

# SEMINÁRIOS DIRUR

Diretoria de Estudos Regionais e Urbanos

## Os Determinantes das Taxas de Vacância na Região Metropolitana de São Paulo: Uma Abordagem Espacial

Palestrante: Vanessa Gapiotti Nadalin

Liana Frota Carleial: Diretora da Dirur  
Bruno de Oliveira Cruz: Diretor-Adjunto da Dirur  
Geraldo Sandoval Góes: Coordenação dos Seminários Dirur.

## **Os Determinantes das Taxas de Vacância na Região Metropolitana de São Paulo: Uma Abordagem Espacial**

### **Introdução**

São Paulo é uma das maiores cidades do mundo. Assim como acontece com as outras cidades, é um desafio para a ciência econômica entender seus problemas e a dinâmica de sua organização. A estrutura das cidades vem sendo estudada pela economia urbana desde que se começou a estudar a teoria de localização, com os modelos de Von Thünen (1826). O modelo de Von Thünen foi desenvolvido originalmente com o objetivo de explicar a alocação espacial das atividades de agricultura. No entanto, em Alonso (1964), esta teoria foi adaptada para explicar a distribuição de famílias e residências nas cidades. Muth (1969) e Mills (1972) também fizeram suas versões, que combinadas com a de Alonso conformam o modelo de Alonso-Muth-Mills (AMM) de cidades monocêntricas. Fora do campo da economia urbana, mas dentro da abordagem da Teoria Econômica surgiram teorias específicas sobre o mercado de habitação. Estas se justificam por tratarem do bem habitação a partir de suas características peculiares como a durabilidade, heterogeneidade, custo de oferta e manutenção. Paralelamente, ainda houve espaço para o crescimento do campo de estudos sobre o mercado imobiliário, com atenção especial ao mecanismo de ajuste da oferta e da demanda. Diferentemente da visão econômica, que vê as moradias como bens de consumo, os estudos de finanças imobiliárias abordam as residências como ativos financeiros, investimentos.

Estas três áreas de estudo, apesar de tratarem de perspectivas de um mesmo tema, costumam se desenvolver em separado. No entanto, foi reconhecido recentemente que as três áreas têm potencial para uma integração frutífera. O assunto em comum são os elementos específicos das áreas urbanas. A base para a integração são as relações espaciais entre os objetos estudados.

Um princípio amplamente aceito no âmbito dos mercados imobiliários é o da localização como principal elemento de valorização de um imóvel. A localização agrada não somente por causa dos custos de deslocamento (como tratado em AMM), mas também por causa das amenidades urbanas, as características de cada vizinhança. Além das amenidades serem difíceis de medir, comparar e definir; é também difícil acompanhar sua evolução ao longo do tempo. As preferências locacionais dos residentes na cidade mudam de acordo com gênero, idade, renda e todas estas mudam com o tempo.

As amenidades urbanas podem ser estudadas a partir de diversos ângulos. Por um lado, os conceitos de externalidades de vizinhança e interações sociais ajudam muito nessa análise. Por outro lado, até a trajetória do desenvolvimento urbano de uma cidade pode ser levada em conta, uma vez que é um processo de criação de amenidades urbanas. A expansão de atividades produtivas requer a construção de espaço extra para abrigar os novos trabalhadores. Novos bairros surgem, com localizações e qualidade de vizinhança diferentes das anteriores. Da mesma forma, se a atividade econômica declina, construções são abandonadas, causando novos problemas para a cidade. É assim como o enfoque na durabilidade das estruturas físicas da cidade, tema abordado pelas teorias de mercado de habitação, também deve ser levado em conta para explicar as amenidades urbanas. A durabilidade das estruturas físicas implica em menor flexibilidade do estoque de moradias, que não responde instantaneamente à mudanças nas preferências locacionais ou na localização das amenidades urbanas. Ou seja, é uma falha do mercado de moradias.

Um dos indicadores do mercado imobiliário que reflete a dinâmica de valorizações, e falhas no mercado é a taxa de vacância residencial<sup>1</sup>. Trata-se da proporção de domicílios vagos com relação ao total de domicílios de um determinado estoque. A taxa de vacância está intimamente relacionada com o mecanismo de ajuste da oferta e demanda no mercado imobiliário: o ajuste feito através de movimentos nos preços deveria ser perfeito mas não é, o que explica a existência de imóveis vagos. Isto explica-se tanto porque a oferta reage lentamente a mudanças nos preços como porque o processo de escolha do melhor imóvel para o inquilino consome tempo e envolve custos de busca. A reação da oferta se dá através de investimentos, novas construções. Mas a decisão de construir depende do tempo de venda de um imóvel, sendo este indiretamente proporcional à taxa de vacância. Então a vacância é tão importante quanto os preços para explicar o funcionamento do mercado imobiliário.

Alguns estudos sobre os mercados de habitação<sup>2</sup> alegam a existência de uma relação causal entre o nível da taxa de vacância e os movimentos dos preços. A taxa de vacância natural ou estrutural seria aquela em que os preços não se movem, e desvios com relação a ela causariam movimento nos preços. Dessa forma, a taxa de vacância ideal não é zero. De fato, a existência de vacância pode parecer desperdício de recursos mas ela tem um papel importante: é entre as unidades vagas que os consumidores podem escolher, e adaptar melhor sua escolha às suas preferências. A taxa de vacância natural refletiria essa necessidade de ter a possibilidade de troca, ao mesmo tempo em que reflete a estabilização do estoque de unidades, pela falta de estímulo de construção ou abandono de unidades. São fricções do mercado como custos de busca, heterogeneidade da demanda e das unidades ofertadas e custos de contrato que incapacitam o ajuste do mercado pelos preços. O conceito de taxa de vacância natural assume que o processo de ajuste e as vacâncias são contínuas. Assim, para cada mercado corresponde uma taxa de vacância natural, dependendo de condições específicas de fricção. A literatura em modelagem de preços hedônicos contribui para a identificação de determinantes da segmentação geográfica de mercados imobiliários. Estes denotam a existência de diferentes mercados dentro de uma mesma cidade, contrariando o modelo AMM. Portanto, desvios da taxa de vacância observada com relação à taxa natural do mercado relevante são uma rica fonte de informações sobre a dinâmica de preços em áreas urbanas.

Este é um dos problemas urbanos atuais de São Paulo, pois podemos identificar um padrão na distribuição espacial da vacância: taxas altas nas áreas centrais e baixas na periferia. A identificação de alguns dos determinantes deste padrão é importante para direcionar tomadas de políticas públicas que queiram mudar este padrão. Assumimos que este padrão não é o que traz maior bem-estar para a população de São Paulo pois as vantagens locacionais e amenidades urbanas da periferia são menores que as do centro, e menos pessoas estão usufruindo delas. Por outro lado, a sociedade pode escolher como objetivo diminuir as taxas de vacância como solução para problemas de déficit habitacional. É interessante para o poder público saber sobre que fatores as leis podem atuar para chegar a esse objetivo.

Este artigo tem como objetivo unir as análises de dinâmica espacial urbana e funcionamento de mercados imobiliários através da busca dos determinantes das taxas de vacância residências na Região Metropolitana de São Paulo RMSP. Além desta introdução está dividido em mais sete seções. A seguinte trata do arcabouço teórico do estudo. Em seguida caracterizamos a região em estudo, a RMSP. Na quarta seção

---

<sup>1</sup>Ver Blank and Winnick (1953)

<sup>2</sup> Ver Rosen & Smith (1983)

apresentamos os dados utilizados, enquanto na quinta e sexta discutimos a metodologia utilizada, a modelagem de preços hedônicos. A Seção 7 traz os resultados, discutidos na última seção.

## **Revisão da Literatura Teórica**

### **Economia Urbana e Habitação**

A estrutura de organização espacial das atividades de uma cidade vem sendo explicada pela economia urbana através de modelos econômicos. O primeiro a fazer isso, e ainda com relevância teórica é o de Von Thunen (1823) que explica a localização de diferentes atividades produtivas ao redor de um centro econômico. A grande inovação desse modelo é a incorporação dos custos de transporte e, portanto, o espaço na análise.

Em termos de estrutura espacial urbana, o modelo de Von Thunen deu início a uma tradição de modelos conhecidos como de cidade monocêntrica. A primeira adaptação foi formulada por Alonso (1964) pois originariamente o modelo explicava o padrão de ocupação do solo para atividades agrícolas. A grande inovação de Alonso é a curva de bid-price, que indica o conjunto de preços da terra correspondentes a diferentes distâncias do centro de terrenos que o indivíduo poderia pagar mantendo o seu nível de satisfação constante. Estas curvas decrescem com a distância do centro pois por hipótese o indivíduo prefere melhor acessibilidade. Como ao longo da curva a utilidade é a mesma e custos de deslocamento diminuem a utilidade esse efeito deve ser contrabalanceado com preços da terra mais barata que aumentam a utilidade. O consumidor substitui terra e os outros bens por acessibilidade à medida que a distância do centro aumenta. Assim fica uma justificativa econômica para a estrutura espacial de preços da terra de mercado: será a envoltória superior das curvas de bid-price de equilíbrio de todos os agentes. Segundo Anas Arnott e Small (1998), uma das deficiências dos modelos de cidades monocêntricas é assumir que as curvas de bid-rent de atividades econômicas são mais inclinadas que as dos consumidores residenciais, o que explicaria a existência do centro comercial.

Fujita e Thisse (2002) criticam a hipótese da existência ad hoc do centro da cidade do modelo de Von Thünen. Segundo estes autores, Von Thünen deveria explicar a existência do centro, utilizando para tanto a idéia de forças de aglomeração, incompatíveis com as hipóteses de competição perfeita e retornos constantes de escala. A literatura recente sobre Economia Espacial enfatiza que as economias de aglomeração são consequência de externalidades pecuniárias e interações sociais fora do mercado, pois estas se traduzem em retornos crescentes apesar de custos de transportes.

A interação social causada pela proximidade espacial é uma fonte importante de heterogeneidade das características do suporte físico da cidade. Está dentre as amenidades urbanas criadas pelo homem, em oposição às amenidades naturais. Como dissemos anteriormente, as amenidades urbanas são um dos principais fatores de determinação da escolha localizacional, fontes de valorização da localização. Glaeser (2000) propõe que as interações sociais fora do mercado possuem uma natureza espacial. Citando Jacobs (1961) considera altas densidades urbanas como amenidades, pois estas trazem vivacidade e segurança para um bairro. De acordo com Glaeser, a proximidade espacial promove o fluxo de idéias, e a formação de capital humano.

Desta nova linha de abordagem teórica surgiram os modelos de cidades policêntricas, pois as economias de aglomeração, assim como as vantagens locacionais, justificam o surgimento de não só um centro, mas de vários subcentros.<sup>3</sup> O centro principal e os secundários têm sua esfera de influência, mas possuem algum grau de complementaridade. O acesso a cada centro é valorizado, sendo os mais distantes os de menor influência. Mesmo assim, os centros secundários não neutralizam completamente a influência do centro principal.

### **Modelos de Mercado de Habitação**

Anas Arnott e Small (1998) indicam uma falha nos modelos de cidade monocêntrica: o modelo não é dinâmico. Isto é fundamental para entender que estas teorias chegam a uma distribuição espacial dos preços que não leva em conta características específicas do mercado de habitação. Portanto podem ignorar, na determinação dos preços, a existência de domicílios vagos. Vamos assumir que a conexão de preços e domicílios vagos pode vir de dois fenômenos. Quando consideramos como vagos os domicílios que estão disponíveis no mercado para venda ou locação, vale toda a discussão da literatura de mercado imobiliário que abaixo explicaremos. No entanto também iremos classificar como domicílios vagos aqueles que foram abandonados por seus donos, estão fechados e vazios. Este fato é consequência da alta durabilidade das moradias. Também esta característica do mercado de habitação influencia a determinação espacial de preços.

