

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

Ricardo Cavalcante Galvão

**Determinantes do preço sob a Ótica do
construtor/incorporador: Um modelo de precificação
hedônico para o mercado imobiliário da cidade de
Caruaru - PE**

RECIFE, 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

CLASSIFICAÇÃO DE ACESSO A TESES E DISSERTAÇÕES

Considerando a natureza das informações e compromissos assumidos com suas fontes, o acesso a monografias do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco é definido em três graus:

- "Grau 1": livre (sem prejuízo das referências ordinárias em citações diretas e indiretas);
- "Grau 2": com vedação a cópias, no todo ou em parte, sendo, em consequência, restrita a consulta em ambientes de biblioteca com saída controlada;
- "Grau 3": apenas com autorização expressa do autor, por escrito, devendo, por isso, o texto, se confiada a bibliotecas que assegurem a restrição, ser mantido em local sob chave ou custódia;

A classificação desta dissertação se encontra, abaixo, definida por seu autor.

Solicita-se aos depositários e usuários sua fiel observância, a fim de que se preservem as condições éticas e operacionais da pesquisa científica na área da administração.

Título da Monografia: Determinantes do preço sob a Ótica do construtor/incorporador: Um modelo de precificação hedônico para o mercado imobiliário da cidade de Caruaru - PE.

Nome do Autor: Ricardo Cavalcante Galvão

Data da aprovação: 01/03/2013

Classificação, conforme especificação acima:

Grau 1

Grau 2

Grau 3

Local e data: Recife, ____ de _____ de 2013.

Assinatura do autor

Ricardo Cavalcante Galvão

**Determinantes do preço sob a Ótica do
construtor/incorporador: Um modelo de precificação
hedônico para o mercado imobiliário da cidade de
Caruaru – PE**

Orientador: Prof. Dr. Pierre Lucena Raboni

Dissertação apresentada como requisito complementar para obtenção do grau de Mestre em Administração, na área de concentração em Gestão Organizacional, do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco.

RECIFE, 2013

Catálogo na Fonte
Bibliotecária Ângela de Fátima Correia Simões, CRB4-773

G182d Galvão, Ricardo Cavalcante
Determinantes do preço sob a ótica do construtor/incorporador: um modelo de precificação hedônico para o mercado imobiliário da cidade de Caruaru - PE / Ricardo Cavalcante Galvão. - Recife : O Autor, 2013.
55 folhas : il. 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Pierre Lucena Raboni.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCSA. Administração, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Cálculo de preço. 2. Bens imóveis 3. Modelo de precificação de ativos. I. Raboni, Pierre Lucena (Orientador). II. Título.

658 CDD (22.ed.) UFPE (CSA 2013 – 044)

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Departamento de Ciências Administrativas
Programa de Pós-Graduação em Administração – PROPAD

**Determinantes do preço sob a ótica do
consumidor/incorporador: Um modelo de
precificação hedônico para
o mercado imobiliário da cidade de Caruaru – PE**

Ricardo Cavalcante Galvão

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco e aprovada em 01 de março de 2013.

Banca Examinadora:

Prof. Pierre Lucena Raboni, Doutor, UFPE, (Orientador)

Profa. Joséte Florencio dos Santos, Doutora, UFPE, (Examinadora Externa)

Prof. José Raimundo Oliveira Vergolino, Doutor, FBV (Examinador Externo)

Dedico ao Senhor Deus e à minha mãe, Genilva Maria Cavalcante Galvão (in memoriam)

Agradecimentos

Primeiramente a Deus por toda graça concedida durante a realização do curso, pela ajuda na conclusão de mais uma etapa e por ter me dado a vida.

À minha família, especialmente meu pai, Gilvam George Galvão Cavalcante, minha mãe, Genilva Maria Cavalcante Galvão (in memoriam), e minha irmã, Georgia Karoline Cavalcante Galvão, pelo suporte dado ao longo da jornada de estudos iniciada décadas atrás.

À Duzza Gabriella Araújo Mota, pelo amor, compreensão e paciência dedicados ao longo dos últimos anos e a sua mãe, Maria de Fátima Araújo, que não ofereceu apenas um lugar, mas um lar onde fui acolhido e muito bem tratado.

Ao meu orientador, Pierre Lucena Raboni, pelo exemplo de coragem e independência, sempre disposto a interceder nos momentos importantes ao longo do curso.

À Karina Barbosa, que contribuiu na busca pelas informações necessárias à elaboração da base de dados.

Aos professores do Propad, em especial à professora Joséte Florêncio, ao professor Marcos Góes e ao professor Charles Carmona, pelos valiosos conhecimentos compartilhados.

Aos colegas de Propad, principalmente Augusto Santana, Carolina Magda, Karina Carvalho, Kécia Galvão, Marcelino Caetano, Odilon Saturnino e Valéria Saturnino, que tornaram os momentos de estudo mais proveitosos, enriquecedores e divertidos.

Aos colegas de UFPE, pela compreensão e suporte ao longo desses dois anos e ao diretor do Centro Acadêmico do Agreste, Nélio Vieira de Melo, que sempre apoiou os esforços dos servidores na busca pela qualificação.

Agradeço a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Julgue seu sucesso pelas coisas que você teve
que renunciar para conseguir”
Dalai Lama*

Resumo

O presente estudo teve por objetivo identificar os atributos relevantes na precificação dos lançamentos imobiliários residenciais verticais a partir da perspectiva do construtor/incorporador na cidade de Caruaru-PE. Baseando-se nos conceitos apresentados por Lancaster (1966), que postulou que os bens são compostos por atributos e é o valor de cada atributo que traz utilidade ao consumidor e não o bem em si, buscou-se a precificação hedônica de tais características através da regressão do preço do metro quadrado em relação aos atributos dos imóveis, conforme descreveu Rosen (1974). A população foi composta pelos empreendimentos lançados entre janeiro de 2008 e dezembro de 2011 na cidade de Caruaru-PE; e a amostra foi composta por cento e catorze diferentes apartamentos em vinte e quatro empreendimentos, cujos dados foram coletados junto aos construtores. Para a execução da regressão linear múltipla, foram adotadas especificações log-log e log-linear de acordo com a adequação dos dados à regressão, verificada através do teste RESET de Ramsey. Os resultados indicaram que as construtoras precificaram de maneira distinta os atributos dos apartamentos. Os atributos tamanho, quantidade de quartos, quantidade de vagas de garagem e andar foram significativos para todas as construtoras. A presença de varanda, no entanto, foi significativa apenas para uma das construtoras. Também houve divergência na precificação dos atributos quanto ao regime de construção, na qual as incorporações tiveram diferentes coeficientes em comparação com os regimes de condomínio. Verificou-se ainda significância relacionada ao ano de lançamento.

Palavras chave: Modelo hedônico. Imóveis. Precificação de atributos.

Abstract

This study aimed to identify the relevant attributes in the pricing of residential real estate vertical releases from the perspective of the builder / developer in the city of Caruaru-PE. Based on the concepts presented by Lancaster (1966) that postulated that the goods are composed of attributes and is the value of each attribute that brings utility to the consumer and not the good itself, this study tried a hedonic pricing of such features through regression of price per square meter in relation to the attributes of the property as described by Rosen (1974). The population was composed of vertical residential developments launched between January 2008 and December 2011 in the city of Caruaru-PE, Brazil, and the sample composed by one hundred and fourteen different apartments in twenty-four enterprises whose data were collected from the builders. To implement the multiple linear regression specifications were adopted log-log and log-linear according to the adequacy of the data to the regression, verified by the RESET test of Ramsey. The results shows that builders valuation differ for the attributes of the apartments, and the size, number of bedrooms, number of parking spaces, floor, are significant to all. The presence of a balcony, however, was significant only for one of the builders. There was also disagreement on pricing attributes for each construction model, in which mergers have different coefficients compared to condominium form. It has also shown significance related to the year of release.

Keywords: Hedonic modeling. Real estate. Attribute valuation.

Lista de quadros e figuras

Quadro 1	População de Caruaru entre os anos de 1920 e 2010	14
Quadro 2	Relação das variáveis relacionadas	32
Quadro 3	Resultado do teste de colinearidade com dados de toda a amostra	36
Quadro 4	Resultado dos testes validadores com dados de toda a amostra	37
Quadro 5	Coefficientes da regressão com toda a amostra	38
Quadro 6	Resultado dos testes validadores com dados de toda a amostra	38
Quadro 7	Testes validadores da regressão com dados da construtora 01	40
Quadro 8	Testes validadores da regressão com dados da construtora 01 com nova especificação	40
Quadro 9	Resultado do teste de colinearidade com os dados da construtora 01	41
Quadro 10	Coefficientes da regressão com os dados da construtora 01	41
Quadro 11	Testes validadores da regressão com os dados da construtora 02	42
Quadro 12	Resultado dos testes validadores com dados dos condomínios da construtora 02	43
Quadro 13	Resultados do teste de colinearidade com dados dos condomínios da construtora 02	44
Quadro 14	Coefficientes da regressão com os dados dos regimes de condomínio da construtora 02	44
Quadro 15	Resultado dos testes validadores da regressão com os dados das incorporações da construtora 02	45
Quadro 16	Coefficientes da regressão com os dados das incorporações da construtora 02	45
Figura 1	Modelo de elasticidade	30

Lista de abreviaturas e siglas

GLM – Modelos Lineares Generalizados
MBS – Mortgage Backed Securities
MHP – Modelo Hedônico de Precificação
MQO – Mínimos Quadrados Ordinários
FIV – Fatores de Inflação da Variância

Sumário

1 Introdução	10
1.2 Justificativa	11
1.3 Objetivos	12
2. Referencial teórico	13
2.1 O modelo hedônico de precificação	13
2.2 Aplicações do modelo hedônico	18
2.3 A evolução do mercado imobiliário no Brasil	25
2.3 A cidade de Caruaru	27
3. Procedimentos metodológicos	29
3.1 População e amostra	29
3.2 Variáveis	29
3.3 Especificação do modelo	31
3.4 Limitações do modelo	34
4 Análise dos resultados	36
4.1 Resultados - Construtora 01	39
4.2 Resultados - Construtora 02	42
4.2.1 Condomínios da construtora 02	43
4.2.2 Incorporações da construtora 02	45
5. Conclusão	48
Referências	51

1 Introdução

Durante séculos, a propriedade de bens imóveis foi garantia de estabilidade financeira e riqueza. Naqueles tempos, o investimento em imóveis, ao contrário dos metais preciosos, trazia também a possibilidade de geração de caixa. Como não havia mercados nem produtos financeiros sofisticados, restavam poucas alternativas aos cidadãos com recursos excedentes às suas necessidades.

Ao mencionar os investidores do mercado imobiliário brasileiro até meados do século XX, Cordeiro Filho (2011, p. 25) observa que “O grande objetivo desses empreendedores do mercado imobiliário na época era se proteger para o futuro [...]”. Observa-se a característica histórica de ter no investimento imobiliário uma forma de garantir uma renda futura em tempos onde o sistema público de previdência sequer existia.

Conforme o capitalismo se desenvolveu, novos produtos financeiros foram criados para atender as necessidades de rentabilidade e segurança que surgiram. Hoje, estão à disposição do pequeno investidor títulos públicos, debêntures, ações e vários derivativos que podem trazer segurança ou aumentar a rentabilidade do capital.

No Brasil, as Leis 9.514/97 e 10.931/04 permitiram, respectivamente, a securitização e a instituição das cédulas de crédito imobiliário, que são títulos negociáveis representativos de crédito imobiliário. Estas cédulas, nos moldes dos *Mortgage Backed Securities*¹, estimulam o crédito imobiliário por parte da iniciativa privada, além da padronização de um grupo de produtos que contém características únicas.

Na última década, além do estímulo ao financiamento privado com a possibilidade de emissão de títulos de crédito imobiliário, houve um aumento de 27,7% entre 2003 e 2011 na renda *per capita* dos brasileiros (IPEA, 2012, p. 6). Com o aumento da renda, mais pessoas conseguiram adquirir bens imóveis através de financiamento.

Este novo panorama resultou no aumento da procura por novos imóveis. Segundo a Caixa Econômica Federal (2012, p. 16), o número de domicílios no Brasil aumentou 24,79% entre 2001 e 2009. Como consequência, houve um aquecimento do mercado imobiliário na segunda metade da década de 2000, onde o volume de lançamentos feitos pelas empresas de capital aberto aumentou 310% entre 2006 e 2011 (OSCAR, 2012).

¹ Mortgage Backed Securities – MBS – São derivativos que representam o fluxo de caixa proveniente de um portfólio de hipotecas (SEC, 2012).

Com uma oferta incapaz de atender a demanda, o país passa por um período de forte valorização dos preços dos imóveis. Não diferente desta realidade, a cidade de Caruaru-PE tem como agravante o crescimento populacional de 47% entre 1990 e 2010, chegando a 314.951 habitantes no último censo (IBGE, 2011), o que aumenta a demanda por novas moradias.

Os construtores e incorporadores são os responsáveis pelo atendimento dessa demanda e, com o intuito de obter sucesso nos lançamentos, direcionam esforços na adequação do empreendimento aos desejos e às necessidades dos clientes, que, por sua vez, avaliam os imóveis de acordo com os seus atributos (LANCASTER, 1966). São considerados atributos dos imóveis as características tanto físicas quanto de localização, tais como bairro, tamanho, quantidade de dormitórios, número de vagas de garagem etc.

Vários estudos têm sido realizados no intuito de captar os fatores determinantes para o consumidor na escolha do imóvel. Os modelos conhecidos como Hedônicos têm destaque nas publicações por considerarem cada imóvel como sendo um conjunto de características padronizadas, possibilitando o agrupamento de uma série de bens heterogêneos em uma base de dados para a posterior execução de regressão e apresentação de equação capaz de precificar um imóvel a partir de seus atributos. A utilização de modelos matemáticos objetiva a quantificação dos desejos do consumidor e parte do arcabouço teórico apresentado por Rosen (1974), que teorizou o modelo previamente existente como sendo a representação matemática do equilíbrio entre oferta e demanda no mercado imobiliário em determinado momento.

Estudar a precificação dos atributos dos imóveis no mercado de lançamentos imobiliários é relevante uma vez que o atendimento ao consumidor pode aumentar a rentabilidade do investimento e estimular o lançamento de novos empreendimentos.

O problema que se apresenta neste contexto está relacionado a quais são as características determinantes no preço dos imóveis no momento do lançamento do empreendimento. Pretende-se, através deste estudo, responder ao seguinte questionamento: Quais são os fatores que influenciam no preço ofertado dos imóveis de Caruaru?

