

MODELAGEM ECONOMÉTRICA PARA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS RESIDENCIAS NOVOS NO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE/CE

ÍTALO SAMUEL GONÇALVES DANTAS¹, JOSÉ EDUARDO DE CARVALHO LIMA²;
LUCAS FERREIRA DE CASTRO^{3*};

¹Estudante do curso de engenharia civil da Faculdade Paraíso do Ceará, italosamuel2410@hotmail.com

²Ms. Economia, Professor da Faculdade Paraíso do Ceará, edwardeduardo@bol.com.br

³ Ms. Economia, Professor da Faculdade Paraíso do Ceará, lucasfcastro@yahoo.com.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 2 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Este trabalho apresenta um modelo econométrico para previsão do preço de compra financiada de imóveis residenciais urbanos novos localizados no município de Juazeiro do Norte/CE, à luz da NBR 14653-2. Constrói-se nesta pesquisa um modelo estatístico com base no método comparativo direto de dados de mercado, descrito na citada NBR. A partir de uma amostra de cinquenta imóveis urbanos residenciais novos, obtida por meio de pesquisa de campo, estimou-se um modelo econométrico, através do método dos mínimos quadrados ordinários, utilizando-se, inicialmente, quatorze variáveis independentes. Adotou-se neste trabalho um modelo linear-logarítmico para modelagem das variáveis independentes quantitativas intrínsecas ao imóvel e linear-linear para as demais variáveis independentes. Após a realização dos testes de autocorrelação, multicolinearidade, heterocedasticidade e normalidade dos resíduos, bem como, dos testes de significância de cada variável independente e do modelo, chegou-se à especificação do modelo final com apenas quatro variáveis independentes, sendo uma variável significativa a 90% e três variáveis significantes a 99% e um grau de explicação do modelo (R^2) de 99%.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia de Avaliações. Modelagem Econométrica. NBR 14653.

ECONOMETRIC MODELING FOR PROPERTY EVALUATION OF URBAN RESIDENTIAL NEW IN MUNICIPALITY NORTHERN JUAZEIRO/CE

ABSTRACT: This work presents an econometric model to forecast the purchase price financed new urban residential properties located in the city of Juazeiro do Norte / CE, at the light of NBR 14653-2. It builds this study a statistical model based on direct comparative method of market data, described in said NBR. From a sample of fifty new residential urban real properties, obtained through field research, it was estimated an econometric model, using the method of ordinary least squares, using initially fourteen independent variables. It was adopted in this work a linear-logarithmic model for modeling of quantitative independent variables intrinsic to the property and straight-linear for the other independent variables. After performing the autocorrelation tests, multicollinearity, heteroscedasticity and normality of waste, as well as the significance tests of each independent variable and the model was reached to the final model specification with only four independent variables, a significant variable 90% and three significant variables to 99% and a degree of explanation model (R^2) 99%.

KEYWORDS: Appraisal Engineering, Econometric modeling, NBR 14653.

INTRODUÇÃO

O mercado imobiliário nacional recebeu, nos últimos anos, incentivos do Governo Federal com a disponibilização de linhas de financiamento por meio de seus principais agentes financeiros (CAIXA Econômica Federal e Banco do Brasil S/A) destinadas à aquisição ou construção de novas unidades habitacionais. O Interior do Estado do Ceará se tornou um dos principais alvos do setor. O mercado imobiliário de Juazeiro do Norte aproveitou esta oportunidade, e tem crescido nos últimos anos, por meio da realização de muitos financiamentos de imóveis novos.

A definição do preço de novas unidades habitacionais é um aspecto importante tanto para os investidores/construtores como para os futuros compradores. Para os investidores é importante para calcular seu retorno, e para os futuros compradores é essencial para o planejamento e realização do sonho da aquisição da casa própria.

Neste contexto, a engenharia de avaliações tem papel fundamental na determinação de valores dos imóveis com a utilização de modelos matemáticos que determinem com acurácia e significância o valor dos imóveis. A NBR 14653-2 descreve alguns métodos de avaliação, dentre eles o método comparativo direto de dados de mercado utilizado nesta pesquisa. Esse método utiliza a regressão linear, técnica que a NBR 14653-2 cita como a mais utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente em relação as variáveis independentes que são responsáveis pela variabilidade observada nos preços. A NBR 14653-2 ainda detalha os procedimentos gerais da norma de avaliação de bens, assim como traz os procedimentos necessários para utilização de modelos de regressão linear.