A partir de um arcabouço teórico desvinculado de Von Thünen, os modelos de filtragem de mercado de habitação incluem a durabilidade como característica chave dos imóveis. Por exemplo, Sweeney (1974) e O'Flaherty(1996) apresentam um modelo em que a habitação é um bem tipo commodity. É possível determinar quais imóveis são substitutos dentro de uma mesma qualidade. O consumidor escolhe a qualidade desejada dadas suas preferências e suas escolhas dos outros bens. Não escolhe quantidade, só qualidade pois só é necessário um teto para abrigar uma família. Assim como na literatura de mercado imobiliário, o mercado é considerado como sendo de fluxo-estoque com os preços ajustando a oferta à demanda. A qualidade engloba elementos da estrutura física, amenidades como qualidade da vizinhança e acessibilidade, apesar de não lidar com a localização explicitamente como nos modelos de estrutura urbana.

O nome: filtragem indica a principal característica destes modelos. Eles tratam o processo de deterioração que modifica a qualidade da moradia ao longo do tempo. É daí que sai o princípio da filtragem, a comparação de custos de manutenção e custos de construção determinam a decisão se aquela unidade será mantida naquele nível de qualidade ou se não será mantida e vai cair para níveis de qualidades inferiores. O mecanismo funciona em todos os níveis de qualidade, inclusive no nível mínimo de qualidade do mercado, onde casas que não são mantidas são abandonadas e não são mais consumidas. Os preços estão atrelados às qualidades, e a esse mecanismo de constante mudanças de quantidade ofertada em cada nível de qualidade. São os preços que eliminam os excessos de oferta ou demanda, equilibrando o mercado.

Apesar da abordagem teórica independente dessas duas linhas: a organização da cidade/distribuição espacial de preços imobiliários e mercado de habitação, ambos fenômenos ocorrem no mesmo espaço físico: as cidades. Portanto esses dois tipos de teorias podem ser conectadas em um só modelo que atente para os dois problemas. Este

---

<sup>3</sup> Ver Giuliano and Small (1991) para aplicação de modelo de cidades policêntricas.

foi o intuito do modelo desenvolvido por Glaeser e Gyourko (2001), e daquele desenvolvido por Arnott Davidson e Pines (1983). Ambos incorporam a durabilidade no estoque de moradias ao modelo de cidade monocêntrica de Alonso-Mills-Muth.

Glaeser and Gyourko (2001) encontram que a durabilidade das habitações causa uma assimetria na resposta da oferta a choques. Esta pode ser elástica a choques positivos de demanda mas altamente inelástica a choques negativos. Então choques negativos de demanda levam a uma grande queda dos preços mas a pequena alteração do estoque. As unidades só permanecem no estoque quando ao se degradarem tanto a ponto de terem que ser reconstruídas, o valor da reconstrução da estrutura física for maior que o preço de revenda de mercado. Então vale a pena reconstruí-las. Mas enquanto não se degradaram completamente, os preços podem ser bem menores que os custos de reconstrução até que algumas casas comecem a ruir, tenham que ser abandonadas e finalmente o estoque diminua. Para os autores essa é uma característica fundamental do crescimento das cidades, pois diminui a velocidade de perda de população de uma cidade em declínio econômico. Não fosse por isso, as cidades perderiam população muito mais rápido e as taxas de vacância cresceriam. Este modelo incorpora a possibilidade de uma habitação ruir completamente na determinação espacial dos preços. Dentro do modelo de cidade monocêntrica, ele chega na determinação do raio de um círculo a partir do centro, dentro do qual as casas que desabassem seriam reconstruídas e fora do qual as casas não seriam reconstruídas.

Dado que observamos casas abandonadas e vazias que ainda não ruíram, podemos assumir que esse raciocínio que vale para casas que não são reconstruídas pode valer para casas que atingiram um padrão mínimo de qualidade do mercado e que são abandonadas, não são mantidas. Este seria um fenômeno descrito pelos modelos de habitação de filtragem, e podemos considerar que nessa qualidade mínima entram componentes de localização espacial na cidade e externalidades espaciais.

### **Vacância e Mercado Imobiliário**

Existem alguns fatos estilizados que são unanimidade na literatura sobre mercado imobiliário. Segundo Wheaton (1990) é possível agrupá-los como se segue. Em primeiro lugar, o mercado de habitações<sup>4</sup> é entendido como um mercado de fluxo estoque. O estoque pode ser considerado fixo no curto prazo pois a oferta responde muito lentamente a estímulos positivos e mais lentamente ainda a choques negativos de demanda. Esta assimetria se deve à durabilidade do bem, que torna a oferta quase inelástica a estímulos negativos.

Os estímulos aos quais a oferta reage podem ser provenientes de movimentos nos preços ou nas vacâncias. Os dois fatores funcionam conjuntamente, os investimentos no setor reagem a preços esperados e estes dependem dos preços praticados e da quantidade de domicílios vagos no mercado. Existiria uma seqüência causal em que mudanças na demanda ou oferta gerariam em primeiro lugar uma mudança na duração da vacância de um imóvel (se demanda aumenta esse tempo diminui) e então essa mudança afetaria os preços cobrados pelo estoque já existente.

Outro fato estilizado observado é o próprio tempo gasto com a venda de um imóvel. Ele acontece porque a venda é um processo de matching, existe um custo de busca e uma incerteza quanto à real adequabilidade daquele imóvel às preferências do comprador. Inspirado nos modelos de mercado de trabalho, a literatura sobre vacância

---

<sup>4</sup> O mercado de aluguel de propriedades imobiliárias possui características e funcionamento semelhantes ao de compra e venda.

determinou que haveria uma vacância friccional, justificada pelas constantes mudanças de preferências dos consumidores que já participam do mercado.

Por fim, existem oscilações no mercado imobiliário correspondentes a mudanças nos níveis de atividade econômica. Assim, a taxa de vacância teria um nível natural, estrutural. Diferentes áreas teriam mercados diferenciados com taxas de vacância naturais distintas. Os desvios de taxas observadas a essas naturais seriam explicados pelo crescimento desse mercado.

O primeiro estudo que elabora um modelo de mercado de habitação considerando a dinâmica da ocupação/vacância é o de Blank & Winnick (1953). É ele que define a taxa de vacância natural como sendo a taxa à qual os preços ficam estáveis. Essa relação entre nível da taxa de vacância e movimento dos preços é consequência da seqüência causal entre o excesso de demanda, desvio da taxa de vacância de seu nível natural, e a direção de mudança dos preços.

Ou seja, a conexão entre vacância e preços deriva do estímulo que a vacância causa nos preços que por sua vez estimula a oferta e a demanda a se moverem para por fim a vacância voltar a seu nível natural. Rosen & Smith (1983), estima empiricamente este mecanismo de ajuste dos preços:

$$\dot{R}_i = g(V_i^n - V_i) \quad (1)$$

Onde " $\dot{R}_i$ " é a mudança nos aluguéis na área  $i$  entre dois períodos, " $V_i^n$ " é a taxa natural de vacância da área " $i$ ", " $V_i$ " é a taxa de vacância observada e " $g$ " é a velocidade de ajuste. A estimação utilizou séries de preços e vacâncias de diversas Regiões Metropolitanas dos EUA para construir cada vacância natural. A partir dos coeficientes estimados foi feita a regressão dessas vacâncias naturais contra seus possíveis determinantes. Este estudo e os que lhe seguiram se inspiraram na literatura sobre mercado de trabalho e taxa de desemprego para fazer a análise da taxa da vacância, pois nessa literatura também observam-se a taxa natural de emprego e fricções no mercado.

O estudo de Guasch & Marshall (1985) parece ir por outra linha tentando explicar as variações nas taxas de vacância devido às características ou tipos de unidades para aluguel. Os resultados empíricos encontram evidências da significância do tamanho da moradia e número de unidades na estrutura habitacional como determinantes de desvios das taxas naturais. As hipóteses de seu modelo associam características estruturais da habitação à mobilidade das famílias nela residentes, o que se encaixa na explicação da vacância friccional, das mudanças de preferências. Um pequeno apartamento, por exemplo, é frequentemente escolhido por inquilinos jovens e solteiros, de maior mobilidade que grandes famílias.

A linha que explora o tempo que dura o processo de busca, a incerteza e imperfeição de informação também é inspirada no mercado de trabalho. Gabriel & Nothhaft (2001), por exemplo, divide a vacância em dois componentes, sua duração e sua incidência algo que é feito com a taxa de desemprego. Os elementos que explicam a duração estão relacionados a quanto tempo dura o processo de busca: se o estoque de um mercado é muito heterogêneo demora mais até que o consumidor encontre a moradia que procura. Também se a demanda é muito heterogênea o processo de matching vai durar um tempo maior. Já com relação à incidência, esta estaria relacionada com características demográficas da população de um determinado mercado, e principalmente à sua mobilidade.

Então, em suma haveriam três tipos de determinantes da taxa de vacância observada em um dado momento do tempo em dado estoque: determinantes de sua

duração (tempo do processo de matching) determinantes da incidência (mobilidade das famílias) e os fatores que explicam os desvios da taxa de vacância observada da taxa de vacância natural. Em Gabriel & Nothaft (2001) é argumentado que estes desvios acontecem devido a características locais da economia ou de ciclos de negócios. Mas não estimam empiricamente os determinantes dos desvios da taxa de vacância de seu nível natural.

O estudo de Wheaton & Torto (1994) confronta a validade do mecanismo de ajuste de preços no qual se baseia a estimação da taxa de vacância natural dos estudos apresentados anteriormente. Segundo estes autores a equação (1) que define este mecanismo carece de justificativa teórica. A principal falha seria que dado um choque na taxa de vacância em um período, os preços responderiam a esse choque com um crescimento sem qualquer menção a como e quando parariam de crescer. Existe uma relação simultânea entre vacância e preços. Então, o ajuste de curto prazo, descrito pela equação (1) deveria ser complementado com uma equação de demanda de longo prazo onde a vacância fosse uma função negativa dos níveis de preços.

Por outro lado, o tempo de busca neste estudo é tratado como tempo de venda, uma variável que depende do número de unidades vagas e do número de consumidores interessados. Assim, este tempo dependerá de variáveis demográficas como consumidores novos que estão entrando no mercado ou a mobilidade dos existentes. Levando em conta esses aspectos, criam uma variável chamada absorção do mercado (fluxo de consumidores). Para Wheaton & Torto (1994), estes fatores determinam diretamente o preço das habitações conjuntamente com a vacância. São variáveis que deveriam aparecer na equação (1). Assim, estes autores propõem o seguinte modelo de ajuste de preços:

$$\begin{aligned} R^* &= \tau_0 + \tau_1 A_{t-1} + \tau_2 V_{t-1} \\ R_t - R_{t-1} &= \mu [R^* - R_{t-1}] \end{aligned} \quad (2)$$

Onde  $\mu$  é a velocidade que os preços se ajustam até chegar ao nível de equilíbrio  $R^*$ ,  $A_{t-1}$  é a absorção e  $V_{t-1}$  a vacância. Ou seja, ao invés de trabalhar com um nível de vacância estrutural, trabalha-se com um preço de equilíbrio que depende das condições de demanda e da vacância, pois são estas as duas fontes do tempo de venda. Substituindo uma equação na outra e resolvendo para a vacância:

$$V_{t-1} = \frac{R_t - R_{t-1}}{\mu\tau_2} + \frac{R_{t-1}}{\mu\tau_2} - \frac{\tau_1 A_{t-1}}{\tau_2} - \frac{\tau_0}{\tau_2} \quad (3)$$

Dessa forma ainda vemos que a vacância tem um impacto no movimento dos preços, apesar de que agora este impacto tem menos força, atenuado por  $\mu$ . A vacância possui uma relação direta com o nível dos preços e o nível de absorção do mercado. Entre os resultados da análise empírica de Gabriel & Nothaft (2001) foram encontradas evidências para o que eles chamaram de determinantes da duração (heterogeneidade, tempo de busca) e determinantes da incidência (variáveis demográficas e mobilidade) da vacância. Esses resultados são compatíveis com o modelo de Wheaton & Torto (1994) uma vez que essas variáveis por definição fazem parte da absorção e de fato estariam teoricamente determinando a vacância.