1.2 Justificativa

Direcionar os recursos aos bens e atributos que geram mais benefícios contribui para o aumento da produtividade do capital e, conseqüentemente, aumenta a rentabilidade dos empreendimentos, inclusive os imobiliários. A identificação dos atributos mais valorizados

atende aos interessados por oferecer produtos mais adequados às suas necessidades e permite ao empreendedor alocar os recursos em atributos que tragam maior retorno.

O presente estudo também se justifica pela importância e dimensão do setor na economia, cujo PIB ultrapassa cento e setenta bilhões de reais (ERNST & YOUNG TERCO, 2012).

Estudar então os fatores que levam à precificação dos imóveis é importante por melhorar a relação entre o investimento e a satisfação dos desejos do consumidor.

Além dos motivos apresentados, Liu (2012, p. 1) aponta como principais interessados no desenvolvimento de modelos que precifiquem os atributos os proprietários dos imóveis, o governo através da arrecadação de impostos, os financiadores, as seguradoras e os investidores, que tomam decisões com base nos valores das carteiras de ativos.

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é identificar quais são as variáveis relevantes na precificação dos lançamentos imobiliários da cidade de Caruaru-PE sob a ótica do construtor/incorporador.

Para atingir o objetivo geral proposto são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar os atributos considerados válidos pelos construtores/incorporadores no momento do lançamento do empreendimento;
2. Identificar a contribuição de cada fator na formação do preço dos imóveis lançados.

2. Referencial teórico

A fundamentação teórica tem início com a apresentação do Modelo Hedônico de Precificação (MHP), que serviu de base teórica para o estudo apresentado. Este modelo toma como base principal os artigos de Lancaster (1966) e de Rosen (1974).

Serão apresentados estudos envolvendo a precificação hedônica tanto no Brasil quanto em outros países. Desta maneira, pretende-se apresentar as especificidades envolvidas na precificação de imóveis residenciais, além da apresentação de estudos que usam o modelo hedônico para propósitos distintos.

2.1 O modelo hedônico de precificação

Apesar de o seu uso ter início na década de 1920, o arcabouço teórico dos modelos hedônicos se tornaram consistentes com a publicação dos estudos de Lancaster (1966) e Rosen (1974). Conforme afirmam Herath e Maier (2010, p. 4): "As mais importantes fundações teóricas do MPH são a teoria do comportamento do consumidor de Lancaster e o modelo de Rosen."

Basicamente, o modelo hedônico consiste na elaboração de uma regressão capaz de apresentar a contribuição de cada atributo de um bem em seu preço, conforme a equação (GUJARATI e PORTER, 2011, p. 205)

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \dots \beta_i x_i + \varepsilon$$

Onde y representa o valor do bem, x representam os atributos dos bens e ε representa o termo de erro.

É necessário, no entanto, entender os aspectos teóricos envolvidos na elaboração do modelo. A seguir, serão apresentadas as duas principais teorias envolvendo a precificação hedônica.

A obra de Lancaster (1966), mencionada por grande parte dos autores nos trabalhos relacionados à precificação hedônica como fonte teórica dos modelos, foi sintetizada pelo próprio autor como:

A assunção crucial na construção desta aplicação tem sido a assunção de que bens possuem ou dão origem a múltiplas características em proporções fixas e que são a partir destas características, não nos bens em si, que as

preferências do consumidor são exercidas. (LANCASTER, op. cit., p. 154, tradução nossa)

Desta forma, parte-se do pressuposto de que não é o bem (apartamento) como um todo que faz com que as preferências do consumidor sejam atendidas, mas sim o pacote de atributos incluídos neste bem que atende às necessidades e desejos do consumidor, dadas às restrições orçamentárias deste. Cada bem seria então expresso como uma função dos seus atributos, conforme equação abaixo:

$$x = \sum [z_1, z_2, z_3 \dots z_n]$$

Onde x seria o bem e z seriam os atributos contidos neste bem.

Vale ressaltar que, no modelo, as características possuídas por um bem são iguais para todos os consumidores, de forma que cada consumidor escolheria a combinação de características de acordo com o seu comportamento. Um imóvel seria então a combinação das suas características como localização, tamanho, quantidade de quartos, banheiros, vagas de garagem, etc. para qualquer consumidor, porém, cada um teria um conjunto de necessidades distintas, tais como localização do trabalho, quantidade de filhos, desejo de acesso a itens de lazer etc.

Dada a definição original, Liu (2012, p.2, tradução nossa) completa

Dentro deste quadro, casas são vistas como pacotes de atributos que oferecem utilidade aos seus usuários e o equilíbrio de mercado dita o preço das casas para serem determinados pela utilidade gerada por esses atributos incluídos nessas casas.

Lancaster (1966, p. 134) faz o seguinte resumo dos conceitos teóricos envolvidos:

1. O que traz utilidade ao consumidor são as características dos bens e não o bem em si;
2. Um único bem pode trazer mais de uma característica e vários bens podem compartilhar de características semelhantes;
3. A combinação de bens pode trazer características diferentes daquelas pertencentes a cada bem individualmente.

Sendo assim, cada bem poderia ser explicado como sendo uma combinação de atributos. O consumidor desejaria determinados atributos e, para atender este desejo, escolheria o bem que apresentasse os itens desejados.

Para estabelecer as bases do modelo, foram feitas algumas simplificações. A primeira diz que um bem ou um conjunto de bens deve ser considerado uma atividade de consumo e que a relação entre o consumo de bens é linear a esta atividade.

$$x = Ay$$

Sendo x o vetor dos bens requeridos e y a atividade de consumo.

Outra simplificação diz que cada atividade de consumo produz um vetor de características, sendo também linear a relação entre o consumo e a quantidade de características.

$$z = By$$

Sendo z o vetor de características.

A terceira é de que os indivíduos possuem uma função de utilidade $U(z)$ nas características e escolherão aquele pacote que maximize esta função.

O intuito das simplificações acima foi montar a equação das relações entre produção e consumo

$$F_k(z, x) = 0, \quad k = 1 \dots m$$

Desta forma, haveria uma combinação entre os bens produzidos e os atributos consumidos, mas que esta ocorreria de maneira indireta através da atividade do vetor y .

O modelo simplificado seria então representado através da maximização da função Utilidade $U(z)$, sujeita a restrições de orçamento. Seria considerado $z = Bx$ com a relação um pra um entre produto e atributo e, de maneira lógica, com x e z maiores que zero.

Lancaster (1966, p. 142) considerou que em relações um para um entre bens e atividades, o efeito da substituição resulta na simples troca de um bem por outro. Caso não haja uma relação de um para um entre bens e atividades, haverá menor consumo do bem cujo preço sobe, mas não o desaparecimento do bem.

Considerando dois grupos distintos, o primeiro contendo os bens com determinado atributo e o segundo grupo contendo aqueles bens que não o compõem, caso o atributo em questão suba de preço, o primeiro grupo será substituído pelo segundo. Desta forma, mudanças nos preços podem alterar a inclinação da fronteira de características de escolha do consumidor.

Estas considerações têm implicação no mercado de imóveis uma vez que as consequências ocasionadas pelo aumento do custo de determinados atributos pode levar à alteração na escolha dos atributos. Esta relação altera os coeficientes da regressão hedônica, conforme postulou Rosen (1974).

Com relação aos bens duráveis, Lancaster (1966) considera a existência não apenas do vetor características, mas também de um novo vetor tempo que altera a precificação dos bens.

O autor segue explicando que a matriz de características do bem passa a ter uma dimensão a mais, ficando com a dimensão de corte temporal e a do tempo, onde cada

característica não fica necessariamente constante no tempo. Isto implica em alteração nos coeficientes angulares da regressão ao longo dos anos.

Ao tratar da chegada de novos produtos, o autor afirma que é possível, através da observação das suas características e tecnologia, prever as consequências. Neste sentido, a teoria se adequa ao objetivo deste trabalho, uma vez que permite a observação e a valoração dos atributos encontrados nos apartamentos para previsão dos preços dos bens.

Observados os principais pontos, percebe-se que o consumidor avalia os apartamentos como um grupo de atributos e não como um bem apenas. Isto traz a possibilidade de avaliar bens inicialmente heterogêneos através do vetor z das suas características.

Outro estudo utilizado na fundamentação do estudo foi o de Rosen (1974), que estabeleceu os fundamentos teóricos de oferta e demanda em um mercado competitivo também considerando os bens como sendo um conjunto de atributos.

Rosen (1974, p. 34, tradução nossa) define a precificação hedônica da seguinte forma:

Preços hedônicos são definidos como os preços implícitos dos atributos e são revelados aos agentes econômicos a partir dos preços observados de produtos diferenciados e as específicas quantidades de características associadas a eles.

Considere o mercado como uma classe de produtos que são descritos por n características, $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$. Cada produto tem um uma cotação no mercado e está associado a um valor fixo do vetor z , de forma que o mercado destes produtos revela uma função $p(z) = p(z_1, \dots, z_n)$ relativa aos preços e às características. Esta função é equivalente a uma função hedônica obtida das negociações e comparando os preços com as características. (ROSEN, op. cit., p. 36-37)

Do ponto de vista econométrico, Rosen (op. cit., p. 34) afirma que os preços implícitos dos atributos são obtidos a partir da regressão dos preços dos produtos nas suas características.

Em conformidade com o exposto e abordando explicitamente o mercado imobiliário, Andersson et. al. (2010, p. 168) afirmam que

Os modelos de precificação hedônica miram na distinção dos atributos de um bem com o propósito de estimar os preços implícitos. A assunção normal nas funções hedônicas de precificação para casas [imóveis] é que o preço ou o aluguel é uma função de vários atributos, tipicamente divididos em estruturais, vizinhanças e acessibilidade. Compradores individuais ou inquilinos tentam maximizar a sua utilidade esperada, que está sujeita a várias restrições como o seu capital ou orçamento.

Desta forma, ao listar os atributos de um bem, observam-se as variáveis independentes da amostra, enquanto o preço é a variável dependente. O resultado desta regressão, mais precisamente os seus coeficientes, apresenta o valor intrínseco de cada atributo daquele bem.

A fundamentação teórica estabelecida foi a consideração de que o preço representa o equilíbrio de mercado entre oferta e demanda e que a equação hedônica apresenta o resultado deste equilíbrio.

O equilíbrio de mercado seria obtido quando:

A quantidade demandada por produtos com z características é $Q_d(z)$ e $Q_s(z)$ é a quantidade ofertada para os produtos com essas características. É necessário encontrar uma função $p(z)$ que torne $Q_d(z) = Q_s(z)$ para todos z quando compradores e vendedores agem da forma descrita acima. (ROSEN 1974, p. 44, tradução nossa)

A função de utilidade foi estabelecida com vistas à apresentação da condição de equilíbrio de mercado, sendo:

$$U(x_1, z_1, \dots, z_n, \alpha)$$

Onde x representa o preço dos demais produtos e α sendo o parâmetro de individualidade. É ressaltado que o valor de equilíbrio também depende do vetor renda (y).

Rosen (1974, p. 54) faz a seguinte ressalva a respeito da informação obtida através da equação hedônica:

[...] estimações de funções hedônicas preço-características tipicamente não identificam a demanda nem a oferta. De fato, aquelas observações são descritas por uma função conjunta e não podem, por elas mesmas, identificar a estrutura das preferências do consumidor e a tecnologia do produtor que as geraram.

Para identificar as equações de demanda, deriva-se a equação encontrada em função de cada atributo.

A utilização do modelo hedônico neste estudo visa encontrar os valores de equilíbrio encontrados no mercado para os atributos estatisticamente significativos considerados pelos incorporadores e construtores no momento do lançamento do empreendimento. Com a utilização da base teórica acima, que afirma que cada bem é avaliado pelo consumidor de acordo com o seu grupo de atributos, pretende-se observar a contribuição marginal de cada atributo, conforme descrito na seção seguinte.

2.2 Aplicações do modelo hedônico

Os estudos envolvendo a precificação de bens imóveis através de fórmulas matemáticas têm sido recorrentes na literatura. O seu início remete ao começo do século passado. Björklund et. al. (2002, p. 66) afirmaram que o primeiro trabalho envolvendo a estimação de uma equação de preço de imóveis realizada através da análise de regressão múltipla foi feito por Haas (1922), porém, o termo hedônico foi introduzido por Court(1939).

O termo hedônico remete ao sentido de hedonismo, que, segundo Houaiss (2001, p. 230) significa “1 - doutrina filosófica que encara o prazer e a felicidade como bem supremo. 2 - dedicação ao prazer como estilo de vida”.

Dombrow e Turnbull(2004) estudaram as publicações e citações nos jornais JREFE (Journal of Real Estate Financial and Economics) e REE (Real Estate Economics) entre 1988 e 2001, constatando que as publicações envolvendo a precificação dos imóveis corresponderam a 18,22% do total destes periódicos, sendo 20,41% correspondentes às publicações do JREFE e 16,48% do REE. Quanto ao método, 84,16% e 83,5% dos trabalhos sobre precificação publicados no JREFE e REE, respectivamente, foram estudos empíricos.

Björklund et. al. (2002, p. 66), apesar de terem coletado as publicações sobre precificação hedônica apenas entre 1990 e 1995, encontraram 145 artigos em doze periódicos relacionados a imóveis. Em seu estudo, os autores observaram que há pouca relação entre os estudos observados, que a área oferece oportunidades promissoras de estudo e que alguns estudos falharam em aspectos econométricos.

Os resultados da regressão hedônica podem captar fatores específicos de determinadas regiões, conforme apresentaram Choy, Mak e Ho (2007) quando estudaram a contribuição dos atributos nos imóveis de Hong Kong. Os autores consideraram que o *feng shui*² é um elemento da tradicional cultura chinesa que ainda está enraizado na mente das pessoas da região e, por isso, incluíram variáveis relacionadas à presença da técnica no preço das propriedades. Estes autores levantaram a hipótese de que os apartamentos cujo andar terminava em oito teriam preços mais elevados, pois se trata de um número da sorte na cultura chinesa enquanto aqueles andares terminados com o número quatro teriam o seu valor reduzido, uma vez que o número quatro é considerado de má sorte³. Como resultado,

² Feng shui é uma técnica chinesa que busca a harmonização dos ambientes envolvendo o uso de cores e organização dos espaços.

