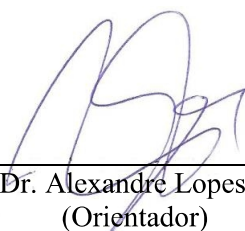


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
CAMPUS DE SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA APLICADA

**ESTIMAÇÃO DO PREÇO IMPLÍCITO DE AMENIDADES URBANAS NO
MUNICÍPIO DE SOROCABA**

Raphael Roberto de Góes Reis
(Mestrando)



Prof. Dr. Alexandre Lopes Gomes
(Orientador)

Sorocaba
2015

RESUMO

REIS, Raphael. *Estimação do Preço Implícito de Amenidades Urbanas no Município de Sorocaba*. 2015. 74 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Economia Aplicada) – Centro de Ciências e Tecnologias para Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.

Nos últimos anos o mercado imobiliário brasileiro tem enfrentado mudanças estruturais, as quais tem impactado o preço dos bens residenciais. Assim como o observado para o país, o município de Sorocaba também passou por um processo de valorização imobiliária, o qual atingiu de maneiras distintas as diferentes localidades do município. A formação do preço dos imóveis, além de ser função do custo de construção dos mesmos, também depende de variáveis externas, comumente chamadas de amenidades urbanas. As amenidades urbanas embora sejam parte da composição do preço dos imóveis não são facilmente identificadas ou valoradas pelos agentes econômicos mas são importantes principalmente para os consumidores potenciais dos serviços prestados uma vez que eles tem percepções diferentes das características urbanas que lhe são prioritárias. Neste contexto, o objetivo do estudo é identificar e quantificar o impacto das características estruturais e dos atributos urbanos nos preços dos imóveis no município de Sorocaba, identificando se existe algum padrão regional de distribuição dos imóveis mais e menos valorizados em decorrência desses atributos e, além disso, espacializando os resultados por regiões sorocabanas. A metodologia utilizada é a estimação dos valores das amenidades a partir do modelo de preços hedônicos. Essa metodologia, proposta por Rosen (1974), implica, na prática, na estimação de uma “função preço”, com os preços dos imóveis como variável dependente e as amenidades associadas a ele como variáveis independentes. Os dados utilizados foram os preços de venda dos imóveis, características estruturais de cada imóvel, variáveis de acessibilidade (escolas, hospitais, etc) e de estrutura do bairro (população, renda e crime). Os resultados sugerem que existem amenidades urbanas que são consideradas pelos consumidores na formação dos preços dos imóveis e que existe dependência espacial entre os valores médios dos imóveis em cada área de influência dos bairros considerados no estudo.

Palavras-chave: Modelo de Preços Hedônicos; Amenidades Urbanas; Sorocaba

ABSTRACT

REIS, Raphael. *Estimação do Preço Implícito de Amenidades Urbanas no Município de Sorocaba*. 2015. 74 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Economia Aplicada) – Centro de Ciências e Tecnologias para Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.

In recent years, the Brazilian real estate market has faced structural changes, which has impacted the price of residences. As observed for the country, the city of Sorocaba also went through a real estate valuation process, which impacted in many ways different locations in the city. The formation of the price of residences, function of the cost of construction, also depends on external variables, commonly called urban amenities. Urban amenities, even though they are part of the real price of residences, are not easily identified or valued by economic agents but are important, mainly for potential consumers of services since they have different perceptions of urban features that are priority. In this context, the objective of the study is to identify and quantify the impact of structural features and urban attributes in property prices in the city of Sorocaba, identifying if there is a regional distribution pattern of properties more and less valued as a result of these attributes. Additionally, this study spatializes the results by districts. The methodology used is the estimation of the values of the amenities is the hedonic pricing model. This methodology proposed by Rosen (1974), implies in practice, in the estimation of a "cost function", with property prices is the dependent variable and the amenities associated with it are independent variables. The data used were the property sales prices and structural characteristics of each property, accessibility variables (schools, hospitals, etc.) and neighborhood structure (population, income and crime). The results suggest that there are urban amenities that are considered by consumers in the formation of properties prices and that there is spatial dependence between the average real estate values in every area of influence of neighborhoods considered in the study.

Keywords: Model of hedonic prices; Urban amenities; Sorocaba

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Financiamentos imobiliários, em reais de 2000..... | 3 |
| Figura 2 - Determinantes do consumo habitacional..... | 9 |
| Figura 3 - Escolha do consumidor entre dois atributos..... | 16 |
| Figura 4 – Escolha do consumidor..... | 19 |
| Figura 5 – Decisão do produtor..... | 21 |
| Figura 6 – Equilíbrio de mercado..... | 22 |
| Figura 7 – Função de preços hedônicos..... | 23 |
| Figura 8 – Localização de Sorocaba no estado de São Paulo..... | 34 |
| Figura 9 – Distribuição etária da população de Sorocaba..... | 35 |
| Figura 10 – Distribuição espacial dos domicílios de Sorocaba..... | 36 |
| Figura 11 – Participação dos setores no PIB de Sorocaba..... | 37 |
| Figura 12 – Rendimento nominal médio da população de 10 anos ou mais de Sorocaba..... | 38 |
| Figura 13 – Distribuição espacial do rendimento médio de Sorocaba..... | 39 |
| Figura 14 – Percentual dos domicílios de Sorocaba por tipo..... | 40 |
| Figura 15 – Bairros e condomínios de Sorocaba Utilizados..... | 45 |
| Figura 16 – Exemplo de polígonos de Voronoi..... | 47 |
| Figura 17 – Exemplo de densidade de Kernel para um ponto..... | 48 |
| Figura 18 – Interpolação dos valores médios de venda dos imóveis..... | 49 |
| Figura 19 – Gráfico de dispersão do I de Moran para determinação da autocorrelação espacial da média de venda dos imóveis..... | 53 |
| Figura 20 – Mapa de clusters..... | 54 |

LISTA DE TABELAS E QUADROS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Custo médio do m ² nas regiões brasileiras..... | 3 |
| Tabela 2 – Preço médio do m ² em locais de Sorocaba..... | 6 |
| Quadro 1 – Métodos de valoração imobiliária..... | 11 |
| Tabela 3 – Variáveis consideradas no estudo..... | 42 |
| Tabela 4 – Composição dos imóveis da amostra..... | 43 |
| Tabela 5 – Estimativa dos preços dos imóveis em relação a suas condições estruturais..... | 51 |
| Tabela 6 – Estimativa dos preços médios dos imóveis por áreas de influência..... | 55 |
| Tabela 7 – Estimativa dos preços médios dos imóveis por áreas de influência..... | 56 |
| Tabela 8 – Simulação de valores de um imóvel..... | 58 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Considerações Iniciais..... | 1 |
| 1.2. O Problema e sua Importância..... | 4 |
| 1.3. Objetivos..... | 7 |
| 2. PARTICULARIDADES DO MERCADO IMOBILIÁRIO | 8 |
| 2.1. Estrutura de Mercado..... | 8 |
| 2.2. Valoração do Bem Imobiliário..... | 10 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 12 |
| 3.1. A Abordagem dos Atributos..... | 12 |
| 3.2. O Modelo de Preços Hedônicos..... | 17 |
| 3.3. Revisão de Literatura..... | 24 |
| 3.4. Análise Espacial e Modelo Espacial..... | 28 |
| 4. O MODELO PARA SOROCABA | 33 |
| 4.1. Características do Município..... | 33 |
| 4.2. Modelo Empírico..... | 41 |
| 4.3. Dados..... | 43 |
| 4.4. Limitações do Modelo Empírico..... | 44 |
| 5. RESULTADOS | 48 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 58 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |
| 8. APÊNDICES | 64 |

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Considerações Iniciais

Nos últimos anos o mercado imobiliário brasileiro tem enfrentado mudanças estruturais, as quais tem impactado tanto a demanda quanto a oferta de bens residenciais.

Com relação à demanda, Braga (2012, p.127) afirma que a partir de 2005 houve uma conclusão de diversas alterações institucionais que permitiram um aumento nas contratações de financiamento para a construção e aquisição de moradias. O autor caracteriza como alterações fundamentais no mercado, principalmente:

- A redução dos riscos dos agentes financeiros decorrente da diminuição das oscilações bruscas nas taxas de juros e da diminuição do risco de falta de liquidez;
- A retomada dos financiamentos habitacionais na Caixa Econômica Federal com recursos oriundos das Cadernetas de Poupança;
- A maior disponibilidade de recursos para as atividades das construtoras;
- A melhora dos indicadores do mercado de trabalho e de renda na atividade da construção civil;

Com relação à oferta, o IBGE, através da Pesquisa Anual da Indústria de Construção – PAIC, também afirma que houve aumento nas atividades do setor de construção nos períodos mais recentes. Segundo o último relatório disponível para o ano de 2012, as empresas de construção em 2012 realizaram incorporações, obras e serviços no valor de R\$ 336,6 bilhões, registrando em termos reais expansão de 10,2% na comparação com o ano anterior.

Ainda segundo o IBGE, a indústria da construção foi influenciada positivamente por diversos fatores relacionados diretamente à dinâmica do setor, tais quais: maior oferta de crédito imobiliário, crescimento do emprego e da renda, incremento no consumo das famílias e a manutenção da desoneração do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI de diversos insumos da construção. Este cenário favorável para a construção, juntamente com programas de investimento como o Programa de Aceleração do Crescimento - PAC e o Programa “Minha Casa, Minha Vida”, contribuiu para que fossem realizados investimentos em obras de infra-estrutura e na construção de edificações residenciais, cujos investimentos são feitos considerando prazos de longa maturação.

Sobre a estrutura de disponibilidade de crédito a Figura 1 mostra os financiamentos imobiliários concedidos com os recursos do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE) e do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS). É notória a mudança existente a partir do ano de 2005 nos financiamentos imobiliários brasileiros. Fix (2011) afirma que algumas das razões principais para essa mudança são a Resolução do Banco Central n.º 3.259, que obrigou os bancos a aplicarem porcentagem do SBPE e do Fundo de Compensação das Variações Salariais (FCVS) em empréstimos imobiliários, e a Resolução 460 do Conselho Gestor do FGTS que permitiu ampliar os subsídios oferecidos pelo governo federal.

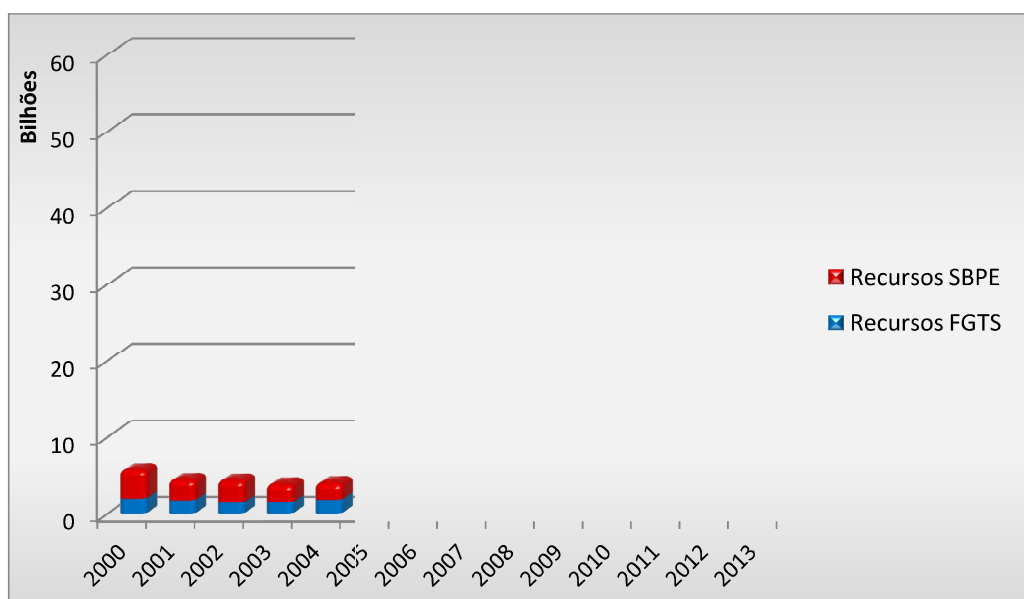


Figura 1 – Financiamentos imobiliários, em reais de 2000
Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Central (2014)

Essas mudanças na oferta e demanda habitacional no Brasil, contudo, não ocorreram de maneira homogênea em todas as localidades. Segundo o IBGE, existem discrepâncias regionais que podem ser refletidas no custo e no preço dos imóveis. A Tabela 1 mostra os custos médios do m² calculados pelo IBGE em cada região brasileira e sua respectiva variação anual.

Tabela 1 – Custo Médio do m² nas Regiões Brasileiras

| Regiões | Custo Médio do m ² em R\$ - mar/2013 | Custo Médio do m ² em R\$ - mar/2014 | Variação |
|---------------------|--|--|----------|
| Brasil | 865,03 | 873,20 | 0,94% |
| Região Norte | 881,27 | 889,51 | 0,94% |
| Região Nordeste | 810,51 | 818,23 | 0,95% |
| Região Sudeste | 901,20 | 910,77 | 1,06% |
| Região Sul | 878,63 | 883,09 | 0,51% |
| Região Centro-Oeste | 867,67 | 876,60 | 1,03% |

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2014)

É possível perceber pelos dados da Tabela 1 que os custos médios do m² referentes à região Sudeste, bem como a variação entre os anos de 2013 e 2014 é superior à média das outras regiões e à média nacional. Os custos mais elevados e os impactos no custo dos imóveis na região Sudeste, dessa forma, tendem a ser refletidos no preço das residências mais elevados dessa região.

1.2 – O Problema e Sua Importância

De acordo com Arraes e Filho (2008), o consumo de habitação é inerente a todo ser humano sendo caracterizado como necessidade básica e intimamente ligada à busca de segurança contra as adversidades do meio ambiente. Nesse mercado de habitação onde prevalecem assimetria de informação e falhas de mercado, os agentes econômicos de oferta e demanda são circundados por variáveis determinantes que influem nos resultados finais da formação de preços.

As externalidades urbanas, comumente tratadas por amenidades urbanas, embora sejam parte da composição do preço dos imóveis não são facilmente identificadas ou valoradas pelos agentes econômicos. Hermann e Haddad (2005) afirmam que embora seja possível supor que exista uma oferta, uma demanda e um preço de equilíbrio para as diferentes amenidades, não se pode coletar esses dados diretamente do mercado, uma vez que não existe explicitamente, por exemplo, um mercado de compra e venda de trânsito ou de poluição.

Sob o ambiente de informações assimétricas e falhas de mercado, os indivíduos tendem a atribuir valores aos bens residenciais primeiramente a partir das características dos imóveis. No entanto as características do imóvel não são os únicos fatores a serem

considerados durante a tomada de decisão sobre a compra de um determinado imóvel. Existem características exteriores (externalidades) que também impactam na decisão dos consumidores, tais quais: acessibilidade, criminalidade local, quantidade de poluição, proximidade de atividades de lazer, etc.

A mensuração dos preços em função das amenidades urbanas é importante principalmente para os consumidores, segundo Fávero (2003). Uma vez que a população, que abrange os consumidores potenciais dos serviços prestados, tem percepções diferentes das características urbanas que lhe são prioritárias, deve-se levar em conta não apenas o imóvel em si, mas sim todo o pacote de amenidades a ele relacionado.

Assim como já referido, as alterações entre oferta e demanda habitacional, bem como alterações no preço dos imóveis, não ocorreram de forma homogênea no Brasil nos períodos mais recentes. Essa discrepância não só ocorreu em nível nacional em função dos custos do m², mas também em nível local em função das amenidades urbanas. Dessa forma, foram também impactadas em diferentes magnitudes unidades microrregionais e municípios.

