

## 2 Referencial teórico

### 2.1. Conceitos centrais

Desde o início, é necessário esclarecer alguns conceitos centrais que permitirão uma compreensão da questão da pesquisa e do referencial teórico:

#### 1) **Modelo Hedônico**

Conforme Rosen (1974), os preços hedônicos são definidos como preços implícitos dos atributos revelados, a partir da observação de preços de produtos diferenciados e das quantidades específicas das características associadas a eles. Os preços implícitos são estimados por regressão (preço do produto x características). Com referência ao mercado imobiliário, Malpezzi (2002) definiu a equação hedônica como a regressão do valor da unidade residencial contra as características que determinam tal valor.

#### 2) **Incorporadores**

São os agentes que desenvolveram os projetos, contrataram a construção ou construíram e lançaram à venda as unidades imobiliárias. Respondem legalmente pelo processo de produção.

#### 3) **Compradores**

Pessoas físicas ou jurídicas que compraram unidades imobiliárias residenciais para moradia ou investimento.

#### 4) **Região Homogênea**

Um conjunto de bairros que o pesquisador considerou de características semelhantes para efeitos da valorização (ou desvalorização) imobiliária.

#### 5) **Representantes da Região Homogênea**

Um ou mais bairros com grande número de transações observadas e que puderam representar uma Região Homogênea.

#### 6) **Anos-Base**

Primeiro ano de cada período.

**7) HUP- hipotética unidade padrão**

Uma unidade cujos atributos foram fornecidos pelas médias aritméticas das transações ocorridas em um ano base.

**8) Período de Qualidade Constante**

Período de três anos, estabelecido pelo pesquisador, durante o qual se supôs que as características das unidades não mudaram.

**9) Comunidade**

Ocupação desordenada de moradias precárias sob a denominação de favela, nome derivado de um local da Guerra de Canudos (Morro Favela) com o qual os soldados, ao retornarem, batizaram o Morro da Providência em 1897. Na década de 1920, as colinas da cidade do Rio de Janeiro, que foram ocupadas por casebres, passaram a ser conhecidas como favelas (MATTOS, 2004). O nome favela tornou-se um pejorativo sendo substituído por comunidade.

**2.1.1.**

**Mercado imobiliário residencial**

O mercado imobiliário residencial consiste na produção e venda de novas unidades residenciais e na negociação das unidades prontas. Alguns compradores alugam suas unidades, que funcionam como uma opção a um investimento imobiliário ou como uma alternativa para quem não pode comprar.

Um empreendimento imobiliário também é um projeto de investimento que tem de produzir, em teoria, uma taxa de retorno igual à taxa livre de risco somada a um prêmio do mercado imobiliário. Uma maior demanda por unidades pode inflacionar o preço das unidades em produção, uma vez que os empreendedores subirão os preços até o nível em que for possível não comprometer a velocidade de vendas. Da mesma forma, em processo oposto, uma menor demanda faz os preços caírem.

As ações de marketing dos incorporadores são voltadas para evidenciar atributos das unidades e promover um volume de vendas que permita o menor investimento de capital próprio na produção.

No Brasil, a retomada de imóveis de compradores inadimplentes era demorada e dependia de uma ação judicial. A recente instituição da alienação fiduciária para imóveis residenciais permitiu um aumento na concessão de crédito.

O mercado de securitização de crédito imobiliário encontra-se em expansão, embora ainda abaixo do esperado em relação (CBIC, 2008) ao montante do crédito no Brasil. É notório, que alguns entraves a um maior desenvolvimento do mercado imobiliário estão sendo removidos. Falta ainda, no entanto, a construção de índices de preços dos imóveis dos imóveis, acompanhada de uma maior queda nas taxas de juros.

*“Nessas condições, uma metodologia para construção de um índice a partir de modelos hedônicos pode proporcionar uma ferramenta de avaliação de preços e seus retornos”.*

### **2.1.2. Características que influenciam o preço**

No caso de imóveis residenciais (apartamentos), os potenciais compradores são influenciados por diversos fatores, devidamente evidenciados pelo marketing, tais como a necessidade de mais espaço, uma localização mais conveniente, áreas de lazer, aposentos mais espaçosos, uma construção mais recente. Também exercem influência sobre os compradores uma maior capacidade de comprometimento de renda familiar, a existência de uma poupança prévia e a disponibilidade no mercado de ofertas que atendam a essas necessidades. Sirmans, Macpherson e Zietz (2005) destacam que, entre as vinte mais frequentes características que constam dos estudos que avaliam preços de imóveis, estão área privativa, número de quartos, localização, amenidades, idade do imóvel.

Na tese, os atributos adotados foram área privativa, localização (VR), idade, posição e andar. Os dois últimos são inerentes a apartamentos: a posição, indicando se o apartamento é de frente para o logradouro ou não e o andar, indicando a altura. Em alguns locais, um andar alto pode ser privilegiado por uma vista melhor, menos barulho e menos insetos.

### **2.1.3. Barreiras para a construção de um índice no Brasil**

Para a construção de um índice de preços para unidades residenciais no Brasil, foram identificados os seguintes problemas:

- as altas taxas inflacionárias do período 1962-1995 dificultaram a utilização dos dados. As altas taxas de juros reais praticadas pelo governo brasileiro entre 1995 e 1999, estimularam a aplicação em renda fixa;
- a existência de transações que não registraram a realidade dos preços (para diminuir o imposto à pagar);
- a dificuldade de acesso a alguma base de dados das transações efetuadas;
- obras de reforma nos apartamentos que não são informadas.