³ Segundo os autores, o fonema relacionado ao número quatro é semelhante ao da palavra morte.

observaram que um apartamento localizado em andares cujo número termina em quatro têm seu valor reduzido. O efeito do número da sorte, no entanto, não foi observado.

Strand e Vagnes (2001), através do estudo de preços hedônicos, observaram que o preço dos imóveis próximos às ferrovias eram menores do que aqueles que estavam a mais de cem metros de distância destas. Atribuído ao ruído ocasionado pela passagem dos trens, o preço dos imóveis estava 10% menor nestas áreas.

Bin, Landry e Meyer (2009) avaliaram o efeito da obrigatoriedade da manutenção da mata ciliar nas propriedades privadas próximas ao Neuse River em Craven County, Carolina do Norte. Estes levantaram as seguintes hipóteses:

A restrição legal das matas ciliares claramente aplica restrições no uso da propriedade privada adjacente aos cursos de água, mas, ao mesmo tempo, as matas deveriam melhorar a qualidade da água e talvez melhorar a estética do ambiente ao redor da propriedade. (BIN et. al., 2009, p. 1067, tradução nossa)

Para captar o efeito da restrição legal no valor das residências, os autores recorreram à elaboração de um modelo hedônico através de um estudo empírico com as propriedades que estavam nas margens do rio alcançadas pela lei e aquelas que não estavam na margem. Como conclusão, os autores afirmam:

Nossos resultados indicam que uma propriedade com mata ciliar geralmente traz um prêmio comparado a outra propriedade equivalente sem a mata ciliar. Contudo, nós não encontramos [evidências] que a regra imposta em 1997 diminuiu o valor das residências com mata ciliar em comparação com o grupo de controle das propriedades sem a mata ciliar. (BIN et. al., op. cit., p. 1067, tradução nossa)

Kahn, Vaughn e Zasloff (2010) realizaram uma regressão hedônica com o objetivo de captar os efeitos das restrições impostas pela California Coastal Commission⁴ ao uso dos espaços na região costeira de Los Angeles. A equação consistiu na inclusão de uma variável dummy para a presença da regulamentação (CBZ), conforme modelo

$$Y_{ijt} = \alpha_j + \beta_j time + \delta_t CBZ_{ijt} 1(year\ dummy_t) + controls_{ijt} + U_{ijt}$$

Onde *time* indica a tendência da época para determinada praia, *CBZ* indica a presença da regulamentação do uso da área, *controls* indica os atributos dos imóveis e *U* trata do termo de erro. Os resultados indicaram que foram significativas a área do imóvel, a distância da costa, o ano de construção e as restrições legais.

Kiel e Zabel (1999, p. 264) estudaram a possibilidade de uso dos preços atribuídos aos imóveis pelos seus proprietários como variável dependente ao invés dos preços

⁴ California Coastal Commission é a entidade que regula o uso dos espaços na área costeira do estado da Califórnia.

transacionados. Para verificar se os valores atribuídos estavam de acordo com os transacionados, adotaram o modelo hedônico

$$\ln P_{ijt} = \alpha + H_{jt}\beta + N_{jt}\gamma + O_{ijt}\delta + u_{jt}$$

Onde a variável dependente é o logaritmo natural do preço do imóvel, H representa as características da casa, N as características da vizinhança, O as características do dono do imóvel e ijt representam o proprietário, a residência e o tempo respectivamente.

Os autores depois compararam dados da opinião dos donos de residências a respeito do valor das suas casas com o valor real transacionado através da equação

$$\ln V_{ij} = \eta(\tau) \ln P_{ij} + \lambda(\tau) + O_{ijt}\theta(\tau) + \varepsilon_{ijt}$$

Onde V representa o valor atribuído pelos proprietários e τ representa o tempo de posse o imóvel. Caso a variável independente $\eta(\tau)$ fosse estatisticamente significativa, havia relação entre o preço dos imóveis e a avaliação dos donos.

Os resultados indicaram que, em média, a avaliação dos donos é 5,1% superior ao preço transacionado. A questão envolvida no estudo está relacionada à validade do uso da métrica da *American Housing Survey (AHS)*⁵ e do *Panel Study of Income Dynamics (PSID)*⁶, que questionam os proprietários das residências a respeito do valor destas ao invés da observação do valor transacionado na compra e venda destes imóveis. A conclusão do estudo revela que, apesar da sobreavaliação dos proprietários, utilizar-se dos dados oriundos das opiniões dos donos a respeito do preço dos seus imóveis é uma boa medida, conforme afirmam:

[...] nós encontramos que o proprietário médio sobreavalia sua casa em 5,1%. Nós também encontramos que os erros dos proprietários não estão correlacionados às características dos donos (exceto tempo de posse), da casa ou da vizinhança. Isto sugere que equações hedônicas baseadas nas avaliações dos donos geram indicadores não viesados dos índices de preços das casas, assim como dos preços das casas e das características da vizinhança. (KIEL E ZABEL 1999, P. 264, tradução nossa)

Andersson, Shyr e Fu (2010) estudaram o efeito da chegada de uma linha de metrô de alta velocidade na cidade de Tainan, região metropolitana de Taiwan. Com a pressuposição de alargamento da dimensão espacial, uma vez que as distâncias seriam amenizadas pela nova obra, esperava-se que o valor das residências fosse alterado. Utilizando o modelo hedônico de precificação para analisar tal impacto, foram coletadas 1550 transações de imóveis em 2007.

⁵ *American Housing Survey (AHS)* é um levantamento anual feito pelo *United States Census Bureau* a respeito das residências norte-americanas.

⁶ *Panel Study of Income Dynamics (PSID)* é um levantamento realizado pela universidade de Michigan sobre famílias americanas. Porém, é bem mais abrangente que o AHS por envolver tópicos relacionados a vários aspectos da vida dessas famílias.

Os resultados mostraram pouco efeito relacionado à chegada do transporte de alta velocidade. A respeito de tal conclusão, os autores afirmaram

[...]o normal para investimentos em infraestrutura é, todavia, que os participantes do mercado têm [fluxo de] informação altamente imperfeita, em parte por causa das incertezas a respeito da credibilidade das decisões assim como os futuros impactos dos investimentos na economia como um todo. É, portanto, provável que o efeito global é gradualmente incorporado no preço das casas com os efeitos temporais que correspondem à sequência dos eventos relevantes[...] (Ibid, p. 168, tradução nossa)

Zheng e Kahn (2012) utilizaram regressões hedônicas para verificar se investimentos governamentais com foco na melhoria dos ambientes públicos aumentariam o preço das residências e atrairiam novas construções. A amostra foi composta por residências na cidade de Pequim, China. Foi apresentada a equação (ZHENG e KAHN, 2012, p. 7)

$$\text{Log}(\text{PreçoRes}_{jzt}) = \alpha_z + \Phi_t + \alpha_{1t}DE + \alpha_{2t} \log(DO) + \alpha_{3t} \text{Log}(DM) + \alpha_4 X_{jt} + U_{jzt}$$

Onde z representa a localização em zonas, j representa o indivíduo, t apresenta o tempo, DE a distância até o centro empresarial, DO representa a distância até o estádio olímpico, DM a distância até o metrô, X representa as características do imóvel e U representa o termo de erro. Os resultados indicaram que a proximidade a estações de metrô e vila olímpica aumentam o preço das residências, mas não houve significância estatística da proximidade ao centro empresarial da cidade quando as demais variáveis foram incluídas no modelo.

Bourassa et al (2009) investigaram o impacto das características das residências nas taxas de variação nos preços dentro de uma mesma região. A hipótese levantada sugere que residências possuem diferentes taxas de valorização de acordo com as características intrínsecas e com o ciclo do mercado. Os autores sugeriram que, com o aumento da renda, imóveis com mais atributos teriam os seus preços aumentados em uma taxa maior que os demais. A amostra foi composta por três áreas metropolitanas da Nova Zelândia, Auckland, Wellington e Christchurch entre 1989 e 1996. Os autores coletaram as vendas repetidas das residências segundo a equação

$$P_{it} = \alpha + X_{it}\beta + \theta B_i(M_t)$$

Onde P_{it} representa o preço de negociação do imóvel i no tempo t, X_{it} representa as suas características e B representa o poder de barganha, que é uma função do quão aquecido está o mercado. Os resultados observados indicam que em um mercado aquecido, imóveis menores, mais velhos e mais centrais apresentam maior taxa de crescimento do preço.

Voicu e Been (2008) utilizaram regressões hedônicas para estimar o efeito de jardins comunitários no valor das propriedades residenciais próximas na cidade de Nova Iorque. Os impactos foram medidos pela diferença no preço das propriedades antes e depois da abertura

dos jardins em comparação com as alterações de preços daqueles imóveis que não dispunham do atributo. Os resultados apresentados indicaram que o efeito no preço logo após a abertura do jardim é negativo. Porém, apesar da redução inicial, o valor dos imóveis sobe com o tempo nas vizinhanças que dispõem dos jardins nos locais onde a renda é mais baixa, chegando a valorizar a residência em 9,4% após cinco anos em comparação com os demais locais.

Em outro campo de atuação, Maurer, Pitzer e Sebastian (2004) tiveram como objetivo a elaboração de um índice de preços para os apartamentos da cidade de Paris. Para contornar o problema da heterogeneidade do mercado de imóveis, onde cada bem possui uma combinação de características únicas, foram geradas regressões hedônicas a fim de isolar o efeito da variação no preço dos apartamentos. Utilizaram uma amostra de 84686 transações ocorridas entre 1990 e 1999 onde foram encontradas baixas correlações entre o índice elaborado e os índices de preço das ações e dos títulos, indicando benefícios oriundos da diversificação com a inclusão de imóveis em um portfólio de ações e títulos.

O objetivo do trabalho de Clapp e Salavei (2009) foi estudar e oferecer uma evidência empírica de que não apenas a depreciação atua no fator temporal das residências, mas há também uma variável que atua em sentido inverso à depreciação. Na equação hedônica foi incluída uma variável representando a opção de compra do terreno, que permitiria ao proprietário construir um novo imóvel em substituição ao existente. Esta variável teria o sinal inverso à depreciação e seria crescente com o tempo de existência da construção. Os resultados indicaram significância estatística para a variável, que aumentaria conforme o tempo e que justifica o preço elevado de imóveis com décadas de existência e baixo grau de conservação.

Fávero (2007), em seu estudo sobre a precificação dos atributos dos imóveis residenciais da Região Metropolitana de São Paulo, realizou uma análise fatorial com o intuito de observar os aspectos sociais e demográficos de cento e trinta e quatro regiões e assim as agrupar de acordo com a renda. Após classificadas as regiões, procedeu com a elaboração da regressão hedônica para a observação dos atributos relevantes de acordo com cada faixa de renda. Os resultados indicaram diferenças na valoração dos atributos entre as diferentes faixas de renda. Na faixa de renda mais baixa não foram significativos a presença de mais de uma vaga de garagem, circuito fechado de tv e mais de dois banheiros ou dormitórios, mas foram significativas a presença de salão de festas, churrasqueira e guarita. Na faixa de renda intermediária, não foram significativos o quarto dormitório e o terceiro e quarto banheiros, mas foi significativa a presença de sauna e circuito fechado de tv. Na faixa de renda mais elevada, foi significativo a presença de até quatro quartos e a segunda vaga de

garagem, mas nenhum atributo externo ao apartamento foi significativo. Nas duas primeiras faixas de renda foi significativa a presença de piscina, varanda e salão de jogos. Em todas as faixas foi significativo o andar e a área do imóvel.

Em seu estudo sobre o mercado imobiliário do Recife, Dantas, Magalhães e Vergolino (2007) incluíram o efeito espacial na precificação de 232 imóveis residenciais financiados pela Caixa Econômica Federal entre os anos de 2000 e 2002. Os atributos Área, quantidade de quartos, número de pavimentos, número de elevadores, número de unidades no edifício, idade, grau de conservação do apartamento e distância ao bairro de Boa Viagem, Jaqueira e centro da cidade foram consideradas relevantes. As variáveis suíte e vagas de garagem não foram significativas. Os resultados do estudo indicaram também a existência de autocorrelação espacial nos dados, indicando que o preço de negociação de determinado apartamento exerce influência nos preços dos apartamentos próximos.

Dantas e Cordeiro (2001) estudaram os preços dos imóveis do grande Recife e, como método, utilizaram Modelos Lineares Generalizados - GLM, comparando os resultados com os MQO. Os autores consideraram como variável dependente o logaritmo natural do preço e como variáveis independentes o andar, a quantidade de garagens, o tamanho do apartamento, a quantidade de elevadores, a quantidade de andares, a conservação do imóvel e a localização, que foi separada por setores em Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes e Paulista. A utilização dos GLM, que permitem a realização de regressões com diferentes tipos de distribuição de frequências, apresentou resultados mais precisos, além de ter a possibilidade de validação da regressão sem a necessidade de resíduos homocedásticos ou com distribuição normal.

Silva Neto (2011) procurou identificar quais as variáveis relevantes para o consumidor na formação dos preços dos imóveis nas cidades do Recife, Olinda e Jaboatão dos Guararapes sob a perspectiva do comprador. A amostra foi composta por 348 questionários coletados de indivíduos com renda superior R\$ 5.100,00. Os atributos significativos na regressão foram relacionados à localização, à presença de garagem, de suíte e de gás encanado.

Ferreira Neto (2002) tomou como base o mercado imobiliário do Rio de Janeiro no ano de 2000. O autor utilizou o MHP para verificar quais características eram consideradas relevantes e a forma de relacionamento dessas características com o preço dos imóveis. As variáveis mais valorizadas foram o tamanho do imóvel e os aspectos relacionados à segurança e ao lazer. O autor adotou o procedimento de previsão fora da amostra para verificar a confiabilidade do modelo, consistindo na separação de uma parte da base de dados com o intuito de testar o modelo gerado.

O trabalho de Zancan e Fermo (2006) adotou como localidade a cidade de Criciúma, SC. Diferentemente da maioria, destaca-se a escolha de uma cidade do interior na elaboração do trabalho. A regressão teve como base de dados 207 imóveis com vinte variáveis consideradas, das quais foram significativas a área total, a presença de uma ou duas vagas de garagem, o número de dormitórios, a conservação do imóvel e a data de negociação.

Arraes e Sousa Filho (2008) calcularam a equação do modelo hedônico na cidade de Fortaleza com dados entre 1995 e 2003. Os autores utilizaram regressões hedônicas e atualizaram os valores de acordo com o INCC. Os resultados obtidos indicaram que o nível de lazer, a distância até os centros de negócios e os índices de violência da localidade foram fatores importantes na percepção do consumidor. Não foi encontrada significância estatística na presença de escolas ou hospitais próximos.