No município de Sorocaba, especificamente, um processo de urbanização e de valorização dos preços dos imóveis vem se caracterizando ao longo dos últimos anos. Apenas entre 2012 e 2013 o Sindicato da Habitação (SECOVI) registrou, por exemplo, um aumento de 56,4% nos preços dos imóveis de apenas um dormitório, com o preço médio do m² passando de R\$ 3.409 para R\$ 5.331. Esse processo tem dado origem a uma questão local a respeito do impacto de alguns fatores, como a proximidade de shoppings, no valor dos imóveis.

Além disso, a recente criação da Região Metropolitana de Sorocaba também privilegiou a contratação de financiamentos habitacionais para o município, alterando assim um dos componentes fundamentais da demanda por imóveis. O teto do programa Minha Casa, Minha Vida foi ampliado de R\$145 mil para R\$190 mil e gerou-se um crescimento de 16,75% nas contratações desse programa em toda a região, que passaram de 8820 para 10297 entre janeiro e outubro de 2013.

Embora implícito, o impacto de amenidades urbanas é um efeito existente e visível através da divergência dos preços dos imóveis a partir de sua localização. A Tabela 2 mostra o ranking de locais com maior preço do m² em Sorocaba, bem como os locais com menor preço.

Tabela 2 – Preço médio do m² em locais de Sorocaba

| Locais com maior valor | Preço do m ² (R\$) | Locais com menor valor | Preço do m ² (R\$) |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Condomínio Único Campolim | 6609,19 | Ipanema das Pedras | 87,5 |
| Vila Helena | 6050 | Condomínio Morro Alto | 265 |
| Condomínio Ângelo Vial | 5674,51 | Condomínio Residencial Dacha Sorocaba | 377,19 |
| Campolim | 4814,81 | Condomínio Solar do Bosque | 393,17 |
| Condomínio Splendore | 4470,58 | Condomínio Fazenda Imperial | 429,06 |
| Condomínio Residencial Giverny | 4041,91 | Jardim Marcelo Augusto | 655,17 |
| Santa Terezinha | 3965,93 | Jardim Guadalupe | 840 |
| Jardim Vergueiro | 3914,83 | Vila Guimarães | 896,66 |
| Condomínio Tivoli Park | 3888,88 | Jardim Botucatu | 923,07 |
| Santa Rosália | 3689,01 | Parque das Laranjeiras | 943,72 |

Fonte: Elaboração própria.

Como é possível perceber, existe uma discrepância bastante grande entre os preços médios do m² dos imóveis no município de Sorocaba. Parte da discrepância, portanto, pode ser considerada efeito das amenidades urbanas que são contidas em cada bairro ou cercam cada uma dessas localidades citadas.

Embora outros autores¹, tenham realizado estudos envolvendo o mercado imobiliário para diversos municípios brasileiros, nenhum estudo realizado em Sorocaba foi capaz de identificar com significância os valores das amenidades urbanas do município, tampouco explorar espacialmente os dados desse mercado, explicando o motivo das variações locais nos preços dos imóveis. Para o município, a literatura evidencia que apenas Pereira et al. (2013) utilizou os dados imobiliários disponíveis e construiu uma regressão linear simples para tentar estimar um modelo para o preço de venda de residências. No entanto, os autores optaram por considerar apenas variáveis estruturais dos imóveis e variáveis binárias para a localização do bairro, o que limitou seriamente seus resultados.

Dessa forma, apesar do referido processo de urbanização sorocabano e os pressupostos teóricos de essencialidade e disposição a pagar do consumidor pelos bens residenciais, ainda não existe na literatura nenhum estudo consolidado que se proponha a avaliar quantitativamente os impactos das características estruturais e das amenidades urbanas no preço dos imóveis, com foco na divisão territorial de bairros do município.

1.3 – Objetivos

O objetivo do estudo é identificar e quantificar o impacto das características estruturais e dos atributos urbanos nos preços dos imóveis no município de Sorocaba.

Especificamente, pretende-se:

a) Identificar se existe algum padrão regional de distribuição dos imóveis mais e menos valorizados em decorrência desses atributos;

¹ Hermann (2003), Fávero (2003), Fávero et al. (2008), Sartoris Neto (1996)

b) Espacializar os resultados por regiões sorocabanas, identificando os valores médios dos imóveis e o quanto desses valores é decorrente do custo de construção ou decorrente dos atributos urbanos;

2 – PARTICULARIDADES DO MERCADO IMOBILIÁRIO

2.1 – Estrutura do Mercado

Segundo Arraes e Filho (2008), o consumo de habitação é inerente a todo ser humano, sendo caracterizado como necessidade básica e intimamente ligada à busca de segurança contra as adversidades do meio ambiente. Santos e Cruz (2000) afirmam que o bem habitação possui características particulares que fazem que a dinâmica do funcionamento do mercado habitacional seja bastante distinta da maioria dos demais mercados da economia.

O estudo referente a essa dinâmica do mercado imobiliário não é uma questão recente na literatura. Filho (2004, p.25) destaca que o estudo do fenômeno da habitação teve início com os trabalhos de Von Thunen e Schwabe, datados do século XIX, os quais realizaram as primeiras pesquisas relacionando valores da terra e aluguéis. Segundo ele a questão habitacional, embora complexa, pode ser vista com bastante simplicidade, no qual os componentes “terra, estrutura e agente ofertante” se interagem. A Figura 2, abaixo, destaca os determinantes do consumo habitacional.

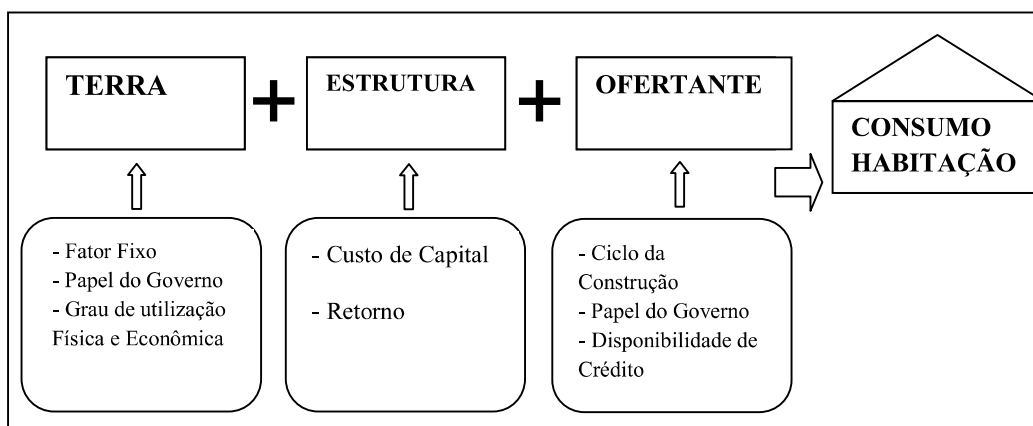


Figura 2 – Determinantes do consumo habitacional

Fonte: Filho (2004)

No entendimento do autor, assim como de Balarine (1996), a terra possui uma oferta fixa, embora possa ter um uso dirigido e restringido por instituições, como, por exemplo, o governo. Da mesma forma, o grau de uso da terra pode ser modificado de acordo com demandas adicionais, mudanças físicas ou econômicas, como o exemplo de uma mudança no Plano Diretor municipal. A estrutura, se refere aos recursos adicionados à terra, dirigida geralmente pelos conceitos de custo de capital e de retorno esperado.

Dentre esses fatores interativos, é importante ressaltar o papel do agente ofertante. O suprimento de residências é realizado comumente pela indústria de construção e de incorporações imobiliárias. Executadas por administração, empreitada, incorporação ou loteamento, as obras contratadas refletem a maximização da utilidade do ofertante com o investimento imobiliário, sujeito ao custo do capital e ao retorno esperado.

A demanda habitacional, segundo Balarine (1996), possui como principais determinantes: o crescimento demográfico, o preço das residências, a renda familiar e a disponibilidade de crédito.

O crescimento demográfico, a partir do momento que modifica os padrões de crescimento populacional e a demanda por residências impacta diretamente no mercado imobiliário. A importância do preço das residências é devido ao pressuposto microeconômico de que a habitação, sendo um bem de consumo durável e estando em uma economia de mercado, tem preço determinado pela intersecção entre oferta e demanda, e influencia diretamente na quantidade demandada do bem. A renda familiar é uma restrição orçamentária que restringe o consumo das famílias para o bem habitacional e que, dado o elevado valor unitário de um imóvel, é afetada em grande medida pela disponibilidade de crédito.

2.2 – Valoração do Bem imobiliário

Segundo Filho (2004) o ato de atribuir um determinado valor a um bem é comum ao ser humano, pois em seu cotidiano ele é surpreendido por situações em que tem que avaliar um determinado bem ou fenômeno ou, ao contrário, ele mesmo é quem tem seus pertences avaliados por outrem.

Amato e Monetti (2001) afirmam que inúmeros são os casos onde há necessidade de atribuição de valor a imóveis, de forma a servir como subsídio para a decisão em relação a uma eventual transação desta propriedade ou de determinados direitos sobre a mesma. O valor atribuído aos imóveis, segundo os autores, seria dependente de um fato gerador: alguém está disposto a entregar o bem ou serviço a outra determinada pessoa

que aceitou pagar o preço. Dessa forma, a valoração de imóveis seria a tradução do valor que o ser humano atribui ao bem habitação, representando a relação entre a intensidade das necessidades do bem econômico e quantidade existente.

Entretanto, atribuir um valor, principalmente a um bem habitacional, envolve uma complexa gama de variáveis a serem consideradas. Esse fato implica numa dificuldade elevada em se valorar um imóvel e, indiretamente, numa dificuldade de identificar quais são os fatores mais decisivos para compor o valor dado ao bem.

Amato e Monetti (2001) e Filho (2004) tentam, a partir dessa dificuldade, identificar e classificar os métodos disponíveis em função da raiz de valoração utilizada para se arbitrar valor. O Quadro 1 mostra as classificações utilizadas pelos autores e suas principais características.

Quadro 1 – Métodos de valoração imobiliária

| | | |
|---------------|--|---|
| Raiz de Custo | Comparativo de custo de reprodução de benfeitorias | Orientado pelo valor pretendido pelo vendedor |
| Raiz de Troca | Comparativo de dados de mercado | Orientado pelos valores observados de transações ocorridas no mercado |
| Raiz de Uso | Da renda | Orientado pelo valor aceito pelo comprador |

Fonte: Amato e Monetti (2001).

De maneira simplificada, a valoração com base no custo de reprodução implica que, para que seja arbitrado o valor do empreendimento, todos os itens necessários para a reprodução da implantação (projetos, materiais, mão-de-obra, despesas de propaganda

e de comercialização, impostos, lucro do empreendedor, etc) sejam considerados e contabilizados. Uma limitação desse método é justamente, como evidencia Hermann (2003), a impossibilidade de contabilizar diretamente os valores de fatores externos à estrutura do imóvel.

A arbitragem de valor segundo a raiz de uso da renda pressupõe que se um empreendimento é capaz de gerar um fluxo de renda, um investidor aceitará pagar um preço que possa refletir este potencial de renda e, portanto, existe relação direta entre a renda potencial e o valor arbitrado. A metodologia recorrente para essa abordagem seria a elaboração de fluxos de caixa descontados para estimar o valor presente do investimento.

O método comparativo de dados de mercado tem por base a identificação das características das transações de produtos semelhantes em análise. No entanto este método sofre de diversas dificuldades para aplicação, tais quais a indisponibilidade de uma amostra grande o suficiente de imóveis, a existência de especificidades nos imóveis e a existência de disparidades regionais.

3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 – A Abordagem dos Atributos

Embora os imóveis tenham seu valor muitas vezes associados apenas a seu custo de produção a presença de amenidades urbanas também impacta no preço da habitação. Segundo Rosen (1974) uma hipótese fundamental para a construção de um modelo de mensuração das características intrínsecas de um bem é que os bens são valorados pelas utilidades não apenas de si próprios, mas de seus atributos ou características.

Lancaster (1966) propõe que, além da função de utilidade tradicional, uma nova abordagem da teoria do consumidor seja utilizada neste escopo. Segundo ele, os bens possuem sim propriedades intrínsecas que não são levadas em conta na teoria, mas que, quando variadas, causam reações no comportamento do consumidor.

Sheppard (1999) propõe a seguinte analogia. Imagine ser um investigador ou um pesquisador estudando a demanda por comida, sem, no entanto, poder entrar no mercado local. O máximo que se pode fazer é fotografar os consumidores saindo do mercado e, pelas fotos, inferir os bens que foram consumidos por cada indivíduo. A mesma lógica é aplicada para os atributos. Os atributos são consumidos, mas não se sabe ao certo quais e em qual quantidade.

Fávero (2003) conclui, dado os mesmos pressupostos, que por si só o bem não propicia utilidade ao consumidor, mas possui características que o fazem. De mesma forma o bem possui, em geral, mais de uma característica, as quais podem estar presentes também em mais de um bem. As combinações diferentes dessas características podem gerar, inclusive, utilidade diferente do que quando elas se encontram separadas.

A abordagem da teoria do consumidor baseada nos atributos consumidos intrinsecamente num único bem ou numa cesta de bens realizada por Lancaster (1966) é modelada da seguinte forma.

Assume-se que z_i e x_j são a quantidade consumida da característica i e a quantidade consumida do bem j . A relação entre o consumo do bem x_j e o nível da “atividade de consumo” é linear, bem como a relação entre o consumo da característica z_i e a “atividade de consumo”.

Linearmente e vetorialmente, essas relações podem ser representadas como:

$$x_j = \sum a_{jk} y_k \quad (1)$$

$$z_i = \sum b_{ik} y_k \quad (2)$$

$$x = Ay \quad (3)$$

$$z = By \quad (4)$$

Outro pressuposto é que o consumidor possui uma função utilidade para as características a serem consumidas, $U(z)$, de forma que ele consegue ordenar suas preferências e vai sempre escolher maximizar $U(z)$. As condições de convexidade da função utilidade tradicional continuam válidas para esse modelo.

O consumidor, portanto, irá adquirir os atributos, ou pacote de atributos, que deseja através da compra de um determinado bem. Ou seja, sua restrição orçamentária depende do vetor de bens x_j mas sua utilidade depende dos atributos z_i . O problema deve ser solucionado a partir de uma correspondência entre esses dois vetores.

Supondo a existência de m atividades, r características e n bens, uma relação de correspondência um-para-um no modelo só seria dada se $r = m = n$.

Trata-se, primeiramente, de maximizar $U(z)$ sujeito à restrição orçamentária $px \leq k$.

Maximizar $U(z)$

sujeito a $px \leq k$

com $z = Bx$

$z, x \geq 0$

$U(z)$ é definido no espaço de atributos, espaço C . A restrição orçamentária é definida no espaço de bens, espaço G . A transformação, correspondência, entre o espaço G e C é o vetor z . Assim como o vetor x , o vetor z assume no problema condição de não negatividade.

Lancaster (1966) então propõe uma escolha entre duas opções: transformar a função utilidade para o espaço G ou transformar a restrição orçamentária para o espaço C . No primeiro caso, tem-se que:

$$U(z) = U(Bx) = u(x) \quad (5)$$

onde a função de utilidade $u(x)$ é definida diretamente em termos de bens, mas cujas propriedades dependem da estrutura da matriz B .

Relacionando os bens e as características através da matriz B e seus coeficientes, Lancaster (1966) propõe que existem três casos possíveis em relação ao número de bens e características.

Primeiro quando o número de características for igual ao número de bens. Quando assim for, existe uma relação de um para um entre os vetores de bens e características de forma que:

$$z = Bx \quad \text{ou} \quad x = B^{-1}z \quad (6)$$

A matriz B sendo diagonal passa a existir uma relação de um para um entre cada atributo e cada bem, e o modelo se torna idêntico ao tradicional. Em caso negativo, os objetos de utilidade não são bens individuais mas sim combinações de bens, e o modelo passa a ser diferente do tradicional.

