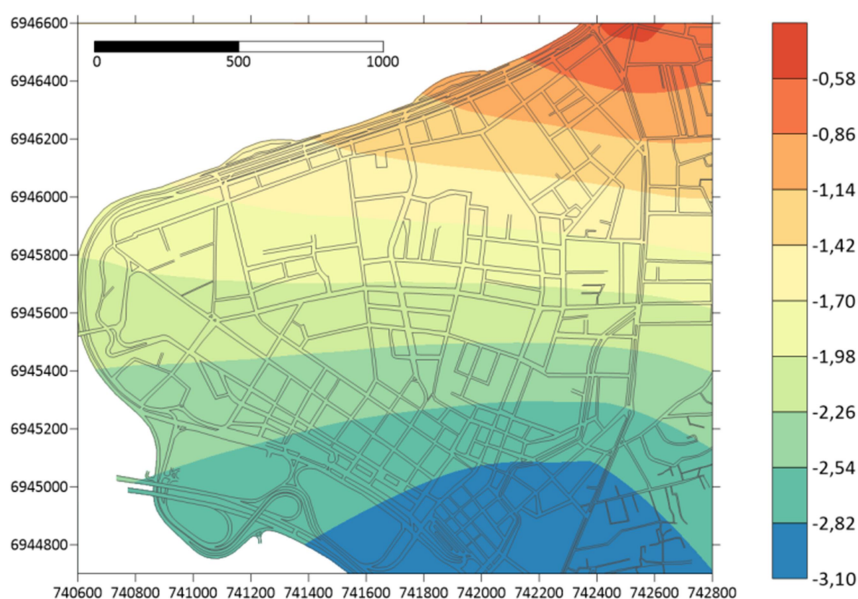


Figura 03: Influência espacial da variável ABM sobre o valor unitário dos imóveis.

Observa-se, por meio da Tabela 02 e Figura 03, que a Avenida Beira-Mar Norte tem um impacto positivo sobre o valor de mercado dos apartamentos ao longo de toda a extensão da área em estudo, apresentando grande diferença espacial no grau de impacto.

Verifica-se, também, que os imóveis que estão ao longo da Avenida Beira-Mar possuem uma influência espacial com maior grau de impacto, com destaque para os imóveis na região nordeste da Figura 03, cujo coeficiente médio é de aproximadamente  $-0,58$ . O impacto maior naquela direção justifica-se pelo



desenvolvimento da região, em que na sequência tem-se o bairro Agrônômica, bastante valorizado na região central de Florianópolis.

Este bairro, de desenvolvimento mais recente, apresenta edifícios mais novos, de alto padrão, ao longo da Avenida Beira-Mar.

Com relação à região ao sul da Figura 03, observa-se que a Avenida Beira-Mar ainda apresenta uma influência espacial positiva, mas com menor grau de impacto.

Destaca-se, ainda, que dentre as quatro variáveis modeladas (ABM, HPC, SBM, PXV), a Avenida Beira-Mar Norte é a que tem a maior influência espacial, cujo valor médio desta variável foi de  $\beta_{ABM} = -1,895$ , superando em mais de 32% a segunda colocada.

Pode-se constatar, então, que a Avenida Beira-Mar Norte está positivamente correlacionada com o valor de mercado dos imóveis da área em estudo, ou seja, quanto mais próximo desta avenida, maior é o valor de mercado dos apartamentos.

#### 4.2. INFLUÊNCIA ESPACIAL DO HOSPITAL PÚBLICO CENTRAL

Com relação ao equipamento de saúde, espera-se que a proximidade ao Hospital Público (Governador Celso Ramos) cause um impacto positivo sobre o valor de mercado dos imóveis da área em estudo, fazendo com que ocorra a sua valorização. O sinal negativo do coeficiente médio  $\beta_{HPC}$  confirma esta expectativa. A influência espacial da variável HPC é vista na Figura 04.