Alves et al. (2011) estudaram a formação do preço dos lançamentos residenciais verticais da cidade de São Paulo entre 2001 e 2008. Foi utilizado o modelo *Pooled Data*⁷ para realização das regressões. Os resultados consideraram significativas as variáveis dormitórios, banheiros, área útil, garagem, proximidade a parques, favelas, localização⁸ e distância ao centro.

Miranda e Amaral (2009) procuraram captar as diferentes precificações dos atributos de acordo com os diferentes bairros da cidade de Belo Horizonte. A amostra foi composta por 1808 imóveis anunciados em janeiro de 2009. Segundo os autores, diferentes regiões podem avaliar de maneira diferente cada atributo, conforme evidenciaram os resultados do estudo de Fávero (2007). Porém, diferentemente da separação por grupos, Miranda e Amaral (2009, p. 8) adotaram o modelo multinível, conforme mostra a equação

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{pj}X_{pij} + e_{ij}$$

Onde Y_{ij} é o preço do imóvel i no bairro j , β_{0j} é o intercepto para o bairro j , β_{pj} é o coeficiente angular para cada bairro, X_{pij} representa os atributos de cada imóvel e e_{ij} representa os desvios dos preços dos imóveis em relação ao valor previsto. Observa-se que os coeficientes angulares assumem a dimensão j e não são valores fixos para cada atributo, podendo variar de acordo com o bairro no trabalho desenvolvido.

Os resultados indicaram que o bairro é responsável por 34,15% da variância dos preços dos imóveis. A idade, o tipo e o número de vagas são avaliados diferentemente em cada bairro e, quando se trata de casas, possuir suítes e piscina agrega valor ao bem.

⁷ O modelo é descrito na seção Procedimentos Metodológicos.

⁸ Os autores dividiram a cidade em doze zonas de valor e incluíram uma variável dummy para cada zona.

Soethe e Bittencourt (2006) analisaram o mercado imobiliário de Joinville-SC de janeiro a julho de 2006 com um total de 70 imóveis analisados. Foi feita uma regressão múltipla para evidenciação das variáveis relevantes e foi encontrada significância no valor do condomínio, área do imóvel, número de banheiros, número de quartos, o padrão construtivo e a distância até o centro.

Percebem-se as várias possibilidades de utilização da técnica de precificação hedônica nas atividades relacionadas a imóveis. Apesar da ampla utilização em outros países, a sua presença na literatura acadêmica brasileira ainda é pequena quando observada a dimensão do setor na economia do país.

2.3 A evolução do mercado imobiliário no Brasil

Ao relatar a estrutura arquitetônica e o mercado imobiliário no Rio de Janeiro do século XIX, Teixeira (1994) explicou que grande parte dos imigrantes portugueses era composta por ex-moradores da Cidade do Porto e esta presença influenciou a arquitetura dos cortiços, quem eram derivados das ilhas do porto⁹. Esses cortiços eram construídos por pequenos investidores que dispunham de pouco capital e faziam construções de baixo custo e baixa qualidade (VÉRAS, 1994, p. 611).

A estrutura de moradia da população urbana brasileira na república velha não era diferente do modelo descrito acima. As residências das classes menos favorecidas eram coletivas e a oferta era composta por pessoas que desejavam rentabilizar o seu capital ou prover recursos para a aposentadoria. O estado não participava nem intervinha no mercado. A respeito do mercado imobiliário de São Paulo na República Velha, Bonduki (1994, p.713.) explicou:

Superada a aguda carência de moradias que ocorreu no início da República (lembrar que São Paulo multiplicou por seis sua população num espaço de 14 anos!), a produção de casas e cortiços atendeu, do ponto de vista quantitativo, às necessidades da população, com exceção dos períodos críticos da Primeira Guerra Mundial e da revolução de 1924. Este relativo equilíbrio entre oferta e procura de habitação, no entanto, era proporcionado graças à produção ou adaptação para moradia popular de pequenas células insalubres, de área reduzida e precárias condições habitacionais, genericamente denominadas «cortiços», consideradas o inimigo número 1 da saúde pública.

⁹ As ilhas do porto eram moradias coletivas estreitas e compridas onde residiam várias famílias que compartilhavam de espaços comuns.

Durante o mesmo período, o problema da moradia também era discutido no Recife. Faz-se menção a dois tipos diferentes de discussão. No âmbito da classe média, “[...] a procura de uma habitação adaptada aos trópicos é um dos temas que animam o debate em arquitetura nos anos 20 em Pernambuco” (LIRA, 1994, p. 734). Nas classes menos favorecidas da cidade, a construção característica era o mocambo, que era tão precária quanto os cortiços e preocupavam as autoridades sob o aspecto da saúde pública.

Em contraponto ao completo afastamento do estado quanto à questão de incentivo à oferta de residências, em 1924 foi criada no Recife a Fundação Casa Operária. A esse respeito, Bonduki (1994, p. 715) afirma

[...] parece ter sido a primeira instituição pública do país a ser criada especificamente para produzir habitação com caráter social. A iniciativa mostra o pioneirismo de Pernambuco em relação à intervenção do Estado na produção de habitação num momento em que em São Paulo a questão era debatida no âmbito da prefeitura, [...], concluindo-se que o poder público não deveria construir casas para os trabalhadores, pois isto desestimularia a produção privada.

A não intervenção do estado na questão habitacional veio a mudar com a ruptura do modelo liberal após o golpe de 1930. O modelo econômico vigente prescrevia a intervenção do estado na economia. As principais ações são apresentadas por Bonduki (1994, p. 711)

Entre as medidas mais importantes implementadas pelo governo no que diz respeito à questão habitacional, estiveram o decreto-lei do inquilinato, em 1942, que, congelando os aluguéis, passou a regulamentar as relações entre locadores e inquilinos, a criação das carteiras prediais dos Institutos de Aposentadoria e Previdência e da Fundação da Casa Popular, que deram início à produção estatal de moradias subsidiadas e, em parte, viabilizaram o financiamento da promoção imobiliária, e o Decreto-Lei n.º 58, que regulamentou a venda de lotes urbanos a prestações. De uma maneira geral, pode-se dizer que estas medidas visavam, ao menos na aparência, garantir melhores condições de habitação e de vida urbana aos trabalhadores, aspecto que a propaganda oficial sempre buscou enfatizar.

A Fundação da Casa Popular, que tinha como objetivo financiar imóveis para a população, foi substituída pelo Banco Nacional da Habitação em 1964 através da Lei 4.380/64, que caracteriza um novo marco na questão habitacional brasileira.

Em 1964, através da Lei 4.380/64, foi criado o sistema financeiro para aquisição da casa própria, o Banco Nacional da Habitação; foram instituídas a correção monetária nos contratos imobiliários e as Sociedades de Crédito Imobiliário. Às Sociedades de Crédito Imobiliário foi concedido o lançamento de cédulas de crédito imobiliário.

Segundo Cordeiro Filho (2011, p. 41) havia preocupação com relação ao retorno dos investimentos. O governo então instituiu as cédulas de crédito imobiliário, que eram papéis representativos da dívida dos adquirentes, sendo bastante negociados entre os agentes financeiros.

Cordeiro Filho (2011, p. 41-42) também menciona o decreto nº 70/66, que trouxe segurança ao instituir meios jurídicos para a retomada do imóvel em caso de inadimplência.

Foi montado então um sistema que permitia o financiamento de imóveis à população onde o financiamento para a atividade não provinha apenas dos construtores. Os construtores poderiam ampliar a sua atuação, uma vez que havia recursos disponíveis à população para aquisição dos bens produzidos e os agentes financeiros poderiam negociar os títulos provenientes dos financiamentos concedidos. Tal sistemática trouxe dinamismo ao mercado imobiliário. De acordo com Cordeiro Filho (2011, p. 42), este sistema estava baseado no modelo norte-americano e se espalhava pela América Latina.

O principal problema que levou ao colapso do sistema foi a diferente forma de cômputo dos reajustes, onde as prestações eram reajustadas de acordo com as variações no salário mínimo e o principal de acordo com a inflação. A resolução nº 25/67 do conselho de administração do BNH criou Fundo de Compensação de Variações Salariais para resolver o problema. Mesmo assim, o descompasso entre o reajuste dos salários e a correção monetária fez com que muitos mutuários tivessem dívidas superiores ao valor do imóvel mesmo após vários anos de pagamento das prestações. Com a hiperinflação da década de 1980, o Fundo de Compensação de Variações Salariais não dispôs de recursos para cobrir a diferença entre a inflação e as variações no salário mínimo e, em 21 de novembro de 1986, através do decreto-lei nº 2.291, foi extinto o Banco Nacional da Habitação, passando à Caixa Econômica Federal a maioria das suas atribuições.

Devido à escassez de recursos públicos, a Lei nº 9.514/97 instituiu a alienação fiduciária dos bens imóveis em uma tentativa de trazer segurança jurídica à iniciativa privada para que haja incremento no volume de financiamentos concedidos.

2.3 A cidade de Caruaru

A história de Caruaru teve início no começo do século XVIII, conforme relata Oliveira Dias (1971, p.117):

A história de Caruaru, portanto, teve início no começo do século XVIII, na fase do povoamento da Sesmaria do Ararobá, com a posse de Bernardo Vieira de Melo e Antônio Vieira de Melo, filhos legítimos de Bernardo Vieira de Melo e Maria Bezerra Alves Camelo.

Segundo o IBGE (2012), a cidade, que já possuía uma feira próspera, se desenvolveu com a chegada da estação ferroviária em 1895.

A cidade está localizada no cruzamento das rodovias BR-232, BR-104 e PE-095. Esta localização faz da cidade um ponto de passagem entre a zona da mata e o agreste, além de também servir de rota entre Paraíba e Alagoas.

O crescimento da cidade pode ser melhor observado através do crescimento populacional das últimas décadas, conforme apresenta o quadro abaixo.

Quadro1 - População do Município de Caruaru entre os anos de 1920 e 2010

Anos	Total	%
1920	8900	-
1940	24600	176%
1950	43500	77%
1960	65031	49%
1970	142653	119%
1980	172532	21%
1991	213697	24%
2000	253634	19%
2010	314951	24%

Fonte: Silva (2006), IBGE (2012)

Com uma população que passou de 253.634 mil habitantes em 2000 para 314951 habitantes em 2010, percebe-se que a cidade de Caruaru cresceu 24,18% enquanto o estado de Pernambuco cresceu, no mesmo período, 11,08%. O crescimento populacional é mais evidente quando se compara o total de habitantes em 2010 com a população residente em 1991, quando havia 213697 habitantes, representando um crescimento de 47,38% em dezenove anos.

Na economia, a cidade possui um PIB de 2,42 bilhões de reais, sendo o PIB *per capita* de R\$ 8108,52. O setor de serviços corresponde a 74,4% da economia do município. O total de empresas atuantes é de 7709 (IBGE, 2012).

3. Procedimentos metodológicos

O presente estudo é caracterizado como um levantamento com o uso de métodos quantitativos. A pesquisa se constitui de dados primários e os resultados foram obtidos através do uso de regressões lineares múltiplas.

3.1 População e amostra

A população em questão compreende todos os empreendimentos imobiliários residenciais verticais lançados entre os anos de 2008 e 2011 nos bairros Maurício de Nassau e Universitário da cidade de Caruaru-PE.

A amostra foi composta pelos dossiês de lançamento dos empreendimentos disponibilizados pelas construtoras. Esses documentos de caráter público apresentam o empreendimento em seus detalhes, contendo as informações necessárias à tomada de decisão por parte dos potenciais compradores.

Das três construtoras selecionadas para coleta de dados, a primeira forneceu os dados de catorze empreendimentos, a segunda construtora apresentou os dados de doze empreendimentos e a terceira construtora apresentou os dados de três empreendimentos. As três construtoras têm sede na cidade de Caruaru-PE.

Em cada empreendimento foram selecionados dois apartamentos de cada tipo. Para os apartamentos semelhantes, foram coletados os preços de andares distintos com o objetivo de captar a influência do andar na precificação e manter cada observação única.

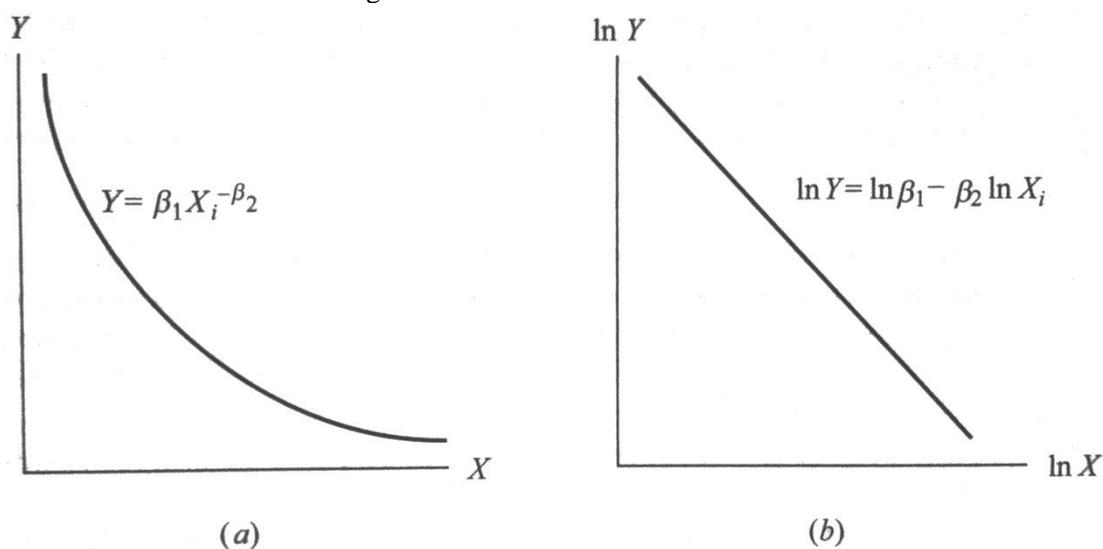
3.2 Variáveis

As variáveis consideradas no estudo serão de duas ordens distintas: intrínsecas e de localização. As variáveis intrínsecas serão aquelas relacionadas aos atributos dos apartamentos ou do edifício, tais como número de quartos, banheiros, áreas de lazer etc. As variáveis de localização estão relacionadas ao bairro onde está localizado o empreendimento.