Segundo quando o número de características for maior que o número de bens. Nesse caso, as relações entre $z = Bx$ contém mais equações do que variáveis x_i . Sendo impossível encontrar um vetor de bens x que dê origem a um vetor de características z , reduz-se o número de características a n , igualando-as ao número de bens.

Terceiro é quando o número de bens excede o número de características. A equação $z = Bx$ teria menos equações do que variáveis, de forma que para cada ponto no espaço de características o consumidor poderia escolher entre diferentes vetores de bens.

Apenas como exemplo, Sartoris Neto (1996) no qual a matriz B é composta por dois bens e duas características, de forma que:

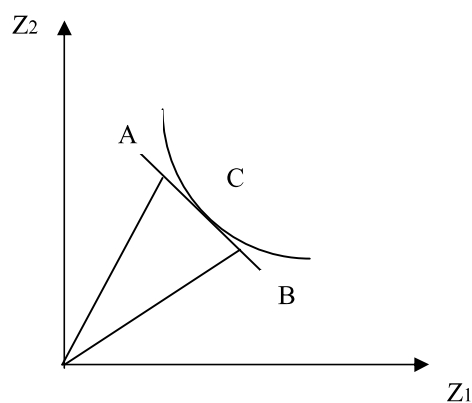


Figura 3 – Escolha do consumidor entre dois atributos
Fonte: Sartoris Neto (1996).

“as características z_1 e z_2 são encontradas em dois bens, A e B, representados pelas linhas OA e OB, respectivamente. A linha AB representa a fronteira característica para um dado nível de renda e preços dos bens a e b. O ponto de tangência entre a curva de indiferença e a fronteira (o ponto C da figura) determina a escolha do consumidor”.

3.2 – O Modelo de Preços Hedônicos

Segundo Arraes e Filho (2008), a abordagem dos denominados preços hedônicos ou preços implícitos deriva da contribuição inicialmente oferecida por Lancaster (1966), o qual afirmou que as características intrínsecas a um determinado bem estavam omitidas da teoria do consumidor. Porém, a abordagem de preços hedônicos foi marcada fundamentalmente com o trabalho de Rosen (1974).

O modelo de preços hedônicos tem como hipótese que os bens são valorados pelas utilidades marginais de seus atributos ou características. Segundo Rosen (1974), os preços hedônicos são definidos como os preços implícitos dos atributos e são revelados aos agentes econômicos a partir dos preços observados dos bens e as características específicas associadas a esses bens.

O modelo se vale do nome “hedônico” justamente por esse fato. O termo é proveniente do termo hedonismo, que remete a uma quantificação do prazer obtido por um indivíduo ao consumir determinado bem.

O conceito econômico neoclássico de determinação de preços de mercado requer, de maneira genérica, primeiramente a interação entre uma função de demanda e uma função de oferta de determinado bem. Segundo Hermann (2003), supondo que a interação entre os agentes se dê via mercado, os produtores e consumidores poderiam tomar decisões otimizadoras tendo como base informações sobre preços e suas próprias capacidades de produção e consumo.

No entanto, quando se trata de alguns tipos específicos de mercado não é possível determinar com exatidão uma função de demanda em razão da existência de diversos

atributos intrínsecos. É nesse contexto que os modelos de preços hedônicos se mostram uma ferramenta útil para mensurar o valor desses atributos.

Hermann (2003) traduz como a ideia básica do modelo a estimação de uma “função preço”, com os preços do bem de um lado e o pacote de características associadas a ele de outro. Fávero (2003) reforça o conceito, afirmando que a variável dependente da regressão é o preço do bem e os preditores são as variáveis que medem a presença ou não de diferentes atributos.

A construção do modelo de Rosen (1974) é definida da seguinte maneira:

Assumindo um mercado para um determinado bem, existe um conjunto de n atributos, ou características associadas a esse bem. O vetor de atributos é definido como $z = (z_1, z_2, z_3, \dots, z_n)$. Os componentes do vetor z são determinados pelas percepções dos consumidores. Uma vez que cada bem tem suas características mantidas apenas intrinsecamente, uma função de preços $p(z)$ implícita determina a relação entre os atributos e seus determinados preços, de forma que $p(z) = p(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n)$.

Tendo o bem considerado como sendo homogêneo, determina-se a função utilidade do consumidor como $U(x, z) = U(x, z_1, z_2, z_3, \dots, z_n)$ e estritamente côncava. A restrição orçamentária do consumidor seria, dessa forma $y = x + p(z)$. A maximização da utilidade se daria pelas condições de escolha entre bens e atributos que satisfaçam a restrição orçamentária. A condição de primeira ordem, portanto seria:

$$\frac{\partial p(z)}{\partial z_i} = p_{zi} = \frac{U_{zi}}{U_x} \quad (7)$$

Rosen (1974) define também uma função de dispêndio dos consumidores como sendo $\theta(z_i; u, y)$. Assim,

$$U(y - \theta, z_1, z_2, z_3, \dots, z_n) = u \quad (8)$$

Dado que a função de dispêndio representa a disponibilidade do consumidor a pagar por pacotes alternativos dos atributos, a derivada da equação 8 representa a taxa marginal de substituição entre o atributo z_i e um valor monetário, revelando o preço de reserva do consumidor por unidade adicional da característica i .

A decisão do consumidor, portanto está representada na Figura 4, com a escolha otimizadora ocorrendo quando $\theta(z_i; u, y)$ tangencia $p(z)$.

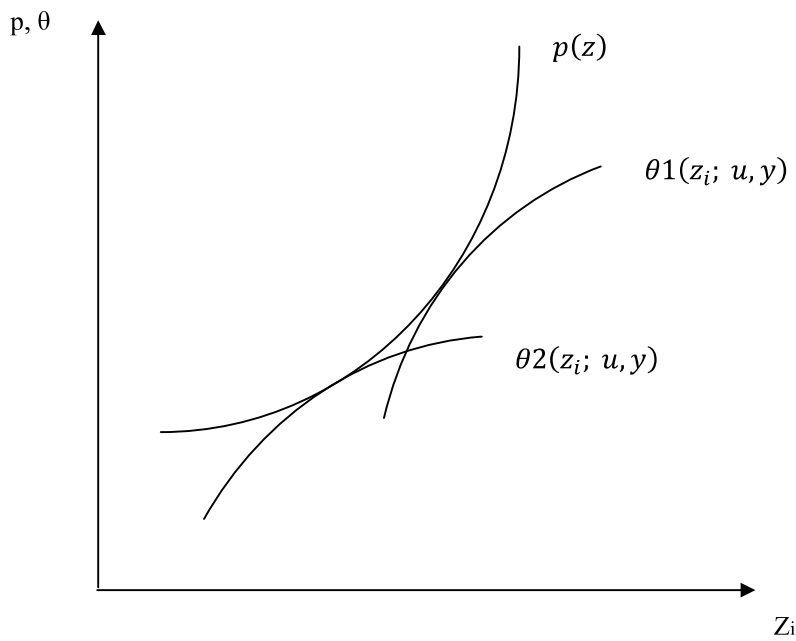


Figura 4 – Escolha do consumidor

Fonte: Rosen (1974).

Permitindo a parametrização das preferências do consumidor, a função utilidade também pode ser escrita como $U(x, z_1, z_2, z_3, \dots, z_n; \alpha)$, com α sendo o parâmetro de preferência que difere de consumidor para consumidor.

O modelo também é derivado para o setor produtivo do mercado, de maneira a se encontrar o equilíbrio.

Primeiramente, Rosen (1974) supõe que existe um comportamento simétrico para os produtores dos bens considerados.

Assumindo $M(z)$ como o número de unidades produzidas pela firma oferecendo os atributos z , supõe-se que $C(M, z, \beta)$ seja a curva de custo dessa firma, onde β é um parâmetro que reflete as características do produtor e outras variáveis intrínsecas ao problema de minimização de custo.

O lucro da firma, portanto é dado por $\pi = Mp(z) - C(M, z_1, \dots, z_n)$. Cada produtor maximiza o lucro escolhendo M e z otimamente. As escolhas ótimas a partir das condições de primeira ordem requerem, portanto, que:

$$p_i(z) = C_{zi}(M, z_1, \dots, z_n)/M \quad (9)$$

$$p(z) = C_M(M, z_1, \dots, z_n) \quad (10)$$

Nesse equilíbrio, a receita marginal por unidades adicionais dos atributos se iguala ao custo marginal por unidade vendida. Analogamente ao tratamento da demanda, define-se uma função de oferta $\phi(z_1, \dots, z_n; \pi, \beta)$, indicando os preços unitários que a firma está disposta a receber por diferentes configurações de cestas de atributos, dado um lucro constante, quando o número de unidades é produzido otimamente. Dessa forma:

$$C_M(M, z_1, \dots, z_n) = \phi \quad \text{ou} \quad C_M = \phi(z_1, \dots, z_n; \pi, \beta) \quad (11)$$

Diferenciando as equações obtém-se que:

$$\phi_{zi} = C_{zi}/M_1 \quad (12)$$

em que ϕ_{zi} é o preço de reserva do produtor pela característica i .

Dessa forma, a maximização do lucro e a configuração ótima da cesta de atributos produzida devem satisfazer:

$$p(z) = \phi(z_1, \dots, z_n; \pi, \beta) \quad (13)$$

e

$$p_i(z) = \phi_{zi}(z_1, \dots, z_n; \pi, \beta) \quad (14)$$

Ou seja, um conjunto de curvas de oferta deve tangenciar a função de preços hedônicos, como mostra a Figura 5.

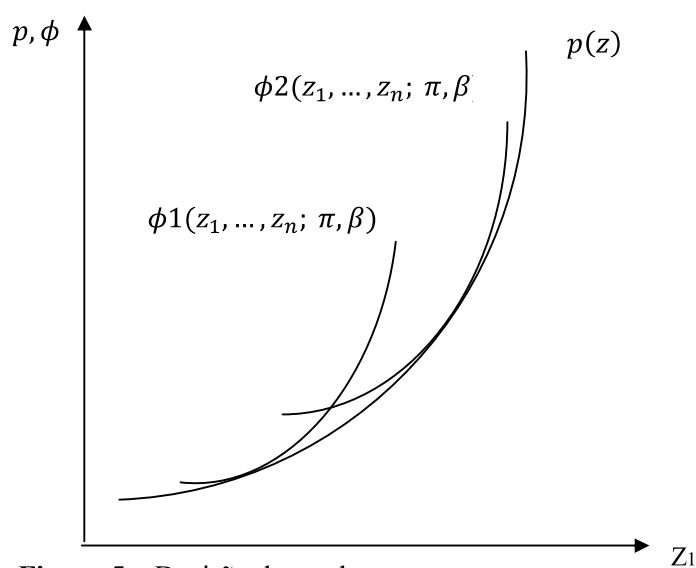


Figura 5 – Decisão do produtor

Fonte: Rosen (1974).

No equilíbrio de mercado, portanto, tanto os consumidores quanto os produtores coincidirão quando suas curvas de dispêndio e de oferta se tangenciarem. A função de preços hedônicos nada mais é do que a curva envoltória do conjunto de curvas de dispêndio e de curvas de oferta, como mostra a Figura 6.

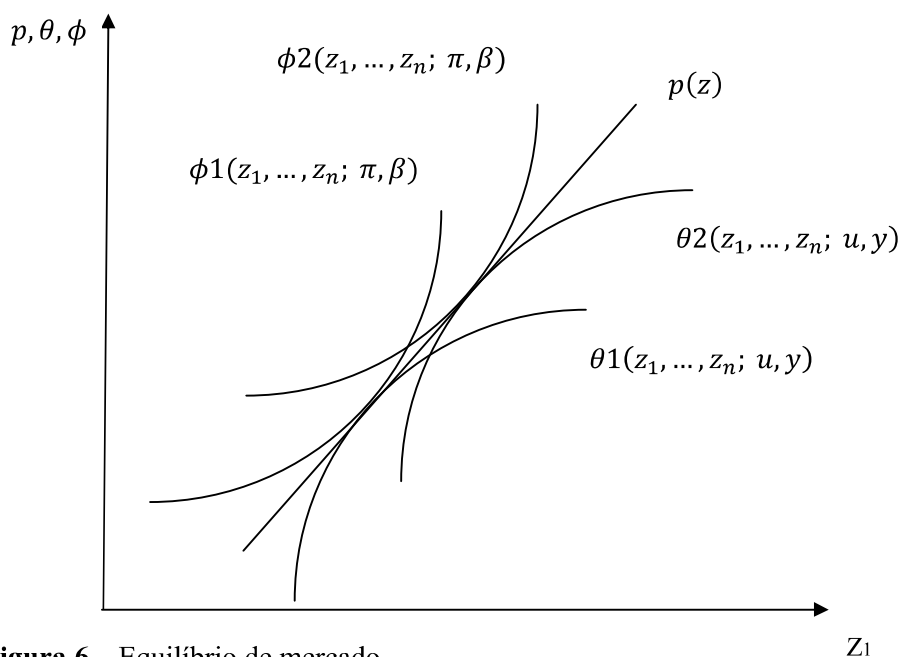


Figura 6 – Equilíbrio de mercado
Fonte: Rosen (1974).

No entanto, como Rosen (1974) observa e Hermann (2003) reforça, a análise de equilíbrio depende do conhecimento da quantidade demandada $Q^d(z)$ e da quantidade ofertada $Q^s(z)$. Conhecidas as funções de oferta e demanda, o preço observado $p(z)$ é tal que $Q^d(z) = Q^s(z)$.

A quantidade demanda $Q^d(z)$ pode ser derivada utilizando a condição de equilíbrio do consumidor e a especificação de uma função de distribuição conjunta $F(y, \alpha)$ para a população de consumidores. O mesmo raciocínio pode ser utilizado para o lado da oferta no qual $Q^s(z)$ é encontrada a partir das condições de equilíbrio do produtor e de uma função de distribuição $G(\beta)$ para a população de produtores.

No caso de mercados para bens heterogêneos a função de preços hedônicos geralmente é definida como uma equação diferencial não-linear, para a qual nem sempre é possível encontrar solução. Dessa forma, para o caso de mais de uma característica associada ao bem, um sistema de n equações diferenciais parciais deve ser

resolvido. Baseando-se em sua análise, Rosen (1974) identifica um procedimento alternativo e mais eficiente para a estimação de preços hedônicos.

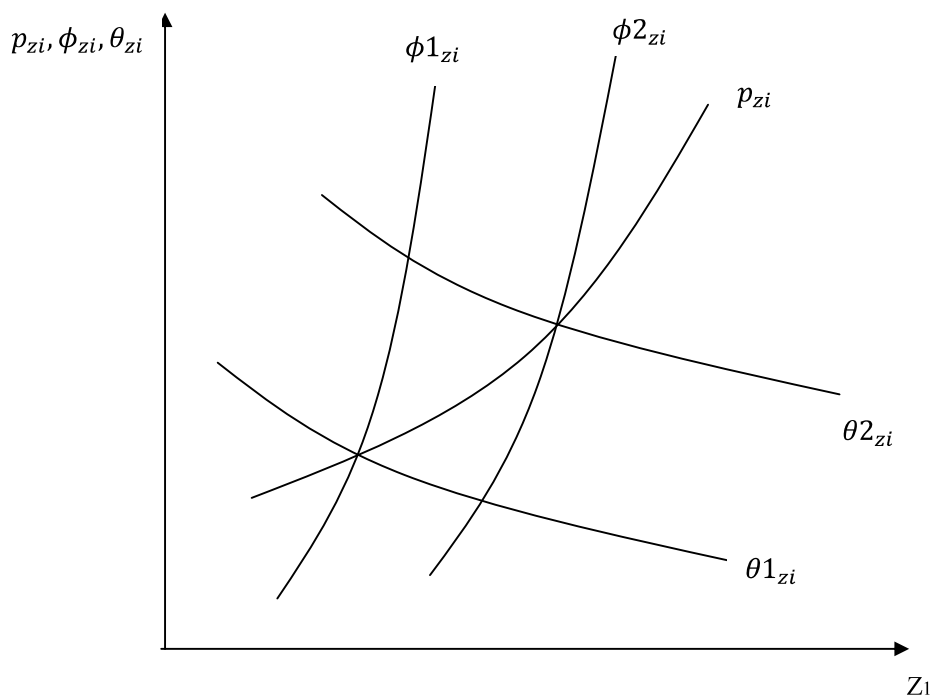


Figura 7 – Função de preços hedônicos
Fonte: Rosen (1974).