Este trabalho tem como principal objetivo a estimação de um modelo econométrico capaz de evidenciar o valor real de compra financiada de um imóvel residencial urbano novo situado no município de Juazeiro do Norte.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Juazeiro do Norte/CE, coletando-se, por meio de pesquisa de campo, 50 observações de imóveis residenciais urbanos novos (com HABITE-SE emitido há no máximo 06 meses ou imóveis que ainda não tenham sido habitados), cuja transação de compra e venda tenha sido realizada há no máximo 01(um) ano.

Na metodologia, utilizou-se como referência o método comparativo direto de dados de mercado, disposto na NBR 14653-2. Estimou-se equações de regressão linear pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

De acordo com a classificação da NBR 14653-2, os imóveis objeto desta pesquisa são:

- Quanto ao uso: residencial;
- Quanto ao tipo: casa;
- Quanto ao agrupamento: loteamento

A tabela 1 mostra a relação das variáveis coletadas:

Tabela 1 – Descrição das Variáveis

Variável	Descrição
vr_compra	Valor da compra e venda do imóvel expressa em reais (R\$)
bairro	Bairro de localização do imóvel
area_const	Área construída do imóvel expressa em metros quadrados (m ²)
testada	Medida da frente do imóvel expressa em metros (m)
profundidade	Medida de profundidade do imóvel expressa em metros (m)
situacao	Posição do imóvel em relação à sua situação na quadra (1 – Meio de quadra; 2 – Esquina de quadra)
topografia	Topografia do terreno do imóvel (0 – Declive; 1 – Plano; 2 – Aclive)
qtde_quartos	Quantidade de quartos que o imóvel possui
qtde_suites	Quantidade de suítes que o imóvel possui
qtde_wc_social	Quantidade de wc sociais que o imóvel possui
qtde_pavto	Quantidade de pavimentos que o imóvel possui
qtde_garagem	Quantidade de vagas de garagem que o imóvel possui
acabamento	Padrão de acabamento do imóvel (1 – Normal; 2 – Alto)
piscina	Se o imóvel possui ou não piscina (0 – Não; 1 – Sim)
dce	Se o imóvel possui ou não dependência completa de empregada (0 – Não; 1 – Sim)

Fonte: Elaboração do autor.

A variável bairro tem como objetivo refletir no modelo a importância da localização do imóvel na definição de seu preço. Tendo em vista que a variável bairro foi colhida sob a forma qualitativa (o

nome dos bairros), utilizou-se como proxy a média dos valores por bairro constantes no Anexo Único do Decreto Municipal de Juazeiro do Norte, n.º 136 de 17 de dezembro de 2014. O referido decreto fixa o valor do metro quadrado dos imóveis por bairro para fins de arrecadação de ITBI – Imposto de Transmissão de Bens Imóveis no município de Juazeiro do Norte.

Analisando-se a homogeneidade da variável dependente *vr_compra*, observou-se a presença de dois *outliers* nos valores de R\$ 550.000,00 e R\$ 300.000,00, que foram excluídos da amostra. A amostra restou composta de 48 observações cujos preços de compra variam entre R\$ 115.000,00 e R\$ 200.000,00, com média de R\$ 148.583,33 e mediana e moda de R\$ 145.000,00.

A área construída dos dados coletados, varia entre 83,76 m² e 163,04 m², com média de 114,94 m², mediana de 110,92m² e moda de 121,15 m².

Com base nas estatísticas descritivas das variáveis, procedeu-se a exclusão das variáveis topografia, *qtde_wc_social*, piscina e *dce* que não variaram na amostra obtida. As variáveis acabamento e *qtde_pavto* apresentaram pouca variação na amostra coletada, motivo pelo qual, também foram excluídas do modelo. Pode-se observar o resumo das características comuns da amostra coletada remanescente, na tabela 2:

Tabela 2 – Características comuns dos imóveis pesquisados

Característica	Valor
Tipo de topografia	Plana
Quantidade de WC social	1
Padrão de acabamento	Normal
Quantidade de pavimentos	1
Possui piscina	Não
Possui dependência completa para empregado(a)	Não

Fonte: Elaboração do autor.