O importante da equação (3) é que ela descreve um modelo teórico dos determinantes da vacância observada e não da vacância natural, segundo a definição da equação (1). Neste trabalho não pretendemos estimar taxas de vacâncias naturais, portanto a análise dos determinantes da vacância se dará com relação à taxa observada. Para essa estimação será interessante ter em mente o modelo teórico em (3).

## Vacância e Políticas Públicas

Wheaton (1990) apresenta um modelo de matching de mercado de habitação com vacância e custos de busca. A partir dos resultados desse modelo identifica algumas questões de Bem-Estar social. Como vimos, a inexistência de informação perfeita e a existência de custos de transação fazem o processo de busca no mercado imobiliário ser custoso. Esses custos levam a decisões privadas de busca que não são ótimas socialmente.

Por outro lado, Wheaton (1990) também analisa qual seria o número ótimo de unidades habitacionais no longo prazo. Um dos resultados de seu modelo é que o preço esperado (que estimula a oferta) é igual ao preço de mercado descontado pela expectativa de preço de venda. Então no longo prazo, os produtores de habitação neutros ao risco e em ambiente de competição perfeita ofertariam unidades até quando o preço esperado igualasse o custo marginal. Para examinar se esta decisão privada é ótima socialmente, o autor compara esse valor marginal esperado de mercado com o valor marginal social de uma unidade a mais de habitação. Chega à conclusão de que se a vacância não facilita a busca, o valor social é menor que o de mercado. Então haveria um excesso de unidades ofertadas privadamente.

Com relação aos custos de busca, se todos os ganhos provenientes da busca ficassem com quem procura habitação, aí o nível privado de busca igualaria o ótimo. No entanto isto não seria possível através de barganha, portanto justifica-se uma intervenção governamental. Com relação à oferta, Wheaton também indica que o governo deveria intervir para que o excesso de oferta não acontecesse.

Daí a importância do presente trabalho. Dadas as características do mercado imobiliário a vacância é necessária, pois o processo de busca toma tempo. Mas o excesso de oferta a ser suprimido implica em uma redução da vacância que acontece por motivos que não os motivos de busca. Ao identificar quais são os determinantes da vacância não associados ao tempo de busca estaremos identificando variáveis sobre as quais as políticas públicas podem atuar.

## Descrição RMSP

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é a 4<sup>a</sup> maior região metropolitana em todo o globo em termos populacionais, perdendo apenas para Tóquio, Cidade do México e Nova York. Mesmo assim possui uma densidade populacional que não é das maiores, sendo bem menos densa que as grandes metrópoles asiáticas e na América Latina menos densa que a Cidade do México e Buenos Aires.<sup>5</sup>

Esta situação de grande metrópole acarreta os conhecidos problemas de violência, poluição, congestionamento do trânsito entre outros. Mesmo assim, contextualizando São Paulo na realidade brasileira ela representa a parte próspera do país. São Paulo é menos pobre que o Brasil como um todo: a proporção de famílias indigentes é de 16,32 % no Brasil e 6,5% em São Paulo. A proporção de famílias pobres no Brasil é de 32,75% enquanto que em São Paulo é de 14,09%.<sup>6</sup>

O papel preponderante de São Paulo frente ao resto do Brasil surgiu com a cultura do café no Estado de São Paulo no final do século XIX, explodiu durante o século XX, quando a cidade se tornou um pólo industrial, mas agora já ultrapassou o seu apogeu. Durante esse período de explosão demográfica a cidade atraiu imigrantes

---

<sup>5</sup> United Nations 2005 World Urbanization Prospects Report

<sup>6</sup> Fonte: Ipeadata, dados de 2000. Proporção com relação a linha de pobreza extrema e linha de pobreza

do resto do mundo e migrantes de muitas regiões do Brasil. Agora a população da cidade e a sua participação na economia nacional parece ter se estabilizado como mostra a tabela 1.

Tabela 1 Participação da RMSP na população e PIB brasileiros

População residente					
	1950	1970	1980	1996	2000
RMSP	2.662.776	8.139.705	12.588.745	16.581.933	17.878.703
Brasil	51.941.078	93.134.846	119.011.052	157.070.163	169.799.170
	5,13%	8,74%	10,58%	10,56%	10,53%

fonte: ipeadata

Produto Interno Bruto (PIB)						
	1949	1970	1980	1996	2000	2003
RMSP	12.070.545	74.812.306	161.127.728	197.537.368	200.089.485	179.542.922
Brasil	65.539.534	262.352.496	698.731.200	1.012.512.565	1.101.254.907	1.143.411.299
	18,42%	28,52%	23,06%	19,51%	18,17%	15,70%

fonte: ipeadata - R\$ de 2000(Mil) - Deflacionado pelo Deflator Implícito do PIB nacional

Em termos do mercado de habitação a característica específica de São Paulo, assim como a do Brasil, é a presença de alternativas habitacionais ilegais ou informais e subnormais. São as favelas, loteamentos clandestinos, cortiços, ocupações em prédios abandonados e mesmo os albergues para moradores de rua.

Este artigo quer trazer à tona o problema habitacional da metrópole de São Paulo. Uma boa medida de todos esses problemas com a moradia é o déficit habitacional, estimativa feita pela Fundação João Pinheiro utilizando dados do Censo 2000. O déficit habitacional contabilizado inclui a necessidade de reposição do estoque e necessidade de incremento do estoque habitacional. No número de domicílios que necessitam de reposição do estoque, estão incluídos os domicílios rústicos que necessitam melhorias e reposição, e os domicílios que já estariam completamente depreciados com base na hipótese de que uma unidade dura 50 anos. Já com relação à necessidade de incremento do estoque o déficit compreende os domicílios improvisados e os domicílios tipo cômodos ou cortiços que são a principal forma de coabitação familiar (famílias que convivem em cômodos cedidos ou alugados).

Frente a esses problemas habitacionais, seria a vacância de imóveis residenciais uma alocação de recursos socialmente ineficiente? Haveriam dois motivos para interferir na taxa de vacância e no seu padrão de distribuição espacial vigente.

Em primeiro lugar podemos argumentar que algum dia talvez a sociedade chegue à conclusão de que a taxa de vacância dos imóveis de São Paulo é muito alta e queria interferir nela, como maneira a contornar o problema do déficit habitacional. Na Região Metropolitana de São Paulo existem 651.707 domicílios particulares permanentes urbanos vagos, enquanto que segundo estimativa da Fundação João Pinheiro o déficit habitacional urbano dessa mesma região é de 596.232 unidades, ou seja, 91,48% dos domicílios vagos. Frente a esta situação, a região central de São Paulo tem sofrido nos últimos anos o problema da invasão de prédios abandonados por grupos de pessoas organizadas em movimentos sociais.

Em segundo lugar, cabe notar que existe um padrão espacial nas taxas de vacância dos distritos da RMSP. Observando a figura 1 podemos notar que distritos centrais possuem taxas de vacância maiores enquanto que distritos mais distantes possuem taxas menores. O padrão não é tão claro nos distritos da fronteira externa da

RMSP, porque estes distritos estão refletindo núcleos habitacionais dos centros dos municípios da RMSP.

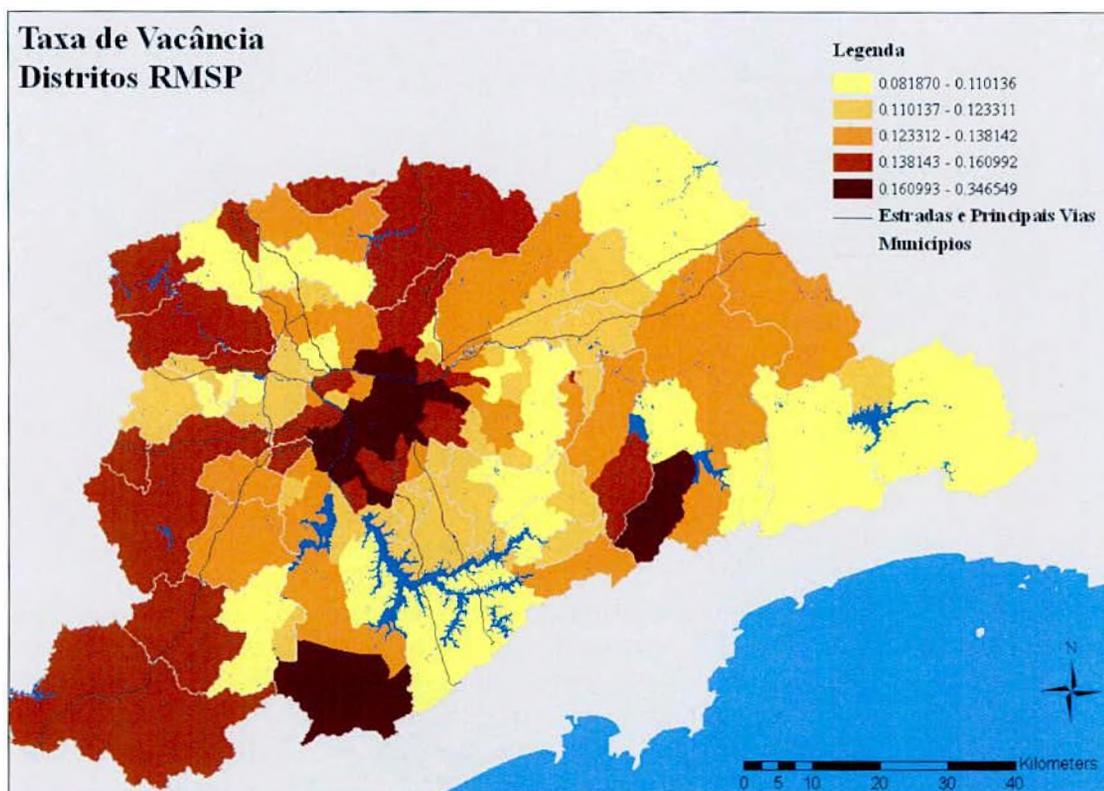


Figura 1: Taxa de Vacância dos distritos da RMSP

Fonte: IBGE Censo 2000

Este padrão da vacância acontece paralelamente a um processo de “periferização” da população, em que distritos do centro se esvaziam e distritos da periferia se densificam. Como consequência, o crescimento da mancha urbana cria problemas: ocupação de áreas de proteção ambiental, de área de mananciais, maior necessidade de deslocamentos diários, aumento do trânsito, maior distância dos centros de emprego. Os saldos populacionais ponderados pela área de cada distrito podem ser observados na figura 2, onde o processo de periferização fica claro.