A Figura 7 mostra θ_{zi} como o preço de reserva da demanda por quantidades adicionais de z_i , dada uma quantidade constante. $\theta_{zi}(z)$ é o inverso de um conjunto de funções de demanda compensada para z_i . O atributo z_i possui um preço hedônico marginal dado por p_{zi} e a utilidade do consumidor é maximizada quando $\theta_{zi} = p_{zi}$.

Para as firmas, um procedimento similar é aplicado. ϕ_{zi} é o preço de reserva de oferta por uma unidade adicional de z_i , dado um lucro constante, e reflete um conjunto de funções de oferta compensada para z_i . A receita marginal por z_i é dada por p_{zi} e a quantidade ótima de z ocorre quando $\phi_{zi} = p_{zi}$.

O equilíbrio implica na função de preço hedônico marginal por z_i revelada pela intersecção entre as curvas de oferta e demanda compensada, como mostrado na Figura 7.

Assim, um procedimento possível para a estimação das curvas de oferta e demanda foi desenvolvido. Para tanto, utiliza-se os dados dos preços negociados para os bens heterogêneos p_z e seus respectivos atributos z_i , o conhecimento das características de cada família através de α e da tecnologia empregada por firma através de β . Ignorando termos aleatórios, duas etapas são propostas.

Primeiramente estimar $p(z)$ pelo método tradicional de preços hedônicos, inserindo como variável dependente o preço observado do bem heterogêneo e como variáveis independentes seus atributos.

$$p(z) = p(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n). \quad (15)$$

Em seguida utilizando os preços hedônicos marginais estimados p_{zi} como variáveis endógenas na resolução das equações simultâneas

$$p_i(z) = F^i(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n, \alpha) \quad \text{Demanda} \quad (16)$$

$$p_i(z) = G^i(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n, \beta) \quad \text{Oferta} \quad (17)$$

3.3 – Revisão de Literatura

A aplicação dos modelos de preços hedônicos para o mercado imobiliário no Brasil é bastante recente na literatura. Um dos pioneiros a utilizar o modelo de preços hedônicos foram Hermann (2003) e González e Formoso (1995).

Em seu trabalho, Hermann (2003) utiliza uma equação hedônica para estimar o valor implícito de diversas amenidades urbanas a partir de dados do mercado imobiliário do município de São Paulo. O autor usou um arcabouço teórico para um município com configuração monocêntrica e duocêntrica aplicado a 497 observações de domicílios utilizando variáveis estruturais (*número de salas, garagem, dormitórios, cozinhas, banheiros, áreas externas e distância aos centros*) e variáveis ambientais (*distância à estação de metrô e à estação de trem, porcentagem de área construída comercial e industrial, partículas inaláveis, porcentagem de área arbórea, taxa de homicídios, porcentagem de população favelada e característica da zona habitada*). Como resultado o autor pôde estimar o preço de cada amenidade e simular os valores dos aluguéis para um mesmo domicílio caso este se encontre em diferentes regiões de São Paulo.

González e Formoso (1995) fizeram um estudo semelhante para o mercado imobiliário de Porto Alegre utilizando preços de aluguel de 504 habitações divididas em seus respectivos bairros. Utilizando variáveis estruturais (*área do imóvel, número de quartos, banheiros, etc*) e de acessibilidade (*proximidade do centro de negócios do município, dos shoppings, dos supermercados e de favelas*) os autores conseguiram quantificar com significância o impacto dessas variáveis nos aluguéis dos imóveis e concluir que as amenidades mais importantes para a formação do valor no município eram a distância até os shoppings e as existência de favelas no entorno dos bairros.

Fávero (2003) também utiliza a abordagem hedônica para estudar os lançamentos imobiliários, de apartamentos, no município de São Paulo. O autor se vale da teoria desenvolvida por Lancaster (1966) e aprimorada por Rosen (1974) aplicada a 480 dados amostrais compreendidos entre 2002 e 2003 para cada faixa de renda distrital do município. O autor utiliza Análise Fatorial para agrupar diversas categorias de variáveis

tais quais: *número de dormitórios, banheiros e vagas, presença de colégio particular, shopping, estação do metrô, hospital e parques, renda familiar, taxa de mortalidade infantil, índice de criminalidade, população favelada, densidade populacional, etc.* Como resultados o autor especifica a importância de cada atributo para cada faixa de renda, ressaltando as diferenças entre os perfis de consumidores.

Filho (2004) utiliza o mesmo modelo de preços hedônicos para estudar os determinantes econômicos que contribuem para a formação de preços do mercado imobiliário da cidade de Fortaleza. Selecionando um total de 4467 ocorrências imobiliárias entre apartamentos, flats, terrenos e salas comerciais, o autor utiliza como variáveis fundamentais as características físicas das unidades (*área privativa, quantidade de unidades, quantidade de blocos, quantidade de apartamentos e de pavimentos*) as características de renda (*renda do chefe da família*) e características de acessibilidade (*existência de supermercados, farmácias, padarias, postos de gasolina, agências bancárias, shoppings, escolas públicas e particulares, hospitais, casas de saúde, clínicas, restaurantes, bares, cafés, lanchonetes, pizzarias, churrascarias, cinemas, teatros, etc*). O autor, além de estimar os impactos dos atributos para cada tipo de imóvel, também insere a abordagem do investidor, mensurando o impacto de variáveis como custo de oportunidade do capital, taxa de vacância, entre outras, como proxys para risco e retorno.

Baptista (2008) utiliza o modelo de preços hedônicos para o preço de aluguel de 850 imóveis em Brasília. O autor foca seu trabalho nas variáveis estruturais dos imóveis e em sua localização, inserindo como dummies os setores e as quadras em quais se divide o município. Os resultados obtidos nesse trabalho sugerem que existem diferenças na valoração dos atributos entre apartamentos e quitinetes e que a localização foi uma variável importante para a construção do preço dos imóveis. O modelo utilizado

pelo autor mostrou que as áreas residenciais de Brasília são mais valorizadas que as comerciais e que a moradia nos setores mais afastados da Esplanada dos Ministérios tem preços mais elevados.

Por fim, Furtado (2007) realiza uma abordagem para o modelo de preços hedônicos mais semelhante com o escopo utilizado neste estudo. Para o autor a síntese da percepção das amenidades urbanas, assim como para Lynch (1997), é especificada pelo elemento bairro. Isso implica que os indivíduos não consideram a localização específica ao adquirirem um imóvel e ao valorarem os atributos locais, mas consideram a estrutura do bairro. Dessa forma, o autor utiliza 510 observações de imóveis localizados em bairros de Belo Horizonte e calcula os valores marginais de cada atributo, simulando também a mudança de valores de um imóvel localizado em diversos pontos da cidade.

Embora outros diversos trabalhos tenham sido realizados com o mesmo intuito, os principais utilizados para elaboração deste estudo, que abordam o mercado imobiliário brasileiro, foram os brevemente descritos acima. Entretanto, todos os referidos trabalhos sofreram de limitações, as quais devem ser consideradas nesse tipo de análise hedônica.

A primeira limitação, evidenciada por todos os autores refere-se à dificuldade de se selecionar corretamente as variáveis intrínsecas ao consumo de habitação que farão parte do modelo. É consenso para todos que os consumidores possuem preferências não tão claras em relação a diversos tipos de amenidades e que algumas amenidades urbanas podem, inclusive, extrapolar as fronteiras administrativas de um determinado município.

Outra limitação enfrentada é, segundo Hermann (2003), o fato de que a teoria não determina a forma funcional para a estimação do modelo e de que existem indícios da

regressão frequentemente esbarrar no problema de multicolinearidade. O problema da forma funcional, afirma Neto (2002), é uma questão puramente empírica por relacionar preço-característica. Dessa maneira, as formas funcionais seriam determinadas pelo pesquisador, com a ressalva de que as mais utilizadas são as lineares, logarítmicas ou semi-logarítmicas.

Outra limitação enfrentada é a maneira como se deve inserir a questão espacial no modelo. Embora os modelos de Alonso (1964), Muth (1969) e Mills (1974) – AMM- deem uma contribuição significativa no conceito de distância do imóvel até o centro de negócios, trabalhos como o de Furtado (2007) que possuem configurações regionais distintas do modelo monocêntrico ou duocêntrico ficam expostos a erros de especificação do modelo.

3.4 – Análise Espacial e Modelo Espacial

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), em inglês Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) é baseada em um conjunto de ferramentas gráficas e descritivas que tem como objetivo identificar propriedades espaciais das variáveis analisadas. A AEDE está baseada nos aspectos espaciais das informações, de maneira que trata diretamente de questões como dependência espacial (autocorrelação) e/ou heterogeneidade espacial. O objetivo é descrever a distribuição espacial, identificar os padrões de associação espacial, verificar a existência de diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial e identificar agrupamento de valores semelhantes (*clusters*), ou de observações atípicas (*outliers*). O *cluster* espacial é um agregado de ocorrências no espaço ou a ocorrência de valores semelhantes em áreas

próximas; enquanto os *outliers* espaciais são dados cuja localização pode exercer uma forte influência, especialmente nas estimações (PAIVA E KHAN, 2011).

A estatística I de Moran é a mais utilizada para determinar a presença de autocorrelação espacial global. Esse indicador nos mostra o grau de associação linear entre os vetores de valores observados no tempo t (z_t) e a média ponderada dos valores da vizinhança ou lags espaciais (Wz_t). Valores de I maiores - ou menores - que o valor esperado $E(I) = [-1/(n-1)]$ indicam que há autocorrelação positiva - ou negativa. De acordo com Cliff e Ord (1981), pode-se expressar essa estatística como:

$$I_t = \left(\frac{n}{S_0} \right) \left(\frac{z'_t W z_t}{z'_t z_t} \right) \quad t = 1, \dots, n \quad (18)$$

em que: z_t é o vetor com n observações para o ano t como um desvio em relação à média; W é a matriz de pesos espaciais, de maneira que os elementos w_{ii} presentes na diagonal são zero, enquanto os elementos w_{ij} mostram como a região i interage espacialmente com a região j ; e o elemento S_0 é um escalar que representa a soma de todos os outros elementos de W .

Uma vez que os elementos de cada linha na matriz de pesos somam a unidade, a expressão (19) se dá por:

$$I_t = \left(\frac{z'_t W z_t}{z'_t z_t} \right) \quad t = 1, \dots, n \quad (19)$$

O índice I de Moran varia de -1 a +1 e fornece uma medida geral de associação espacial, testando a hipótese nula de independência espacial ($I=0$) contra a hipótese alternativa de dependência espacial ($I \neq 0$).

A estatística I de Moran pode mascarar alguns padrões locais de dependência espacial. Portanto, deve-se recorrer a indicadores locais, como o Diagrama de Dispersão

de Moran (*Moran Scatterplot*) e o LISA (Local Indicators of Spatial Association), que mostram a existência de clusters espaciais locais de valores altos ou baixos, além das regiões que mais contribuem para a existência de autocorrelação espacial.

O diagrama de dispersão de Moran é uma representação do coeficiente de regressão e permite visualizar a correlação linear entre z e Wz em um gráfico de duas variáveis, representado em quatro quadrantes, que representam quatro padrões de associação local espacial entre as regiões e seus vizinhos:

- a) Quadrante superior direito, que representa associação espacial High-High, (autocorrelação positiva). Ou seja, regiões que apresentam altos valores para a variável em análise e são cercadas por regiões que também apresentam valores acima da média para essa variável.
- b) Quadrante superior esquerdo, que representa associação espacial Low-High (autocorrelação negativa). Ou seja, mostra regiões com valores baixos que são cercadas por vizinhos com altos valores da variável.
- c) Quadrante inferior esquerdo, que representa associação espacial Low-Low (autocorrelação positiva). Ou seja, mostra regiões e vizinhos que possuem baixos valores da variável em análise.
- d) Quadrante inferior direito, que representa associação espacial High-Low (autocorrelação negativa). Ou seja, mostra regiões com altos valores da variável cercadas por regiões com baixos valores.

O indicador LISA é uma estatística utilizada para testar a hipótese nula de ausência de associação espacial local. Esse indicador: permite a identificação de padrões

de associação espacial significativa para cada área da região de estudo; e decompõe o índice global de associação espacial, de maneira que o somatório do indicador LISA para todas as regiões é proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global (ANSELIN ; ANSELIN (1996) *apud* PAIVA E KHAN, 2011).

Especifica-se a estatística LISA da seguinte maneira:

$$I_{i,t} = \frac{x_{i,t} - \mu_t}{m_0} \sum_j w_{ij} (x_{j,t} - \mu_t) \text{ com } m_0 = \frac{(x_{i,t} - \mu_t)^2}{n} \quad (20)$$

em que: $x_{i,t}$ é a observação de uma variável de interesse na região i para o ano t ; μ_t é a média das observações entre as regiões no ano t para a qual o somatório em relação a j é tal que somente os valores vizinhos de j são incluídos.

Assim, valores positivos de $I_{i,t}$ indicam que existem *clusters* espaciais High-High ou Low-Low; enquanto valores negativos significam que existem *clusters* espaciais High-Low ou Low-High.

O primeiro passo para se utilizar AEDE é a construção de uma matriz de pesos espaciais. Há diversas formas de se calcular uma matriz de pesos, entre elas adotar o critério de uma distância d entre cada região, formando um círculo de influência; o critério de vizinhança chamado *Queen*, que caracteriza um estado j como vizinho de um estado i se j tiver fronteira ou intersecção de polígonos comum com i ; e o critério de k-vizinhos mais próximos.

A matriz de pesos espaciais para o critério dos k-vizinhos, de acordo com Almeida, Perobelli e Ferreira (2008), é determinada da seguinte maneira:

$$w_{ij}(k) = 0 \text{ se } i = j \quad (21)$$

$$w_{ij}(k) = 1 \text{ se } d_{ij} \leq D_i(k) \text{ e } w_{ij}(k) = w_{ij}(k) / \sum_j w_{ij}(k) \text{ para } k = 1, \dots, n \quad (22)$$

$$w_{ij}(k) = 0 \text{ se } d_{ij} > D_i(k) \quad (23)$$

em que d_{ij} representa a distância entre os centros das regiões i e j ; $D_i(k)$ é um valor crítico que define o valor limite do círculo.

Após a estimação dessa regressão, pode-se identificar qual o melhor modelo espacial considerando-se a autocorrelação espacial. A proposta de escolha do melhor modelo é proposta por Florax, Folmer e Rey (2003) e sugere:

- a) Estimar o modelo clássico de regressão linear por MQO;
- b) Testar a hipótese de ausência de autocorrelação espacial devido a uma defasagem ou a um erro por meio do valor do multiplicador de Lagrange para defasagem espacial (ML_ρ) e Multiplicador de Lagrange para o erro espacial (ML_λ);
- c) Caso ambos os testes não sejam significativos, a utilização do modelo clássico é mais apropriada. Caso contrário, é necessário seguir o próximo passo;
- d) Caso ambos sejam significativos, estima-se o modelo apontado como o mais significativo de acordo com as versões robustas desses testes, ou seja, o multiplicador de Lagrange robusto para a defasagem espacial ML_ρ e o multiplicador de Lagrange robusto para o erro espacial ML_λ . Caso $ML_\rho > ML_\lambda$ identifica-se o modelo com defasagem espacial como o mais apropriado. Caso

contrário, $ML_\rho < ML_\lambda$, adota-se o modelo de erro espacial como o mais apropriado.