Tendo em vista que o valor de compra e venda de um imóvel tem variação aproximada em função do valor do logaritmo de suas variáveis quantitativas intrínsecas, efetuou-se a conversão dessas variáveis independentes para valores logarítmicos naturais. Na tabela 3 sintetiza as novas variáveis:

Tabela 3 – Conversão Logarítmica de Variáveis Quantitativas

Variável	Nova Variável
<i>area_const</i>	<i>ln_area_const</i>
<i>testada</i>	<i>ln_testada</i>
<i>profundidade</i>	<i>ln_profundidade</i>
<i>qtde_quartos</i>	<i>ln_qtde_quartos</i>
<i>qtde_suites</i>	<i>ln_qtde_suites</i>
<i>qtde_pavto</i>	<i>ln_qtde_pavto</i>
<i>qtde_garagem</i>	<i>ln_qtde_garagem</i>

Fonte: Elaboração do autor.

Devido à alta correlação entre a variável *area_const* e o produto das variáveis *testada* e *profundidade*, optou-se por criar a variável *ln_area_ao_const*, que representa o logaritmo natural da diferença entre a área total do imóvel e a área construída do mesmo. Este mecanismo fará com que o modelo valorize de forma diferente imóveis com a mesma quantidade de área construída, porém com áreas de terrenos diferentes. Ressalta-se, que esta técnica se aplica bem a imóveis planos, que é o caso da amostra desta pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente estimou-se um modelo com todas as variáveis coletadas remanescentes, exceto a variável *ln_area_ao_const*, que foi criada posteriormente. Observa-se na tabela 4 o primeiro modelo estimado:

Tabela 4 – Primeiro modelo estimado

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
bairro	144,831	76,8378	1,8849	0,0669	*
Situação	-3620,22	8253,86	-0,4386	0,6634	
ln_area_const	-11721,4	21155,5	-0,5541	0,5827	
ln_testada	35594,3	16664,8	2,1359	0,0390	**
ln_profundidade	35562,3	21147,6	1,6816	0,1006	
ln_qtde_quartos	-27,4006	9455,77	-0,0029	0,9977	
ln_qtde_suites	42516,9	17036,4	2,4957	0,0169	**
ln_qtde_garagem	1178,1	9821,93	0,1199	0,9051	

* p-valor significativa a 10%

** p-valor significativa a 5%

Fonte: Elaboração do autor.

O p-valor do F de Significação do modelo 1 foi $8,74e-39$ e o R^2 foi 98,95%. Todavia, restaram cinco variáveis estatisticamente insignificantes a 10% (situação, ln_area_const, ln_profundidade, ln_qtde_quartos e ln_qtde_garagem), indicando que há presença de multicolinearidade no modelo estimado. Contudo, há de se admitir que um modelo de avaliação de imóveis que não considere a quantidade de metros quadrados construídos do imóvel não é muito explicativo e condizente com a prática de mercado. Motivo pelo qual foi criada a variável ln_area_nao_const, conforme explicado na metodologia. A criação desta variável além de proporcionar os benefícios já citados, corrige o problema de multicolinearidade do modelo.

Com a inclusão da variável ln_area_nao_const, excluem-se do modelo as variáveis ln_testada e ln_profundidade. Também excluem-se do modelo as variáveis situação, ln_qtde_quartos e ln_qtde_garagem, cujos coeficientes foram estatisticamente insignificantes, com o objetivo de corrigir a presença de multicolinearidade apresentada no primeiro modelo estimado. Esta colinearidade entre os dados pode ser atribuída à semelhança das características dos imóveis objetos desta pesquisa.

Em seguida, estimou-se o modelo disposto na tabela 5:

Tabela 5 – Segundo modelo estimado

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
bairro	136,676	68,9576	1,9820	0,0539	*
ln_area_const	13571	4574,96	2,9664	0,0049	***
ln_area_nao_const	15231,9	4937,96	3,0847	0,0036	***
ln_qtde_suites	41204,2	12190,3	3,3801	0,0016	***

* p-valor significativa a 10%

** p-valor significativa a 5%

*** p-valor significativa a 1%

Fonte: Elaboração do autor.

O modelo estimado apresentou F de Significação altamente significativo ($3,48e-43$) e R^2 extremamente explicativo (99%), e todas as suas variáveis apresentaram coeficientes significativos, indicando inicialmente que não há presença de multicolinearidade no modelo.