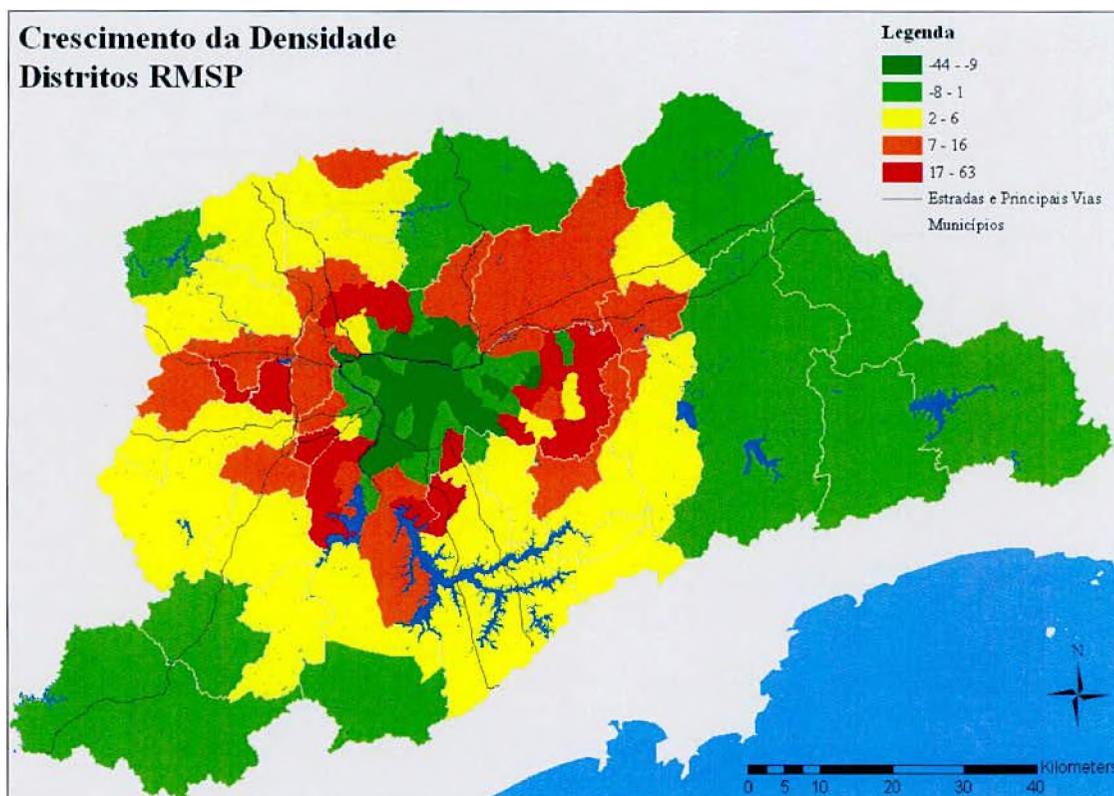


Figura 2: Crescimento da Densidade  
(população em 2000- população em 1991)/área  
Fonte: IBGE Censo 2000

### Dados

Uma das fontes de dados secundários que fornece informações em um nível de agregação menor que município é o Censo Demográfico do IBGE. Vai ser nossa fonte de dados, já que queremos estudar as características internas da RMSP. Nossa unidade de análise será o conjunto dos domicílios de cada distrito da RMSP, são 162 distritos ao todo.

Exatamente por ser um Censo, e ter de assegurar que todos os domicílios foram contados, o Censo gera a informação de quais edifícios são domicílios e quais estão em uso e quais não. É uma maneira de fragmentar espacialmente o estoque habitacional. A taxa de vacância, a variável dependente, é a proporção de domicílios vagos e domicílios recenseados.

As outras características relativas ao estoque habitacional de algum distrito correspondem somente às características dos domicílios particulares permanentes que estão ocupados. Não dispomos de informações sobre as características do estoque vago. Deve ser assim, pois todas as informações coletadas pelo Censo são obtidas a partir da entrevista com os moradores, portanto não existem mais informações sobre os domicílios vagos além de sua quantidade e localização. Como os dados descrevem um conjunto de moradias, todas as variáveis estão em taxa, a proporção do estoque de domicílios que possui tal característica. Ou a proporção de famílias morando nesses domicílios com determinada característica.

A tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas neste trabalho:

Tabela 2: Estatísticas Descritivas: Distritos na Região Metropolitana de São Paulo

	média	desvio padrão	amplitude	
taxa de vacância	14.06%	4.27%	8.19%	34.65%
crescimento da densidade: (pop 2000 – pop 1991)/ha	2.28	15.94	-43.82	62.92
apartamentos	19.11%	23.82%	0.00%	94.44%
mais que 4 dormitórios	2.95%	2.28%	0.27%	19.30%
alugados	33.59%	13.07%	3.04%	65.51%
Renda do chefe menor que 3 salários mínimos	19.65%	9.07%	4.54%	53.39%
idade do chefe maior que 65 anos	12.38%	6.20%	3.86%	26.68%

Fonte: IBGE: Censo 2000

### Análise Espacial Exploratória de Dados

Nesta seção, apresentamos as estatísticas que confirmam a existência de dependência espacial nas variáveis que descrevem características dos distritos da Região Metropolitana de São Paulo. A variável de interesse do trabalho é a taxa de vacância dos domicílios. Escolhemos a matriz de contigüidade de pesos espaciais de vizinhança, pois se trata de um número relativamente pequeno (162) de regiões grandes, portanto, a vizinhança mais relevante não deve ser maior que a da contigüidade de ordem um. Esta idéia é comprovada pelas informações trazidas pela figura 3. Nela, indica-se como o índice de correlação espacial global “i” de moran cai rapidamente, quanto maior a ordem de contigüidade.

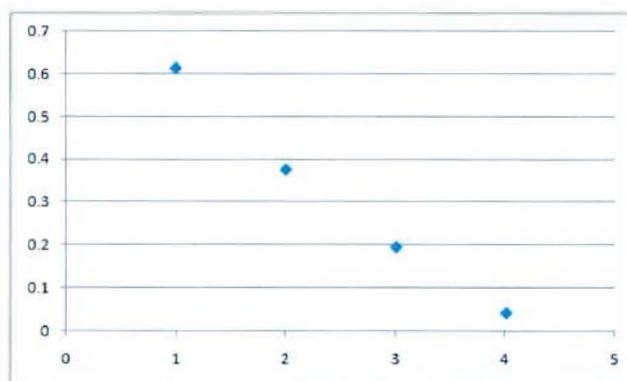


Figura 3: Valor índice “i” de moran para a variável taxa de vacância, de acordo com ordens da matriz de vizinhança por contigüidade. Significantes a  $\alpha=5\%$ .

Para verificar a existência de correlação espacial local, utilizaremos o índice “i” de moran local, LISA. A Figura 4 mostra as regiões da cidade para as quais a existência de *clusters* e *outliers* é estatisticamente significativa ( $\alpha=5\%$ ) para a taxa de vacância. Estes *clusters* corroboram a intuição e motivação da investigação, que era justamente a de que os imóveis vagos se concentram no centro histórico da cidade, enquanto na

periferia há maior ocupação dos imóveis. É interessante notar que o conglomerado de altas vacâncias não se limita ao centro histórico e degradado, mas também inclui áreas a sudoeste deste, regiões das mais valorizadas da cidade. Também encontramos inesperadamente uma região de *outliers* de baixa vacância em torno de altas taxas nos distritos da Barra Funda e Perdizes, indicando que já em 2000 esta região é pólo de atração de residentes. Uma das variáveis explicativas utilizadas no trabalho, a proporção de domicílios com mais que três banheiros, é a principal variável descrevendo a qualidade da estrutura física do estoque de moradias dos distritos. Portanto, é muito importante o resultado da correlação espacial local desta variável, que indica um padrão espacial muito semelhante ao dos preços, como descreveremos a seguir.

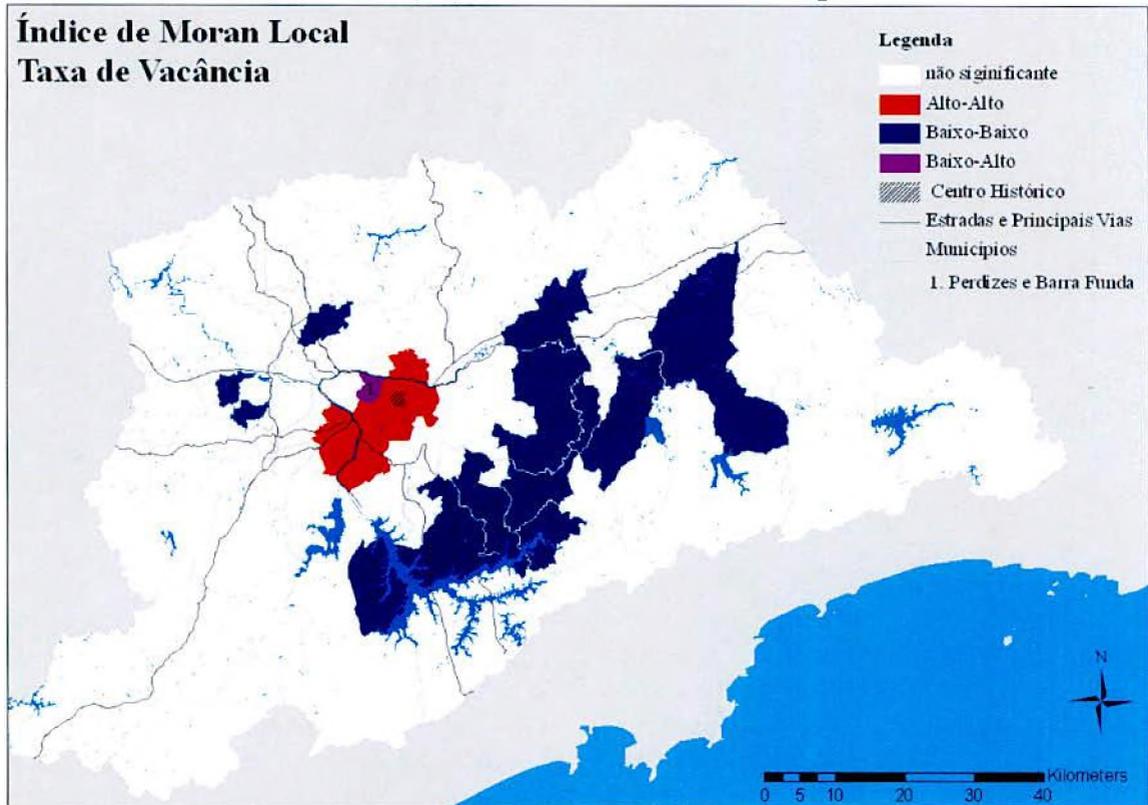


Figura 4: LISA: Taxa de Vacância na RMSP  
Matriz de Contigüidade. Significantes a  $\alpha=5\%$ .

Nota-se um núcleo de concentração de imóveis de alta qualidade na porção central-sudoeste da cidade. Infelizmente, nossos dados de preços não se referem a toda a Região metropolitana, para que possamos também verificar a dinâmica dos municípios vizinhos. Mesmo assim, é interessante notar como na periferia de fato a qualidade dos imóveis é mais baixa. Na contramão desse padrão notamos uma região *outlier* alto-baixo do distrito do município de Cotia que se encontra mais próximo a São Paulo. É um resultado representativo do processo de fuga para condomínios fechados das classes mais abastadas da cidade. O outro cluster significativo, a porção central de Mogi das Cruzes, pode indicar uma dinâmica urbana residencial já independente do centro de São Paulo.