A variável dependente será o logaritmo natural do preço do metro quadrado do apartamento no momento do lançamento do empreendimento, deflacionado pelo INCC ao mês de janeiro de 2008. A razão da escolha do logaritmo da variável em detrimento do seu valor absoluto é a possibilidade de captar a variação relativa na variável dependente dada uma variação no valor do regressor (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 180). Foi observado também o resultado do teste de especificação RESET de Ramsey apresentado na seção 3.7.

Os gráficos abaixo apresentam a diferença de natureza do coeficiente angular com a inclusão do logaritmo natural em determinada relação, onde uma relação não linear entre as variáveis passa a ser linear entre os logaritmos.

Figura 1 - Modelo de elasticidade



Fonte: Adaptado de Gujarati e Porter (2009, p. 177)

Ao realizar uma regressão com variáveis independentes e dependente na forma logarítmica, chamado modelo log-log, tem-se as elasticidades das relações. Neste modelo, cada alteração percentual na variável independente corresponde a uma alteração percentual equivalente ao coeficiente angular na variável dependente (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 177).

Caso esteja a variável independente na forma logarítmica e as variáveis independentes na forma linear, modelo log-linear, tem-se um modelo de semielasticidade. Neste modelo, uma variação unitária no valor da variável independente gera uma alteração percentual correspondente ao coeficiente angular na variável dependente (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 180).

A opção pelo uso do logaritmo natural das variáveis explicativas com distribuição contínua se deu de acordo com a adequação ao teste de especificação e, em seguida, ao valor correspondente do R^2 ajustado.

As variáveis independentes selecionadas para realização do estudo foram aquelas disponíveis nos dossiês de lançamento dos empreendimentos. No quadro abaixo estão relacionadas as variáveis independentes consideradas.

Quadro 2 - Relação das variáveis independentes

Variável	Tipo
Total de andares	Numérica
Total de torres	Numérica
Andar	Numérica
Tamanho em m ²	Numérica
Número de quartos	Numérica
Número de banheiros	Numérica
Número de suítes	Numérica
Dependência de empregada	Dummy
Varanda	Dummy
Ano de lançamento	Dummies para os anos de 2009, 2010 e 2011
Localização	Dummy
Sistema de construção	Dummy
Home service	Dummy
Piscina	Dummy
Salão de festas	Dummy
Salão de jogos/Playground	Dummy
Sauna	Dummy
Academia	Dummy

Fonte: Autoria própria

3.3 Especificação do modelo

Para analisar as relações entre as variáveis, foi adotado o modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e foram realizadas regressões múltiplas com o objetivo de encontrar as variáveis significativas na precificação dos atributos dos imóveis da amostra obtida.

O modelo segue a seguinte especificação

$$Y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i + u$$

Onde Y representa a variável dependente, β_i representa o efeito da variável independente x_i sobre a variável dependente. O termo de erro é representado pela variável u .

Dada a característica da amostra ser composta por observações de quatro anos, foram consideradas as implicações do agrupamento dados independentes em vários períodos. O agrupamento consiste na realização de regressão com uma amostra aleatória de vários períodos.

Uma razão para usar agrupamentos independentes de cortes transversais é aumentar o tamanho da amostra. Ao agrupar amostras aleatórias extraídas da mesma população, mas em períodos de tempo diferentes, podemos obter estimadores mais precisos e estatísticas de teste mais poderosas. O agrupamento é útil em relação a isso somente se a relação entre a variável dependente e pelo menos uma variável independente permanecer constante ao longo do tempo. (WOOLDRIDGE, 2010, p. 417)

Ao agrupar a amostra, diferenças relacionadas aos impactos dos anos nas observações podem alterar tanto o intercepto da equação (α) quanto os seus coeficientes angulares (β).

Uma mudança no intercepto alteraria a posição da reta na origem, mas não afetaria a sua inclinação. Para captar as mudanças nos interceptos, foram adicionadas variáveis *dummies* para o ano de 2009, 2010 e 2011.

Uma mudança no coeficiente angular violaria a hipótese 01 dos MQO, que supõe linearidade nos parâmetros β (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 84). Caso ocorram mudanças nos coeficientes angulares da regressão, deve-se realizar uma regressão para cada período distinto.

3.3.1 Teste de falha estrutural

Para testar a existência de mudança nos coeficientes, Wooldridge (2010, p. 421) sugere o Teste de Chow de Mudança Estrutural ao Longo do Tempo. O teste consiste na separação da amostra em dois grupos, verificando se a função de regressão múltipla difere entre esses grupos. Para verificar se houve mudança, o teste compara a soma dos quadrados dos resíduos (SQR) da amostra original com a soma das SQR das subamostras. Caso haja diferença estatisticamente significativa, a hipótese nula de igualdade entre os coeficientes é rejeitada.

Para cada regressão realizada foi apresentado o teste de Chow. Para os casos de rejeição da hipótese nula, a amostra foi dividida de acordo com a origem da falha, identificada com o uso de variável *dummy*, e novas regressões foram feitas com os dados separados.

Como limitação do teste de Chow, Baltagi (2005, p. 55) e Wooldridge (2010, p. 422) afirmam que o teste não deve ser utilizado caso o termo de erro seja heterocedástico por se tratar de uma distribuição *F*.

3.3.2 Teste de heterocedasticidade

A heterocedasticidade ocorre quando a variância do erro não é constante. Como consequência, os estimadores de variância ficam viesados, invalidando o uso dos erros-padrão na construção dos intervalos de confiança dos coeficientes e nas estatísticas t e f (WOOLDRIDGE, 2010, p. 248). Os intervalos de confiança dos coeficientes angulares apresentam resultados inconsistentes quando tal característica é observada. Conforme visto anteriormente, também não seriam válidos os resultados do teste de falha estrutural.

A ideia aplicada nos testes de heterocedasticidade é que a variância do erro não depende dos valores de x (STOCK e WATSON, 2004, p.85). Para as regressões realizadas, foi adotado o teste de White, que envolve a regressão do termo de erro u^2 em todas as variáveis explicativas e seus quadrados e produtos (MADDALA, 2003, p. 110), conforme equação

$$u^2 = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_1^2 + \beta_4 x_2^2 + \beta_5 x_1 x_2$$

Onde $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$.

A não significância dos coeficientes faz com que o termo de erro não se altere conforme aumenta ou diminui o valor de qualquer uma das variáveis explicativas.

3.3.3 Teste de normalidade dos resíduos

A hipótese de normalidade dos resíduos permite que se saiba qual a distribuição de probabilidade dos coeficientes da equação, possibilitando a construção dos intervalos de confiança destes coeficientes. Também é através da normalidade dos resíduos que o modelo de MQO seja consistente, ou seja, à medida que a amostra aumenta, os estimadores convergem para os verdadeiros valores da população (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 119-121). A não rejeição da hipótese de normalidade também faz com que os mínimos quadrados ordinários tenham a menor variância entre todos os estimadores não viesados (WOOLDRIDGE, 2010, p. 152).

O teste adotado foi o de Doornik-Hansen devido à sua eficácia em amostras com poucas observações e consiste na análise da assimetria e curtose do termo de erro da regressão (DOORNIK e HANSEN, 2008).

3.3.4 Teste de especificação

O teste de especificação adotado foi o RESET de Ramsey, que consiste na realização de uma regressão com a inclusão dos quadrados e cubos dos valores estimados da variável dependente, conforme a equação (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 478)

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \beta_3 Y_i^2 + \beta_4 Y_i^3 + u_i$$

Após a obtenção do resultado, verificam-se os valores dos R^2 das duas regressões e é testada a hipótese de correta especificação através da estatística F (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 478).

$$F = \frac{\frac{(R_{\text{novo}}^2 - R_{\text{velho}}^2)}{\text{número de novos regressões}}}{\frac{(1 - R_{\text{novo}}^2)}{(n - \text{número de parâmetros do novo modelo})}}$$

A hipótese nula do teste é que a especificação é adequada.

3.3.5 Teste de colinearidade

O teste de Colinearidade tem por objetivo verificar se as variáveis independentes estão correlacionadas. Maddala (2003, p 143) afirma que “Quando as variáveis explicativas são altamente intercorrelacionadas, torna-se difícil isolar os efeitos separados de cada uma das variáveis explicativas”. A sua presença aumenta o erro padrão dos estimadores e diminui a precisão da equação.

Para testar a colinearidade foi calculado o fator de inflação da variância (FIV), definido como (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 337)

$$FIV = \frac{1}{(1 - r_{ik}^2)}$$

Onde r_{ik}^2 é o coeficiente de correlação entre as variáveis independentes x_i e x_k .

Os resultados de todos os testes são apresentados junto com as regressões.

3.4 Limitações do modelo

Deve-se levar em consideração que o modelo de mínimos quadrados ordinários é capaz de captar o efeito apenas daqueles atributos cujos valores se alteram entre as observações. Atributos presentes em todas as observações, mesmo que sejam significativos para os consumidores, não têm os seus efeitos capturados pelos MQO.

Tal fato ocorre porque a hipótese 7 do modelo de MQO pressupõe que a variância dos valores observados nas observações das variáveis independentes deve ser positiva (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 89). Caso qualquer atributo apresente o mesmo valor em toda a amostra, a variância deste será igual a zero e não será possível aferir o seu efeito sobre a variável dependente.

Alguns atributos que são considerados importantes no mercado imobiliário podem não ter o seu efeito captado em uma regressão hedônica porque não há variabilidade dentro da amostra. Atributos como medições individuais de água, por exemplo, mesmo que significativas para o consumidor, não terão o seu efeito captado no modelo caso todos os imóveis possuam o atributo.

4 Análise dos resultados

Com o intuito de identificar os atributos considerados relevantes na precificação dos apartamentos da cidade de Caruaru, foram realizadas regressões lineares múltiplas e os respectivos testes necessários à validação dos resultados.

Antes de verificar quais variáveis foram determinantes na amostra selecionada, foi realizado um conjunto de testes para verificação da aplicabilidade do modelo. Cinco testes foram realizados para cada regressão, são eles: RESET de Ramsey para especificação incorreta do modelo, Chow para falha estrutural, heterocedasticidade de White, Doornik-Hansen de normalidade dos resíduos e Fator de Inflacionamento da Variância (FIV) para correlação entre as variáveis independentes. Os resultados foram obtidos através do uso do software Gretl na versão 1.9.11.

A primeira regressão realizada incluiu a totalidade da amostra e das variáveis disponíveis, conforme o modelo

$$\begin{aligned} \text{Log}m^2 = & \alpha + \beta_1 \text{Dummy2009} + \beta_2 \text{Dummy2010} + \beta_3 \text{Dummy2011} + \beta_4 \text{Construtora2} \\ & + \beta_5 \text{BairroM} + \beta_6 \text{AndaresLog} + \beta_7 \text{TorresLog} + \beta_8 \text{HomeService} \\ & + \beta_9 \text{Incorporação} + \beta_{10} \text{N_aptosLog} + \beta_{11} \text{ApAndarLog} \\ & + \beta_{12} \text{TamanhoLog} + \beta_{13} \text{AndarLog} + \beta_{14} \text{QuartosLog} + \beta_{15} \text{Suite} \\ & + \beta_{16} \text{Banheiros}_{\text{Log}} + \beta_{17} \text{Dependencia} + \beta_{18} \text{Varanda} + \beta_{19} \text{GaragemLog} \\ & + \beta_{20} \text{Piscina} + \beta_{21} \text{Festas} + \beta_{22} \text{Jogos} + \beta_{23} \text{Academia} \end{aligned}$$

Em seguida foram realizados os testes para verificação da aplicabilidade do modelo. O teste de colinearidade é apresentado no quadro 3, que apresenta os resultados do teste FIV onde valores superiores a dez indicam problema de colinearidade entre as variáveis independentes:

Quadro 3 – Resultado do teste de colinearidade com dados de toda a amostra

Variável	Fator	Variável	Fator	Variável	Fator
Dummy2009	18,08	Incorporação	9,05	Depend	9,52
Dummy2010	10,69	N_aptos_Log	299,43	Varanda	9,43
Dummy2011	7,38	Ap_andar_Log	49,81	Garagem_Log	6,92
Construtora2	11,03	Tamanho_Log	95,45	Piscina	11,59
BairroM	10,05	Andar_Log	1,22	Festas	6,83
Andares_Log	98,76	Quartos_Log	23,64	Jogos	5,74
Torres_Log	164,94	Suíte	18,40	Sauna	3,26
Home_Service	25,02	Banheiros_Log	16,52	Academia	5,89

Fonte: Autoria própria

O teste apresentou indícios de colinearidade em catorze das vinte e quatro variáveis. É importante observar que a presença de colinearidade torna os coeficientes imprecisos, mas eles permanecem válidos. Antes de prosseguir com a interpretação dos resultados dos testes de colinearidade entre as variáveis independentes, deve-se observar se os demais testes inviabilizam a análise da regressão. O quadro 4 apresenta os resultados dos demais testes:

Quadro 4 – Resultado dos testes validadores com dados de toda a amostra

Teste	Estatística	Valor	P-valor	H ₀
RESET para especificação	F (2 - 47) ¹⁰	2,76466	0,073258	Não rejeita
White para heterocedasticidade	LM	39,8616	0,262694	Não rejeita
Doornik-Hansen para normalidade	Qui-Quadrado	33,9553	4,23e-08	Rejeita
Chow para falha estrutural	F (12 - 37)	14,1334	12,3e-10	Rejeita

Fonte: Autoria própria

Apesar do teste RESET de especificação não rejeitar a hipótese nula de especificação adequada ao nível de significância de 5%, o valor ficou muito próximo do limite de rejeição, sugerindo alterações na especificação. Esta mudança na especificação pode ocorrer com a substituição dos logaritmos pelos valores absolutos das variáveis e vice-versa.

Os resultados do teste de White não rejeitaram a hipótese nula de homocedasticidade, indicando que os resíduos não possuem correlação com nenhuma variável independente. O teste de Doornik-Hansen rejeitou a hipótese nula de normalidade dos resíduos, indicando que os resíduos possuem uma distribuição diferente da distribuição normal e, conseqüentemente, os coeficientes angulares das variáveis independentes não seguem distribuições t, o que compromete a estimação dos intervalos de confiança dos coeficientes (WOOLDRIDGE, 2010, p. 165).

O teste de Chow para falha estrutural rejeitou a hipótese nula de linearidade dos coeficientes angulares, indicando que os parâmetros do modelo não se mantêm constantes. Uma vez que a rejeição da hipótese nula viola o primeiro pressuposto dos MQO, torna-se essencial encontrar o fator causador da falha estrutural para que os pressupostos do modelo de regressão múltipla sejam atendidos.