*“Nessas condições e para atender aos objetivos da pesquisa, um índice de preços a ser proposto deve considerar os atributos valorizados pelos compradores”.*

## **2.2. Revisão da bibliografia**

### **2.2.1. Estudos sobre variações de preços no mercado imobiliário**

Os estudos com modelos hedônicos evidenciaram as principais características dos imóveis que influenciam uma decisão de compra: vizinhança, localização, amenidades (CLAPP, 2004; FREW; JUD, 2003; CLAPP; GIACCOTTO, 2002). Outros pesquisadores estudaram os preços dos imóveis, sob aspectos mais particulares, tais como a produção e a demanda (JUDD; WINKLER, 2002), o método da avaliação (FREW; JUD, 2003; CLAPP; GIACCOTTO, 2002; MACANHAM; MONTEVECCHI; PAMPLONA; 2001), a conveniência do uso de informações geográficas (WUBNEH; SHEN, 2004; DIN; HOESLI; BENDER, 2001), a segurança apresentada contra alguns tipos de crimes (MAIA; 1998; BUCK; HAKIM; SPIEGEL, 1993), a localização do imóvel (BOND; SEILER; SEILER, 2002; ISAKSON, 2001) e a depreciação ao longo do tempo (SMITH, 2004).

Alguns estudos abordaram a questão do investimento imobiliário com pesquisas sobre a dificuldade de diversificação no segmento imobiliário (YOUNG; GRAFF, 1995), sobre os retornos dos investimentos efetuados (YOUNG; GRAFF, 1995), sobre a sensibilidade dos preços aos movimentos de taxas de juros (JUD; WINKLER, 2002), sobre a influência dos custos de construção (GUIRGUIS; GIANNIKOS; ANDERSON, 2005; JUD; WINKLER, 2002) e quanto à liquidez (CAULEY; PAVLOV, 2002).

Outras pesquisas propuseram, ainda, a utilização de modelos mais elaborados, com o uso de opções reais para a captação das incertezas do investimento imobiliário (WANG; ZHOU, 2004; YAVAS; SIRMANS, 2002; BULAN; MAYER; SOMERVILLE, 2004), para a análise da oportunidade de investimento (MEDEIROS, 2001), e com a aplicação método de Monte Carlo para previsão de receitas de vendas em empreendimentos (BERNARDI; HOCHHEIM, 2002).

Recentemente, começaram a ser publicados estudos com utilização das informações qualitativas do GIS (*Geographic Information System*), nas quais são estudadas variáveis ambientais que influenciam os preços das unidades imobiliárias (DIN; HOESLI; BENDER, 2001). Outro exemplo pode ser visto em Ding, Simons e Baku (2000), que usaram GIS para cálculo da distância entre localidades com investimentos (em novas construções e reformas) e os endereços das transações, para dimensionar os efeitos dessas intervenções.

### **2.2.2.**

#### **Modelos de índices de preços para imóveis residenciais**

##### **2.2.2.1.**

###### **Modelo de vendas repetidas**

O método mais utilizado para a construção de um índice de preços, cujo objetivo é medir a variação dos preços nos imóveis residenciais, é o de vendas repetidas, a partir do trabalho seminal de Bailey, Muth e Nourse, 1963 (in WANG; ZORN, 1997). Alguns pesquisadores consideram o método como o mais indicado para a formação de um índice de preços (CASE; SHILLER, 1989, SHILLER, 1991).

A principal qualidade do método de vendas repetidas é usar as diversas transações de um mesmo imóvel, ao longo do tempo, para medir variações dos preços. O método de vendas repetidas apresenta como principal vantagem sobre o método de regressões hedônicas o fato de que as observações de preços são feitas nas transações com o mesmo imóvel. Já na regressão hedônica, em que são levadas em consideração as características dos imóveis e suas relações com os preços, as características devem ser muito bem especificadas, para uma correta aplicação do método (WANG; ZORN, 1997). Por exemplo, entre as vinte características mais utilizadas dos modelos hedônicos, estão a distância a um centro de comércio, lareira, ar condicionado, piscina (SIRMANS; MACPHERSON; ZIETZ, 2005). A dificuldade, quando o estudo é realizado no nível nacional, seria como tratar desses atributos em regiões diferentes, já que uma lareira valoriza o imóvel situado em regiões de clima mais frio, mas não faz o mesmo efeito em outras regiões de temperatura média mais alta. Dentre as objeções ao método de vendas repetidas, o desperdício de dados é a mais freqüente (WANG; ZORN, 1997) e os custos de renovação e reforma das propriedades, que, quando realizadas em valor significativo e não informadas, podem distorcer a comparação dos preços (STEPHENS et. al, 1995). A construção de um índice de preços no qual os atributos valorizados pelos compradores nas unidades residenciais mudam a cada região só é possível quando os preços são observados nas transações do mesmo imóvel. No Brasil, a mobilidade da população é pequena, as famílias ficam em suas casas por muito tempo. Além disso, não há um registro centralizado de hipotecas. Também são freqüentes as obras nas unidades, sem qualquer necessidade de um registro ou de uma licença.

***Torna-se, portanto, muito difícil no Brasil a utilização do método de vendas repetidas.***

### 2.2.2.2. Modelos hedônicos e adaptações

Lancaster (1966) propôs que o valor não é gerado pelo bem em si, mas por suas características. Seu trabalho propôs as bases microeconômicas para a análise dessas características que dão valor ao bem. No caso da moradia, as características são, por exemplo, a área privativa, sua localização, clima, distância ao comércio, a vista, número de dormitórios e banheiros. Já Rosen (1974), que também abordou as características da moradia, focou seu trabalho na interação de produtores e consumidores numa estrutura de valor das características.

A teoria microeconômica desenvolvida no trabalho seminal de Lancaster (1966) e, posteriormente, o enfoque de Rosen (1974) são considerados e citados freqüentemente como fundamentos dos modelos hedônicos. Uma cronologia dos modelos hedônicos e os primeiros índices construídos para preços de automóveis e computadores podem ser encontrados em Triplett (2004).