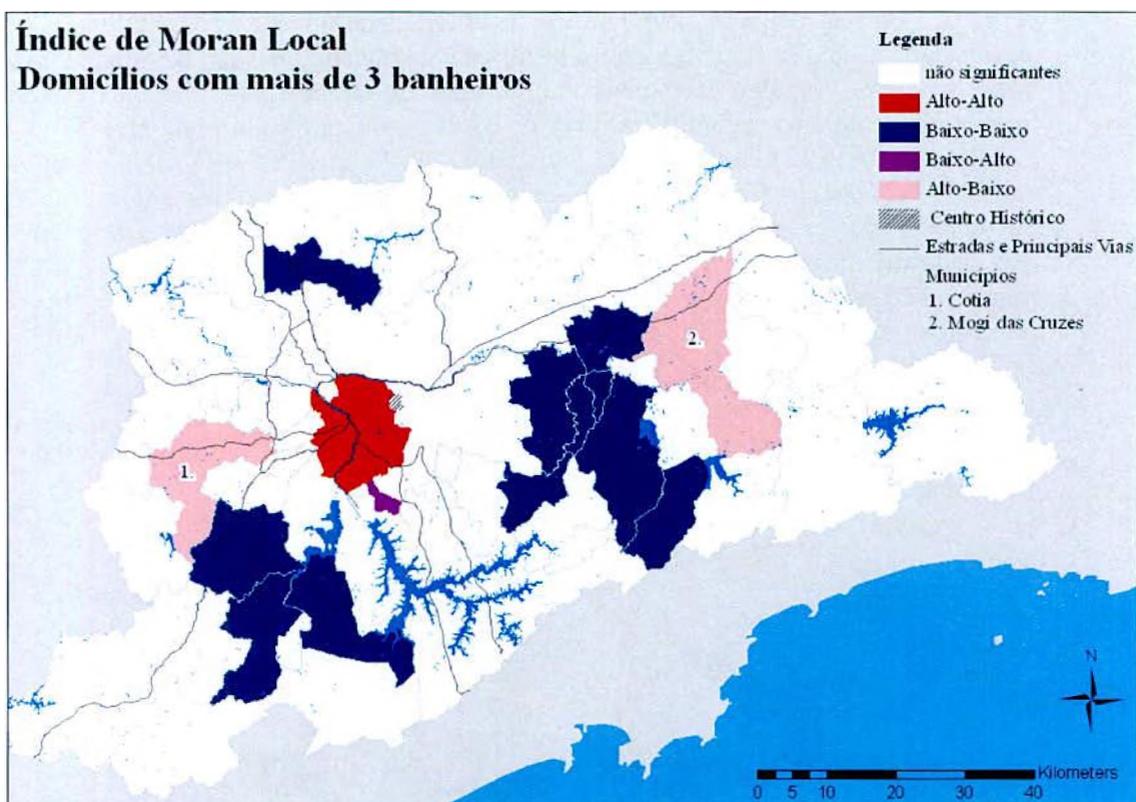


Figura 5: LISA: Porcentagem de Domicílios com mais de três banheiros. Distritos na RMSP. Significantes a  $\alpha=5\%$ .

### Metodologia

Nesta sessão apresentamos as hipóteses assumidas específicas ao fenômeno em análise: a existência de sub-mercados de habitação; a relação entre os determinantes das taxas de vacância naturais e das taxas de vacância observadas, e a relação entre os determinantes dos preços e as taxas de vacância. Também mencionamos os problemas encontrados na escolha do método para a estimação. São eles a presença de erro de medida nas variáveis de amenidades urbanas, os problemas das externalidades espaciais e a heterogeneidade espacial. Estes problemas são contextualizados no funcionamento do mercado de habitação, explicando em teoria o porquê da dependência espacial verificada empiricamente pelos testes da sessão anterior (i de moran). Estas características justificam a escolha da estimação pelo método da econometria espacial.

De acordo com o propósito deste trabalho, ou seja, encontrar os determinantes da variação da taxa de vacância entre os distritos de São Paulo, e de acordo com os modelos teóricos aqui apresentados, assumiremos que os domicílios são suficientemente homogêneos em seus atributos de modo que a cada distrito corresponde um sub-mercado. Isto é necessário dada nossa escala de análise intra-urbana, e que as variáveis envolvidas nos modelos estão variando dentro de uma mesma cidade, e não entre cidades. Em termos de determinação do preço da terra, os modelos de economia urbana continuam válidos, apenas consideram-se variações nas valorizações dos atributos de acordo com cada sub-mercado.

A partir dessa primeira hipótese, também podemos assumir que o mecanismo de ajuste de preços (equação 1) está atuando entre os distritos. Consideramos que os movimentos das taxas de vacância e dos preços se determinam mutuamente. Para cada

distrito o mecanismo de preços trabalha ajustando a oferta e a demanda de forma diferente. Assim, cada distrito tem sua taxa natural de vacância específica. No entanto, neste artigo não estimaremos as taxas naturais de vacância, pois para tanto é necessária uma série temporal de preços e vacâncias. Mas, consideraremos os determinantes da variação das taxas de vacância natural entre os mercados os mesmos das taxas observadas, uma vez que não estamos particularmente interessados em detectar mecanismos que causam o desvio das taxas de seu nível natural.

Por outro lado, seguindo o modelo de Wheaton & Torto (1994), não é necessária a hipótese sobre as taxas de vacância naturais, pois esse modelo não utiliza esse conceito. Ao contrário, devemos fazer hipóteses sobre os preços, pois os preços de equilíbrio juntamente com a variável de absorção dos mercados são os determinantes da vacância. Assumimos que as vacâncias observadas têm uma relação direta com os preços de equilíbrio, os determinantes destes serão os determinantes daquelas.

Mesmo assim, tanto uma abordagem teórica quanto a outra chega a determinantes da vacância semelhantes. No caso da abordagem de Rosen e Smith (1983) trata-se dos determinantes da taxa natural. Essencialmente são variáveis relacionadas ao tempo de busca, heterogeneidade do estoque, mobilidade da população e variáveis demográficas. Somados a esses estão os determinantes da diferenciação dos preços: qualidade das estruturas residenciais, acessibilidade e amenidades urbanas.

Passando para os problemas que interferem na validade dos métodos de estimação, começamos por comentar a possibilidade de existência de efeitos de adjacência, as externalidades espaciais. Como proposto por Can (1992), estes são efeitos de transbordamento da qualidade física e de usos das estruturas vizinhas. O preço de uma unidade pode ser explicado pelo preço da unidade vizinha porque ambos desfrutam de amenidades urbanas parecidas, estes seriam os efeitos de vizinhança. Os efeitos de adjacência explicam que o preço de uma unidade pode ser menor se a casa vizinha acumula lixo no quintal, ou se é uma casa no meio de arranha-céus e não bate sol, ou é vizinha de uma unidade não residencial como um bar que faz barulho de madrugada.<sup>7</sup>

Existem indícios da existência de externalidades espaciais em nossos dados. Características de um distrito podem impactar as características, ou valores de propriedades de outro. Por exemplo, considere um distrito sem parques, vizinho de distritos com parques públicos. As propriedades desse distrito são valorizadas por causa da acessibilidade aos parques dos distritos vizinhos. Por outro lado, os efeitos podem ser negativos, se o distrito vizinho possuir lixões ou favelas. Diferenças no zoneamento também podem ser uma fonte de externalidades. Um distrito composto por edifícios de apartamentos, com alta densidade populacional pode se beneficiar de ser vizinho de um bairro de baixa densidade, construções térreas e abundância de áreas verdes. A vista para as árvores vizinhas e a possibilidade de desfrutar de suas amenidades aumentará o preço médio dos apartamentos desse distrito. Também é possível imaginar a seguinte situação: dois distritos vizinhos, com amenidades urbanas e acessibilidade similares, portanto, com preços médios similares. Se a legislação sobre um dos distritos muda, o bairro passa a ser arquetonicamente tombado pelo patrimônio histórico, congelando a oferta desse distrito. Automaticamente, se existe excesso de demanda para moradias desse distrito, ele será acomodado pelo distrito vizinho, diminuindo sua taxa de vacância. Enfim, não poderemos distinguir os efeitos espaciais entre distritos. No entanto, por causa de sua existência devemos utilizar econometria espacial nas estimações empíricas.

---

<sup>7</sup> Esse tipo de efeito foi estudado por Ioannides (2002) na decisão de manutenção de uma residência.

Outro motivo que explica a dependência espacial verificada é o fato de que as fronteiras dos distritos são escolhidas arbitrariamente com relação aos processos sendo analisados. Se as verdadeiras fronteiras das unidades residenciais que dividem os mesmos atributos não correspondem aos distritos, as características médias do conjunto de unidades de um distrito podem estar correlacionadas com as de seus distritos vizinhos. No caso da RMSP, o mapa dos distritos reflete o desenvolvimento econômico e cultural da cidade, estas são regiões administrativas. Certamente alguns sub-grupos de moradias no interior de algum distrito serão mais similares a moradias de um distrito contíguo do que com as próprias moradias do distrito ao qual pertencem. Portanto, é natural suspeitar de erros de medida em nossos dados.

O estudo de Dubin (1992) desenvolve esse problema nas regressões de preços hedônicos. A autora menciona alguns estudos empíricos de preços hedônicos que não conseguem achar evidências para a capitalização de amenidades urbanas e acessibilidade. Dada nossa hipótese de que determinantes do preço estariam explicando alguma parte da vacância observada, essa análise vale para nosso caso. O problema acontece porque a qualidade de uma vizinhança não é observável. Mesmo que se encontre uma variável proxy, é necessário estabelecer uma fronteira para medi-la, e esta pode ser arbitrária. A vizinhança relevante na valorização de uma moradia de um dado estoque muito provavelmente não coincide com a vizinhança delimitada pelo conjunto do estoque. Uma unidade que esteja ao lado da fronteira do mercado não por isso deixa de usufruir das amenidades urbanas do mercado do lado, e por isso será valorizada.

Este estudo também identifica outra fonte de erros de medida: a acessibilidade. O problema de incluir variáveis de acessibilidade como distância ao centro em regressões de preços hedônicos é que as moradias não se valorizam somente por causa dessa variável. As cidades na realidade não são completamente monocêntricas. Mas ao mesmo tempo não é trivial encontrar quais são os outros centros e onde estão os picos dos gradientes de preços para depois estimá-los. Se se pressupõem alguns centros, esta hipótese estará sujeita a erros.

Dubin (1992) propõe uma maneira de contornar estes problemas: não levar em consideração as características não observáveis de acessibilidade e de qualidade de vizinhança. A omissão dessas variáveis explicativas causa viés e inconsistência, porém os erros de medida ao tentar incluí-las também causam viés e inconsistência. O que justifica a omissão é a hipótese de que o erro de medida causa correlações espaciais que podem ser corrigidas utilizando-se as técnicas apropriadas. No caso do estudo de Dubin (1992) a técnica utilizada é *krigging*. Aqui contornaremos o problema da mesma maneira, apesar de que incluiremos na análise a variável distância à praça da Sé, pois esta é reconhecida como centro histórico da cidade, não sujeita a erros de medida. Mas utilizaremos a econometria espacial, que também corrige a autocorrelação espacial nos erros da equação estimada.

Outra característica espacial decorrente do fato dos fenômenos possuírem características específicas a uma localização é a heterogeneidade espacial. Parece plausível levar em conta o fato de que o mercado imobiliário dos Jardins, um bairro nobre, não funciona do mesmo jeito que o da Cidade Tiradentes, bairro da extrema periferia. Mas este tipo de heterogeneidade não requer o uso de técnicas de econometria espacial para ser resolvido. A aplicação de mecanismos de correção da econometria tradicional, como o uso de matrizes robustas já resolve o problema satisfatoriamente.

Um último problema está presente na estimação: a variável dependente, a taxa de vacância, está restrita ao intervalo unitário,  $[0,1]$ . De acordo com Papke e Wooldridge (1996), isto leva a heteroscedasticidade na variância do termo de erro da regressão, e a problemas com o valor previsto da variável dependente, que pode

extrapolar o intervalo unitário. Contornaremos o problema aplicando a transformação log-odds:  $\ln[y/(1 - y)]$ . Com esta transformação, nossa nova variável dependente pode tomar qualquer valor na reta real.