4 – O MODELO PARA SOROCABA

4.1 – Características do Município

O município de Sorocaba está localizado no interior do estado de São Paulo, no sudoeste do estado e a cerca de 90 km da capital. O município possui uma área territorial de 449,122 km² sendo 55% de área urbana e 45% de área rural. Em relação a sua acessibilidade rodoviária, o município possui acesso principalmente às rodovias Castelo Branco (SP-280) e Raposo Tavares (SP-270).

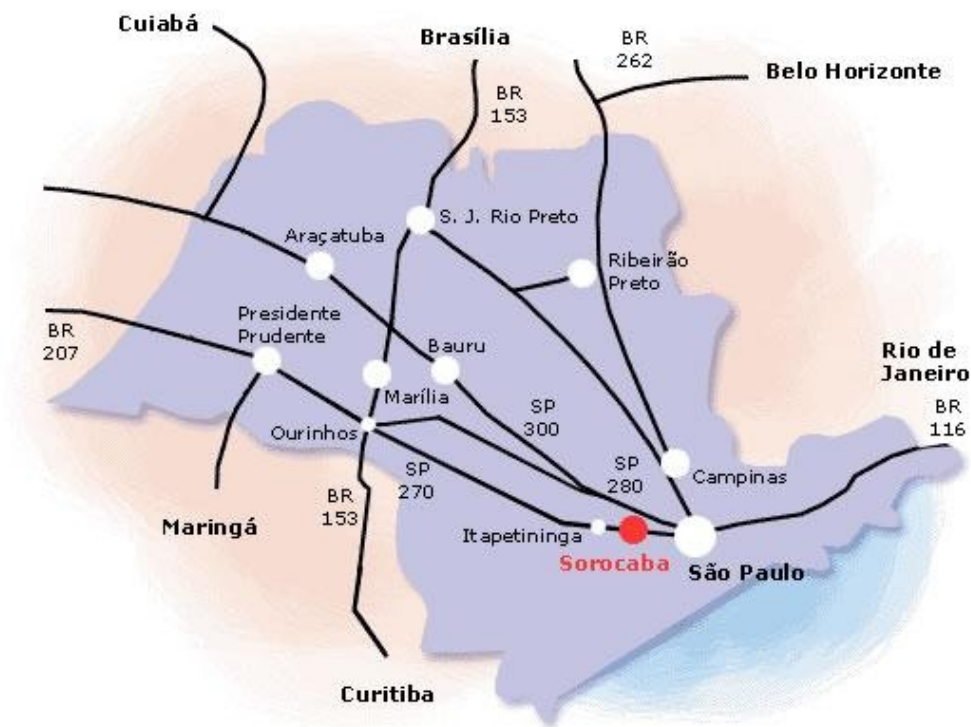


Figura 8 – Localização de Sorocaba no estado de São Paulo
Fonte: Prefeitura de Sorocaba (2014).

Segundo dados da Fundação SEADE, a população sorocabana no ano de 2010 era de 585.780 habitantes, sendo aproximadamente 98.9% do total concentrado na zona urbana do município. A taxa geométrica de crescimento populacional do município foi de 1,75% entre 2000 e 2010 e de 1,26% entre 2010 e 2014.

Segundo as informações do IBGE a faixa de idade com maior ocorrência para os habitantes do município se encontra entre os 21 e 30 anos, com 108641 habitantes. A Figura 9 mostra a distribuição de habitantes em cada faixa etária.

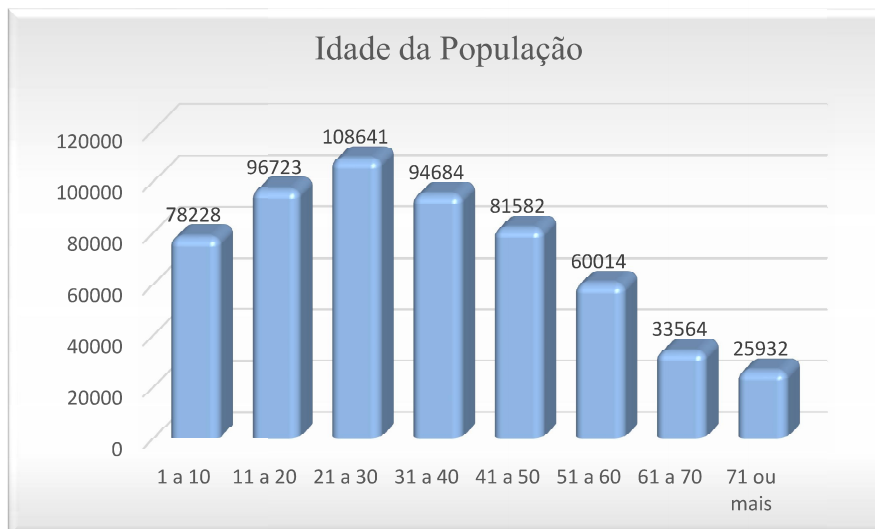


Figura 9 – Distribuição etária da população de Sorocaba
Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010).

Além da distribuição etária da população pode-se verificar também a distribuição espacial da mesma. A Figura 9 ilustra a quantidade de domicílios particulares permanentes em cada setor censitário de Sorocaba.

É possível perceber na Figura 10 que as maiores concentrações de domicílios particulares permanentes se encontram na parte norte do município, à exceção de poucos setores censitários na zona sul. Em nível de bairro, pode-se citar como bairros com alta concentração domiciliar o Parque São Bento, Jardim Santa Luiza, Jardim Santa Catarina, Vila Bom Jesus e Jardim Santa Marina, a maioria se localizando na zona norte.

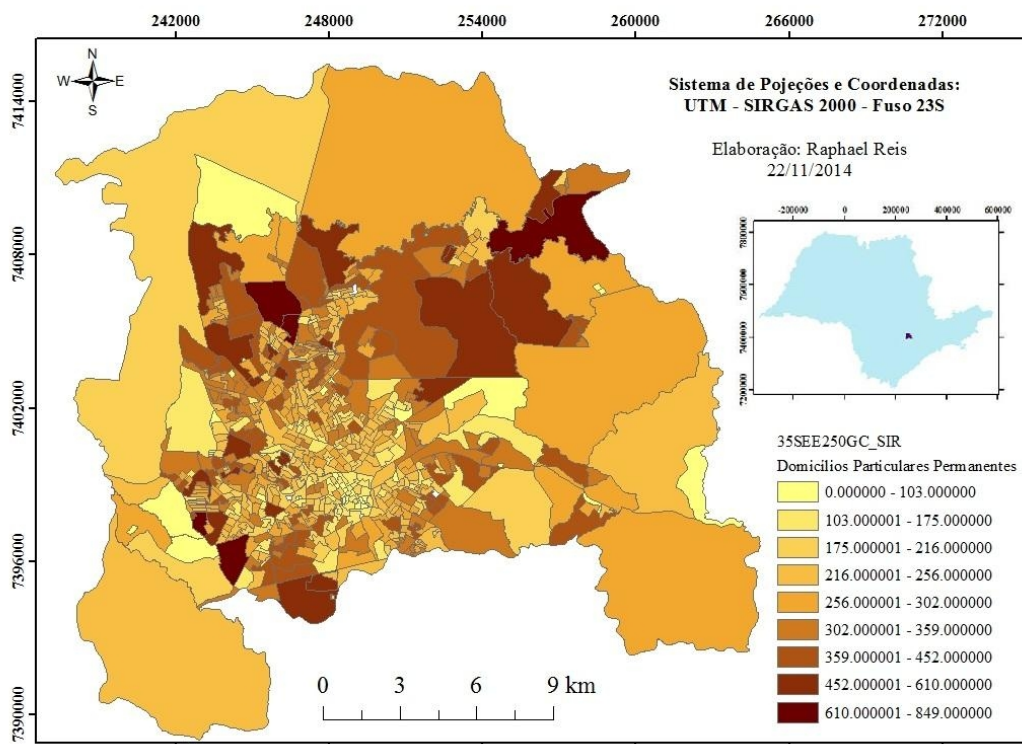


Figura 10 – Distribuição espacial dos domicílios de Sorocaba por setor censitário
Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010).

O Produto Interno Bruto (PIB) do município é composto majoritariamente pelo setor de Serviços e da Indústria. Embora tenha existido uma queda na participação do setor de Serviços em Sorocaba, o valor adicionado pelo setor tem sido responsável por uma média 65% do valor adicionado total do município nos últimos anos. A Figura 11 mostra as participações dos setores no valor adicionado da economia sorocabana.

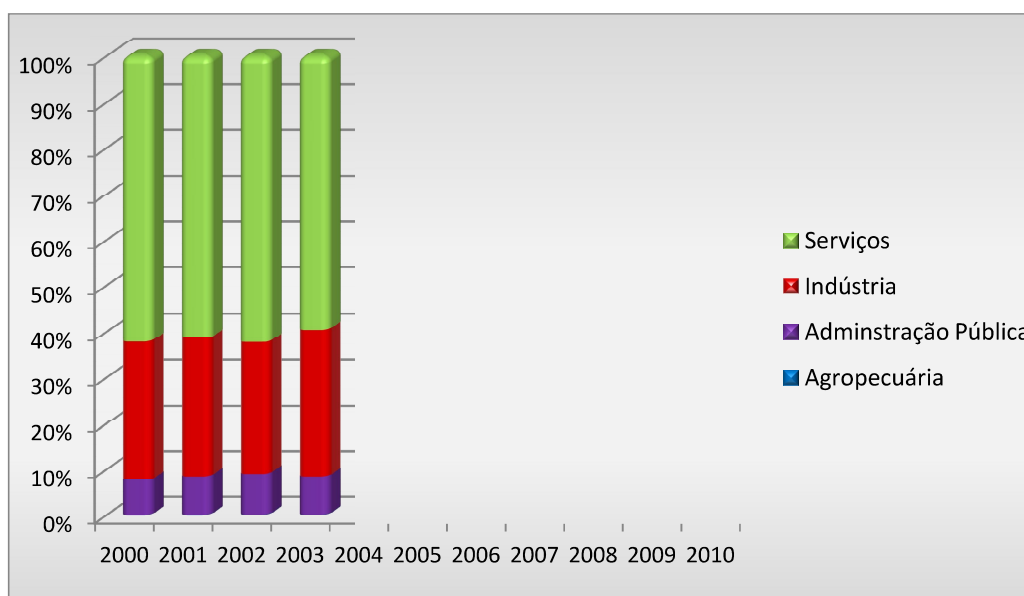


Figura 11 – Participação dos setores no PIB de Sorocaba

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010).

Como é possível perceber, entre 2000 e 2010 houve um aumento da participação do valor adicionado pela indústria em detrimento de uma queda relativa da participação dos serviços. Uma explicação para esse fato se deve à implementação novas empresas no município em razão do recente surgimento do Parque Tecnológico de Sorocaba, localizado na zona norte do município e que iniciou suas atividades com foco nos setores automotivo, energético, metal-mecânico, eletro-eletrônico e de tecnologias integradas de automação e comunicação.

Com relação aos rendimentos, verifica-se a partir de dados do Censo de 2010 que da população de 10 anos ou mais que possui rendimento, a maior parte se encontra na faixa de renda entre 1 e 2 salários mínimos. A Figura 12 mostra a distribuição da população em cada faixa de renda.

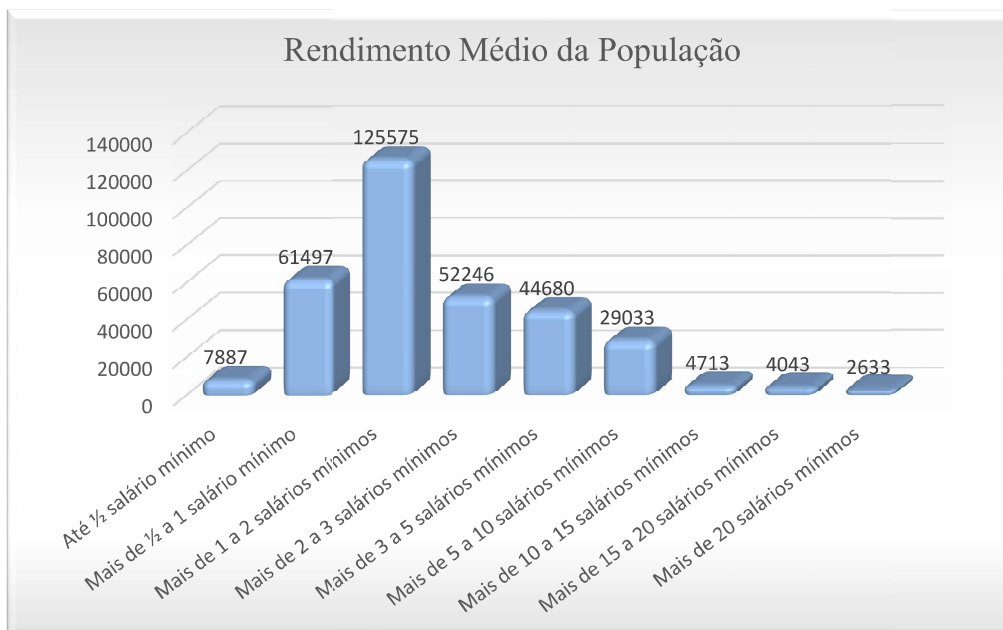


Figura 12 – Rendimento nominal médio da população de 10 anos ou mais de Sorocaba
Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010).

Espacialmente também é possível averiguar a distribuição da renda do município através do rendimento nominal médio mensal dos responsáveis por domicílios particulares permanentes como proxy. A Figura 13 mostra essa distribuição.

Uma característica notória da comparação entre a distribuição populacional e a distribuição de renda do município é que elas possuem padrões distintos de concentração. A população de Sorocaba está mais concentrada em áreas ao norte do município e em alguns setores da zona sul. No entanto os rendimentos mais elevados se encontram predominantemente na parte sul do município, nas imediações do bairros Campolim e nas proximidades do condomínio Granja Olga.

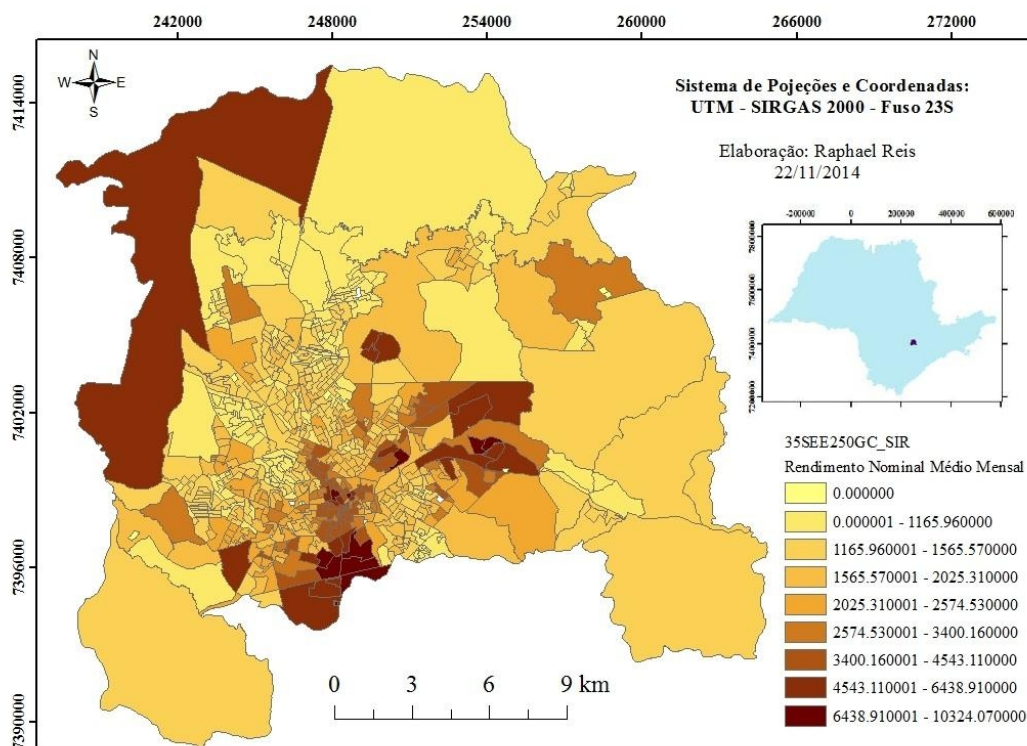


Figura 13 – Distribuição espacial do rendimento médio de Sorocaba.
Fonte: Elaboração Própria com Dados do IBGE (2010)

Também segundo o Censo 2010 é possível verificar que o município é constituído predominantemente por imóveis do tipo casa, com 88% dos imóveis particulares permanentes. Os apartamentos compõem 9% do total e as casas em vilas ou condomínios 3%, como ilustra a Figura 14.