A unidade residencial é um bem heterogêneo, cujas características são valorizadas pelos compradores. Sirmans, MacPherson e Zietz (2005) consideram que a variável localização é de difícil generalização e, por esse motivo, os modelos devem ser usados em mercados particulares. Malpezzi (2002) definiu a equação hedônica como a regressão do valor da unidade residencial contra as características que determinam esse valor.

Malpezzi (2002) propõe que sempre estejam incluídas as principais características do mercado, área da unidade, localização, idade, sendo que a variável localização deve representar a posição geográfica da unidade em relação ao comércio e amenidades.

A equação hedônica do preço de um apartamento, com as variáveis utilizadas na pesquisa, pode ser expressa por:

$$\text{Preço} = f(\text{área, idade, VR, posição, andar})$$

As características que contribuem para a formação dos preços são aquelas da base de dados da PMRJ (ITBI). A variável VR é um valor de avaliação para cálculo de impostos e pode ser interpretado como uma referência da localização. Para cada quadra de cada bairro, um valor do metro quadrado de área privativa

foi atribuído por técnicos da prefeitura, com base no mercado imobiliário, formando a planta genérica de valores do IPTU. Assim, as diferenças de localização em um bairro são dimensionadas.

Não existe uma fundamentação teórica para se especificar um modelo hedônico. Na revisão da literatura, observamos que os autores, em seus estudos, privilegiam as variáveis mais disponíveis, quando a base de dados apresenta grande número de observações. A única base de dados disponível com grande número de observações, no Brasil, é a do ITBI das prefeituras das cidades médias e grandes, portanto foi inevitável a utilização compulsória das variáveis ali fornecidas (área, idade, posição). A variável andar foi extraída do endereço de cada transação e a variável VR, no Município do Rio de Janeiro, foi obtida a partir da tabela anexada à lei nº 2585 de 14/11/1997, que contém, em seu Anexo I, uma planta genérica de valores (PGV) com todas as ruas da cidade do Rio de Janeiro. A PGV atribui a cada endereço um valor denominado VR (valor unitário padrão residencial, em UFIR da época) do metro quadrado de avaliação imobiliária para um apartamento de frente para o logradouro. Esses valores é que vão formar o valor venal (base de cálculo do IPTU) de um imóvel.

Palmquist (1980), por exemplo, apontou como melhores técnicas de construção de índices o método das vendas repetidas e dos modelos hedônicos. Propôs, em seu artigo, um método alternativo, incorporando ajustes referentes à depreciação em modelos com vendas repetidas. Utilizou, ainda, variáveis dicotômicas representando o ano da transação para a obtenção do índice.

Case, Pollakowski e Watcher (1991), utilizando uma base de dados municipais (*county*), estimaram quatorze diferentes índices e propuseram a adoção de um modelo híbrido, que combinava o modelo hedônico e o de vendas repetidas ponderado. Validaram a opção do uso da localização geográfica e do tipo diferenciado de habitação. A proposta de se dividir a cidade em regiões e só utilizar transações com um tipo de habitação (apartamentos) foi adotada no modelo da tese.

Knight, Dombrow e Sirmans (1995), por outro lado, concluíram que a discussão entre escolher modelos de vendas repetidas, hedônicos ou modelos híbridos está mal colocada e o fundamental é determinar se os parâmetros têm estabilidade durante o período do índice ou variam. A tese propôs a escolha do método hedônico como o mais adequado para o Brasil, também porque as

características levadas em consideração são presumidamente estáveis durante o período do índice (três anos), até cada revisão.

Já Calhoun (1996) adotou o método WRS (*weighted repeat sales*), uma variante do método das vendas repetidas com atribuição de pesos. Justificou sua opção pela depreciação, e também pelas mudanças demográficas e socioeconômicas das localidades. O modelo da tese, ao prever revisões a cada três anos, resolve os problemas apontados, a saber, das mudanças das características mais valorizadas pelos compradores e depreciação.

Estudiosos como Clapp e Giaccotto (1998) concluíram que o modelo HRM (*hedonic repeat-sales measure*) era virtualmente idêntico ao método de vendas repetidas, desde que se especificassem corretamente as características hedônicas mais relevantes. Concluíram que isso pode ser feito com a verificação de mudanças ao longo do tempo em relação às novas construções, observando que, por exemplo, as novas construções têm mais banheiros. O HRM (um modelo híbrido), ao incorporar o método das vendas repetidas reduziu o número dos atributos associados aos modelos hedônicos. Mas, o modelo só pode ser aplicado quando estão disponíveis os elementos necessários à sua construção por qualquer dos dois métodos.

Revisões a cada três anos, com a mudança do ano-base para observação das características, provavelmente captam as mudanças nos atributos que os compradores mais valorizam.

Benson, Hansen, Schwartz e Smersh (1998), em outra perspectiva, estabeleceram, por meio do uso de um modelo hedônico, o impacto no preço quando o imóvel tem uma vista privilegiada, conforme sua qualidade e sua distância em relação ao imóvel. Esse importante atributo foi considerado em nosso trabalho como parte da diferenciação de preço existente nos valores da PGV do IPTU. Pode ser observado na PGV do Rio de Janeiro que os logradouros dos imóveis com vista para o mar, parques e florestas apresentam um VR (valor unitário de padrão residencial) maior. Nas unidades, por exemplo, em Ipanema, Leblon e Copacabana, cujas ruas estão perpendiculares à orla, é possível verificar que os valores da variável VR diminuem à medida que a unidade se afasta da praia.