### Econometria Espacial: Taxonomia de Modelos de Regressão Linear

Em Anselin (1988) é apresentada uma classificação dos modelos de econometria espacial, para dados em Cross Section com dependência espacial, a partir do modelo geral:

$$y = \rho W_1 y + X\beta + \varepsilon$$

$$\varepsilon = \lambda W_2 \varepsilon + \mu$$

$$\mu \sim N(0, \Omega)$$

$$\Omega_{ii} = h_i(z\alpha), h_i > 0$$

Modelo de regressão Clássico	$\rho=0, \lambda=0, \alpha=0$	$y = X\beta + \varepsilon$
Modelo Espacial Auto-Regressivo: SAR	$\lambda=0, \alpha=0$	$y = \rho W_1 y + X\beta + \varepsilon$
Modelo Espacial com erro auto-regressivo: SEM	$\rho=0, \alpha=0$	$y = X\beta + (I - \lambda W_2)^{-1} \mu$
Modelo Misto: SAC	$\alpha=0$	$y = \rho W_1 y + X\beta + (I - \lambda W_2)^{-1} \mu$

É possível a inclusão de heterocedasticidade ao não considerar  $\alpha=0$ , assim os elementos da diagonal principal da matriz de variância e covariância (as variâncias) podem variar de acordo com os fatores z, mas então haveriam mais  $\alpha$  parâmetros a serem estimados.

No entanto em Anselin (2003) o mesmo autor propõe outra classificação. Para tanto identifica dois tipos de correlação espacial. A correlação global implica uma estrutura espacial na covariância dos erros de tal forma que todas as unidades estão sendo simultaneamente influenciadas por todas outras. Já a correlação local cobre os casos em que as externalidades possuem um alcance menor, somente os vizinhos são capazes de influenciar o valor da variável em uma dada localidade. Essa diferença fica clara nas formas reduzidas dos modelos, onde aparecem os multiplicadores espaciais atuando sobre os elementos exógenos do modelo.

Podemos considerar o modelo com externalidades globais na forma estrutural:

$$\varepsilon = \lambda W \varepsilon + \mu$$

$$\mu \sim N(0, \sigma^2)$$

E na forma reduzida:

$$\varepsilon = (I - \lambda W)^{-1} \mu$$

O multiplicador espacial,  $(I - \lambda W)^{-1}$  envolve o erro  $\varepsilon$ , que possui correlação espacial, e atua sobre o erro  $\mu$ , este limpo de correlação espacial. O caráter global deste multiplicador pode ser observado no desdobramento:

$$(I - \lambda W)^{-1} = I + \lambda W + \lambda^2 W^2 + \dots$$

Como a matriz  $W$  aparece elevada a potências, o multiplicador espacial não afeta só os vizinhos, mas os vizinhos dos vizinhos e por fim, todas as observações. As elevadas potências de  $\lambda$  justificam a necessidade da hipótese de que  $|\lambda| < 1$  para que o modelo seja estável. Estes modelos com correlações globais são chamados de autorregressivos, SAR.

Já os modelos de correlação local, chamados de médias móveis espaciais, SMA possuem a forma reduzida:

$$\varepsilon = (I + \gamma W)\mu$$

Ou seja, o multiplicador espacial,  $(I + \gamma W)$  só distribui choques em  $\mu$  para  $\varepsilon$  vizinhos.

Os exemplos que utilizamos representavam correlações espaciais nos erros. Mas os multiplicadores espaciais globais e locais podem ser aplicados somente aos erros, somente aos efeitos modelados ( $y$  e  $x$ ) ou a ambos simultaneamente. Por isso a classificação final dos modelos faz duas divisões. Uma com respeito ao tipo de correlação (se global ou local) e outra com relação a sobre que efeitos atua, efeitos não modelados (erros) ou modelados (entre  $x$  e  $y$ ). É desta última divisão que parece tratar a classificação feita em Anselin (1988).

Classificando os modelos de acordo com suas formas reduzidas:

	Correlação Local	Correlação Global
em $\mu$	$y = x\beta + (I + \gamma W)\mu$	$y = x\beta + (I - \lambda W)^{-1}\mu$
em $x$	$y = (I + \rho W)x\beta + \mu$	$y = (I - \rho W)^{-1}x\beta + \mu$
em $\mu$ e $x$	$y = x\beta + W_1 x\rho + \mu + \gamma W_2 \mu$	$y = (I - \rho W)^{-1}x\beta + (I - \rho W)^{-1}\mu$

Formas estruturais:

	Correlação Local	Correlação Global
em $\mu$	$y = x\beta + \varepsilon$ $\varepsilon = \mu + \gamma W\mu$	$y = \lambda W y + x\beta - \lambda W x\beta + \mu$
em $x$	$y = x\beta + W x\rho + \mu$	$y = \rho W y + x\beta + \mu - \rho W \mu$
em $\mu$ e $x$	$y = x\beta + W_1 x\rho + \mu + \gamma W_2 \mu$	$y = \rho W y + x\beta + \mu$

### Econometria Espacial: Máxima Verossimilhança

O grande problema enfrentado pela econometria espacial, a dependência espacial, não pode ser solucionado pelo método de mínimos quadrados. Este resultado acontece devido à característica bidimensional da dependência. No caso da dependência de séries de tempo, quando uma variável defasada é introduzida, o estimador MQO permanece consistente caso o termo de erro não possua mais correlação serial. No caso espacial, MQO é inconsistente independentemente do termo de erro. O modelo com variável espacialmente defasada seria:

$$y = \rho W y + \varepsilon$$

Sendo  $y_L = W y$  o estimador MQO será:

$$\hat{\rho} = (y_L' y_L)^{-1} y_L' y$$

$$\hat{\rho} = \rho + (y_L' y_L)^{-1} y_L' \varepsilon$$

$$p \lim (y_L' y_L / N) = Q$$

$$p \lim (y_L' \varepsilon / N) = \varepsilon' W (1 - \rho W)^{-1} \varepsilon / N \neq 0$$

Esta última expressão é diferente de zero para todos os casos onde  $\rho \neq 0$ , pois é uma forma quadrática dos erros. Assim,  $p \lim \hat{\rho} \neq 0$ , MQO é inconsistente.

Sob algumas condições, entre elas a de que o coeficiente de correlação espacial e a matriz  $W$  não são explosivos, o estimador de máxima verossimilhança é consistente, assintoticamente eficiente e assintoticamente normal. É possível estimar a matriz de variância assintótica, já que o estimador de MV é assintoticamente eficiente. Então é possível fazer testes de hipóteses assintóticos, usando-se alguns testes como o de Wald, de Razão de Verossimilhanças e de Multiplicador de Lagrange. (Anselin 1988)

### Econometria Espacial: Método dos Momentos 8

O princípio básico da estimação pelo método de momentos é que os momentos amostrais (variáveis aleatórias) convergem para os momentos populacionais (parâmetros constantes). A lei dos grandes números garante consistência para estes estimadores.

A generalização do método dos momentos consiste em considerar que os momentos são funções de parâmetros desconhecidos. Ao substituímos nessas equações os momentos populacionais por momentos amostrais pode-se construir um sistema com  $k$  equações onde aparecem os momentos populacionais (calculáveis com os dados da amostra) e  $k$  parâmetros. Este sistema de equações pode ser estimado pelo método de mínimos quadrados não lineares, uma vez que WQO é ineficiente.

Para enfrentar o nosso problema, a dependência espacial o modelo que gerará um sistema de equações interessante para ser estimado é:

$$y = x\beta + \varepsilon$$

$$\varepsilon = \lambda W \varepsilon + \mu$$

$$\mu \sim N(0, \sigma^2)$$

É a equação de dependência espacial no erro que vai gerar três equações para o sistema:

$$\varepsilon - \lambda W \varepsilon = \mu$$

$$W \varepsilon - \lambda W^2 \varepsilon = W \mu$$

$$\varepsilon W \varepsilon + \lambda^2 W \varepsilon W^2 \varepsilon - \lambda (\varepsilon W^2 \varepsilon + W \varepsilon W \varepsilon) = \mu W \mu$$

Se considerarmos  $\varepsilon$ ,  $W \varepsilon$ ,  $W^2 \varepsilon$ ,  $\mu$  e  $W \mu$  como  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_3$ ,  $\mu_1$  e  $\mu_2$ , multiplicando pelas transpostas teremos:

$$\varepsilon' \varepsilon - \lambda^2 \varepsilon' \varepsilon = \mu' \mu$$

$$\varepsilon' \varepsilon - \lambda \varepsilon' W \varepsilon = \mu' \mu$$

$$\varepsilon' \varepsilon - \lambda (\varepsilon' \varepsilon + \varepsilon' \varepsilon) + \lambda^2 \varepsilon' \varepsilon = \mu' \mu$$

<sup>8</sup> Kelejian, H. and Prucha, I. (1999)

Do lado direito dessas equações aparecem estas três condições de momentos:

$$E\left[\frac{1}{N}\mu'\mu\right] = \sigma^2$$

$$E\left[\frac{1}{N}\mu'W'W\mu\right] = \frac{\sigma^2}{N}\text{tr}(W'W)$$

$$E\left[\frac{1}{N}\mu'W'\mu\right] = 0$$

A primeira é válida pois supusemos os erros homoscedásticos. A segunda também vem dessa hipótese sobre os erros e de uma característica calculável de  $W$ , seu traço. A terceira acontece porque a diagonal principal da matriz  $W$  é zero por definição (uma localização não pode ser vizinha dela mesma). Substituindo os lados direitos do sistema de equações dos erros  $\varepsilon$ , por esses momentos surgirá o sistema com três equações e três incógnitas:  $\lambda, \lambda^2$  e  $\sigma^2$ :

$$E(\varepsilon'\varepsilon) - \lambda^2 E(\varepsilon\varepsilon) = \sigma^2$$

$$E(\varepsilon\varepsilon) - \lambda E(\varepsilon\varepsilon) = \frac{\sigma^2}{N}\text{tr}(W'W)$$

$$E(\varepsilon\varepsilon) - \lambda[E(\varepsilon\varepsilon) + E(\varepsilon\varepsilon)] + \lambda^2 \varepsilon\varepsilon = 0$$

Mas,  $\varepsilon$  não é observado. Então se utilizamos um estimador de  $\varepsilon$ , fazendo a estimação por OLS  $\hat{\varepsilon} = y - x\beta^{OLS}$ , e substituímos  $\varepsilon$  por  $\hat{\varepsilon}$  no sistema de equações teremos um outro sistema de equações,  $G_N\theta - g_N = v_N(\lambda, \sigma^2)$ . Mas como foi utilizado um estimador de  $\varepsilon$ , as equações não são mais exatas, existe um vetor de resíduos  $v_N(\lambda, \sigma^2)$ .

$$G_N = \begin{bmatrix} \frac{-2}{N}\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon} & \frac{1}{N}\hat{\varepsilon}\hat{\varepsilon} & -1 \\ \frac{-2}{N}\hat{\varepsilon}\hat{\varepsilon} & \frac{1}{N}\hat{\varepsilon}\hat{\varepsilon} & -\frac{1}{N}\text{tr}(W'W) \\ \frac{1}{N}(\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon} + \hat{\varepsilon}\hat{\varepsilon}) & \frac{1}{N}(\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon}) & 0 \end{bmatrix}, g_N = \begin{bmatrix} \frac{1}{N}\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon} \\ \frac{1}{N}\hat{\varepsilon}\hat{\varepsilon} \\ \frac{1}{N}\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon} \end{bmatrix}$$

$$\theta = [\lambda, \lambda^2, \sigma^2]$$

O estimador de mínimos quadrados não linear surgirá a partir da minimização da forma quadrática desse resíduo:  $v_N(\lambda, \sigma^2)'v_N(\lambda, \sigma^2)$ , isto levará a um estimador consistente e assintoticamente eficiente. Uma vez que se tem os valores estimados de  $\lambda$ , passa-se à estimação do vetor de parâmetros  $\beta$ , utilizando-se o estimador de mínimos quadrados gerais factíveis (FGLS):

$$\beta^{FGLS} = [(X - \lambda WX)'(X - \lambda WX)]^{-1}(X - \lambda WX)'(y - \lambda Wy)$$

Então o procedimento inteiro utiliza três métodos. Primeiro MQO para obtenção dos  $\hat{\varepsilon}$ . Depois MQ não lineares para obtenção de  $\hat{\lambda}$ . Por fim o modelo é estimado por FGLS. A segunda e terceira etapas podem ser repetidas sucessivamente utilizando os erros da estimação por FGLS nas novas estimativas de  $\lambda$ , até que se atinja algum critério de convergência.