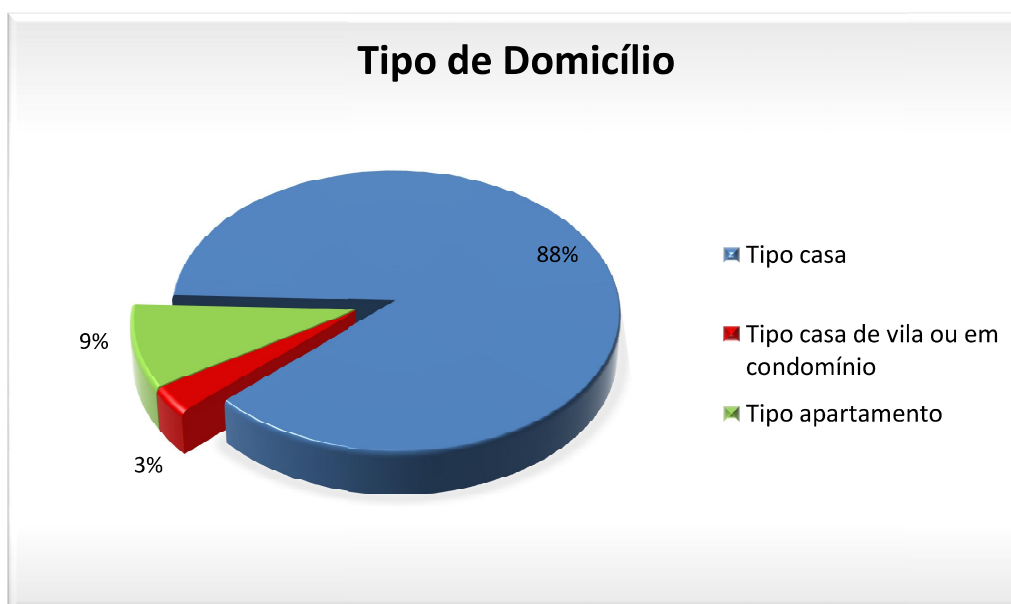


Figura 14 – Percentual dos domicílios de Sorocaba por tipo
Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2010)

Em pesquisa realizada entre os anos de 2012 e 2013, o SECOVI verificou também um aumento de 56,4% nos preços dos imóveis de apenas um dormitório, com o preço médio do metro quadrado passando de R\$ 3.409 para R\$ 5.331. Nos imóveis de dois, três e quatro dormitórios os aumentos em apenas um ano foram de, respectivamente, 15,5%, 15,7% e 15%.

Segundo o último panorama regional traçado pelo SECOVI, a qualidade de vida, a segurança, a disponibilidade de áreas e a melhora significativa da mobilidade, assim como da infraestrutura e das estradas, são alguns dos fatores que estimularam o comportamento de migração para o interior e urbanização do mesmo, contribuindo para o crescimento e aquecimento do mercado imobiliário, principalmente em Sorocaba.

4.2 – Modelo Empírico

Os modelos de preços hedônicos podem considerar simultaneamente diversos atributos que indiretamente impactem no preço observável de um determinado bem. No caso dos modelos aplicados ao mercado imobiliário, como já referido, geralmente são considerados diversos tipos de variável para compor três grupos de informação: estrutura do imóvel, acessibilidade e características do entorno. Hermann (2003), Fávero (2003), Fávero et al. (2008) e outros autores utilizam as variáveis dos três grupos, de acordo com informações ad hoc ou evidências empíricas, para representar os grupos de amenidades urbanas que têm seus preços implícitos estimados.

No escopo deste estudo foram também utilizadas variáveis dos três tipos, categorizadas de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 – Variáveis consideradas no estudo

| Tipo da Variável | Descrição | Variável |
|---------------------------|---------------------------------|----------|
| Estrutura do imóvel | Área total do imóvel | AREA |
| | Número de salas | SALA |
| | Número de vagas na garagem | VAGAS |
| | Número de Dormitórios | QUART |
| | Número de Banheiros | WC |
| | Dummy Varanda | VARANDA |
| | Dummy Elevadores | ELEV |
| | Dummy Quadra | QUADR |
| | Dummy Churrasqueira | CHURR |
| | Dummy Salão de Jogos | JOGOS |
| | Dummy Salão de Festas | FEST |
| Dummy Piscina | PISC | |
| Acessibilidade | Nº de Escolas Municipais | ESC_MUN |
| | Nº de Escolas Estaduais | ESC_EST |
| | Nº de Escolas Particulares | ESC_PART |
| | Nº de Shopping | SHOP |
| | Nº de Estabelecimentos de Saúde | HOSP |
| | Nº de Terminais Rodoviários | ONIB |
| | Nº de Delegacias | DELEG |
| | Nº de Cemitérios | CEMIT |
| | Nº de Parques e praças | PARQ |
| Proximidade do centro | PROX_CENTRO | |
| Características do bairro | Densidade Populacional | DENS |
| | Rendimento Médio Mensal | REND |
| | Criminalidade | CRIME |

Fonte: Elaboração Própria

Dois modelos econométricos foram construídos para análise. O Modelo 1 visa incorporar apenas as variáveis estruturais para a determinação dos valores dos imóveis. Sua construção é baseada no total de observações de imóveis coletados. O Modelo 2 visa incorporar as demais variáveis e sua construção é baseada nas observações de imóveis agrupados por bairros.

4.3 – Dados

Os dados utilizados foram obtidos por meio de informações primárias e secundárias. Para compor a amostra de domicílios estudada foi realizada uma coleta de dados nos sites de imobiliárias do município. Ao todo foram coletados dados para 1144 domicílios, excluídas as repetições, nos sites das imobiliárias Casabranca, Mendes Ortega e BWM. Os imóveis estão distribuídos da seguinte forma:

Tabela 4 – Composição dos imóveis da amostra

| | Somente Venda | Somente Aluguel | Venda e Aluguel | Total |
|-------------|---------------|-----------------|-----------------|-------|
| Casa | 455 | 168 | 66 | 689 |
| Apartamento | 221 | 195 | 39 | 455 |
| | 676 | 363 | 105 | 1144 |

Fonte: Elaboração própria

Os domicílios selecionados para compor a amostra foram os que estavam sendo anunciados com um preço de venda. Ou seja, selecionou-se casas e apartamentos à venda e seu preço foi a variável dependente da regressão. Os dados dos imóveis do portal das imobiliárias se encontravam apenas com endereçamento por bairros, não sendo divulgada a localização exata dos imóveis.

Os endereços de Escolas foram coletados de todas as escolas cadastradas no portal da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Os endereços de Estabelecimentos de Saúde foram coletados de todos os cadastrados no portal do DATASUS, do Ministério da Saúde. Os endereços de Parques e Praças foram coletados a partir de uma divulgação da Secretaria de Serviços Públicos (SERP) de Sorocaba. Os demais dados de acessibilidade foram obtidos através de consulta no sistema Google Maps.

Todos os dados do imóvel e relacionados à sua acessibilidade foram georreferenciados também através do sistema Google Maps, de forma que sua localização pode conter imprecisões devido às informações cadastradas no sistema ou a coordenadas divergentes obtidas pelas imagens de satélite.

Os dados de densidade demográfica e de rendimento médio mensal foram coletados a partir dos Microdados do Censo 2010. Os dados de crime foram coletados no site da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo. Como crimes foram consideradas as ocorrências policiais registradas nas delegacias de polícia de: Homicídio Doloso, Estupro, Roubo de Veículos, Cargas, Banco, e Outros e Furto de Veículos e Outros.

4.4 – Construção da Análise Empírica

Em matéria publicada em um jornal de Sorocaba, *Cruzeiro do Sul*, o chefe da Divisão de Geoprocessamento da Prefeitura, Luís Eduardo Furlani, afirma que oficialmente o município não possui uma divisão territorial por bairros, mas apenas por loteamentos. Dessa forma, embora a população conheça através de usos e costumes a localidade dos bairros, não existe oficialmente uma informação que permita compor com exatidão o contorno geográfico de cada uma dessas unidades.

Com as informações do sistema Google Maps e com o endereçamento dos imóveis à venda em condomínios é possível apenas pontuar os bairros de Sorocaba utilizados no estudo, sem, contudo, definir seus contornos. A Figura 15 mostra os bairros e os condomínios georreferenciados.

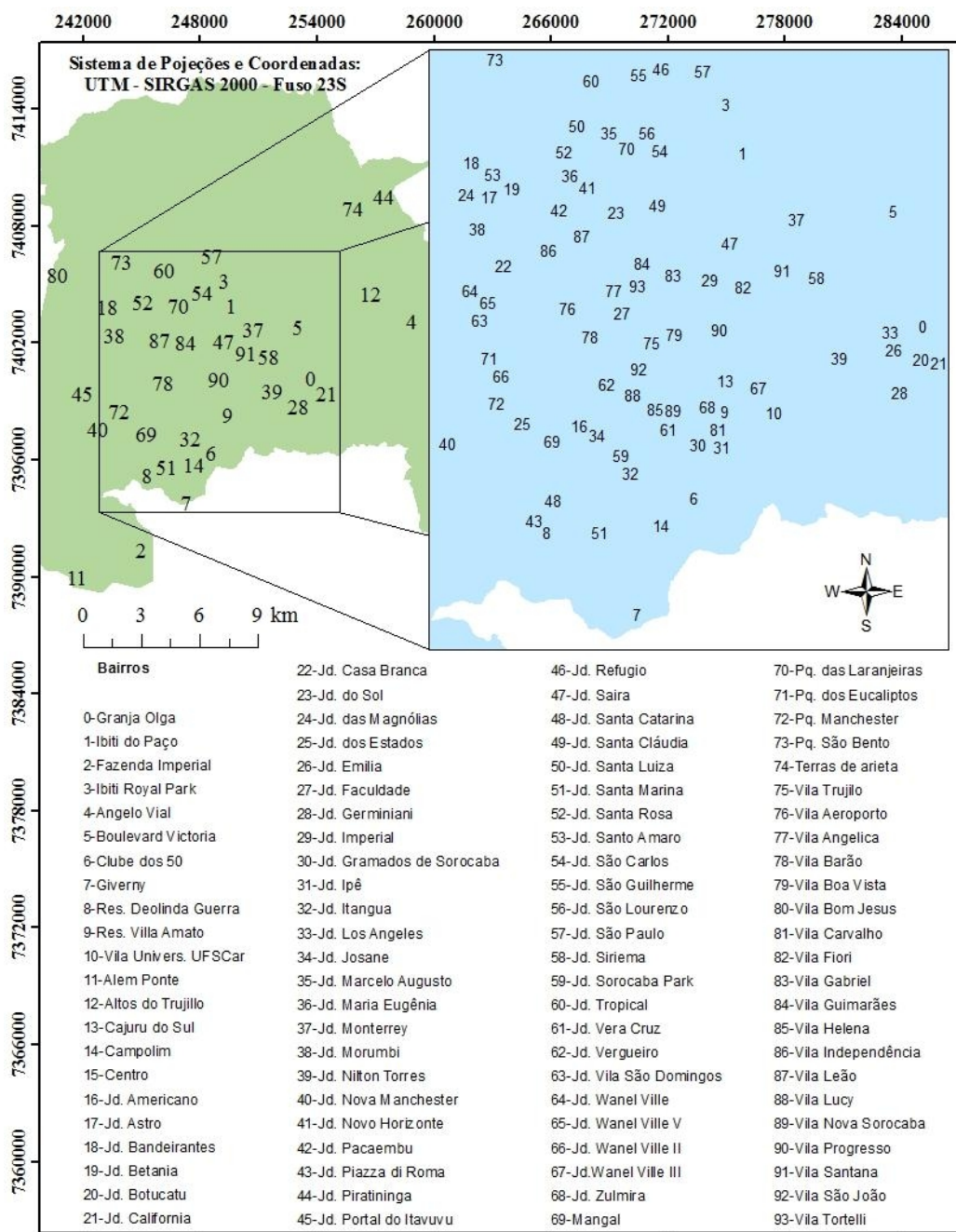


Figura 15 – Bairros e condomínios de Sorocaba utilizados
Fonte: Elaboração própria

Sem a informação dos limites de bairros para Sorocaba não é possível determinar com precisão uma estrutura de vizinhança. Anselin (1999) afirma a importância da construção de uma matriz de vizinhança para análise da dependência espacial, onde geralmente essa matriz é construída a partir de um critério de contiguidade entre as unidades espaciais. No entanto, outras alternativas são propostas para determinar quais observações são espacialmente vizinhas, como a distância entre as observações (ANSELIN, 1980, apud ANSELIN, 1999) e a determinação de k-vizinhos (PINKSE E SLADE, 1998, apud ANSELIN, 1999).

Na tentativa de contornar essas limitações, tentou-se criar por meio de Polígonos de Voronoi uma área de abrangência para cada observação obtida de forma a construir, mesmo que superficialmente, uma estrutura de vizinhança entre os bairros analisados através do critério de contiguidade.

Segundo Silva e Bacha (2011), dado um conjunto de pontos no plano euclidiano, existe um conjunto associado de regiões em torno desses pontos. Assim, todos os locais dentro de determinada região estão mais próximos de um dos pontos do que de qualquer outro ponto. Estas regiões podem ser consideradas o dual do conjunto de pontos e são conhecidas como polígonos de proximidade, polígonos de Voronoi ou regiões de Thiessen. Matematicamente, define-se que: seja n o número de pontos geradores e n_e o número de arestas de Voronoi, então, $n_e \leq 3n - 6$, isto é, o vértice é representado pela intersecção de três arestas que são equidistantes a três pontos geradores, como ilustrado na Figura 16.

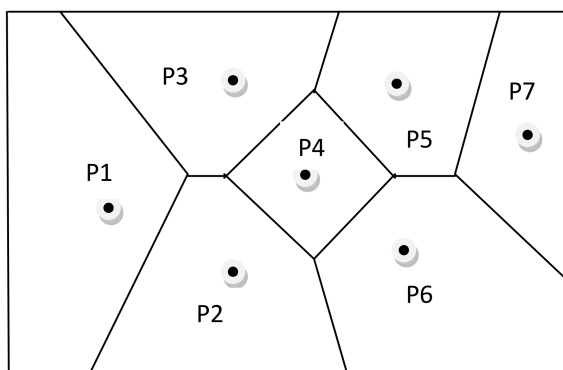


Figura 16 – Exemplo de polígonos de Voronoi
Fonte: Kolahdouzan e Shahabi (2004) apud Silva e Bacha (2011)

Por exemplo, sendo cada P_n a localização de uma escola é mais próximo para um estudante frequentar a escola P1 se ele morar até os limites do polígono de Voronoi criado entre as escolas P1, P2 e P3.

Dessa forma, tomando os pontos georreferenciados dos bairros e condomínios pode-se criar uma “área de influência” de cada observação e uma estrutura de vizinhança através dos polígonos de Voronoi.