Englund, Quigley e Redfearn (1999), por sua vez, argüiram que, mesmo sendo a casa própria o maior investimento familiar e que tenha sido contratado um seguro contra perdas devido a desastres naturais (incêndio, enchentes, etc.), jamais existiu a preocupação em proteger contra perda de valor. Pode haver várias barreiras à existência de produtos que protejam uma família contra perda de valor do seu patrimônio, mas o ponto de partida teria de ser a acurada medição dos níveis de preços e suas volatilidades, ou seja, um índice que pudesse ser adotado pelas empresas seguradoras. As barreiras à construção de tal índice são a falta de frequência nas vendas e a heterogeneidade nas características das casas. O artigo em questão usou índices construídos sobre a mesma base de dados (*WRS-weighted repeat sales* e um modelo híbrido), e as vendas ocorreram em três das maiores regiões metropolitanas da Suécia, entre 1981 – 1993, onde, em 168.920 registros, 45.997 eram de vendas repetidas. Os autores consideraram que o amplo uso do WRS pode levar a um quadro inadequado dos movimentos dos preços. O estudo ressaltou a importância dos índices, para a existência de produtos financeiros de proteção contra desvalorização. Não existe, no Brasil, uma proteção contra a queda no valor dos apartamentos, que muitas vezes constitui a maior parte do patrimônio das famílias.

Também Conniffe e Duffy (1999) estudaram algumas das metodologias dos índices de preços, inclusive o *ESRI Index*, índice adotado na Irlanda, publicado desde 1996. Como na Irlanda não há uma instituição que promova a compra e securitização das hipotecas em grande volume (assim como no Brasil), não se publica nenhum índice baseado em vendas repetidas. O estudo compara índices baseados na média, mediana, do modelo hedônico e do modelo hedônico restrito. Recomendaram, ainda, futuras pesquisas para identificação de vendas repetidas, já que esses modelos prevalecem na literatura.

Já Clapp e Giaccotto (2002) analisaram, em uma mesma base de dados (*Dade County, Florida, 1971-1997*), o uso dos modelos de vendas repetidas e hedônicas para previsão de preços futuros e suas variações. Concluíram que um modelo baseado no método hedônico é superior. Não tivemos a opção de testar, na tese, um modelo de vendas repetidas, mas as literaturas americanas e européias apresentam modelos dos dois tipos, modelos híbridos e até alguns modelos alternativos. Após a revisão da literatura o modelo hedônico foi considerado adequado para a realidade brasileira.

Cabe ainda ressaltar que Malpezzi (2002), em uma revisão bibliográfica, sobre modelos hedônicos destacou como fatores importantes que afetam os preços a distância ao centro de comércio, as amenidades e a qualidade da região. Evidenciou também que o modelo hedônico apresenta melhorias na qualidade dos índices de preços de unidades residenciais. Embora a distância ao centro de comércio seja uma das variáveis mais presentes na literatura, o crescimento das telecomunicações, da internet de banda larga, do aparecimento da terceira geração de redes para telefones celulares, *wi-fi max* e outras tecnologias estão cada vez mais diminuindo as vantagens percebidas da proximidade ao centro de comércio. Na presente pesquisa, foi impossível plotar cada endereço das transações e calcular sua distância ao centro de comércio, definido como um local mais densamente ocupado com lojas e serviços. A distância ao centro de comércio passa a ser um problema quando uma cidade apresenta vários desses centros bem definidos (policêntrica). Além disso, a universalização da Internet e a tendência das empresas em proporcionarem condições de trabalho fora da sua sede física são fatores que, provavelmente, poderão modificar o atributo da proximidade a um centro de comércio.

Hwang e Quigley (2004) destacaram as limitações do método mais usado nos EUA, o método das vendas repetidas. Existiam dificuldades em medir as benfeitorias realizadas e as casas com mais vendas repetidas podiam não ser uma amostra aleatória da população (casas ocupadas por seus donos). Além disso, o método assumia que os preços dos imóveis eram do tipo aleatório (*random walk*) e que os pares das vendas repetidas forneciam as informações necessárias. Propuseram, assim, um modelo híbrido que permitia uma análise conjunta de mudanças na seleção e na qualidade. Se um local de uma região apresenta por algum motivo (por exemplo, enchentes, poluição ou crime) uma degradação inesperada, a tendência é apresentar várias vendas repetidas e uma queda nos preços, independentemente da direção do mercado. Se outras vendas repetidas ocorressem em menor frequência na mesma região (em outro local), certamente o índice da região apresentaria uma tendência de baixa. Já um modelo hedônico iria diluir esta degradação, sem contaminar o índice.

Bourassa, Hoesli e Sun (2005) apresentaram um método para a construção de índice de preços que vem sendo usado desde 1982 na Nova Zelândia, o SPAR (*Sale Price Appraisal Ratio*) e o compararam com índices construídos pelo método de vendas repetidas e por um modelo hedônico, com base nas mesmas transações. O SPAR é um índice aritmético construído a partir da relação entre uma venda no mercado aberto e a avaliação oficial da propriedade. Os autores concluíram que o SPAR produz resultados parecidos com o modelo hedônico, além de ser de fácil construção, não necessita de base de dados detalhadas quanto aos atributos das propriedades. Essa metodologia depende principalmente do registro dos valores reais das transações.

*“A literatura sobre modelos de índices de preços apresenta uma discussão entre os modelos hedônicos e o de vendas repetidas. No Brasil, pelas condições existentes, o modelo hedônico é, provavelmente, o mais indicado”.*

### **2.2.3.**

#### **A escolha do modelo hedônico para índices**

Bailey, Muth e Nourse (1963) apresentaram os fundamentos para a construção de um índice de preços de imóveis com a utilização de regressão para transações de vendas repetidas. O estudo usou a forma logarítmica para os atributos e as variáveis dicotômicas para o período de tempo. Foi o mais antigo trabalho a que tivemos acesso, mas nele já constava uma referência a uma tese de Pendleton<sup>2</sup> e a informação de que o Departamento de Comércio dos E.U.A estava usando o método para a construção de um índice.

Kain e Quigley (1970), por sua vez, estudaram, em Saint Louis (E.U.A), mil e quinhentas habitações com inspeção local para determinação de variáveis físicas e ambientais. Usaram as variáveis mais significativas e propuseram que os coeficientes das regressões fossem usados como pesos em um modelo hedônico de índice de preços.