Antes de prosseguir com a busca pelos atributos relevantes, foram feitas sucessivas regressões com a exclusão de variáveis sem significância estatística. Depois de evidenciada a exclusão das variáveis não significativas, foi novamente observado o atendimento aos testes de validação.

¹⁰ Os números entre parênteses indicam, respectivamente, o número de graus de liberdade e a quantidade de observações utilizadas no cálculo do teste.

O modelo resultante, composto pelas variáveis estatisticamente significativas, foi

$$\text{Logm}^2 = \alpha + \beta_1 \text{Dummy2009} + \beta_2 \text{Dummy2010} + \beta_3 \text{Dummy2011} + \beta_4 \text{Incorporação} \\ + \beta_5 \text{AndarLog} + \beta_6 \text{QuartosLog} + \beta_7 \text{GaragemLog} + \beta_8 \text{Piscina} \\ + \beta_9 \text{Festas} + \beta_{10} \text{Academia}$$

Das vinte e quatro variáveis incluídas inicialmente, restaram dez estatisticamente significativas. Procedeu-se com o teste de colinearidade, com os resultados apresentados no quadro 5 abaixo:

Quadro 5 – Coeficientes da regressão com toda a amostra

Variável	Fator	Variável	Fator
Dummy2009	2,72	Quartos_Log	4,36
Dummy2010	3,22	Garagem_Log	3,20
Dummy2011	2,41	Piscina	1,77
Incorporação	1,73	Festas	1,93
Andar_Log	1,09	Academia	1,54

Fonte: Autoria própria

Observa-se que todos os valores do teste foram inferiores a dez, não apresentando indícios de colinearidade entre as variáveis explicativas.

Os resultados dos demais testes são apresentados no quadro 6

Quadro 6 – Resultado dos testes validadores com dados de toda a amostra

Teste	Estatística	Valor	P-valor	H ₀
RESET para especificação	F (2 - 61) ¹⁰	4,6800	0,01285	Rejeita
White para heterocedasticidade	LM	34,290	0,55002	Não rejeita
Doornik-Hansen para normalidade	Qui-Quadrado	5,2136	0,07376	Rejeita
Chow para falha estrutural	F (7 - 56)	2,9852	0,00983	Rejeita
Chow para falha estrutural (ano)	F (3 - 60)	0,3388	0,79730	Não rejeita
Chow para falha estrutural (construtora)	F (8 - 55)	7,9193	5,05e-07	Rejeita

Fonte: Autoria própria

O teste RESET rejeitou a hipótese nula de correta especificação do modelo, sugerindo que as formas logarítmicas não se adequaram às características da amostra. O problema pode ser solucionado com a substituição dos logaritmos das variáveis independentes pela forma linear.

Os resultados do teste de White não rejeitaram a hipótese nula de homocedasticidade dos resíduos. O teste de Doornik-Hansen rejeitou a hipótese nula de normalidade dos resíduos.

O teste de Chow rejeitou a hipótese nula de ausência de falha estrutural quando dividida a amostra em duas partes iguais, o que é padrão na execução do teste. Como a

rejeição da hipótese nula viola o pressuposto de linearidade nos parâmetros dos MQO, deve-se, antes de prosseguir com a análise, identificar a origem da falha.

Por este trabalho utilizar dados em anos distintos, Wooldridge (2010, p. 421) e Baltagi (2005, p. 55) sugerem o teste de Chow com a separação da amostra de acordo com o período. Caso haja falha estrutural entre os períodos, verifica-se que houve mudança na forma de precificação dos atributos ao longo dos anos. Isto implicaria na necessidade de uma regressão linear múltipla para cada período. O teste foi então refeito com a separação da amostra em anos diferentes, mas os resultados não indicaram a presença de falha estrutural.

Levantou-se a hipótese de que as construtoras estariam avaliando os atributos de maneiras distintas. Para verificar se este seria o motivo da falha estrutural do modelo, foi novamente executado o teste de Chow, desta vez separando a amostra de acordo com a construtora. Conforme pode ser verificado no quadro 6, houve indicação da presença de falha estrutural na variável construtora.

Para seguir com a análise, foi necessário subdividir a amostra em duas, uma composta pelos empreendimentos da construtora 01 e outra composta pelos empreendimentos da construtora 02. A construtora 03 disponibilizou todas as informações de apenas um empreendimento, não havendo graus de liberdade suficientes para a execução de uma regressão múltipla.

4.1 Resultados - Construtora 01

Após a subdivisão da amostra de acordo com a construtora, foi realizada nova regressão incluindo apenas os dados disponíveis da construtora 01. A variável Incorporação não foi incluída porque a construtora não lançou nenhum empreendimento em regime de incorporação no período. A variável *dummy* para a presença de Salão de Festas não foi incluída por estar contida em todos os empreendimentos.

Na primeira regressão com os dados da construtora 01 foram incluídas todas as variáveis, conforme a equação

$$\begin{aligned} \text{Logm}^2 = & \alpha + \beta_1 \text{Dummy2009} + \beta_2 \text{Dummy2010} + \beta_3 \text{Dummy2011} + \beta_4 \text{BairroM} \\ & + \beta_5 \text{AndaresLog} + \beta_6 \text{TorresLog} + \beta_7 \text{HomeService} + \beta_8 \text{N_aptosLog} \\ & + \beta_9 \text{ApAndarLog} + \beta_{10} \text{TamanhoLog} + \beta_{11} \text{AndarLog} + \beta_{12} \text{QuartosLog} \\ & + \beta_{13} \text{Suite} + \beta_{14} \text{Banheiros}_{\text{Log}} + \beta_{15} \text{Dependencia} + \beta_{16} \text{Varanda} \\ & + \beta_{17} \text{GaragemLog} + \beta_{18} \text{Piscina} + \beta_{19} \text{Jogos} \end{aligned}$$

Antes da análise e interpretação dos resultados, foi feita nova regressão com a exclusão das variáveis não significativas. Após a retirada das variáveis não significativas, foi gerada a equação

$$\text{Log}m^2 = \alpha + \beta_1\text{Dummy2009} + \beta_2\text{Dummy2010} + \beta_3\text{Dummy2011} + \beta_4\text{Bairro}M \\ + \beta_{10}\text{TamanhoLog} + \beta_{11}\text{AndarLog} + \beta_{12}\text{QuartosLog} + \beta_{17}\text{GaragemLog}$$

Os testes de validação são apresentados no quadro 7

Quadro 7 – Testes validadores da regressão com dados da construtora 01

Teste	Estatística	Valor	P-valor	H ₀
RESET para especificação	F (2 – 31)	3,15944	0,056391	Não rejeita
White para heterocedasticidade	LM	40,2096	0,100867	Não rejeita
Doornik-Hansen para normalidade	Qui-Quadrado	4,94956	0,084181	Não rejeita
Chow para falha estrutural	F (4 – 29)	1,60318	0,20015	Não rejeita

Fonte: Autoria própria

Os resultados dos testes não rejeitaram as respectivas hipóteses nulas. Porém, o teste RESET apresentou p-valor muito próximo ao limite de rejeição. Para melhorar a especificação do modelo, foram substituídas, uma a uma, as variáveis AndarLog, QuartosLog, TamanhoLog e GaragemLog pela forma linear. O resultado que melhor se adequou aos dados foi

$$\text{Log}m^2 = \alpha + \beta_1\text{Dummy2009} + \beta_2\text{Dummy2010} + \beta_3\text{Dummy2011} + \beta_4\text{Bairro}M \\ + \beta_5\text{Tamanho} + \beta_6\text{AndarLog} + \beta_7\text{QuartosLog} + \beta_8\text{GaragemLog}$$

Onde houve a substituição do logaritmo da variável tamanho pelo seu valor em metros. Os resultados dos testes são apresentados no quadro 8 abaixo:

Quadro 8 – Testes validadores da regressão com dados da construtora 01 com nova especificação

Teste	Estatística	Valor	P-valor	H ₀
RESET para especificação	F (2 – 31)	2,05235	0,145528	Não rejeita
White para heterocedasticidade	LM	39,8043	0,108712	Não rejeita
Doornik-Hansen para normalidade	Qui-Quadrado	2,01741	0,36469	Não rejeita
Chow para falha estrutural	F (4 – 29)	1,73853	0,168546	Não rejeita

Fonte: Autoria própria

O teste RESET não rejeitou a hipótese nula de correta especificação, indicando que a forma de apresentação das variáveis está adequada à amostra coletada.

O teste de White não rejeitou a hipótese nula de homocedasticidade dos resíduos, fazendo com que os intervalos de confiança dos coeficientes sejam válidos. O teste de Doornik-Hansen não rejeitou a hipótese nula de normalidade dos resíduos. O teste de Chow não rejeitou a hipótese nula de ausência de falha estrutural.

O quadro 9 apresenta o resultado do teste de colinearidade

Quadro 9 – Resultado do teste de colinearidade com os dados da construtora 01

Variável	Fator	Variável	Fator
Dummy2009	2,49	Andar_Log	1,07
Dummy2010	3,63	Quartos_Log	5,93
Dummy2011	2,21	Garagem_Log	8,95
Bairro_M	1,89	Tamanho	5,60

Fonte: Autoria Própria

Nenhuma das variáveis apresentou valor superior a dez, não apresentando indícios de colinearidade.

O R^2 ajustado da regressão foi de 0,86 e o erro padrão foi de 0,046.

Uma vez atendidos os pressupostos do modelo de mínimos quadrados ordinários, foram analisados os valores dos atributos dos imóveis. O quadro 10 apresenta os valores de cada coeficiente, o erro padrão, a razão-t e o p-valor.

Quadro 10 – Coeficientes da regressão com os dados da construtora 01

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Razão-t	p-valor
Constante	7,12460	0,0416741	171,0	3,17e-50
Dummy2009	0,15660	0,0248308	6,307	3,92e-7
Dummy2010	0,15000	0,0287387	5,220	9,65e-06
Dummy2011	0,21701	0,0269313	8,058	2,68e-09
Bairro_M	0,10780	0,0216278	4,984	1,93e-05
Tamanho	0,00158	0,0003633	4,359	0,0001
AndarLog	0,04580	0,0075144	6,096	7,28e-07
QuartosLog	-0,16161	0,0413220	-3,911	0,0004
GaragemLog	0,14628	0,0464911	3,147	0,0035

Fonte: Autoria Própria

Foram significativos os anos que compõem a amostra, sendo o ano base 2008. A interpretação é de que no ano de 2009 os preços do metro quadrado subiram em média 15,66% quando comparados ao ano de 2008. Em 2010, os preços subiram 15% em relação ao ano de 2008 e se mantiveram estáveis em relação ao ano anterior. O aumento em 2011 foi de 21,7% também em relação ao ano base.

Os empreendimentos se localizam nos Bairros Maurício de Nassau e Universitário, sendo os valores do metro quadrado do bairro Maurício de Nassau 10,78% superiores. Desta maneira, apartamentos com atributos semelhantes teriam preços superiores pelo fato de estarem localizados no bairro Maurício de Nassau.

O valor observado no coeficiente da variável tamanho mostra que um incremento de um metro quadrado no tamanho do apartamento eleva o preço do metro quadrado em 0,158%. Este coeficiente positivo e significativo indica que apartamentos maiores possuem maiores

preços por metro quadrado. Tal característica difere da maioria dos estudos apresentados na seção 2.2 em que o metro quadrado apresenta significância, mas o coeficiente é negativo, indicando que apartamentos menores possuem preço por metro quadrado superior aos demais.

A especificação do modelo levou à adoção da forma logarítmica para o andar, quantidade de quartos e número de vagas de garagem. Interpreta-se como a elasticidade entre cada variável independente com a respectiva variável dependente.

A elasticidade andar x preço do metro quadrado é de 0,04, indicando que apartamentos em andares mais elevados são mais valorizados. O resultado está de acordo com os estudos apresentados durante a pesquisa.

A respeito do número de dormitórios, a elasticidade quantidade de quartos em relação ao preço do metro quadrado foi de -0,16. Este resultado indica que há uma relação negativa entre a quantidade de dormitórios e o preço do metro quadrado dos apartamentos lançados pela construtora 01. Apartamentos menores, caso as demais variáveis permaneçam constantes, apresentam maiores preços por metro quadrado.

A elasticidade vagas de garagem em relação ao preço do metro quadrado é de 0,14. Por se positiva e significativa, indica que apartamentos com mais vagas de garagem são mais valorizados.

4.2 Resultados - Construtora 02

A análise dos dados da construtora 02 teve início com a regressão de todas as variáveis disponíveis. Do modelo inicial

$$\begin{aligned} \text{Logm}^2 = \alpha + \beta_1 \text{Dummy2009} + \beta_2 \text{Dummy2010} + \beta_3 \text{Dummy2011} + \beta_4 \text{Construtora2} \\ + \beta_5 \text{BairroM} + \beta_6 \text{Andares} + \beta_7 \text{Torres} + \beta_8 \text{HomeService} \\ + \beta_9 \text{Incorporação} + \beta_{10} \text{N_aptos} + \beta_{11} \text{ApAndarLog} + \beta_{12} \text{Tamanho} \\ + \beta_{13} \text{Andar} + \beta_{14} \text{Quartos} + \beta_{15} \text{Suite} + \beta_{16} \text{Banheiros} \\ + \beta_{17} \text{Dependencia} + \beta_{18} \text{Varanda} + \beta_{19} \text{GaragemLog} + \beta_{20} \text{Piscina} \\ + \beta_{21} \text{Festas} + \beta_{22} \text{Jogos} + \beta_{23} \text{Academia} \end{aligned}$$

Foram excluídas as variáveis não significativas do modelo até que se chegou à equação

$$\begin{aligned} \text{Logm}^2 = \alpha + \beta_1 \text{Dummy2009} + \beta_2 \text{Dummy2011} + \beta_3 \text{BairroM} + \beta_4 \text{HomeService} \\ + \beta_5 \text{Incorporação} + \beta_6 \text{Tamanho} + \beta_7 \text{Andar} + \beta_8 \text{Quartos} + \beta_9 \text{Garagem} \end{aligned}$$

Os testes indicaram a presença de falha estrutural na variável incorporação

Quadro 11 – Testes validadores da regressão com os dados da construtora 02

Teste	Estatística	Valor	P-valor	H ₀
RESET para especificação	F (2 – 20)	7,00811	0,004937	Rejeita
White para heterocedasticidade	LM	15,0438	0,304629	Não rejeita
Doornik-Hansen para normalidade	Qui-Quadrado	1,31636	0,517793	Não rejeita
Chow para falha estrutural	F (7 – 15)	6,07582	0,001697	Rejeita
Chow para falha estrutural (ano)	F (2 – 20)	0,52327	0,60047	Não rejeita
Chow para falha estrutural (Incorporação)	F (5 – 17)	3,47589	0,024008	Rejeita

Fonte: Autoria Própria

O teste de Chow rejeitou a hipótese nula de ausência de falha estrutural. Devido à consequência da presença de falha estrutural, procedeu-se antes com a identificação da origem da falha antes de prosseguir com a análise dos resultados.