A análise dos resultados empíricos também conta com a realização de interpolações da média de venda de cada bairro, a fim de se ilustrar o impacto espacial dos preços dos imóveis. A interpolação realizada foi pelo método de densidade de Kernel, segundo o qual se desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto de amostra e então aplica uma função matemática que vai de 1 na posição do ponto a zero na fronteira da vizinhança. O exemplo da densidade de Kernel aplicada a um ponto é dado pela Figura 17.

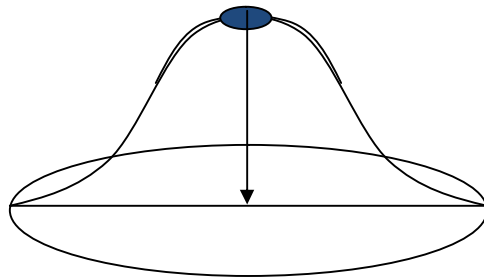


Figura 17 – Exemplo de densidade de Kernel para um ponto
Fonte: Elaboração própria

Dessa forma, aplicando a interpolação dos preços de venda dos imóveis pelo método de Kernel, os pontos com valores mais elevados serão comparados com os pontos com valores menos elevados, criando assim uma superfície de valoração gradativa entre os pontos.

5 – RESULTADOS

Inicialmente foram agrupadas todas as informações contidas para cada bairro de Sorocaba, obtidas nos portais online das imobiliárias. Filtrando os resultados foram obtidos um total de 137 bairros, sendo que condomínios particulares também foram cadastrados como bairros a fim de facilitar a análise. Por problemas de localização, o georreferenciamento apenas foi realizado para 94 bairros, sendo excluídas as outras observações.

A localização dos bairros georreferenciados, a princípio como pontos, não correspondentes especificamente ao centroide do bairro e pode ser observada no APÊNDICE 1. As áreas de influência determinadas pelos polígonos de Voronoi podem ser visualizadas também no APÊNDICE 1.

A média do preço de vendas para todos os imóveis coletados foi de R\$ 490.544. A média do preço de vendas apenas para os imóveis utilizados no modelo foi de R\$ 471.799.

A partir das informações da média do preço aplicado na venda dos imóveis em cada bairro foi possível realizar uma interpolação entre esses valores a fim de verificar as áreas de maiores e menores preços de venda. O resultado da aplicação da interpolação pode ser verificado na Figura 18.

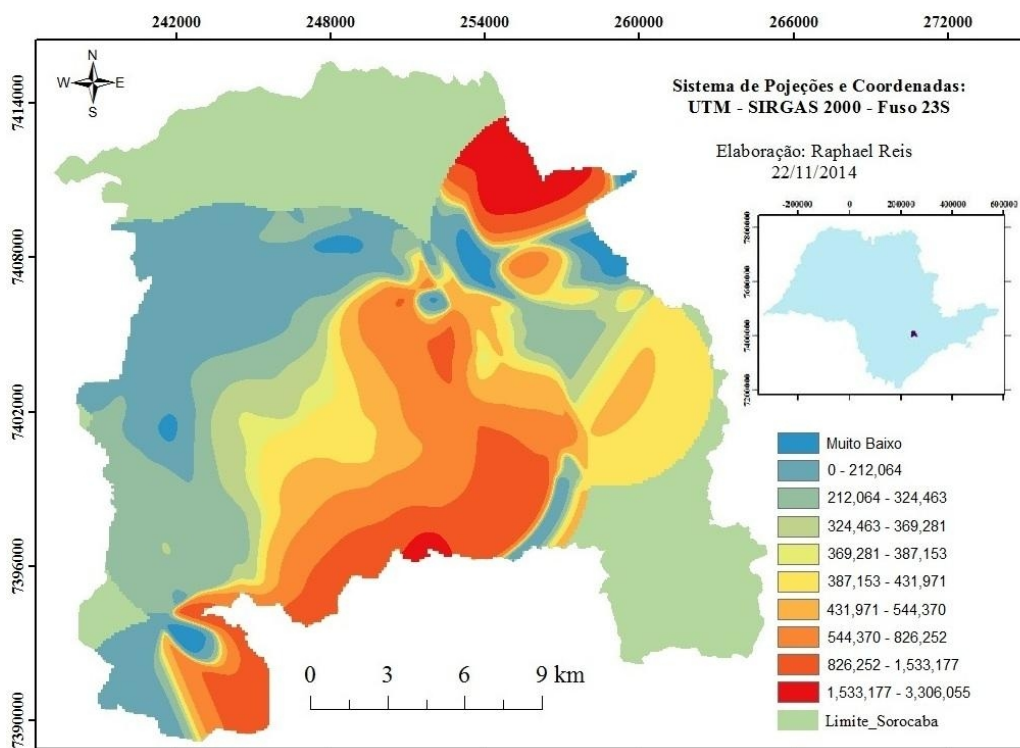


Figura 18 – Interpolação dos valores médios de venda dos imóveis
Fonte: Elaboração própria

A Figura 16, embora não represente um processo de valorização, representa uma informação a respeito da valoração atual dos bairros de Sorocaba. Através dela é

possível verificar numa escala cromática de azul até vermelho o nível médio de preços dos imóveis.

Os picos positivos da interpolação são dados principalmente por imóveis em condomínios residenciais. Os locais que mais contribuíram para a construção desses picos foram: Condomínio Angelo Vial, Residencial Fazenda Imperial, Condomínio Giverny, Parque Campolim, Jardim Gramados de Sorocaba e Jardim Bandeirantes.

Os picos negativos da interpolação são dados pelos locais: Residencial Villa Amato, Vila Bom Jesus, Parque São Bento e Vila Universitária UFSCar.

As áreas que estão fora dessa escala cromática representam localidades não afetadas pela interpolação devido à falta de dados.

O primeiro modelo econométrico testado regrediu o preço dos imóveis sobre seus atributos estruturais apenas. O modelo selecionado foi do tipo linear. As variáveis específicas para condomínios foram inseridas como dummies. A Tabela 5 contém os resultados do Modelo 1.

Tabela 5 – Estimativa dos Preços dos imóveis em relação a suas condições estruturais.

| Variável | Coefficiente | Desv. Pad | Estat. t | Prob. |
|-------------------|--------------|------------------|----------|--------|
| C | -257071 | 45410,58 | -5,66103 | 0,0000 |
| AREA | 890,4289 | 60,57565 | 14,69945 | 0,0000 |
| QUARTO | 60511,66 | 17481,05 | 3,461557 | 0,0006 |
| SALA | 140223,8 | 17939,41 | 7,816523 | 0,0000 |
| ELEV | 98286,08 | 36068,17 | 2,725009 | 0,0066 |
| VAGAS | 14149,87 | 7892,199 | 1,792893 | 0,0735 |
| FESTAS | 80538,39 | 35612 | 2,261552 | 0,0241 |
| PISC | 90199,68 | 35259,18 | 2,55819 | 0,0108 |
| QUADRA | 122420,5 | 40162,33 | 3,048142 | 0,0024 |
| R-Quadrado | 0,646162 | Critério Akaike | 27,99888 | |
| R-Quadrado Ajust. | 0,641536 | Critério Schwarz | 28,06310 | |
| Estatística F | 139,7004 | Hannan-Quinn | 28,02384 | |
| Prob. | 0,000000 | Durbin-Watson | 1,637586 | |

Fonte: Elaboração Própria

O Modelo 1 apresentou um ajuste razoavelmente elevado, com R^2 de 0,62 e diversos parâmetros significativos. Mesmo com a alta correlação entre alguns pares de variáveis, como AREA e QUARTO, esse é um indício da ausência de multicolinearidade no modelo. O teste Jarque-Bera indica que os resíduos do modelo não são normalmente distribuídos. Embora a ausência de normalidade dos resíduos seja um problema para a regressão em dados regionais de um único período esse fenômeno geralmente ocorre devido à heterogeneidade das observações. No entanto, segundo Greene (2008, p.262) o teorema do limite central permite com que para amostras suficientemente grandes os estimadores tendam a ser eficientes e se possam fazer inferências sobre os parâmetros do modelo. Para o teste de heterocedasticidade, o teste de Breusch-Pagan não atesta a presença desse problema. Embora o teste de White sugira a presença de heterocedasticidade, Anselin (2004, p. 177) e Furtado (2007) lembram que os testes contra heterocedasticidade são muito sensíveis à presença de dependência espacial e que para amostras grandes o teste Breusch-Pagan passa a ser adequado.

Como é possível perceber para os dados de imóveis à venda coletados, considerando casas e apartamentos, o preço médio do m² no município de Sorocaba é de R\$ 890,42. Com um nível de significância de 1% pode-se afirmar que número de quartos e salas eleva o preço do imóvel em R\$ 60.511 e R\$ 140.223, respectivamente.

Pelos parâmetros também pode se identificar a existência de diferença no preço para as habitações do tipo casa e do apartamento. Supondo um apartamento com elevador, vaga na garagem, salão de festas, piscina e quadra, o modelo sugere que a diferença entre o valor desses tipos de imóveis é de aproximadamente R\$ 405 mil.

A estatística I de Moran, embora tenha apresentado um valor baixo, foi significativa ao nível de 1%. Isso demonstra que existe autocorrelação espacial para a média de preços de venda dos imóveis, ou seja, os valores de venda dos vizinhos impactam e são impactados pelo valor de venda de determinado bairro. A Figura 19 mostra a distribuição das observações e o coeficiente do I de Moran.

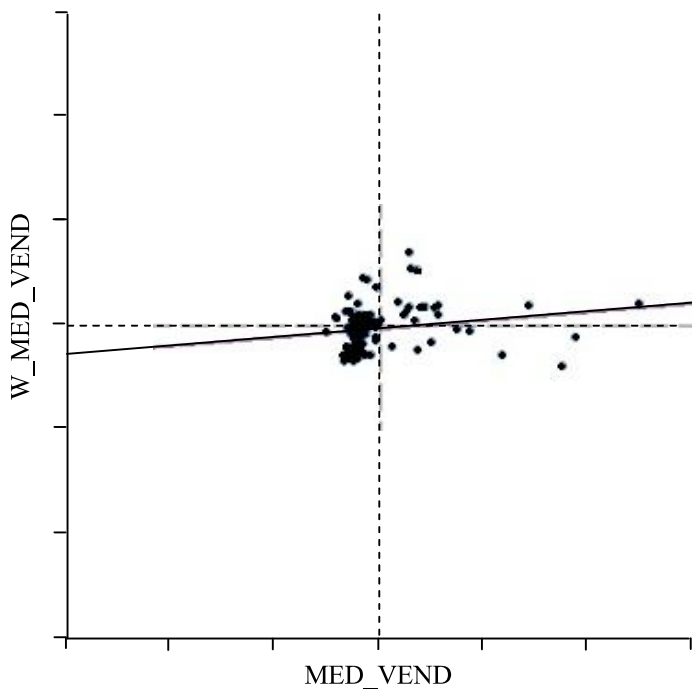


Figura 19 – Gráfico de dispersão do I de Moran para determinação da autocorrelação espacial da média de venda dos imóveis

Fonte: Elaboração própria

Dessa forma é necessário levar em consideração a construção de um modelo de defasagem espacial ou de erro espacial.

A estatística LISA representada na Figura 20 mostra o mapa de clusters de valor de venda nas áreas de influência de cada observação. Através dela é possível perceber que existem clusters de elevada valoração imobiliária na parte sul de Sorocaba e clusters de valores baixos localizados na parte oeste do município.

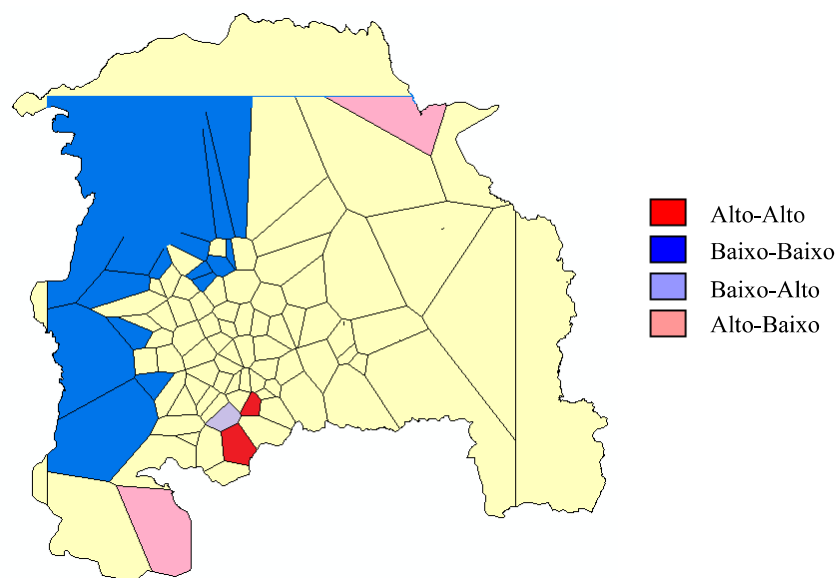


Figura 20 – Mapa de clusters

Fonte: Elaboração própria.

As observações representadas como clusters de alta média de valor de venda são: o Parque Campolim e o Jardim Faculdade. O cluster de valores baixos de média do valor de venda é formado pelas áreas de influência de: Jd. Piazza di Roma, Jd. Tropical, Pq. Manchester, Jd. Wanel Ville III, Vila Bom Jesus, Jd. Josane, Jd. Botucatu, Pq. Das Laranjeiras, Jd. Portal do Itavuvu, Jd. Santa Claudia, Jd. São Guilherme, Jd. Sorocaba Park, Jd. Pacaembu, Jd. Maria Eugênia e Jd. Santa Rosa.

O *outlier* baixo-alto é o Jd. Dos Estados e os alto-baixos são o condomínio Fazenda Imperial e Cajuru do Sul.

O Modelo 2 considera as áreas de influência dos bairros (polígonos de Voronoi) e incorpora as médias das variáveis estruturais dos imóveis às amenidades urbanas presentes em cada área. O modelo considerado é da forma linear. A Tabela 6 mostra os resultados do modelo com todas as variáveis incorporadas.