---

<sup>2</sup>-Pendleton, William C., "The Value of Accessibility." Unpublished Ph.D. dissertation, Department of Economics, University of Chicago, 1963

A necessidade da construção de índices de preços imobiliários, embora referente a propriedades industriais, foi discutida em Hoag (1980), para que se pudessem medir retornos dos investimentos e permitir seu gerenciamento. O trabalho de Hoag (1980) explicitou a importância da construção de índices e introduziu um modelo conceitual, em que um conjunto de transações era usado como base para uma equação de regressão de obtenção do índice.

Mark e Goldberg (1984) propuseram que os melhores critérios para a escolha de um índice são: I - ter uma fundamentação consistente, II - ser de simples administração, e III - ser razoavelmente estável. O estudo foi feito com a construção de onze diferentes índices, para preços na região de Vancouver, Canadá, entre 1957 e 1979. Recomendaram cuidados especiais com as áreas geográficas e, dentre aqueles onze índices estudados, apenas três índices foram escolhidos, sendo um deles baseado em modelo hedônico.

Também Clapp, Giaccotto, Tirtiroglu (1991) indicaram o uso do modelo hedônico, quando se usam todas as transações efetuadas, e alertaram que, ao usar o modelo das vendas repetidas, deveria ser verificado se não existiram modificações nas unidades.

Supomos existir, no Brasil, uma grande atividade de reformas não reportadas (não há necessidade de registro ou licenciamento de modificações). Ao utilizar o método das vendas repetidas, deveríamos dispor de um grande número de transações e um registro de modificações.

No Brasil, é improvável o uso de um modelo, como o de vendas repetidas, que dependa da certeza da manutenção das características do imóvel nas mesmas condições.

Case e Quigley (1991), por outro lado, propuseram um modelo híbrido a partir de modelos de vendas repetidas, com e sem modificações e de vendas simples. O modelo híbrido apresentou vantagens quando aplicado em uma mesma vizinhança (no Havaí, EUA). A região em Honolulu, denominada Kahala, onde se aplicou o modelo, compreendia 1.100 residências delimitadas geograficamente por uma praia, um campo de golfe e uma auto-estrada. O estudo foi feito em um segmento específico de um submercado com variáveis importantes como localização, amenidades e transporte. Não se pode generalizar para uma região maior, quando, certamente, aparecerão outras características.

Case e Szymanosky (1995) em estudo na área de San Francisco, Califórnia, com dados das 49.266 transações acontecidas entre 1977 e 1984, observaram que 18.562 eram de vendas repetidas. Entre os três modelos propostos no artigo, um deles hedônico, outro pelo método de vendas repetidas com pesos (WRS - *weighted repeat sales*) e um terceiro sendo um modelo híbrido, concluíram que esse último apresentou uma melhor precisão. Observou-se que nem sempre é grande a ocorrência de vendas repetidas que permitam aos pesquisadores uma variedade de proposições e comparações.

Schwann (1998) estudou mercados regionais (vizinhanças) de poucas transações, tendo usado séries temporais cuja desvantagem é o alisamento, o método, contudo, traz a precisão como vantagem. A importância deste estudo, ao focar nos pequenos mercados, foi estabelecer quando ele é um submercado, isto é, de comportamento diferente do mercado como um todo. O autor propôs, nessa abordagem, o uso da equação hedônica, com seis atributos (por escolha do autor): idade, área do lote, área privativa, número de quartos, número de banheiros, número de lareiras. Baseou-se em dados (entre 1979 e 1992) de um bairro, Mount Pleasant (na cidade de Vancouver, Canadá), que representava apenas dois por cento das transações da cidade. Estimou as regressões hedônicas do local e do resto da cidade e usou o teste estatístico F para testar os coeficientes das duas áreas estudadas. A hipótese nula de que os mercados se comportam igualmente foi rejeitada. Schwann (1998), desse modo, concluiu que com um modelo hedônico restrito, é possível construir índices com credibilidade. A pesquisa, ao considerar a existência de um submercado, confirmou o conceito das regiões homogêneas, adotado pelo modelo francês de índices, que também foi utilizado na construção do modelo desta tese.

Tiwari e Hasegawa (2000) estudaram um dos mercados mais caóticos do mundo, Mumbai (ex-Bombaim), a segunda cidade da Índia, no período de 1989-1995 quando houve um grande movimento de alta nos preços. Os autores reportaram problemas para determinar o valor real das transações das unidades. Por uma questão tributária, parte do montante sempre foi pago em espécie, não constando da escritura, cujo valor foi financiado pelas empresas hipotecárias, onde os autores coletaram os dados. Para determinação do preço final com base na hipoteca, os autores recorreram a corretores em cada zona da cidade. Não havia índice de preços em Mumbai, e os autores construíram dois modelos de uma

equação hedônica, *explicit-time-variable*, na qual o tempo é uma variável dicotômica independente, e um modelo *strictly cross-sectional*, em que os preços são estimados em uma regressão para cada período de tempo. Os autores optaram pela recomendação do uso do Índice Fisher e do modelo hedônico *cross-sectional*. O estudo contornou a questão da omissão de valores através de uma relação interessante, a sonegação média por região, comparando-se preços médios declarados com preços médios fornecidos por imobiliárias locais.

Leishman e Watkins (2002) após afirmarem que os métodos de construção de índices no Reino Unido eram inferiores aos utilizados na Comunidade Européia, Austrália e EUA, apontaram como solução um sistema de índices locais (para as maiores cidades). Construíram, pela primeira vez, um índice baseado no método de vendas repetidas com resultados variando conforme a cidade. Os dados existentes para a construção dos índices foram considerados satisfatórios para a Escócia, mas com problemas para a Inglaterra e Gales. O resultado apresenta evidências de que o modelo hedônico é o indicado para cidades onde existe uma maior diversidade nas características consideradas.