Foi verificado se a falha estrutural foi ocasionada pelo intervalo de tempo incluso na amostra, mas o teste não indicou a presença de falha relacionada à mudança nos anos. O teste foi então realizado com a variável sistema de construção¹¹ que foi confirmada através da rejeição da hipótese nula.

A amostra foi subdividida entre os empreendimentos construídos sob o sistema de incorporação e o regime de condomínio.

4.2.1 Condomínios da construtora 02

Os procedimentos adotados para a amostra composta pelos empreendimentos em regime de condomínio da construtora 02 foram semelhantes aos demais. Inicialmente, foi realizada uma regressão linear múltipla com todas as variáveis disponíveis conforme o modelo a seguir

$$\begin{aligned}
 \text{Log}m^2 = & \alpha + \beta_1 \text{Dummy2009} + \beta_2 \text{Dummy2010} + \beta_3 \text{Dummy2011} + \beta_4 \text{Construtora2} \\
 & + \beta_5 \text{BairroM} + \beta_6 \text{AndaresLog} + \beta_7 \text{TorresLog} + \beta_8 \text{HomeService} \\
 & + \beta_9 \text{N_aptosLog} + \beta_{10} \text{ApAndarLog} + \beta_{11} \text{TamanhoLog} + \beta_{12} \text{AndarLog} \\
 & + \beta_{13} \text{QuartosLog} + \beta_{14} \text{Suite} + \beta_{15} \text{Banheiros}_{\text{Log}} + \beta_{16} \text{Dependencia} \\
 & + \beta_{17} \text{Varanda} + \beta_{18} \text{GaragemLog} + \beta_{19} \text{Piscina} + \beta_{20} \text{Festas} + \beta_{21} \text{Jogos} \\
 & + \beta_{22} \text{Academia}
 \end{aligned}$$

Depois de excluídas as variáveis não significativas, o modelo foi ajustado de acordo com a forma linear ou logarítmica que melhor se adequou a cada variável independente. A equação resultante foi

¹¹ Incorporação ou regime de condomínio.

$$\text{Log}m^2 = \alpha + \beta_1 \text{Dummy2009} + \beta_2 \text{Dummy2011} + \beta_3 \text{TamanhoLog} + \beta_4 \text{AndarLog} + \beta_5 \text{QuartosLog} + \beta_6 \text{GaragemLog}$$

Os testes verificação da aplicabilidade do modelo são apresentados no quadro 12

Quadro 12 – Resultado dos testes validadores com dados dos condomínios da construtora 02

Teste	Estatística	Valor	P-valor	H ₀
RESET para especificação	F (2 – 9)	2,33759	0,152192	Não rejeita
White para heterocedasticidade	LM	11,4163	0,326019	Não rejeita
Doornik-Hansen para normalidade	Qui-Quadrado	4,09979	0,128748	Não rejeita
Chow para falha estrutural	F (4 – 7)	2,01782	0,196274	Não rejeita

Fonte: Autoria Própria

O teste RESET não rejeitou a hipótese nula de especificação adequada, que permite aceitar o modelo na forma apresentada. O teste de White não rejeitou a hipótese de homocedasticidade dos resíduos, mantendo válidos os intervalos de confiança dos coeficientes. O teste Doornik-Hansen não rejeitou a hipótese de normalidade dos resíduos, permitindo a realização do teste de Chow, que não indicou a presença de falha estrutural.

O quadro 13 apresenta o resultado do teste de colinearidade, não apresentando indícios de colinearidade entre as variáveis independentes, exceto a variável QuartosLog, que está no limite do teste FIV. Atenta-se ao fato de que a presença de colinearidade na regressão múltipla tem como consequência a imprecisão no valor do coeficiente da variável independente em questão, mas esta continua consistente e não viesada (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 335).

Quadro 13 – Resultados do teste de colinearidade com dados dos condomínios da construtora 02

Variável	Fator	Variável	Fator
Dummy2009	1,87	GaragemLog	1,97
Dummy2011	1,70	QuartosLog	10,34
AndarLog	1,01	TamanhoLog	8,42

Fonte: Autoria Própria

O R² ajustado da regressão foi de 0,87 e o erro padrão foi de 0,08.

Uma vez atendidos os pressupostos do modelo de mínimos quadrados ordinários, foram analisados os valores dos atributos dos imóveis. O quadro 14 apresenta os valores de cada coeficiente, o erro padrão, a razão-t e o p-valor.

Quadro 14 – Coeficientes da regressão com os dados dos regimes de condomínio da construtora 02

Variável	Coefficiente	Erro padrão	Razão-t	p-valor
Constante	4,34078	0,493204	8,801	2,61e-06
Dummy2009	0,25508	0,054937	4,643	0,0007

Dummy2011	0,43030	0,078438	5,486	0,0002
GaragemLog	0,68011	0,100015	6,800	2,95e-05
AndarLog	0,07562	0,028182	2,683	0,0213
QuartosLog	-2,15002	0,219468	-9,797	9,08e-07
TamanhoLog	1,06116	0,145878	7,274	1,59e-05

Foram válidas as *dummies* dos anos de 2009 e 2011. A ausência de significância da variável *dummy* relativa ao ano de 2010 pode ter ocorrido devido ao pequeno número de observações para o ano de 2010, uma vez que apenas um empreendimento em regime de condomínio da construtora 02 foi lançado naquele ano.

A presença de garagem tem uma relação positiva no preço do metro quadrado, sendo a elasticidade preço vagas de garagem em 0,68. O resultado indica que, assim como na construtora 01, o valor do metro quadrado aumenta com a inclusão de mais uma vaga de garagem no imóvel.

A elasticidade preço andar foi de 0,07, indicando uma relação positiva entre o andar e o valor do metro quadrado. Mantidas os demais atributos constantes, apartamentos localizados em andares mais elevados têm o preço do metro quadrados mais alto.

A elasticidade preço quartos foi de -2,15. Um valor negativo indica que os apartamentos com mais quartos tendem a ter um valor menor por metro quadrado. Assim como observado nos dados da construtora 01, há uma relação inversa entre o número de dormitórios e o valor do metro quadrado.

A elasticidade do tamanho teve uma relação positiva na ordem de 1,06, indicando que apartamentos maiores tiveram preços por metro quadrados também maiores. Merece atenção a natureza da relação entre os atributos dos apartamentos. As relações entre a quantidade de quartos e o tamanho do apartamento são interligadas, pois apartamentos maiores têm naturalmente mais dormitórios. Também há uma limitação física na inclusão de quartos em apartamentos com espaços limitados. Como foi apresentado na seção 3, o modelo de mínimos quadrados ordinários apresenta dificuldade em isolar variáveis que se possuem relação.

4.2.2 Incorporações da construtora 02

Os apartamentos lançados através de incorporações apresentaram diferença quanto ao valor dos coeficientes em comparação com os demais lançamentos em regime de condomínio da mesma construtora. Desta maneira, foram realizadas novas regressões com os dados dos apartamentos que foram lançados sob o sistema de incorporação.

Os dados da amostra foram compostos apenas por lançamentos nos anos de 2009 e 2010, pois não houve incorporação nos anos de 2008 e 2011. A equação gerada, já retiradas as variáveis não relevantes, foi

$$\text{Log}m^2 = \alpha + \beta_1 \text{Dummy2010} + \beta_2 \text{BairroM} + \beta_3 \text{AndarLog} + \beta_4 \text{QuartosLog} + \beta_6 \text{Varanda}$$

Onde o ano de 2009 é tomado como base e a primeira variável *dummy* representa a alteração de preço ocorrida entre 2009 e 2010. A variável *dummy* BairroM recebeu valor 1 caso o empreendimento estivesse localizado no bairro Maurício de Nassau e 0 caso estivesse localizado no bairro Universitário. AndarLog representa o logaritmo natural do andar onde se localiza o apartamento e QuartosLog representa o logaritmo natural da quantidade de quartos. Varanda é uma variável *dummy* que se atribui valor 1, para a presença de varanda no apartamento, e 0 caso contrário. Os testes de validação do modelo são apresentados no quadro 10 abaixo:

Quadro 15 – Resultado dos testes validadores da regressão com os dados das incorporações da construtora 02

Teste	Estatística	Valor	P-valor	H ₀
RESET para especificação	F (2 – 6)	1,3967	0,317675	Não rejeita
White para heterocedasticidade	LM	7,87955	0,247061	Não rejeita
Doornik-Hansen para normalidade	Qui-Quadrado	2,68921	0,260643	Não rejeita
Chow para falha estrutural	F (4 – 6)	2,18502	0,193692	Não rejeita

Fonte: Autoria Própria

O teste RESET não rejeitou a hipótese de má especificação, indicando que o modelo com o logaritmo das variáveis explicativas está especificado de maneira satisfatória. O teste de White não rejeitou a hipótese nula de homocedasticidade dos resíduos, permitindo a correta especificação dos intervalos de confiança dos coeficientes. O teste Doornik-Hansen não rejeitou a hipótese nula de normalidade dos resíduos, permitindo afirmar que os coeficientes angulares β também estejam normalmente distribuídos (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 120). O teste de Chow não apresentou indícios de falha estrutural, permitindo a realização da regressão linear múltipla.

Um aspecto que deve ser considerado é a quantidade de dados relativos aos lançamentos em regime de incorporação, que estava limitada a catorze observações. Tal aspecto exige atenção na interpretação pela influência de uma única observação no resultado da regressão. O quadro 16 apresenta os valores dos coeficientes da regressão.

Quadro 16 - Coeficientes da regressão com os dados das incorporações da construtora 02

Variável	Coeficiente	Erro padrão	Razão-t	p-valor
Constante	7,85847	0,1094081	404,9	1,55e-18
Dummy2010	0,245099	0,0181641	13,49	8,73e-07
BairroM	0,129592	0,0142609	9,087	1,73e-05
AndarLog	0,055725	0,0056104	9,932	8,93e-06
QuartosLog	-0,126953	0,0173956	-7,298	8,41e-05
Varanda	0,124834	0,0145507	8,579	2,63e-05

Fonte: Autoria Própria

Houve lançamentos apenas nos anos de 2009 e 2010, por isso apenas a variável dummy para o ano de 2010 foi incluída. A diferença entre os anos foi significativa, sendo o preço do metro quadrado no ano de 2010 24% superior aos lançamentos de 2009.

Levando em consideração o erro padrão dos coeficientes, o fato de estar localizado no bairro Maurício de Nassau elevou o preço das incorporações entre 11,53% e 14,38%. Caso dois apartamentos semelhantes estejam localizados nesses dois bairros, o apartamento no bairro Universitário teria o valor do metro quadrado inferior em relação ao do bairro Maurício de Nassau.

A presença de varanda foi significativa e elevou o preço destes apartamentos em 12,48%, com um erro padrão de 1,455 ponto percentual. Isto significa que a construtora 02 considera positiva e significativa a presença de varanda no apartamento no preço do metro quadrado do imóvel. Tal consideração também pode ser feita sobre a construtora 01 uma vez que todos os seus lançamentos no período considerado possuíam o atributo.

As elasticidades foram positivas para o andar na ordem de 0,055725, indicando que apartamentos em andares mais elevados têm valores de metro quadrado mais elevados.

A relação entre o número de quartos e o valor do metro quadrado foi significativa e negativa, apresentando valor -0,126953. Apartamentos com mais quartos tendem a possuir menores valores por metro quadrado.

5. Conclusão

Há várias décadas, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de identificar quais os principais fatores que afetam o preço dos imóveis. A identificação desses fatores têm consequências diretas no mercado, levando a alterações nas características dos bens lançados.

Ao propor que bens são precificados pelos atributos que os compõem, Lancaster (1966) ofereceu uma abordagem capaz de explicar como se avalia o preço desses bens com características intrínsecas distintas. Como cada apartamento possui um conjunto de características que o torna único, faz-se necessário o uso da abordagem proposta na avaliação do seu preço. Rosen (1974), por sua vez, apresentou o conceito de que a regressão hedônica, usada há décadas, representa uma condição de equilíbrio em determinado momento acerca de como os ofertantes e os demandantes avaliam o conjunto dos atributos de um imóvel, sendo a equação resultante a representação matemática desse equilíbrio.

Levando em consideração a percepção dos construtores e incorporadores, foi realizado um levantamento estatístico com o objetivo de identificar os atributos relevantes na precificação dos lançamentos de empreendimentos residenciais verticais na cidade de Caruaru-PE entre os anos de 2008 a 2011. Para tanto, foram coletadas cento e catorze observações e realizadas regressões lineares múltiplas para que fosse atingido o objetivo proposto.

Após a coleta dos dados, foram realizados os seguintes testes de validação das regressões: RESET de Ramsey para especificação, Chow para falha estrutural, Doornik-Hansen para normalidade dos resíduos e White para homocedasticidade dos resíduos. A variável dependente escolhida foi o logaritmo natural do preço do metro quadrado, que foi deflacionado ao mês de janeiro de 2008.

O teste RESET de Ramsey definiu, além de verificar a correta especificação dos modelos, a forma funcional que melhor se adequava aos dados, sendo log-log, com as variáveis dependente e independentes na forma logarítmica, ou log-linear, com a variável dependente na forma logarítmica e as variáveis independentes na forma linear.

Utilizando toda a amostra, o teste de Chow indicou a presença de falha estrutural na primeira regressão. Como a presença de falha estrutural viola o pressuposto de linearidade dos resíduos, foi investigada a origem da falha e a amostra foi então subdividida na origem desta. O primeiro teste realizado não acusou a presença de falha entre os anos. A opção de iniciar o

teste pelo intervalo de tempo se deu devido à característica de empilhamento dos dados de diferentes anos, conforme sugerem Wooldridge (2010, p. 421) e Baltagi (2005, p. 55). Depois foi realizado o teste de Chow entre as construtoras, que apresentou evidência de falha estrutural. A amostra foi então dividida entre os dados de cada construtora. Tem-se aqui uma importante observação a respeito do mercado local, que é diferença de avaliação por parte das construtoras, que indica a presença de ineficiência e sugere que pelo menos uma dessas não está oferecendo um pacote otimizado de atributos nos seus lançamentos.