Tabela 6 – Estimativa dos Preços Médios dos imóveis por áreas de influência.

| Variável | Coefficiente | Desv. Pad | Estat. T | Prob. |
|-------------------|--------------|------------------|----------|--------|
| C | -574043 | 226476,3 | -2,53467 | 0,0137 |
| MED_AREA | 227,1236 | 86,92008 | 2,613017 | 0,0112 |
| MED_QUART | 90168,28 | 63085,91 | 1,429294 | 0,1578 |
| MED_SALA | 303721,6 | 63823,16 | 4,7588 | 0,0000 |
| MED_SUIT | 18144,81 | 48119,7 | 0,377077 | 0,7074 |
| MED_VAGA | 34056,49 | 19948,88 | 1,707188 | 0,0926 |
| MED_CHURR | -62839,2 | 89932,7 | -0,69874 | 0,4872 |
| MED_ELEV | 119004,7 | 154001,3 | 0,772751 | 0,4425 |
| MED_FEST | 98021,05 | 152371,8 | 0,643302 | 0,5223 |
| MED_JOGOS | -137007 | 209103,2 | -0,65521 | 0,5147 |
| MED_PISC | 201017,7 | 113347,9 | 1,773457 | 0,0809 |
| MED_QUAD | 20019,81 | 164661,8 | 0,121581 | 0,9036 |
| CEMIT | 25347,59 | 82337,89 | 0,307848 | 0,7592 |
| CRIME | 29,85109 | 49,14284 | 0,607435 | 0,5457 |
| DELEG | 34438,81 | 47706,79 | 0,721885 | 0,4730 |
| DENS | -12782 | 22444,34 | -0,5695 | 0,5710 |
| PROX_CENTRO | 19,363 | 13,44398 | 1,440273 | 0,1547 |
| ESC_EST | -24236,9 | 25913,4 | -0,9353 | 0,3531 |
| ESC_MUN | 2101,051 | 20476,61 | 0,102607 | 0,9186 |
| ESC_PART | -4101,56 | 19773,67 | -0,20743 | 0,8363 |
| FACUL | -18709,6 | 65883,39 | -0,28398 | 0,7773 |
| HOSP | 27745,49 | 38572,04 | 0,719316 | 0,4746 |
| ONIB | -179592 | 124779,5 | -1,43927 | 0,1549 |
| PARQ | -13218,4 | 58023,07 | -0,22781 | 0,8205 |
| REND | 1066,525 | 30297,87 | 0,035201 | 0,9720 |
| SHOP | 48188,73 | 99549,8 | 0,484067 | 0,6300 |
| R-Quadrado | 0,794102 | Critério Akaike | 27,60065 | |
| R-Quadrado Ajust. | 0,713672 | Critério Schwarz | 28,32281 | |
| Estatística F | 9,873313 | Hannan-Quinn | 27,89187 | |
| Prob. | 0,000000 | Durbin-Watson | 1,386343 | |

Fonte: Elaboração Própria

Determinou-se como modelo final para os bairros de Sorocaba modelo analítico da equação abaixo.

$$MED_{VEND} = \beta_1 + \beta_2 MED_AREA + \beta_3 MED_SALA + \beta_4 MED_WC + \beta_5 MED_SUIT + \beta_6 SHOP + \beta_7 ONIB + \beta_8 ESC_PART + \beta_9 ESC_EST + \beta_{10} PROX_CENTRO + \varepsilon \quad (24)$$

Os parâmetros de algumas amenidades não se mostraram relevantes em nenhuma ocasião nos testes. As variáveis menos significativas e que necessitaram ser excluídas foram o número de cemitérios, escolas municipais, delegacias, hospitais, faculdades, parques e praças e a densidade demográfica. Dessa forma, pode-se inferir que essas amenidades não influenciam no valor de venda dos imóveis em Sorocaba.

Os resultados finais do Modelo 2 se encontram na Tabela 7.

Tabela 7 – Estimativa dos preços médios dos imóveis por áreas de influência

| Variável | Coeficiente | Desv. Pad | Estat. T | Prob. |
|-------------------|-------------|------------------|----------|--------|
| C | -488792 | 118547,8 | -4,12316 | 0,0001 |
| MED_AREA | 286,9432 | 74,10044 | 3,872355 | 0,0002 |
| MED_SALA | 304398 | 62027,54 | 4,907465 | 0,0000 |
| MED_WC | 81878,79 | 39361,25 | 2,080188 | 0,0406 |
| MED_SUIT | 128879,3 | 41184,33 | 3,129329 | 0,0024 |
| SHOP | 173413,2 | 107630,7 | 1,611188 | 0,0909 |
| ONIB | -202802 | 116658,6 | -1,73843 | 0,0858 |
| ESC_PART | 61144,59 | 17095,59 | 3,57663 | 0,0006 |
| ESC_EST | -47278,2 | 24508,68 | -1,92904 | 0,0571 |
| PROX_CENTRO | 22,23121 | 11,69434 | 1,901023 | 0,0607 |
| R-Quadrado | 0,727528 | Critério Akaike | 27,77399 | |
| R-Quadrado Ajust. | 0,698335 | Critério Schwarz | 28,04456 | |
| Estatística F | 24,92096 | Hannan-Quinn | 27,88328 | |
| Prob. | 0,000000 | Durbin-Watson | 2,002288 | |
| ML Lag | 0,457020 | | | |
| Robust ML (lag) | 0,448920 | | | |
| ML Error | 0,764110 | | | |
| Robust ML (error) | 0,739870 | | | |
| ML SARMA | 0,717690 | | | |

Fonte: Elaboração própria

O Modelo 2 apresenta também um ajuste razoavelmente elevado, quando observado o R^2 de 0,72 e R^2 de 0,69. Assim como no Modelo 1, os problemas de não-normalidade dos resíduos e heterocedasticidade pelo teste de White foram encontrados para o Modelo 2. As mesmas observações a respeito da possibilidade de inferências a despeito desses problemas feitas para o primeiro modelo valem neste caso. É importante

observar que mesmo o I de Moran atestando a presença de autocorrelação espacial, os Lagrangeanos e os Lagrangeanos robustos, tanto para o erro quanto para a defasagem espacial, não foram significativos. Dessa forma, nem o preço médio defasado dos imóveis nem o erro defasado foram inseridos no modelo.

Através dos parâmetros da regressão pode-se inferir, portanto, que existem amenidades urbanas que são consideradas na formação do valor de venda dos imóveis, além das variáveis estruturais do imóvel. A presença de um shopping dentro nas proximidades do imóvel (no caso deste estudo, na área de influência do bairro) valoriza a média do preço de venda dos imóveis em aproximadamente R\$ 173,4 mil. A presença de uma escola particular, por sua vez, valoriza a média de venda dos imóveis em aproximadamente R\$ 61,1 mil. As desvalorizações significativas para a média de venda dos imóveis se dão pela presença na área de influência de escolas estaduais (- R\$ 47,2 mil) e de terminais de ônibus (- R\$ 202,8 mil).

É importante observar que mesmo não se inserindo no modelo as defasagens espaciais a variável de acessibilidade que mede a proximidade dos bairros ao centro de Sorocaba foi significativa a um nível de 10%. Ou seja, a questão espacial é incorporada na formação dos preços dos imóveis, sendo que para cada cem metros mais próximo do centro de negócios do município a média do valor de venda dos imóveis aumenta em aproximadamente R\$ 2200.

Por fim, é possível realizar um comparativo entre os imóveis baseado em suas localizações, combinando os resultados dos dois modelos utilizados. Supondo um imóvel do tipo casa com 100m², 2 quartos, 1 sala e 1 vaga na garagem, o preço de venda do imóvel, segundo o Modelo 1 seria de R\$ 350.290. A Tabela 8 o que ocorre com o valor desse imóvel em diversas situações.

Tabela 8 – Simulação de valores de um imóvel

| Localização | Novo Valor |
|----------------|------------|
| Centro | 823924,3 |
| Campolim | 645992,4 |
| Pq.São Bento | 161177,2 |
| Pq. Manchester | 208455,4 |
| Trujillo | 425301,0 |
| Jd. Vergueiro | 547590,2 |

Fonte: Elaboração Própria

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A constatação das alterações recentes no mercado imobiliário nacional permite com que seja gerada também discussão a respeito das questões regionais para esse mercado. A rápida alteração nos preços dos imóveis no município de Sorocaba provoca o interesse em se descobrir se existe um padrão de valoração dos bens residenciais e quais os determinantes desse padrão.

Este estudo permitiu a utilização do modelo de preços hedônicos de Rosen (1974) para estimar os impactos de amenidades urbanas nos preços dos imóveis e a utilização de técnicas de geoprocessamento para mapear diversas características de Sorocaba e mapear a valoração de uma amostra de habitações à venda no município.

Os resultados sugerem que os preços dos imóveis são muito influenciados pelas características estruturais dos mesmos, no entanto algumas amenidades também afetam esses preços. No caso deste estudo as amenidades relevantes foram a presença de shoppings, terminais de ônibus, escolas privadas e escolas estaduais, bem como a proximidade do centro de negócios do município. Além disso, foi possível mapear a valoração dos imóveis em Sorocaba e identificar que existe um padrão de concentração da média dos preços residenciais entre os bairros, existindo dependência espacial entre esses bairros.

O estudo contou como principais limitações a ausência de disponibilidade de dados para o município, especialmente a inexistência de uma delimitação geográfica entre seus bairros, e a impossibilidade de obtenção da localização exata dos imóveis. Para sanar essas limitações foi proposto para a análise a divisão em áreas de influência através dos polígonos de Voronoi, no entanto sugere-se para estudos futuros a criação de polígonos mais ajustados aos formatos reais dos bairros e a obtenção de outros tipos de variável mais difíceis de serem mensuradas, como impactos da poluição, trânsito e áreas verdes no preço dos imóveis.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMO, P.; FARIA, T. C. Mobilidade residencial na cidade do Rio de Janeiro: considerações sobre os setores formal e informal do mercado imobiliário. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ABEP, 11, 1998.

ALMEIDA, Eduardo Simões; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, Pedro Guilherme . **Existe convergência da produtividade agrícola espacial no Brasil?** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 46, p. 31-52, 2008.

AMATO, Fernando Bontorim ; MONETTI, E. . Arbitragem de valor: conceitos para empreendimentos de base imobiliária. BT/PCC/308. São Paulo,: Escola Politécnica da USP, 2001

ANGELO, C. F.; FÁVERO, L. P. L. A modelo f hedonic prices to the evaluation of residential launchings in the city of São Paulo. **Working papers**. 2002.

ANSELIN, Luc. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. **Spatial analytical perspectives on GIS**, v. 111, p. 111-125, 1996.

ANSELIN, L. Spatial econometrics. **School of Social Sciences**, 1999.

ANSELIN, Luc. Exploring spatial data with GeoDaTM: a workbook. **Urbana**, v. 51, p. 61801, 2004.

ARRAES, R. A.; FILHO, E. S. Externalidades e formação de preços no mercado imobiliário urbano brasileiro: um estudo de caso. **Econ. Apl.**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, 2008.

BAPTISTA, Felipe Turatto. Modelo de preços hedônicos para apartamentos em Brasília. 2008. 51 f., il. Dissertação (Mestrado em Economia)-Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

BALARINE, O. F. O. Determinação do impacto de fatores sócio-econômicos na formação do estoque habitacional em Porto Alegre. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

BIDERMAN, C. **Forças de atração e expulsão na Grande São Paulo**. 2001. Tese (Doutorado em Economia) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2001.

BISHOP, K.; TIMMINS, C. Hedonic prices and implicit markets: consistent estimation of marginal willingness to pay for differentiated products without exclusion restrictions. 2010.

BRAGA, L. M. **A resiliência do sistema financeiro habitacional: mudanças institucionais no período 1997-2010**. 2012. 227 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

BRUECKNER, J. K. The structure of urban equilibria: a unified treatment of the muth-mills model. In: Mills, E. S. (Org.) **Handbook of regional and urban economics: Applied urban economics**. Amsterdam: Elsevier, 1987.

CLIFF, Andrew David; ORD, J. Keith. **Spatial processes: models & applications**. London: Pion, 1981.

CRUZEIRO DO SUL. Matéria. Cruzeiro do Sul. 2014. Disponível em <<http://www.cruzeirodosul.inf.br/materia/326761/oficialmente-sorocaba-e-outras-10-cidades-da-regiao-nao-tem-bairros>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

CRUZEIRO DO SUL. Matéria. Cruzeiro do Sul. 2014. Disponível em <<http://www.cruzeirodosul.inf.br/materia/506774/metro-quadrado-de-imoveis-valoriza-ate-56-em-um-ano>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Arbitragem de valor: conceitos para empreendimentos de base imobiliária**. São Paulo: EPUSP, 2001. 12 p.

FÁVERO, L.; BELFIORE, P.; LIMA, G. Modelos de precificação hedônica de imóveis residenciais na RMSP: uma abordagem sob as perspectivas da demanda e da oferta. **Estudos Econômicos**, v. 38, n. 1, p. 73-96, 2008.

FÁVERO, L. P. L. **Modelos de preços hedônicos aplicados a imóveis residenciais em lançamento no município de São Paulo**. 2003. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

- FILHO, E. H. S. **Análise da demanda e modelos de preços hedônicos no mercado imobiliário da cidade de Fortaleza**. 2004. 178 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Curso de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Ceará, 2004
- FILHO, E. H. S.; ARRAES, R. A. Análise da demanda e modelos de preços hedônicos no mercado imobiliário urbano: o caso de Fortaleza, MA. **Economia Regional**, 2004.
- FIX, M. A. B. **Financeirização e transformações no circuito imobiliário no Brasil**. 2011. 288 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade de Campinas, 2011.
- FLORAX, Raymond JGM; FOLMER, Hendrik; REY, Sergio J. Specification searches in spatial econometrics: the relevance of Hendry's methodology. **Regional Science and Urban Economics**, v. 33, n. 5, p. 557-579, 2003.
- FURTADO, B. Mercado imobiliário e a importância das características locais: uma análise quantílico-espacial de preços hedônicos em Belo Horizonte. **Análise Econômica**. v. 25, n 47, p 71-98 ,2007.
- GREENE, William H. **Econometric Analysis**, 6th ed., Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2008.
- GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf; FORMOSO, Carlos Torres. Estimativa de modelos de preços hedônicos para locação residencial em Porto Alegre. Brasil - Rio de Janeiro, RJ. Produção, semestral v.5, n.1 p. 65-77. 1995.
- HAUSMAN, J. A. **Specification tests in econometrics**: Econometrica. Cidade: editora, 1978.

HERMANN, Bruno M.; HADDAD, Eduardo A. Mercado imobiliário e amenidades urbanas: a view through the window. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 35, n. 2, p. 237-269, 2005.

HERMANN, B. M **Estimando o preço implícito de amenidades urbanas: evidências para o município de São Paulo**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

IBGE. **Pesquisa anual da Indústria da Construção**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 98 p.

KRAUSE, C.; BALBIM, R.; NETO, V. C. L. Minha Casa Minha Vida, nosso crescimento: onde fica a política habitacional? **Texto para Discussão**. 2013.

LANCASTER, K. J. A new approach to consumer theory. **Journal of Political Economy**, v. 74, n. 2, p. 132-57, 1966.

LYNCH, K. CAMARGO, J. L, A imagem da cidade. São Paulo: Martins Fontes. 1997. 227 p.

LOUREIRO, M. R.; MACÁRIO, V.; GUERRA, P. Democracia, Arenas Decisórias e Políticas Públicas: o Programa Minha Casa Minha Vida. **Texto para Discussão**. 2013.

NETO, E. F. **Estimação do preço hedônico: uma aplicação para o mercado imobiliário da cidade do Rio de Janeiro**. 2002. 48 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getulio Vargas, 2002.

OLIVEIRA, A. Minha Casa, Minha Vida tem aumento com a RMS. *Jornal Cruzeiro do Sul*, Sorocaba, pag 001do caderno B, 24/11/2014.

PAIVA, Witalo de Lima; KHAN, Ahmad Saeed. Dependência Espacial e Emprego Formal: o que é possível afirmar para a indústria cearense?. 2011.

PEREIRA, J. C.; GARSON, S.; ARAÚJO, E. G. Construção de um modelo para o preço de venda de casas residenciais na cidade de Sorocaba-SP. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, n. 4, p. 153, 2013.

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: production differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**, v. 82, n. 1, p. 34-55, 1974.

SANTOS, Cláudio Hamilton M. dos; CRUZ, Bruno de Oliveira. Dinâmica dos mercados habitacionais metropolitanos: aspectos teóricos e uma aplicação para a Grande São Paulo. 2000.

SARTORIS NETO, A. **Estimação de modelos de preços hedônicos: um estudo para residências na cidade de São Paulo**. 1996. 74 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – FEA, USP, São Paulo, 1996.

SEADE. **Sistema Estadual de Análise de Dados**. SEADE. 2014. Disponível em <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

SHEPPARD, S. Hedonic analysis of housing markets. In: CHESHIRE, P.; Mills, E. S. (Org.). **Handbook of regional and urban economics: Applied urban economics**. Amsterdam: Elsevier / North-Holland, 1999.

SILVA, R. R.; BACHA, C. J. C. Polígonos de Voronoi como alternativa aos problemas das Áreas Mínimas Comparáveis: uma análise das mudanças populacionais na Região Norte do Brasil. **Revista bras. Est. Pop.** v. 28, n. 1, p. 133-151, 2011.

TEIXEIRA, M. A. P. **O Mercado Imobiliário Brasileiro: componentes de oferta e expoentes na era Lula**. 2009. 100f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Universidade de Brasília, 2009.

8 – APÊNDICES