Alencar e Lazzarotto (2002), em um dos artigos de autores brasileiros sobre índices de preços residenciais, mas com poucas observações em um mesmo ano (dezembro, abril e julho), pesquisaram a construção de um índice pelo método hedônico ao considerarem impossível obter o registro de transações repetidas. Limitaram sua pesquisa a um pequeno bairro da cidade de São Paulo (Moema) com grande atividade de lançamentos imobiliários e atribuíram pesos a algumas características dos imóveis. Os atributos com pesos, escolhidos pelos autores, foram o padrão da área de lazer, o acabamento da construção, a localização, a poluição sonora (no caso, aviões, devido à proximidade do Aeroporto de Congonhas). O método utilizado com aplicação de pesos e observação de cada acabamento de construção é impossível de ser replicado, quando existem milhares de transações a serem observadas. Ao contrário da pesquisa da tese, quando os preços são os praticados ou o seu valor de mercado, aqueles autores observaram os preços em endereços da internet e por informações de terceiros.

Laferrère (2003), por outro lado, ressalta o papel desempenhado pelos notários franceses na criação dos índices de preços na França, a partir da obrigação de certificação das vendas de imóveis e da comunicação regular dessas informações (os notários são funcionários públicos). O estudo destaca não só que

o modelo hedônico deve ser aplicado em locais onde o preço (por unidade de área) não seja muito diferente, mas também que se mova da mesma forma ao longo do tempo. As vizinhanças que determinam cada zona são definidas por especialistas locais. Em Paris, por exemplo, para índices de preços de apartamentos, uma zona pode ser um bairro (*arrondissement*), um agrupamento deles ou parte de um grande bairro. Os resultados das regressões *cross-section* apresentaram poder de explicação, (considerados bons), entre 0,25 e 0,40, para entre 1.000 e 3.000 observações, com vinte variáveis. O modelo da tese tem em comum com aquele índice de preços a divisão em regiões de valorização homogênea e o uso de especialistas para identificação das regiões (que também podem ser da prefeitura da cidade). Apresentam-se, ainda, algumas vantagens, como a possibilidade de apuração do índice pelas prefeituras sem qualquer demora no recebimento de informações, o uso de poucas variáveis independentes e a obtenção de um poder de explicação muito melhor. No Brasil, onde ainda existe uma demanda reprimida por habitações urbanas, a base de estimação e de referência, adotada no modelo francês não faz sentido para um modelo em uma prefeitura brasileira. Em vez dos cinco anos propostos em Laferrère (2003), considerou-se necessária uma revisão a cada três anos, por causa da dinâmica do mercado brasileiro.

Maurer, Pitzer e Sebastian (2004) propuseram a construção de um índice para a cidade de Paris com uma base de dados de 84.686 transações no período de janeiro de 1990 a dezembro de 1999. Os autores consideraram que aquela tinha sido uma das maiores bases de dados já empregadas em estudos similares. Eliminações de transações foram propostas quando não era explícita a existência de um elevador (a variável elevador é importante), quando a área não era fornecida ou ainda quando o preço era inferior a cento e cinquenta euros por metro quadrado. O procedimento de depuração das transações com eliminação do sexto superior e do sexto inferior já tinha sido usado na construção do índice de Paris, conforme Laferrère (2003).

Chau, Wong, Yiu e Leung (2005), que estudaram o mercado de imóveis residenciais em Hong-Kong, considerado um dos mais ativos do mundo, apontaram como grandes dificuldades para a construção de um índice a heterogeneidade, a depreciação ou a renovação das unidades e também a falta de dados confiáveis. Foi proposto no artigo, um índice baseado no método de vendas

repetidas, pois, naquela cidade, os registros dos dados das transações são obrigatórios e disponíveis. Como os imóveis em Hong-Kong têm poucas características diferenciadas, compararam o índice proposto com outros quatro índices existentes e encontraram tendências semelhantes.

Não existe, no Brasil, um órgão público que publique um índice de preços de venda de unidades imobiliárias. Os tabeliães (notários) apenas informam dados de preço e identidade das transações efetivadas diretamente à Receita Federal.

### **2.3. Modelo conceitual**

A tese propôs o desenvolvimento de um modelo hedônico para construção de índices de preços de apartamentos para cidades (IMPA). A norma brasileira para avaliação de imóveis foi recentemente modificada pela NBR 14653-2:2004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). A nova norma prevê a aplicação de alguns testes estatísticos para validar uma regressão múltipla. Os testes foram aplicados nas regressões utilizadas para a obtenção do índice, utilizando o programa estatístico STATA versão 10. O modelo da presente tese poderá dessa forma, ser utilizado na elaboração de índices de preços pelas prefeituras, já que está dentro das normas recomendadas pela ABNT.

As vantagens percebidas para a construção do índice com dados de uma prefeitura são:

- os preços praticados são reais e estão disponíveis;
- as variáveis independentes que podem ser obtidas a partir da base de dados são suficientes para se obterem regressões com um alto poder de explicação.

Um dos índices que contribuiu para o modelo da tese foi o descrito em Laferrère (2003). Nesse estudo, o método do INSEE (*Institut National de la Statistique et des Études Économiques*) foi aplicado inicialmente na cidade de Paris, França, e adotado recentemente em nível nacional (2000). Foram relatadas algumas dificuldades de implantação que podem ser consideradas similares às encontradas no Brasil:

- duas unidades imobiliárias nunca são rigorosamente iguais porque têm muitas características que as diferenciam, tais como, localização, área privativa, vista, amenidades, serviços públicos, preferências afetivas, etc;
- as unidades imobiliárias de Paris são antigas (não é o caso do Brasil), pouco negociadas e as reformas são muito comuns;
- a heterogeneidade das características das unidades residenciais produz algum submercado, mudanças abruptas nos preços e dificuldades na análise dos preços, pois não são frequentemente observadas vendas do mesmo imóvel (assim como no Brasil).