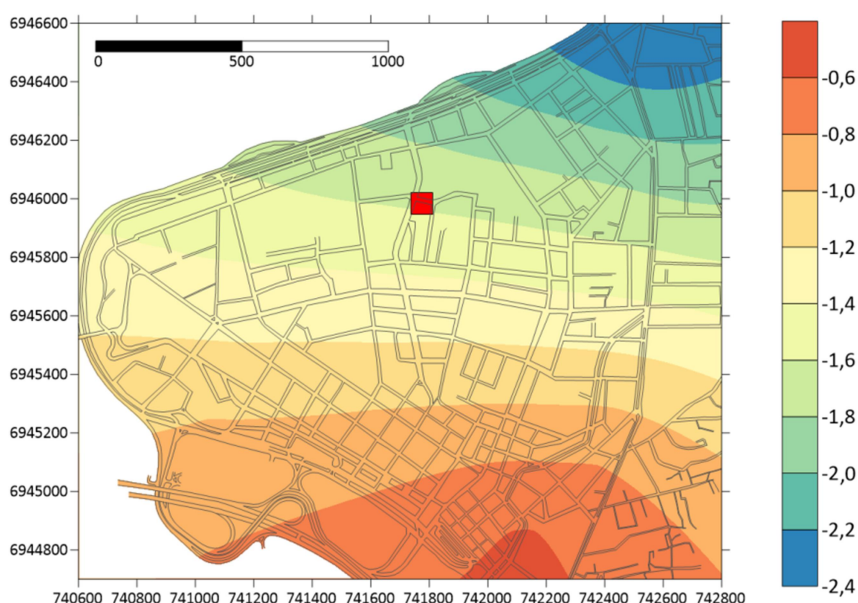


Figura 04: Influência espacial da variável HPC sobre o valor unitário dos imóveis.

O impacto do Hospital Público Central Governador Celso Ramos também é positivo ao longo de toda a extensão da área em estudo (Tabela 02), entretanto a distribuição espacial do seu impacto no valor dos imóveis não é tão óbvia quanto indica o senso-comum.



Verifica-se que os apartamentos que estão ao sul do Hospital Público Central, representado pela marca vermelha da Figura 04, possuem uma influência espacial com grau de impacto positivo maior do que os imóveis localizados na região nordeste, e esta constatação é diferente do bom senso, onde se esperava uma ilha de valorização no entorno deste que é o maior hospital público da região central de Florianópolis, atendendo uma parcela significativa da população.

O provável motivo que pode justificar esta situação é que, à medida que um imóvel se afasta do Hospital Público Central, em direção à região sul, a concentração de renda dos moradores vai reduzindo, em relação aos que moram próximo à beira-mar. Por ser um hospital público, a população mais ao sul tende a fazer uso mais recorrente e, desta forma, valorizar os imóveis que tem proximidade a este equipamento público.

Em contrapartida, observa-se que a população à nordeste do Hospital Público Central considera este elemento importante, entretanto, por terem melhores condições, ao escolherem seus apartamentos para morar, pensam que o ambiente no entorno de um hospital público pode ser complicado, com movimentação constante, e com uma consequente baixa qualidade de vida.

#### 4.3. INFLUÊNCIA ESPACIAL DO SHOPPING BEIRA-MAR NORTE

O Shopping Beira-Mar Norte, em Florianópolis, é um local de lazer e diversão. Espera-se que a proximidade ao shopping cause um impacto positivo sobre o valor de mercado dos imóveis, fazendo com que ocorra a sua valorização. O sinal negativo do coeficiente médio  $\beta_{SBM}$  confirma esta expectativa. A influência espacial da variável SBM é apresentada na Figura 05.