Para testar se há erro de especificação no modelo estimado, efetuou-se o teste RESET (regression specification error test) proposto por Ramsey (1969), cuja hipótese nula é de que a especificação é adequada, obtendo-se p-valor de 0,9225. Efetuou-se, em seguida, o Teste de White para heterocedasticidade, cuja hipótese nula é de que a variância dos termos de erro é constante, ou seja, sem heterocedasticidade, obtendo-se um p-valor de 0,1127. A hipótese de normalidade dos resíduos foi verificada por meio do teste proposto por Doornik-Hansen (2008), resultando no p-valor de 0,2309. Abaixo, na tabela 6, consta o resumo dos testes realizados:

Tabela 6 – Testes de verificação dos pressupostos do modelo estimado

Teste	Hipótese Nula	p-valor
RESET de Ramsey	A especificação é adequada	0,9225
Teste de White para heterocedasticidade	Sem heterocedasticidade	0,1127

Fonte: Elaboração do autor.

Teste de Doornik-Hansen	Normalidade dos resíduos	0,2309
-------------------------	--------------------------	--------

A multicolinearidade do modelo foi testada por meio do Fator de Inflação da Variância – FIV, conforme disposto em Gujarati (2011), obtendo-se os seguintes resultados, dispostos na tabela 6:

Tabela 6 – Testes de multicolinearidade do modelo 2

Variável	FIV*
bairro	1,066
ln_area_const	1,601
ln_area_ao_const	1,272
ln_qtde_suites	1,739

* Valores maior que 10 podem indicar problema de multicolinearidade

Fonte: Elaboração do autor.

Vê-se que este segundo modelo passou por todos os testes estatísticos de verificação dos pressupostos básicos da regressão linear, mostrando-se altamente significativo e com grande poder de explicação. Com uma acuracidade de 99%, a equação abaixo disposta é capaz de prever o valor de imóveis novos residenciais urbanos localizados no município de Juazeiro do Norte/CE, cuja compra seja financiada:

$$vr compra = 136,676 \text{ bairro} + 13.571 \text{ ln_area_const} + 15.231,9 \text{ ln_area_ao_const} + 41.204,2 \text{ ln_qtde_suite}$$

Tem-se, portanto, uma equação composta não apenas da área construída, mas também de outras características que impactam no valor de compra desses imóveis que são: sua localização – contida na variável bairro; o tamanho do terreno – contida na variável área não construída; o tamanho da área construída – contida na variável área construída; e a quantidade de suítes – contida na variável qtde de suítes.

CONCLUSÃO

O estudo desenvolvido mostrou que a modelagem semilogarítmica se ajustou bem para a estimação da equação de previsão de preços de imóveis, por meio do método dos mínimos quadrados ordinários, para o município de Juazeiro do Norte, para imóveis cuja área construída esteja entre 83,76 m² e 163,04 m² e demais características já explanadas ao longo desta pesquisa. Foi notório o benefício da criação da variável que representa a área não construída, que permitiu capturar o impacto desta característica sem violar os pressupostos básicos do modelo de regressão. Esta abordagem poderá ser utilizada em diversos trabalhos no campo da engenharia de avaliações, favorecendo o uso de métodos inferenciais e fortalecendo o papel da engenharia neste segmento.

REFERÊNCIAS

- Cavalcante, M. G. Apartamentos residenciais: formação de valor em Fortaleza-CE. São Paulo: Annablume, 2002.
- Doornik, J. A.; Hansen, H. An omnibus test for univariate and multivariate normality. Oxford bulletin of economics and statistics, v. 70, n. S1, p. 927-939, 2008.
- Gujarati, D. N.; Porter, D. C. Econometria básica-5. Amgh editora, 2011.
- Macanhan, V. B. P. A avaliação de imóveis pelos métodos econômicos-financeiros. 2002. 110 f. Dissertação (mestrado) - curso de engenharia de produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2002.
- Matta, T. A. Avaliação do valor de imóveis por análise de regressão: um estudo de caso para a cidade de juiz de fora. 2007. 43 f. Monografia (especialização) - curso de engenharia de produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.
- Ramsey, J. B. Tests for specification errors in classical linear least-squares regression analysis. Journal of the royal statistical society. Series b (methodological), p. 350-371, 1969.
- Sá, A. R. S. Avaliação imobiliária: método comparativo de dados do mercado – tratamento científico. Revista on-line ipog, Florianópolis, v. 1, n. 5, p.1-20, jul. 2012.
- Silva, O. L. S.; Brasileiro, A. Método comparativo direto de dados do mercado: a importância da análise qualitativa do projeto de arquitetura na avaliação das unidades em imóveis residenciais multifamiliares. Téchne, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p.1-11, jul. 2006.