A solução, na França, foi estimar os preços a partir de um modelo hedônico aplicado em locais onde os valores não sejam muito diferentes e que se movam da mesma forma ao longo do tempo.

O processo francês de construção de índices pode ser resumido da seguinte forma:

- definição de zonas onde a evolução dos preços é assumida como homogênea;
- definição de um modelo hedônico de preços com coeficientes de correção para efeitos qualitativos para cada zona. Por exemplo, os coeficientes podem modificar um preço a partir da poluição sonora aumentada na zona estudada. Como a característica poluição sonora não é comumente um atributo, os coeficientes corrigem esta falha;
- estimativa de coeficientes de correção a partir de uma amostra das unidades de cada zona;
- computação do valor de um estoque de referência na data base para cada zona;
- computação do valor deste estoque de referência nos períodos considerados por zona;
- computação do índice de preços como uma evolução do valor do estoque de referência de cada zona entre o período base e a data corrente;
- publicação dos índices por agregação, baseada em pesos relativos ao valor negociado no período.

A questão da adoção de coeficientes de correção foi descartada, já que a base de dados das transações observadas é muito grande e a revisão a cada três anos, conforme foi proposta, é suficiente para a detecção de mudanças estruturais na região, tais como melhorias na infra-estrutura ou degradação da vizinhança.

Outro modelo que apresentou similaridade com o modelo da tese é o da cidade de Hong-Kong, descrito em Chau et al. (2005). O índice de preços mais antigo de Hong-Kong é publicado pelo governo daquela cidade trimestralmente desde 1979. O “*The Rating and Valuation Department Index*” (RVD) é um índice de preços baseado nas transações registradas como “*Agreement for Sale and Purchase*” (ASP). Um ajuste de preços, para variações devido à qualidade, é feito através de valores de locação fornecidos por avaliadores (indicando a qualidade do imóvel).

O processo é similar a uma abordagem hedônica, a não ser pelo fato de que o ajuste da qualidade vem do mercado de locação por informação de avaliadores e não é um atributo do imóvel. Outro índice que cobre apenas unidades residenciais em grandes conjuntos habitacionais, o “*The Centa-City Index*” é também baseado em transações e o ajuste da qualidade é feito por um modelo hedônico. Essa abordagem é possível pelo grande número de transações com atributos constantes (andar, vista, localização) e homogêneos (em cada conjunto). Os dados vêm da mesma base do RVD, o registro ASP.

O primeiro índice hedônico de preços de unidades imobiliárias, publicado por um governo, nos E.U.A e no mundo, foi o *New House Price Index*, construído pelo *US Census Bureau* em 1974, mas retroagindo ao ano de 1968 (TRIPLETT,2004). A metodologia de construção desse índice foi utilizada na tese para a mudança de base, que foi feita de 1999 para 2002 e de 2002 para 2005, isto é, a cada três anos.

O IMPA é um modelo hedônico para construção de um índice de preços, com utilização do ITBI e da planta genérica de valores (PGV) do IPTU. O uso de uma base de dados já existente na maioria dos municípios com mais de 50.000 habitantes permitirá a publicação de índices dessas cidades com baixo custo. Por agregação, no futuro, será possível obter um índice nacional.

O modelo tem como variável dependente, o preço do imóvel, já que temos na base do ITBI uma cesta de preços observados (reais) e preços avaliados (com base nos preços reais). A eliminação seletiva de algumas das transações, proposta

na metodologia, por preço do metro quadrado, por faixa de área e por idade, considera que todos os preços ou são reais ou muito se aproximam deles. Foi concebida, assim, uma nova metodologia, que se diferencia dos modelos adotados em Paris e em Hong-Kong, principalmente pela utilização de poucas variáveis independentes e pelo alto poder de explicação obtido.

O modelo IMPA apresenta como características principais:

- a definição de regiões onde a evolução dos preços é presumida como homogênea. Escolha de representantes (bairros) dessas regiões;
- a construção de um modelo hedônico, de índice de preços municipais para apartamentos, com a utilização das transações observadas na base de dados do ITBI da prefeitura;
- utilização de uma variável, denominada VR, representante do atributo localização, que diferencia cada rua dentro de um bairro e que pode ser obtida na PGV (planta genérica de valores) do IPTU;
- a construção para cada período de três anos (índice trimestral) de uma regressão múltipla com variáveis dicotômicas, indicando o trimestre da transação. Uma hipotética unidade padrão (HUP) é calculada a cada três anos com os atributos médios das unidades transacionadas em um determinado ano base (1999, 2002, 2005). Os coeficientes da regressão para o período, aplicados na unidade padrão fornecem o preço estimado da unidade padrão para cada trimestre do período.
- a construção do índice da cidade, por agregação dos índices das regiões homogêneas consideradas, com pesos relativos ao valor negociado em todo o período, por todos os bairros da região homogênea.

Um aprofundamento na questão dos modelos hedônicos com variáveis dicotômicas que representam um período de ocorrência pode ser feito em Triplett (2004). O trabalho, mesmo sendo referente a características de computadores, aplica-se, em algumas partes, à construção de um índice de preços de unidades imobiliárias (modelo hedônico), ressaltadas as questões do período em que se mantêm fixos os coeficientes da regressão. Três anos para apartamentos são um período aceitável, enquanto, para computadores esse período é inadequado, já que novos modelos são lançados uma vez por ano.

Já o modelo oficial francês (LAFERRÈRE, 2003) usa períodos de cinco anos. Os pressupostos de que os coeficientes não variam com o tempo nesse período (cinco anos) foram confirmados. Assim, a relação entre o preço da unidade e suas características é fixo em uma determinada zona durante o período. O modelo ora proposto aproxima-se do modelo francês, nesse aspecto.