A regressão realizada com os dados da primeira construtora indicou que houve diferença de preço entre os anos, havendo estabilidade apenas entre os anos de 2009 e 2010. O bairro onde o empreendimento está localizado fez diferença na precificação do metro quadrado. O tamanho do apartamento foi significativo e positivo, bem como o andar e quantidade de vagas de garagem. O coeficiente para a presença de quartos foi negativo.

Com os dados da segunda construtora, foi observada falha estrutural no sistema de construção, exigindo a separação da amostra entre incorporações e regimes de condomínio.

Os resultados dos empreendimentos em regime de condomínio indicaram significância nas variáveis representativas dos anos de 2009 e 2011¹². O andar onde o apartamento está localizado também foi significativo e positivo, indicando que um andar mais elevado tem o preço do metro quadrado maior. A quantidade de vagas de garagem aumentou o valor do metro quadrado dos imóveis. O tamanho do apartamento também influenciou positivamente no preço do metro quadrado. A quantidade de quartos teve um coeficiente negativo no preço do metro quadrado.

A regressão contendo apenas as incorporações da segunda construtora foi realizada com uma restrita quantidade de dados, mesmo assim os testes feitos não apresentaram nenhum valor capaz de invalidar os resultados. Houve apenas lançamento do tipo nos anos de 2009 e 2010 e os resultados indicaram alteração nos preços entre os anos. O bairro onde o empreendimento está localizado alterou o preço do metro quadrado. O andar onde o apartamento está localizado também apresentou relação positiva com o preço do metro quadrado, indicando que apartamentos em andares mais elevados têm preço de metro quadrado mais alto. A presença de varanda também foi significativa e positiva, indicando que a sua presença elevou o preço do metro quadrado dos apartamentos. Assim como nas demais regressões, a presença de quartos foi significativa e negativa. Não houve significância quanto

¹² Foram incluídas variáveis dummy para os anos de 2009, 2010 e 2011. O ano de 2008 foi tomado como base.

ao tamanho do imóvel. Deve-se observar que, nos dados relacionados à construtora 02, houve limitação relacionada ao tamanho da amostra, que reduz a precisão nos resultados.

Como limitações deste trabalho, tem-se o reduzido tamanho da amostra, que leva a resultados menos precisos e limita o número de variáveis explicativas pela ausência de número suficiente de graus de liberdade. A inerente correlação entre os atributos dos imóveis é outra limitação com a qual o pesquisador precisa lidar. Apartamentos com espaços muito limitados não podem ter muitos quartos, pois cada quarto deve ter um espaço mínimo para acomodar cama e outros móveis necessários ao residente. Ao mesmo tempo, apartamentos maiores, com mais de cem metros quadrados, dificilmente terão apenas um dormitório. Essa característica do setor evidencia uma das limitações da regressão linear, que pressupõe ausência de colinearidade entre as variáveis explicativas, que, nessa situação, não consegue estabelecer com precisão os coeficientes dos atributos.

Apesar das limitações apresentadas, o estudo cumpriu o objetivo de encontrar os atributos significativos dos apartamentos lançados na cidade de Caruaru-PE, tendo sido utilizados procedimentos econométricos adequados aos dados.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de pesquisas semelhantes em diferentes localidades, que permitirá ampliar a base de dados, verificar se os construtores/incorporadores dessas localidades também avaliam de maneira distinta o conjunto de atributos dos imóveis e quais são os seus atributos relevantes. Com um conjunto de estudos em diferentes regiões, pode-se fazer um panorama do mercado imobiliário brasileiro na ponta ofertante.

Outra sugestão é a realização de estudos tomando como base a demanda por imóveis na cidade. Ao comparar os atributos importantes na oferta e na demanda, será possível entender quais construtores estão maximizando o retorno dos investimentos através do atendimento preciso da demanda e quais mudanças devem ser feitas para melhor atender o consumidor desses bens.

Referências

- ALVES, Denisard Cneio de Oliveira et. al. Modelagem dos Preços de Imóveis Residenciais Paulistanos. **Revista Brasileira de Finanças**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 167-187, jun. 2011.
- ANDERSSON, David Emanuel; SHYR, Oliver F.; FU, Johnson. Does high-speed rail accessibility influence residential property prices? Hedonic estimates from southern Taiwan. **Journal of Transport Geography**. v. 18, p. 166-174, 2010.
- ARRAES, Ronaldo A.; SOUSA FILHO, Edmar de. Externalidades e Formação de Preços do Mercado Imobiliário Urbano Brasileiro: Um estudo de caso. **Revista de Economia Aplicada**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 289-319, abr./jun. 2008.
- BALTAGI, Badi H. **Econometric Analysis of Panel Data**. Chichester-UK: Wiley & Sons, 2008.
- BIN, Okmyung; LANDRY, Craig E.; MEYER, Gregory F. Riparian Buffers and Hedonic Prices: A Quasi-Experimental Analysis of Residential Property Values in the Neuse River Basin. **American Journal of Agricultural Economics**. Vol. 91(4), p. 1067-1079, 2009.
- BJÖRKLUND, Kicki; SÖDERBERG, Bo; WILHELMSSON, Mats. An Investigation of Property Price Studies. In: WANG, Ko; WOLVERTON, Marvin L. **Real Estate Valuation Theory: Research issues in real estate**. vol 8. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers. 2002, cap. 4, p. 63-94.
- BONDUKI, Nabil Georges. Origens da habitação social no Brasil. **Análise Social**. Lisboa, v. 29, p. 711-732, 1994.
- BOURASSA, Steven C. et. al. House Price Changes and Idiosyncratic Risk: The Impact of Property Characteristics. **Real Estate Economics**, v. 37, n. 2, p. 259-278, verão 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6229.2009.00242.x>>
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Demanda habitacional no Brasil**, Brasília: Caixa, 2011. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/documentos_gerais/demanda_habitacional.pdf>
- CARVALHO, Marcelo. Há uma bolha de crédito no Brasil? Ainda não. **Valor Econômico**, 08 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/opiniao/973536/ha-uma-bolha-de-credito-no-brasil-ainda-nao>>. Acesso em: 01 abr. 2012.
- CASE, Karl E.; SHILLER, Robert J. The Efficiency of the Market for Single-Family Homes. **The American Economic Review**. Vol. 79, p. 125-137, 1989.
- CHOY, Lennon; MAK, Stephen; HO, Winky. Modeling Hong Kong real estate prices. **Journal of Housing and the Built Environment**. Vol. 22, p. 359-368, 2007.

CLAPP, John M.; SALAVEI, Katsiaryna. Hedonic pricing with redevelopment options: A new approach to estimating depreciation effects. **Journal of Urban Economics**. Vol. 67, p. 362-377, 2010.

COURT, A. T. Hedonic price indexes with automotive examples. In: **The Dynamics of Automotive Demand**. General Motors, New York, p. 98-119, 1939.

DANTAS, R. A. ; MAGALHÃES, Andre, M. ; VERGOLINO, J. R. O. . Avaliação de Imóveis: a importância dos vizinhos no caso do Recife. **Revista de Economia Aplicada**, v. 11, p. 231-251, 2007.

DANTAS, R. A. ; CORDEIRO, G. M. . Evaluation of Brazilia City of Recife's Condominium Market Using Generalized Linear Models. **The Appraisal Journal**, v. LXIX, p. 247-257, 2001.

DOORNIK, Jurgen A.; HANSEN, Henrik. An Omnibus Test for Univariate and Multivariate Normality. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**. v. 70, p. 927-939, 2008.

DUBIN, Robin A. Predicting House Prices Using Multiple Listings Data. **The Journal of Real Estate Finance and Economics**. Vol. 17, p. 35-59, 1998.

ERNST & YOUNG TERCO. **Real Estate Report**. set 2012. Disponível em: <[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Real_State_newsletter_publicacao/\\$FILE/Real_State_newsletter.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Real_State_newsletter_publicacao/$FILE/Real_State_newsletter.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2013.

FÁVERO, Luiz Paulo Lopes. **Técnicas de Precificação e Comercialização**. 2 ed. São Paulo: Saint Paul Editora, 2007.

FERREIRA NETO, Eduardo. **Estimação do preço hedônico**: Uma aplicação para o mercado imobiliário da cidade do Rio de Janeiro. 2002. 48p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Pós-graduação em Economia – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2002.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C.. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 924 p.

HAAS, G. C. **Sale prices as a basis for farm land appraisal**. St. Paul: The University of Minnesota Agricultural Experiment Station, 1922.

HALVORSEN, Robert; POLLAKOWSKI, Henry O. Choice of functional form for hedonic price equations. **Journal of Urban Economics**. Vol. 10, p. 37-49, 1981.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. **Minidicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

HSIAO, Cheng. **Analysis of Panel Data**. Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge, 2003

IBGE. **IBGE Cidades**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 29 jun. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **A Década Inclusiva (2001-2011):** Desigualdade, Pobreza e Políticas de Renda, Brasília, 2012. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/120925_comunicadodoipea155_v5.pdf>

KAHN, Matthew E.; VAUGHN, Ryan; ZASLOFF, Jonathan. The housing market effects of discrete land use regulations: Evidence from the California coastal boundary zone. **Journal of Housing Economics**, v. 19, n. 4, Dec. 2010, p. 269-279, ISSN 1051-1377, Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1051137710000410>>.

KIEL, Katherine A.; ZABEL, Jeffrey E. The Accuracy of Owner-Provided House Values: The 1978–1991 American Housing Survey. **Real Estate Economics**. Vol 27, p. 263–298, 1999.

LANCASTER, Kelvin. A New Approach to Consumer Theory. **Journal of Political Economy**. Vol. 74, p. 132-157, 1966.

LIRA, José Tavares Correia de. A construção discursiva da casa popular no Recife (década de 30). **Análise Social**. Lisboa, v. 29, p. 733-753, 1994.

LIU, Xiaolong. Spatial and Temporal Dependence in House Price Prediction. **The Journal of Real Estate Finance and Economics**. 10.1007/s11146-011-9359-3, p. 1-29, 2012.

LOPES, Luiz Paulo. **Modelos de Preços hedônicos aplicados a imóveis residenciais em lançamento no município de São Paulo**. 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MADDALA, G. S.. **Introdução à econometria**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2003.

MAURER, Raimond; PITZER, Martin; SEBASTIAN, Steffen. Hedonic price indices for the Paris housing market. **Allgemeines Statistisches Archiv**. Vol. 88, p. 303-326, 2004.

MILLER, Norman; PENG, Liang; SKLARZ, Michael. House Prices and Economic Growth. **The Journal of Real Estate Finance and Economics**. Vol. 42, p. 522-541, 2011.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Déficit Habitacional no Brasil 2008**. Brasília, 2011. 140p. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/DHB_2008_Final_2011.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2012.

MIRANDA, Rubens Augusto de; AMARAL, Hudson Fernandes. Precificação de imóveis residenciais: Uma abordagem hedônica-multinível. In: Encontro brasileiro de finanças, 9, 2009, São Leopoldo-RS. **Anais...** São Leopoldo: Sociedade Brasileira de Finanças, 2009.

MORCELLI, Aier Tadeu Gabriel. **Construção de modelos de regressão para estimar o valor dos lotes urbanos do setor 11 de Santa Maria-RS**. 2006. 56f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

OLIVEIRA DIAS, João de Deus. **Caruaru**: Subsídios para sua história. Caruaru: 1971.

ROSEN, Sherwin. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. **Journal of Political Economy**. Vol. 82, n. 1, p. 34-55, 1974.

SANT'ANA JUNIOR, Silvio Lucio. **Determinantes do preço de imóveis residenciais na cidade de São Paulo**. 2006. 72p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Economia – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2006.

SEC, Securities and Exchange Commission. **Mortgage backed securities**. Disponível em: <<http://www.sec.gov/answers/mortgagesecurities.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

SILVA, Laudenor Pereira da. Edificações na cidade de Caruaru - PE: Condomínios fechados e autoconstruções. **Revista de Geografia (Recife)**. Recife, Vol. 23, p. 133-148, 2006.

SILVA NETO, Odilon Saturnino. **Formação dos preços de imóveis em Recife: uma visão a partir da percepção do comprador**. 2011. 193p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SOETHE, Volnei Avilson; BITTERN COURT, Evandro. Estimativa de modelos de preços hedônicos para locação residencial em Joinville. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13, 2006, Bauru. **Anais...** Bauru: 2006. p. 1-10.

STOCK, James H.; WATSON, Marcelo W. **Econometria**. São Paulo: Addison Wesley, 2004.

STRAND, Jon; VAGNES, Mette. The relationship between property values and railroad proximity: a study based on hedonic prices and real estate brokers' appraisals. **Transportation**. Netherlands, v. 28, p. 137-156, 2001.

TEIXEIRA, Manuel C. A habitação popular no século XIX — características morfológicas, a transmissão de modelos: as ilhas do Porto e os cortiços do Rio de Janeiro. **Análise Social**. Lisboa, v. 29, p. 555-579, 1994.

USTAOĞLU, Eda. **HEDONIC PRICE ANALYSIS OF OFFICE RENTS: A CASE STUDY OF THE OFFICE MARKET IN ANKARA**. 2003. 107p. Dissertação (Mestrado) - Middle East Technical University, Ankara, 2003.

VÉRAS, Maura Pardini Bicudo. Cortiços no Brás: velhas e novas formas da habitação popular na São Paulo industrial. **Análise Social**. Lisboa, v. 29, p. 599-629, 1994.

VERBEEK, Marno. **A Guide To Modern Econometrics**. 2. ed. Chichester: Wiley, 2004.

VOICU, Ioan; BEEN, Vicki. The Effect of Community Gardens on Neighboring Property Values. **Real Estate Economics**, v. 36, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6229.2008.00213.x>>

ZANCAN, Evelise Chemale. FERMO, Graziela Oliveira. Modelo de regressão linear múltipla para avaliação de apartamentos na cidade de Criciúma SC. **COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, Florianópolis, 2006.

ZHENG, Siqu; KAHN, Matthew E. Does Government Investment in Local Public Goods Spur Gentrification? Evidence from Beijing. **Real Estate Economics**, v. 40, n. 1, p. 1-28. July, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6229.2012.00339.x>>