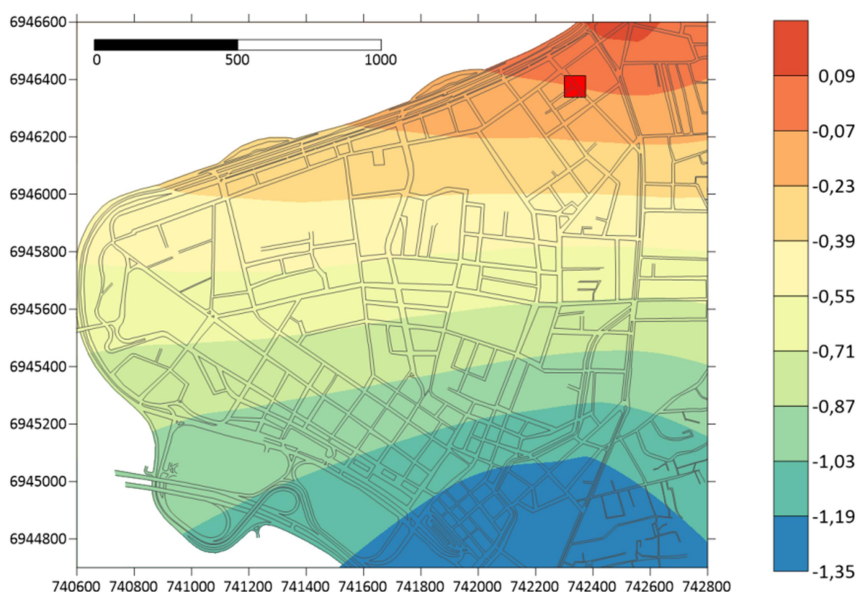


Figura 05: Influência espacial da variável SBM sobre o valor unitário dos imóveis.

O impacto do Shopping Beira-Mar Norte é positivo em praticamente toda extensão da área em estudo, entretanto a distribuição espacial positiva do seu impacto no valor dos imóveis é mais acentuada nos apartamentos que estão localizados à nordeste do shopping.

Pode-se observar que todos os imóveis que estão no entorno do Shopping Beira-Mar Norte sofrem uma influência positiva pela presença deste equipamento, entretanto esta influência vai reduzindo a medida que os imóveis se afastam em direção ao sul do centro de Florianópolis.

Verifica-se, então, que o Shopping Beira-Mar Norte está positivamente correlacionado com o valor de mercado dos apartamentos da maior parte da região em estudo, ou seja, quanto mais próximo um imóvel estiver deste shopping, maior será o seu valor de mercado. Observa-se, no entanto, que esta estrutura tende a inverter à medida que se avança para a região nordeste, onde este equipamento passa a não ser tão importante para a formação do valor de mercado dos imóveis.

O Shopping Beira-Mar, embora seja um centro de lazer, atende uma classe social com determinado poder aquisitivo. Esta classe social não precisa estar ao lado do equipamento, pois pode se deslocar de carro até ele. Pode, inclusive, optar por outro shopping para fazer suas compras. Esta mesma classe social não precisa priorizar proximidade aos centros de saúde, pelos mesmos motivos.

Importante mencionar que o Shopping Beira-Mar Norte e o Hospital Público Central são considerados polos de referência e conseguem captar de forma eficiente o valor dos imóveis no entorno, muito provavelmente por estarem próximos da Avenida Beira-Mar Norte, que é reconhecidamente um polo valorizador.

#### 4.4. INFLUÊNCIA ESPACIAL DA PRAÇA XV DE NOVEMBRO

Em Florianópolis, a Praça XV de Novembro é mais importante e histórica praça do município, sendo o local onde a cidade foi fundada. Em princípio, espera-se que a proximidade à Praça XV cause um impacto positivo sobre o valor de mercado dos imóveis da área em estudo, fazendo com que ocorra a sua valorização. O sinal negativo do coeficiente médio  $\beta_{PXV}$  confirma esta expectativa. A influência espacial da variável PXV no modelo GWR é visto na Figura 06.

Entretanto, a distribuição espacial deste impacto sobre o valor dos imóveis (neste caso dos apartamentos residenciais) se apresenta de forma diversa, mostrando que há uma grande diferença espacial no grau do impacto, evidenciada pela alternância do sinal do coeficiente da variável PXV ao longo da área em estudo.

Verifica-se, por meio da Figura 06, que em geral quando um imóvel está mais próximo da Praça XV de Novembro, comparando com os imóveis do seu entorno (na mesma faixa de cor), maior o seu valor de mercado, entretanto essa valorização vai se tornando cada vez menos expressiva à medida que o imóvel se afasta, de tal modo que, em determinado momento, a variável PXV não causa mais impacto significativo sobre o valor de mercado dos imóveis.