## Resultados

A estimação foi feita em MatLab, usando as rotinas disponibilizadas por LeSage em sua spatial econometrics toolbox<sup>9</sup> Apresentaremos os resultados da estimação por diferentes modelos da seguinte equação:

$$\ln [\text{taxa de vacância } i / (1 - \text{taxa de vacância } i)] = \beta_0 + \beta_1 * \text{crescimento da densidade } i + \beta_2 * \text{apartamentos } i + \beta_3 * \text{mais que 4 dormitórios } i + \beta_4 * \text{menos de 3 salários mínimos } i + \beta_5 * \text{alugados } i + \beta_6 * \text{chefe com idade maior que 65 anos } i + \beta_7 * \text{distância à Sé } i + \epsilon_i \quad (7)$$

Onde “i” indica o distrito na RMSP. Os testes para correlação espacial nos resíduos da regressão da equação (7) confirmam a dependência espacial já constatada pela teoria<sup>10</sup>. Os resultados dos testes são apresentados na tabela 3:

Tabela 3: Testes de correlação especial nos erros do modelo de regressão:

	Estatísticas de teste	Valor para rejeição de H0 ( $\alpha=0.05$ )	Conclusão
Moran	3.241	1.96	H0 rejeitada
Likelihood			
Ratio	10.1106	6.635	H0 rejeitada
Wald	34.6304	6.635	H0 rejeitada

H0: não há correlação espacial

Os resultados da estimação para os quatro modelos são apresentados na tabela 4. Os estimativas de  $\rho$ , o coeficiente de auto-correlação espacial, e de  $\lambda$ , o coeficiente de correlação espacial dos erros estão dentro do intervalo  $[-1,1]$ . Logo, as condições de estabilidade e consistência dos estimadores de máxima verossimilhança não são violadas. Todas as estimativas de  $\rho$  são significantes, já  $\lambda$  não é significativo na estimação do modelo SAC ( $\alpha=5\%$ ).

---

<sup>9</sup> LeSage, J. Econometrics Toolbox. [http://www.econ.utoledo.edu/matlab\\_gallery](http://www.econ.utoledo.edu/matlab_gallery)

<sup>10</sup> Ver Anselin (1988).

Tabela 4: Resultados da Estimação

Método modelo	(1)		(2)		(3)		(4)	
	M L SAR	t stat	M L SEM	t stat	M L SAC	t stat	Método dos Momentos SEM	t stat
constante	-1.4207	-5.84*	-2.4789	-13.62*	-1.2231	-4.08*	-2.5109	-14.37*
Crescimento densidade(pop 2000 – pop 1991)/área	-0.0039	-2.60*	-0.0042	-2.58*	-0.0037	-2.63*	-0.0047	-2.83*
apartamentos	0.2933	2.64*	0.5331	4.05*	0.2224	2.12*	0.5287	4.22*
mais que 4 dormitórios	4.7279	5.16*	4.6261	4.74*	5.0758	5.46*	5.2865	5.34*
Renda do chefe menor que 3 salários mínimos	0.7195	2.30*	0.7407	2.06*	0.8082	2.83*	0.836	2.34*
alugados	0.8811	2.93*	1.1833	3.44*	0.8356	2.97*	1.2335	3.63*
idade do chefe maior que 65 anos	-0.5814	-1.40	-0.3352	-0.65	-0.6094	-1.70**	-0.4177	-0.84
distância à Sé (centro histórico)	-0.1957	-0.93	-0.1858	-0.67	-0.265	-1.47	-0.268	-1.04
rho	0.497	5.83*			0.604	5.10*		
lambda			0.441	4.47*	-0.312	-1.35	0.2936	2.70*
R2	0.6484		0.6438		0.6959		0.6265	
R2 ajustado	0.6324		0.6276		0.6821		0.6095	

\* significante a  $\alpha=0.05$

\*\* significante a  $\alpha=0.10$

Não faz parte do nosso objetivo analisar a estimativa do valor dos coeficientes. Nosso foco está na significância e sinal dos coeficientes, que podem indicar quais seriam os determinantes da taxa de vacância residencial em São Paulo. Observando a significância dos parâmetros na tabela 4 chegamos a que as variáveis “crescimento da densidade”, “apartamentos”, “mais que 4 dormitórios”, “menos que 3 salários mínimos” e “alugados” são significantes a 5% de significância nos quatro modelos comparados. O impacto da variável “distância à Sé” não se mostrou significativo em nenhum dos modelos, como sugerido pelos argumentos da presença de erro de medida em Dubin (1992). A significância da variável “idade do chefe maior que 65 anos” a  $\alpha=0.05$  foi provada apenas no modelo SAC. Em geral, os sinais dos coeficientes estimados podem ser explicados pela teoria relevante, como ressaltaremos no que se segue.

O impacto da variável “crescimento de densidade” é estimado como negativo nos quatro modelos. Esta variável é um indicador de fluxo de residentes em cada distrito, ponderado por sua área. Como a teoria prediz, se um maior número de pessoas passa a viver em um determinado distrito, menor será a vacância nesse distrito.

A variável “apartamentos” mede a incidência desse atributo no estoque de domicílios do distrito. Se o estoque possui principalmente edifícios de apartamentos, a oferta será mais elástica a mudanças na demanda. Isto acontece porque edifícios construídos não mudam suas características facilmente se a demanda muda. Por exemplo, edifícios de apartamentos são mais difíceis de reformar que casas. É ainda mais difícil que mudem de uso (residencial para comercial, por exemplo). Portanto, espera-se que o impacto desta variável na vacância seja positivo. A proporção de apartamentos é uma variável proxy para a elasticidade da oferta. Quanto mais elástica a oferta, pior funciona o mecanismo de ajuste por preços, maior a vacância.

O impacto de “mais que 4 dormitórios” foi estimado como positivo em todos os modelos. Esta variável foi escolhida como a variável que indica a qualidade da estrutura dos imóveis do estoque do distrito. O sinal positivo indica que distritos com mais domicílios de boa qualidade também apresentam maior vacância. Podemos interpretar como havendo uma mudança das preferências dos consumidores, que com o passar do tempo preferem unidades com menos dormitórios. Pode haver um excesso de oferta de domicílios desta qualidade em cada distrito (localização), mas como habitação possui alta durabilidade, o estoque ainda não se adaptou a estas novas preferências. Outra interpretação possível seria a de que os donos destas unidades não as puseram à venda esperando um aumento de preços. Ou não baixaram seus preços, esperando que a demanda se aquecesse de novo. Enfim, é uma variável altamente ligada aos preços das unidades. Sua significância corrobora a estreita ligação entre taxas de vacância e preços.

A proporção de famílias cujo chefe tem renda menor que 3 salários mínimos busca trazer o impacto da presença de famílias pobres no distrito. Diferentemente do coeficiente da variável de acessibilidade, insignificante, esta é uma variável medindo uma “amenidade urbana” que se mostrou significativa. Seria uma amenidade urbana, pois supomos que a convivência espacial com famílias pobres causa externalidades negativas. Foi encontrado um sinal positivo impactando a vacância, que pode ser explicado pela variável tornar o distrito menos desejável.

A variável “alugados”, a proporção de domicílios alugados, é um indicador do tempo consumido pelo processo de busca pelo imóvel desejado. Famílias que vivem em imóveis alugados tendem a mudar-se mais que as famílias que vivem em imóveis próprios. No distrito onde as famílias vivem mais em imóveis alugados, a mobilidade dos residentes é maior, pois, se suas preferências pelos atributos dos imóveis mudam, eles têm maior liberdade para buscar um outro imóvel, mais apropriado. Como deve existir um tempo que a unidade fica vaga entre um inquilino e outro, a vacância no mercado de aluguel é maior que a do mercado de venda. Tudo porque o processo de busca toma tempo, não é instantâneo. Assim, distritos com maior proporção de domicílios alugados possuem maior vacância. Seria um indicador de diferenças da vacância natural entre os distritos, pois o tempo de busca é uma das principais causas de fricção no mercado de moradias.

Por fim “idade do chefe maior que 65 anos”, é significativa ( $\alpha=10\%$ ) somente no modelo SAC. Mesmo assim podemos argumentar que seja um dos determinantes da vacância. Quanto maior a idade do chefe da família, menor a sua mobilidade, como consequência do ciclo de vida. Portanto este é mais um determinante relacionado ao processo de busca. Novamente, famílias menos móveis fazem com que menos domicílios troquem de donos e habitantes. Assim, economiza-se o tempo que uma unidade permanece vaga durante a troca, e menor é a vacância. Portanto, é natural concluir que distritos com mais famílias mais maduras apresentem menor vacância, que justifica o sinal negativo encontrado.

## Controle da dependência espacial

Iremos utilizar os gráficos de Moran para indicar os resultados da utilização das técnicas de econometria espacial no controle da dependência espacial. Na figura 6 (A), o gráfico de moran indica como nossa variável dependente, a taxa de vacância apresenta dependência espacial ("i" de moran=0,6144). Utilizando o método de mínimos quadrados ordinários para estimar a regressão dos determinantes da taxa de vacância, sem muitas variáveis de controle de amenidades urbanas, os resíduos dessa regressão apresentam menos correlação espacial ("i" de moran=0,1573) ainda significativa a  $\alpha=5\%$  (Figura (B)). Assim, constata-se que o método de MQO não é o mais indicado para a estimação desta regressão. Por último, na figura 6 (C) e (D) apresentamos como os resíduos das regressões dos modelos SAR e SEM já não apresentam mais auto-correlação espacial de acordo com o índice de moran, que não pode ser considerado como estatisticamente diferente de zero.