*A partir dessas observações, considera-se o modelo hedônico a melhor alternativa para se construir, no Brasil, um índice de preços para o mercado imobiliário residencial.*

Embora muito adotado em regiões, onde existem os registros integrados das hipotecas, o método de vendas repetidas e suas variações não representam uma unanimidade na literatura, conforme a tabela 1.

<b>Autor(es)</b>	<b>Método</b>	<b>Contribuições</b>
Sirmans et al. (2005)	Modelo hedônico	Pesquisa das características mais utilizadas
Laferrère (2003)	Modelo hedônico	Uso em zonas com construções semelhantes.
Malpezzi (2002)	Modelo hedônico	Finalidade dos modelos hedônicos é melhorar a qualidade dos índices.
Alencar e Lazzarotto (2002)	Modelo hedônico	Índice de bairro, com atribuição de pesos pelos autores, conforme julgamento.
Tiwari e Hasegawa (2002)	Modelo hedônico	Indicaram o uso de um índice do tipo Fisher.
Wang e Zorn (1997)	Modelo hedônico	Características das unidades devem ser muito bem especificadas.
Benson et al. (1998)	Modelo hedônico	Impacto da vista sobre o preço do imóvel
Hwang e Quigley (2004)	Vendas Repetidas	Destacaram as limitações deste método e propuseram um modelo híbrido
Chau et al. (2005)	Vendas Repetidas	Heterogeneidade, depreciação e falta de dados confiáveis, são as dificuldades na construção de índices.
Wang e Zorn (1999)	Vendas Repetidas	Alerta para o desperdício de dados.
Stephens et al. (1995)	Vendas Repetidas	Obras de renovação e reformas, quando não informadas, distorcem.
Calhoun (1996)	Vendas Repetidas com pesos (WRS)	Afirmou ser necessário usar o WRS por causa da demografia, depreciação e mudanças sócio-econômicas da região.
Englund et al. (1999)	Vendas Repetidas com pesos (WRS)	Colocou a necessidade da construção de índices. Detectaram falhas no WRS
Clapp e Giaccotto (1998)	Híbrido	Redução do número de atributos associados (HRM)
Case e Szymanoski (1995)	Híbrido	Vantagens quando comparado a um hedônico e a outro de vendas repetidas com pesos.
Case e Quigley (1991)	Híbrido	Vantagens quando aplicado em uma mesma vizinhança
Bourassa et al. (2005)	Comparações	O índice aritmético (SPAR) com modelos de vendas repetidas e modelos hedônicos.
Clapp e Giaccotto (2002)	Comparações	Superioridade do modelo hedônico para previsão de preços futuros.
Conniffe e Duffy (1999)	Comparações	Média, mediana, modelo hedônico (geral e restrito)
Knight et al. (1995)	Comparações	Valor atribuído à qualidade dos parâmetros adotados
Mark e Goldberg (1984)	Critérios	Consistente, administração simples, estabilidade.
Meese e Wallace (1997)	Vendas Repetidas	Dificuldade de validação em uma região pequena.
Schwann (1998)	Séries temporais	Estudo em mercados regionais de poucas transações
Leishman e Watkins (2002)	Vendas Repetidas	Introdução do método no Reino Unido.
Hoag (1980)	Seminal	Construção de índices, para propriedades industriais.
Palmquist (1980)	Seminal	Propôs método alternativo aos modelos hedônicos e de vendas repetidas.

Tabela 1- Estudos ordenados por método

Fonte: Rozenbaum e Macedo-Soares (2007), atualizado pelo autor

## 2.4. Hipóteses

As hipóteses propostas, adaptadas ao mercado estudado, foram enunciadas a partir dos conceitos e idéias observados na literatura sobre o uso de modelos hedônicos na construção de índices.

Os trabalhos de González (1997) no Brasil com utilização da base de dados do ITBI da prefeitura de Porto Alegre, para avaliação de imóveis, e de Silva, Losch e Ramos (2006), para a modelagem de mercado com uso dos dados do ITBI de Blumenau, SC, chegaram à conclusão ser possível a utilização dos dados do ITBI. A partir da possibilidade do uso do ITBI formulou-se a seguinte hipótese:

**1ª Hipótese:** É possível construir um índice de preços a partir da base de dados do ITBI.

A alternativa existente no Rio de Janeiro e nos outros municípios brasileiros para suprir a falta de variáveis de localização é a utilização da PGV (Planta Genérica de Valores). A PGV é um indicador de valorização baseada no pressuposto de que um maior IPTU é cobrado das propriedades mais valiosas. Os programas de mapas, com base em fotos de satélite, do tipo *Google Earth* (*Google Maps*), possibilitaram ao pesquisador atribuir valor (por semelhança) aos logradouros que não constavam da PGV (novos logradouros são abertos por parcelamento de grandes terrenos). Na presente pesquisa, foram considerados os valores da PGV, para cada rua da cidade do Rio de Janeiro, como um bom indicador do atributo localização. Formulamos então a hipótese a seguir:

**2ª Hipótese:** Os valores (VR) da PGV de um município representam um indicador adequado do atributo de localização.

Na revisão da literatura, aparecem muitas variáveis independentes e sua contribuição na formação dos preços. Alguns atributos são regionais e outros são universais. A localização e a área da unidade estão na última categoria, o que nos levou à formulação das hipóteses seguintes:

**3ª Hipótese:** A localização é uma característica muito valorizada pelo comprador.

**4ª Hipótese:** A área interna da unidade é uma característica muito valorizada pelo comprador.

Em seu estudo, Laferrère (2003) concluiu, ser possível, para especialistas do mercado imobiliário, a divisão de uma cidade em regiões homogêneas quanto ao comportamento de preços dos imóveis. A última hipótese tratou essa questão:

**5ª Hipótese:** É possível dividir uma cidade em regiões, onde as variações de preços de apartamentos sejam homogêneas.