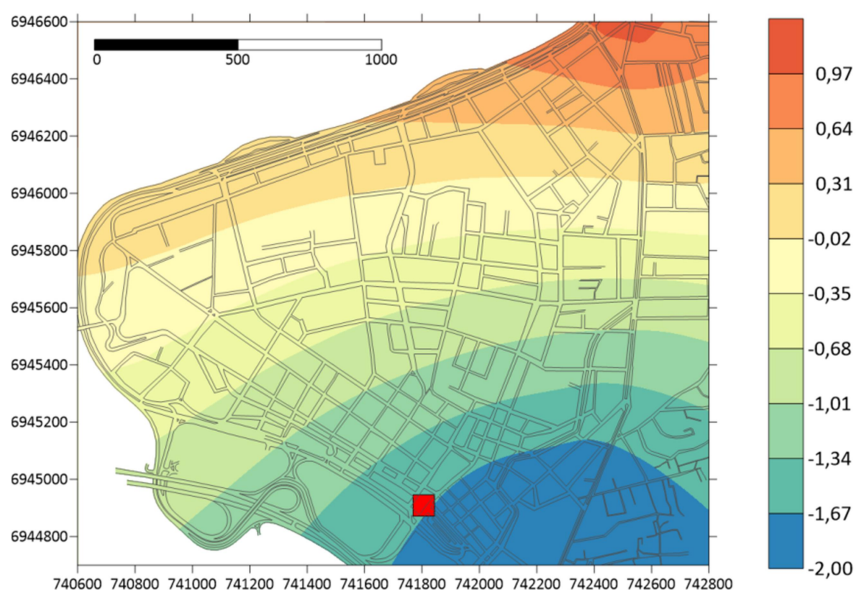


Figura 06: Influência espacial da variável PXV sobre o valor unitário dos imóveis.

Observa-se, inclusive, que os apartamentos localizados próximo à Beira-Mar não sofrem influência significativa da Praça XV sobre seu valor de mercado.

Convém mencionar que, por muito tempo, a Praça XV de Novembro foi considerada a região central e a mais importante da cidade de Florianópolis sendo, desta forma, um significativo polo gerador de emprego para população. Contudo, com o passar dos anos e o desenvolvimento da cidade, esta situação foi mudando.

Esta constatação deve-se, em partes, ao fato de que a Praça XV de Novembro já não é mais um local com grandes atrativos para se viver. A região que compreende o entorno da referida praça é formada por imóveis mais antigos, geralmente depreciados, contornado por zonas de comércio, o que já não torna esta região um local de interesse para se morar. Hoje, uma pessoa que pensa em comprar um imóvel em Florianópolis, evitaria proximidade com a Praça XV.

Destaca-se, também, que a Praça XV já não é mais o único polo importante para empregos. Com o desenvolvimento da cidade, outros polos foram surgindo, como as regiões de proximidade de shoppings, escolas, universidades e hospitais.

Além dos polos de emprego, grandes intervenções urbanas que geram locais de lazer, como foi a construção do parque linear da Beira-Mar Norte, também tem o poder de alterar o comportamento previsto pelo modelo urbano monocêntrico.

O modelo urbano monocêntrico de Mills (1972) até hoje é o modelo dominante para explicar a estrutura espacial urbana. Os elementos centrais deste modelo mostram que a densidade populacional, os valores da terra, e os preços das casas e apartamentos caem com a distância do centro urbano.

É interessante observar que a regressão geograficamente ponderada, por considerar a posição espacial dos dados da amostra ao gerar o modelo de regressão, consegue explicar com mais detalhes como cada uma das variáveis explicativas interfere sobre o valor de mercado dos imóveis. Este modelo se mostra,

portanto, bastante útil para explicar a heterogeneidade espacial observada nos valores de mercado dos apartamentos da região central de Florianópolis.

Entretanto, como fato limitador, deve-se destacar que o modelo foi gerado com dados de apartamentos e que, neste caso, a Praça XV de Novembro, por ser uma região de imóveis mais antigos e depreciados, pode acabar tendo o efeito desta variável comprometido. Possivelmente, utilizando-se dados de terrenos, ao invés de apartamentos, a influência deste polo sobre os imóveis da região central de Florianópolis poderia ser explicada com mais detalhes e de forma mais assertiva.