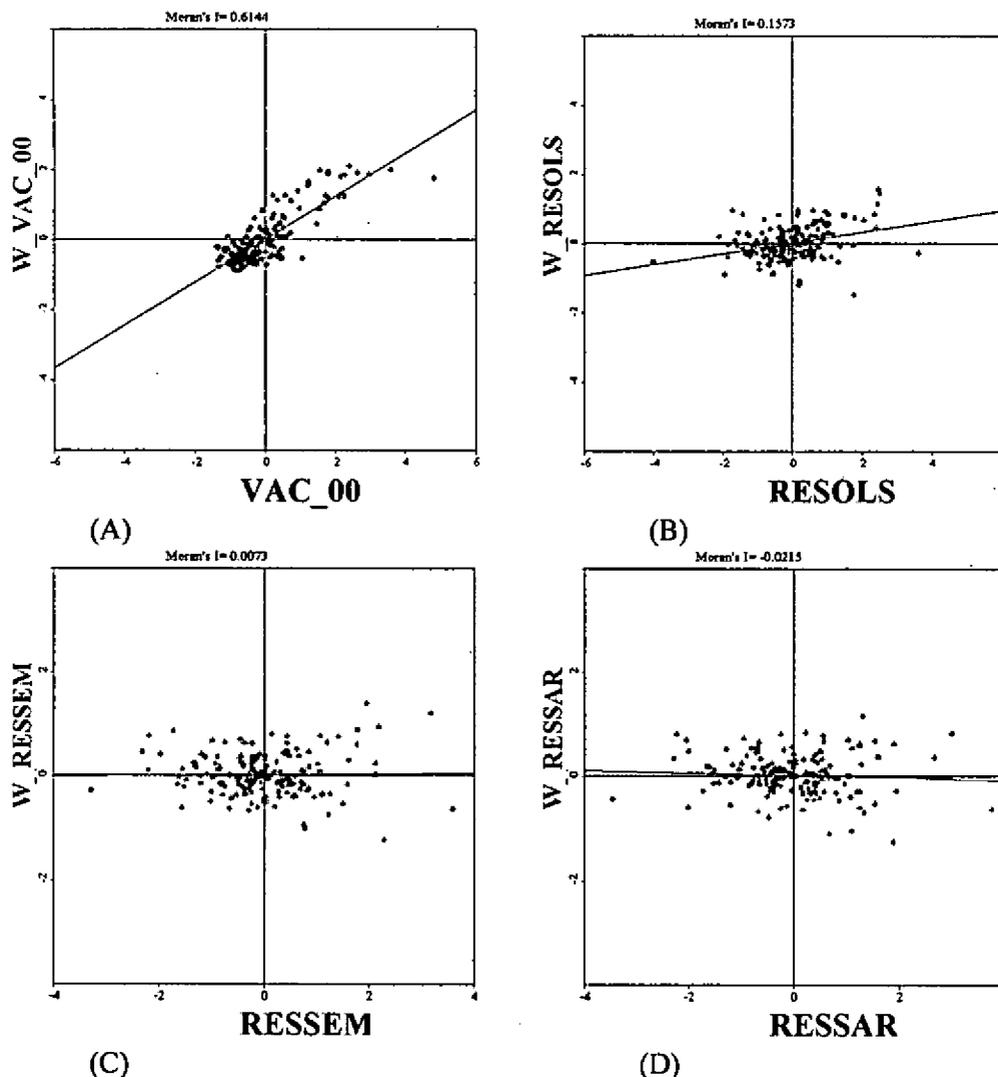


Figura 6: Gráficos de Moran: Dependência espacial na variável dependente. (A) Dependência espacial nos resíduos de OLS (B). Correção da Dependência Espacial nos resíduos dos modelos SAR e SEM. (C) e (D) (A) e (B) significantes a  $\alpha=5\%$ . Matriz de contiguidade de ordem 1.

## Conclusão

Este artigo encontrou evidências empíricas para os determinantes das taxas de vacância na RMSP. Utilizando econometria espacial encontramos evidências para dois grupos de determinantes. O primeiro diz respeito à dinâmica dos mercados imobiliários e o segundo aos atributos das propriedades imobiliárias. Esses resultados estão de acordo com a literatura prévia sobre taxas de vacância e economia espacial.

A importância do mecanismo de ajuste de preços foi captada pela variável de elasticidade da oferta (proporção de apartamentos), a importância de variáveis relacionadas à dinâmica da demanda foi captada pela variável de densidade, a mobilidade das famílias se mostrou importante, captada pela variável de idade assim como encontramos indícios de fontes de fricção no mercado, na variável que mede a proporção de domicílios alugados.

Com relação às relações espaciais, encontramos evidências para externalidades espaciais pois os coeficientes das defasagens espaciais se mostraram marginalmente significantes em todos os modelos de econometria espacial estimados. O impacto da variável “renda do chefe menor que três salários mínimos” foi significativa e pode ser interpretado como um indicador de externalidades de vizinhança negativas atuando dentro dos distritos. No entanto, não pudemos encontrar nenhuma evidência com respeito ao papel da acessibilidade. A variável medindo distância do centro não é significativa em nossas regressões.

Um resultado particularmente instigante está relacionado aos preços dos imóveis. A significância da variável que capta a boa qualidade do estoque nos faz arriscar dizer que existe um mecanismo de valorização intertemporal das residências, pois proprietários de imóveis desse tipo podem as mantêm vazias provavelmente por esperarem que os seus preços vão subir. Sendo imóveis ativos financeiros, a sua não utilização como bem de consumo no presente por ser explicada por uma expectativa de valorização no futuro. Nos modelos teóricos essa problemática está contemplada na dinâmica dos preços. Mas em nossa estimação, por não incluirmos variáveis de preços, e muito menos a dinâmica dos preços, de alguma outra forma ela apareceu impactando a vacância.

Nossos resultados indicam que a metodologia adotada neste artigo é promissora. As teorias de economia urbana foram utilizadas na compreensão da dimensão espacial, da distância ao centro e do papel das amenidades urbanas no mercado de habitação. Os conceitos de mercado imobiliário dão conta da perspectiva financeira envolvida. Assim, este trabalho é uma contribuição que integra esses campos às análises de mercado de habitação. Detectamos que os modelos teóricos das três áreas devem evoluir convergindo para se integrarem.

Identificamos extensões necessárias da análise. A mais premente é na direção de incorporar a dinâmica dos preços. Em seguida vem a extensão geográfica, comparando o mecanismo intra-urbano de diferentes metrópoles. Uma possibilidade é variar a escala geográfica de análise, comparando as relações das variáveis no nível dos microdados, e no nível das metrópoles, verificando como o fenômeno se modifica ao se modificar essa escala. Com a inclusão dos preços também é possível detalhar a análise do impacto das amenidades urbanas e dos sub-centros de empregos.

## Referências Bibliográficas

- Alonso, W (1964). *Location and Land Use* Cambridge: Harvard University Press.
- Anas A., Arnott R. and Small K (1998) "Urban Spatial Structure" *Journal of Economic Literature* 36, 1426-1464.
- Anselin, L. (1988) "Spatial Econometrics: methods and models". Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Anselin, L. (2003) "Spatial Externalities, Spatial Multipliers, and Spatial Econometrics" *International Regional Science Review* 26, 2
- Arnott, R., *Economic Theory and Housing* in Mills E., (1987), *Handbook of Regional and Urban Economics: Urban Economics* Volume 2, North Holland.
- Aselin, L. (1998) "GIS Research Infrastructure for Spatial Analysis of Real Estate Markets" *Journal of Housing Research* 9, 1
- Biderman C. (2001) *Forças de Atração e Expulsão na Grande São Paulo*. São Paulo: EASP/FGV. Tese de Doutorado
- Blank, D. Winnick, L., (1953) "The Structure of the Housing Market" *Quarterly Journal of Economics*, 67 (2): 181-208.
- Bourassa, C., Hamelink F., Hoesli M., e MacGregor B., (1999). "Defining Housing Submarkets" *Journal of Housing Economics*, 8(2): 160-183.
- Brueckner J., Thisse J., Zenou Y., (1999) "Why is central Paris rich and downtown Detroit poor? An amenity-based theory" *European Economic Review* 43, 91-107.
- Can, A. (1992) "Specification and estimation of hedonic housing price models" *Regional Science and Urban Economics* 22, 453-474.
- DiPasquale, D. Wheaton, W. (1996) *Urban Economics and Real Estate* New Jersey: Prentice Hall.
- Dubin, R. Pace, K. Thibodeau, T. (1999) "Spatial Autoregressive Techniques for Real Estate Data" *Journal of Real Estate Literature* Vol. 7, pp 79-95.
- Dubin, Robin A. (1992). "Spatial autocorrelation and neighborhood quality." *Regional Science and Urban Economics* 22, 433-452.
- Ertur C., Le Gallo, J., (2003) "An Exploratory Spatial Data Analysis of European Regional Disparities, 1980-1995" em Fingleton, B. (Ed.): "European Regional Growth" Berlin, Springer.

- Fujita M. (1989) *Urban Economic Theory* Cambridge, Cambridge, University Press.
- Fujita, M., Thisse, J., (2002) *Economics of Agglomeration* Cambridge, Cambridge University Press.
- Fundação João Pinheiro (2005) *Déficit Habitacional no Brasil - municípios selecionados e microregiões geográficas* Fundação João Pinheiro Centro de Estatística e Informações. 2. ed., Belo Horizonte.
- Gabriel, S. and Nothhaft, F, (2001) "Rental Housing Markets, The Incidence and Duration of Vacancy, and the Natural Vacancy Rate", *Journal of Urban Economics* 49, 121-149.
- Giuliano, G. Small, K (1991) "Subcenters in Los Angeles Region" *Regional Science and Urban Economics* 21 (2) pp. 163-182.
- Glaeser, E. Gyourko J., (2001) *Urban Decline and Durable Housing* NBER Working Paper No. 8598.
- Glaeser, E., (2000) *The Future of Urban Research: Non-Market Interactions* Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs, 101-149.
- Greene W. (2004) *Econometric Analysis*, Singapore, Pearson Education.
- Guasch, J. Marshall, R., (1985) "An Analysis of Vacancy Patterns in the Rental Housing Market", *Journal of Urban Economics* 17, 208-229.
- Ioannides, Y. (2002) "Residential Neighborhood Effects" *Regional Science and Urban Economics* 32, 145-165.
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*, New York, Random House.
- Kelejian, H. Prucha, I. (1998) "A generalized spatial two-stage least squares procedure for estimating a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances". *Journal of Real Estate Finance and Economics* 17, 99-121.
- Kelejian, H. Prucha, I. (1999). "A Generalized Moments Estimator for the Autoregressive Parameter in a Spatial Model". *International Economic Review* 40: 509-533.
- Mills, E. (1967) "An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area" *American Economic Review*, 57 pp 197-210.
- Mills, E. (1972) *Studies in the Structure of the Urban Economy* Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

Muth, R. (1969) "Cities and Housing" Chicago: University of Chicago Press.

O'Flaherty, B., (1996) *Making Room: The Economics of Homelessness*, Cambridge: Harvard University Press.

Papke, L., Wooldridge, J., (1996) "Econometric Methods for Fractional Response Variables with Application to 401 (k) Plan Participation Rates", *Journal of Applied Econometrics* 11: 619-632.

Rosen S., (1974) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *Journal of Political Economy* 72, 34-55

Rosen, K., and Smith, L. (1983). "The Price adjustment Process for Rental Housing and the Natural Vacancy Rate" *American Economic Review* 73

Sheppard, S. (1999). "Hedonic analysis of housing markets," *Handbook of Regional and Urban Economics*, in: P. C. Cheshire & E. S. Mills (ed.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, edition 1, volume 3, chapter 41, pages 1595-1635, Elsevier.

Starrett, D, (1978). "Market allocation of location choice in a model with free mobility" *Journal of Economic Theory* 17 pp. 21-37.

Sweeney J. (1974) "A commodity Hierarchy Model of the Rental Housing Market" *Journal of Urban Economics* 1, 288-323

Von Thünen, J Heinrich. (1826) "Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie". Hamburgo: F. Perthes.

Wheaton W., (1977) "Income and urban residence: Na analysis of consumer demand for location" *American Economic Review* vol 67, no. 4, 620-631

Wheaton, W. and Torto, R., (1994) "Office rent indices and their behavior over time", *Journal of Urban Economics* 35, 121-139

Wheaton, W., (1990) "Vacancy, Search, and Prices in a Housing Market Matching Model" *Journal of Political Economy* 98, 1270-1292.

Ibge: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

Ipeadata: [www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br)

LeSage, J. Econometrics Toolbox. [http://www.econ.utoledo.edu/matlab\\_gallery](http://www.econ.utoledo.edu/matlab_gallery)