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo buscou investigar a influência de variáveis de localização sobre o valor de mercado de bens imóveis na região de Florianópolis, utilizando para isso o modelo de regressão geograficamente ponderada (GWR). Este modelo permitiu observar que a Avenida Beira-Mar Norte (ABM) e o Hospital Público Central (HPC) tem um impacto positivo significativo sobre o valor de mercado dos apartamentos da área em estudo, ou seja, quanto mais próximo um imóvel estiver de um destes equipamentos, maior tende a ser o seu valor de mercado.

Observou-se, ainda, que o Shopping Beira-Mar Norte (SBM) e a Praça XV de Novembro (PXV) têm diferentes impactos sobre o valor de mercado dos apartamentos, e há grandes diferenças espaciais no grau de influência de cada uma destas duas variáveis explicativas, não se mostrando totalmente regular ao longo da área em estudo, apresentando, inclusive, regiões em que a influência destas variáveis passa a não ser mais significativa.

Os resultados mostraram que a Praça XV de Novembro, o Shopping Beira-Mar e o Hospital Público Central apresentaram alcance limitado e interesse desigual para diferentes parcelas do mercado imobiliário. O alcance não é global e, mesmo localmente, ele é muito variável. Ou seja, em modelos globais, estes polos secundários não se mostram importantes, mas nos modelos locais (GWR), sim. E esta é uma grande vantagem destes modelos em relação aos modelos globais.

Já a Avenida Beira-Mar Norte tem outras características que o tornam o mais importante polo valorizador desta região de Florianópolis. É um parque linear com opções de lazer e tem o atrativo da paisagem, tanto para os usuários deste parque e, principalmente, para os proprietários dos apartamentos. Nitidamente, este é um real polo valorizador, atingindo todo o centro, embora de forma não estacionária.

Os resultados obtidos neste estudo permitiram, ainda, identificar influências nos micromercados existentes. Em termos macro, observa-se que quem procura um imóvel próximo à Avenida Beira-Mar Norte, por exemplo, não está preocupado com a proximidade com a Praça XV de Novembro; mas quem procura imóvel no centro, pode estar. Estas influências em nível micro são eficientemente captadas pelo modelo de regressão local (GWR) e não são captadas pelos modelos macro.

Quando se compara, portanto, o modelo de regressão local (GWR) com o modelo convencional de regressão linear, observa-se que o modelo GWR, que

supõe não estacionariedade espacial, é capaz de extrair de forma mais eficiente os fatores que afetam significativamente a variação no valor de mercado dos imóveis e, adicionalmente, descrevem de maneira mais adequada a variação espacial da influência das variáveis explicativas sobre o valor de mercado dos imóveis.

## 6. REFERÊNCIAS

BRASIL (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília. Recuperado em 01 de setembro de 2020, [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C. 1998. **Geographically weighted regression**: a natural evolution of the expansion method for spatial data analysis, *Environment and Planning A* 30(11): 1905–1927. <https://doi.org/10.1068/a301905>

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. 2002. **Geographically weighted regression**: the analysis of spatially varying relationships. Chichester: Wiley

FOTHERINGHAM, A. S.; CHARLTON, M.; BRUNSDON, C. 1996. **Geographically weighted regression**: a method for exploring spatial nonstationarity, *Geographical Analysis* (28): 281–298.

GAO, Xiaolu; ASAMI; Yasushi. **Effect of urban landscapes on land prices in two Japanese cities**. *Landscape and Urban Planning* 81 (2007): 155-166.

LIU, H.; MENG, Y.; MA, J. **Spatial Distribution of Influence Factors of Residential Land Price in Cangzhou City Based on GWR Model**. (2019).

MILLS, Edwin S. **Studies in the Structure of the Urban Economy** (Baltimore, MD: Johns Hopkins Press, 1972), p.34-37, disponível em: <http://www.questia.com/read/85987932>

NAKAYA, Tomoki. **Manual de uso GWR4**. Windows application for geographically weighted regression modelling. 2016.

TRIVELLONI, C. A. P., HOCHHEIM, N. **O valor de localização dos imóveis: determinação por métodos de análise espacial**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, XIII, 2006, Fortaleza. **Anais...** Ceará, 2006.

ZHI, Li; ZHOU, S.; ZHANG, H. **Influence factors of residential land and marginal price action in Nanjing City, China** *Land Science*, 10: 20-25 (2009).

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